

**Aus der Universitätsklinik und Poliklinik für Neurologie in Zusammenarbeit mit der
Allgemein- und Viszeralchirurgie der Helios Klinik Sangerhausen**

Ärztlicher Direktor: Dr. med. Bernd Klinge

**Neuropathische Schmerzen nach Inguinalhernienchirurgie:
Eine prospektive Fall-Kontrollstudie**

Dissertation
zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor der Medizin (Dr. med.)

vorgelegt
der Medizinischen Fakultät
der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

von Christiane Barthel
geboren am 10.09.1983 in Bad Frankenhausen

Betreuer: apl. Prof. Dr. habil. Malte Erich Kornhuber

Gutachterin/Gutachter:

PD Dr. Christian Scheller
Univ.-Professor Dr. med. Jörg Kleeff
PD Dr. med. Anne-Dorte Sperfeld

10.10.2017

21.09.2018

Referat

Der Leistenbruch ist in den Industrieländern eine der häufigsten viszeralchirurgischen Erkrankungen und die Herniotomie damit die am häufigsten durchgeführte Operation. Bei diesem Eingriff können Hautnerven lädiert oder gereizt werden. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung sollten lokale postoperative Beschwerden in der Umgebung des Operationsgebietes prospektiv klinisch dokumentiert werden.

Von Juni 2014 bis Anfang Mai 2017 wurden an der Helios Klinik Sangerhausen 334 Patienten mit Leistenhernien operativ behandelt und in der Herniamed-Datenbank erfasst. 220 dieser Patienten hatten zum Zeitpunkt der Studie bereits am 1-Jahres-Follow-Up teilgenommen und bildeten somit das Patientenkollektiv der Studie. 25 Patienten gaben postoperativ Symptome an (Gruppe der betroffenen Patienten). 25 der 220 Patienten wurden als Matched-Pair-Gruppe rekrutiert. Die operative Versorgung der Patienten erfolgte größtenteils mittels spannungsfreier Netztechniken, also laparoskopisch mit TAPP oder offen nach Lichtenstein.

Die beobachteten Sensibilitätsstörungen befanden sich hauptsächlich im Innervationsgebiet des N. iliohypogastricus R. cutaneus anterior, hälftig ausschließlich und hälftig in Kombination mit den Innervationsgebieten der übrigen Nerven der Leistenregion. Frühere Untersuchungen stellten noch den N. cutaneus femoris lateralis, gefolgt vom R. genitalis des N. genitofemoralis als die am häufigsten geschädigte Nerven heraus. Mit 11,4% der Patienten, die postoperativ Beschwerden beschreiben, und 3,6% der Patienten, die sich durch die Beschwerden im Alltag beeinträchtigt fühlen, liegt das Ergebnis niedriger als die in der Literatur beschriebenen Werte von ca. 27% und 11-17%.

Die Fixation des Netzes zeigte ein signifikant vermehrtes Auftreten von postoperativen Beschwerden bei der Verwendung von Titan-Tackern im Vergleich zur Verwendung von Fibrinklebstoff, weshalb die Empfehlung klar zur Verwendung von atraumatischen Fixationsmethoden geht und aktuelle Studien die Verwendung selbsthaftender Netze sowie Operationsverfahren gänzlich ohne Netzfixation testen. Vermehrte präoperative Beschwerden oder Schmerzen korrelieren häufiger mit dem Auftreten postoperativer chronischer Schmerzen, was vermutlich auf eine bereits vor der OP bestehende Komplikation wie Inkarzeration oder Entzündung hindeutet. Demgegenüber ergab sich kein Unterschied bezüglich der gewählten Operationstechniken.

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung sind von Bedeutung sowohl für die Weiterentwicklung der Operationstechnik bei operativer Versorgung von Leistenhernien als auch für das Verständnis von Nervenläsionen im Zusammenhang mit dieser Operation.

Inhalt

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	III
Verzeichnis der Abkürzungen	IV
1. Einleitung.....	1
1.1. Entstehung und Versorgung	1
1.2. Komplikationen	4
1.3. Aktueller Wissensstand	4
2. Zielstellung	5
3. Patienten und Methodik	6
3.1. Patientenauswahl	6
3.1.1. Herniated	6
3.1.2. Matched-Pair-Gruppen.....	7
3.2. Methodik.....	7
3.2.1. Fragebogen	7
3.2.2. Untersuchung	8
3.2.3. Auswertung	8
4. Ergebnisse.....	9
4.1. Daten Herniated.....	9
4.2. Fragebogen	10
4.2.1. Patientencharakteristika	10
4.2.2. Schmerzempfinden.....	11
4.3. Intraoperative Faktoren	12
4.4. Neurologische Untersuchung	13
5. Diskussion.....	15
5.1. Allgemeines	15
5.1.1. Patientenauswahl.....	16
5.2. Patientenabhängige Faktoren.....	18
5.3. Operative Faktoren	20
5.3.1. Netzfixation.....	20
5.3.2. Operationsverfahren	22
5.4. Neurologie	25
5.4.1. Neuropathie	25
5.4.2. Beteiligte Nerven	27
6. Zusammenfassung	31
7. Literaturverzeichnis	34
8. Thesen.....	38
Selbständigkeitserklärung.....	IV

Erklärung über frühere Promotionsversuche	V
Lebenslauf.....	VI
Danksagung	VII

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildung 1: Anatomie des Leistenkanals im Sagittalschnitt	1
Abbildung 2: Sensible Versorgung der Leisten- und Schenkelregion.....	
Abbildung 3: Skizze im Anhang des Fragenbogens	8
Abbildung 4: Patientenauswahl	9
Abbildung 5: Schmerzintensität vor der Operation	11
Abbildung 6: Schmerzintensität 1 Jahr nach der Operation	11
Abbildung 7: Angaben der Patienten zur Schmerzqualität.....	12
Abbildung 8: INH-Areal mit GFN und CFL	
Abbildung 9: Projektion der IHN-Areale	
Abbildung 10: Betroffenen Nervenäste	14
Abbildung 11: Verteilung der Sensibilitätsstörungen.....	14
Abbildung 12: Verteilung der Sensibilitätsstörungen auf die Nervenareale	15
Abbildung 13: Beispiel eines Fixierungsgerätes AbsorbaTack™ von Covidien	20
Abbildung 14: Spiraltacker AbsorbaTack™ von Covidien.....	21
Abbildung 15: Netzfixierung durch absorbierbare Tacker	21
Abbildung 16: Netzfixierung durch Titan-Tacker (Riquelme et al. 2015).....	21
Abbildung 17: Empfehlungsdiagramm zur Versorgung von Leistenbrüchen bei männlichen Erwachsenen	25
Abbildung 18: Nerven der Leistenregion	28
Abbildung 19: Areale Pat. 23A.....	
Abbildung 20: Areale Pat. 7A.....	
Abbildung 21: „Triangle of doom“ und „Triangle of pain“	30
Tabelle 1: Patientencharakteristika	10
Tabelle 2: Vergleich aktuelle Studie mit Bay-Nielsen 2001 und Fränneby 2006	16
Tabelle 3: Prädisponierende Faktoren	19
Tabelle 4: Klassifikation der Nervenschädigung nach Sunderland (SUNDERLAND 1951) mit Prognose	26

Verzeichnis der Abkürzungen

BMI	Body-Mass-Index
EHS	European Hernia Society
GFN	N. genitofemoralis
IEHS	International Endohernia Society
IHN	N. iliohypogastricus
IIN	N. ilioinguinalis
LFCN	N. cutaneus femoris lateralis
Lig.	Ligamentum
N.	Nervus
M.	Musculus
NAS	Numerische Analog-Skala
R.	Ramus
SHR	Swedish Hernia Register
TAPP	Transabdominelle präperitoneale (Patch-)Plastik
TEP	Totale extraperitoneale (Patch-)Plastik

1. Einleitung

1.1. Entstehung und Versorgung

Wird der intraabdominelle Druck auf den Leistenkanal zu hoch und das Gewebe gibt nach, so wölbt sich das parietale Bauchfell, oft zusammen mit Darmanteilen, nach außen und eine Beule entsteht – man spricht von einem Leistenbruch oder einer inguinalen Hernie.

Als Hernie definiert man „den Vorfall von (i.d.R.) Bauchhöhleninhalt durch eine Lücke in der Bauchwand“ (Largiadèr et al. 2016). Die Lücke kann dabei erworben (Hernia acquisita) oder angeboren (Hernia congenita) sein. Als prädisponierende Faktoren gelten unter anderem chronisch-obstruktive Lungenerkrankungen, Nikotinabusus, positive Familienanamnese, ein reduzierter Body-Mass-Index sowie verschiedenen Kollagenerkrankungen (Berger 2016).

Unter den Hernien sind die indirekte Leistenhernie mit 60% und die direkte Leistenhernie (s.u.) mit 15% die häufigsten. Als Leistenhernien generell bezeichnet man Brüche im Bereich des Leistenkanals. Dieser wird cranial durch die Mm. transversus et obliquus internus, kaudal durch das Leistenband, ventral durch die Aponeurose des M. obliquus externus sowie die oberflächliche Bauchwandfaszie und dorsal durch die Fascia transversalis und das Peritoneum begrenzt. Inhalt sind der N. ilioinguinalis, die Vasa lymphatica, bei der Frau das Lig. teres uteri mit begleitender Arterie und beim Mann der Funiculus spermaticus bestehend aus Ductus deferens, A. und V. testicularis, A. ductus deferentis, Plexus pampiniformis und dem Ramus genitialis vom N. genitofemoralis. Der Mann ist mit 90% das am häufigsten betroffene Geschlecht (Largiadèr et al. 2016).

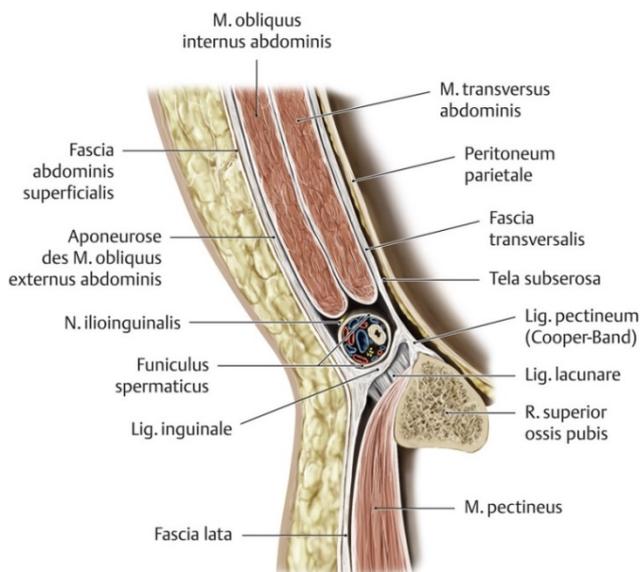


Abbildung 1: Anatomie des Leistenkanals im Sagittalschnitt

(aus Schünke M, Schulte E, Schumacher U. Prometheus. LernAtlas der Anatomie, Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem, Illustration von M. Voll und K. Wesker. Thieme; 2014)

Die indirekte Hernie entsteht oft durch einen persistierenden Processus vaginalis. Der Bruchsack, häufig von präperitonealen Lipomen begleitet, verläuft dabei direkt durch den Leistenkanal, die innere Bruchpforte liegt lateral der epigastrischen Gefäße (Anulus inguinalis profundus). Die innere Bruchpforte der direkten Hernie dagegen liegt medial (Anulus inguinalis medialis). Bei beiden Formen ist die äußere Bruchpforte der Anulus inguinalis externus / superficialis.

Die Diagnostik der Leistenhernie ist oft eine einfache Blickdiagnose. Patienten bemerken eine plötzliche, meist schmerzlose Vorwölbung in der Leistengegend. Bei der Palpation am stehenden Patienten zeigt sich reponibles Gewebe im Leistenkanal. Ein Vortreten dieses Gewebes durch den Leistenkanal kann oft durch intraabdominelle Druckerhöhung, den Patienten „pressen lassen“, provoziert werden. In manchen Fällen ist jedoch zusätzliche Diagnostik wie Sonographie (Sensitivität von 96,6% und Spezifität von 84,8%) (Robinson et al. 2013) nötig, in Einzelfällen sogar Magnetresonanztomographie oder Computertomographie.

Bis zu einem Drittel aller Inguinalhernien sind asymptomatisch, im weiteren Verlauf entstehen jedoch häufig Schmerzen (Chung et al. 2011). Ursächlich sind Komplikationen wie die Einklemmung, also nicht-reponierbarer Bruchinhalt. Die Leistenregion ist druckschmerzhaft und eine operative Versorgung sollte zeitnah geschehen. Nimmt die aus der Einklemmung entstandene Perfusionsstörung zu, kann es zur Nekrose des Bruchinhaltes kommen. Anzeichen sind die typischen Symptome des akuten Abdomens mit Peritonismus. Diese Inkarzeration stellt eine sofortige OP-Indikation dar. Solange eine manuelle Reposition noch möglich ist, kann eine operative Versorgung elektiv erfolgen.

Das Lebenszeitrisiko, eine Leistenhernie zu entwickeln, beträgt für Frauen 3%, für Männer 27%. Die Herniotomie ist somit in den Industrieländern mit 10-15% der häufigste allgemeinchirurgische Eingriff (Billmann und Keck 2017). Das Operationsprinzip der Hernienchirurgie beruht auf einer Verstärkung der Hinterwand des Leistenkanals. Dies kann offen sowie minimal-invasiv geschehen. Das erste Verfahren wurde 1884 von Bassini entwickelt. Seine Methode, bei der die Fascia transversalis, der Musculus transversus und der Musculus obliquus internus gleichzeitig am Leistenband fixiert werden, wurde 66 Jahre später durch Shouldice mit der separaten Nahtfixation dieser Schichten weiterentwickelt. Man sagt, dass dies eigentlich das ursprüngliche Verfahren von Bassini sei, es im Laufe der Jahre jedoch modifiziert und verändert wurde. Damit wäre die Shouldice-Technik nur eine moderne Beschreibung der Originalmethode nach Bassini (Simons et al. 2009). 1989 wurde von D. Bogojavlensky die erste laparoskopische Leistenoperation durchgeführt (Schmidt 2013) und die

Verfahren seitdem ständig weiterentwickelt. Zum besseren Verständnis der Problematik sollen hier kurz die wichtigsten Verfahren rekapituliert werden:

Herniotomie nach **Shouldice**: Der Leistenkanal wird von außen ca. 1-2cm cranial parallel zum Leistenband eröffnet, anschließend wird der Samenstrang angezügelt und der Bruchsack separiert. Zur Verstärkung der Hinterwand wird nun die Fascia transversalis mit einer fortlaufenden (Prolene-)Naht beginnend am Tuberculum pubicum zweireihig gedoppelt und der innere Leistenring eingeengt. Anschließend wird der M. transversus abdominis und obliquus internus ebenfalls zweireihig fortlaufend an das Leistenband genäht. Es erfolgen ein fortlaufender Verschluss der Externusaponeurose sowie die Hautnaht.

Die Herniotomie nach **Lichtenstein** beginnt nach demselben Prinzip, allerdings erfolgt hier anstatt der Doppelung der Fascia transversalis die Einbringung eines nicht-resorbierbaren Netzes mit fortlaufender Fixierung am Leistenband. Beim Mann wird anschließend der laterale Anteil des Netzes zur Rekonstruktion des inneren Leistenringes um den Funiculus spermaticus geschlitzt. Es erfolgen ebenfalls ein fortlaufender Verschluss der Externusaponeurose und die Hautnaht.

Die minimal-invasiven Verfahren werden endoskopisch durchgeführt, eine Intubationsnarkose ist daher obligat. Bei der **transabdominellen präperitonealen (Patch-)Plastik (TAPP)** erfolgt nach Anlage des Laparotomieports die Inzision des Peritoneums mit anschließender Präparation der präperitonealen Leistenregion zur Darstellung der Bruchpforte, des Leistenbandes und der Leistenkanalstrukturen. Nach Präparation und Reposition des Bruchinhaltes zurück in den peritonealen Raum erfolgt die Platzierung eines nichtresorbierbaren Netzümplantates, das den Bruchrand ausreichend überragen sollte (Größe ca. 10 x 15cm), eventuell eine Fixierung durch Gewebekleber oder Tacker. Diese können aus Titan oder resorbierbaren Materialien bestehen. Anschließend Verschluss des Peritoneums mittels Naht.

Im Gegensatz zur TAPP erfolgt bei der **totalen extraperitonealen (Patch-)Plastik (TEP)** über einen subumbilikalen Zugang und zwei weitere Arbeitstrokare die mechanische Präparation des präperitonealen Raumes der Leistengegend ohne Eröffnung des Peritoneums. Auch hier erfolgen eine CO₂-Insufflation sowie die Darstellung der Bruchpforte, des Leistenbandes und der Leistenkanalstrukturen. Anschließend wird ein nicht-resorbierbares Netzümplantat platziert, in einigen Fällen mit Gewebekleber fixiert.

Das zu wählende OP-Verfahren ist zum einen von patientenindividuellen Faktoren wie Alter, körperlicher Aktivität und Komorbiditäten, zum anderen stark von der Expertise des Chirurgen

abhängig. Es existieren internationale Leitlinien, beispielsweise der International Endohernia Society (IEHS), European Hernia Society (EHS) oder HerniaSurge. Gemäß dieser Leitlinien sollte eine Einschätzung der Indikation zu den verschiedenen Operationstechniken, also ein individualisiertes Therapiekonzept („tailored approach“) erfolgen.

1.2. Komplikationen

Neben den allgemeinen Operationsrisiken sind die Hauptkomplikationen bei der Versorgung von Leistenbrüchen zum einen das Verletzungsrisiko von Gefäßen oder Nerven und zum anderen das Auftreten von Rezidiven.

In der Leistenregion verlaufen die inferioren epigastrischen Gefäße, aus denen die Vasa cremastericae sowie der Ramus pubicus anterior entspringen. Seine Anastomose mit der A. obturatoria wird aufgrund der gefährlichen Lage auf dem Lig. Cooperi auch als Corona mortis bezeichnet. Außerdem bilden die Aa. circumflexae profundae aus den Vasa iliaca externa eine weitere gefährliche Anastomose mit den Aa. gluteae und Aa. iliolumbales.

Neben den Gefäßen unterliegen bei allen Verfahren die Nerven der Leistenregion (N. iliohypogastricus, N. ilioinguinalis, N. genitofemoralis und N. cutaneus femoris lateralis) einem besonderen Risiko.

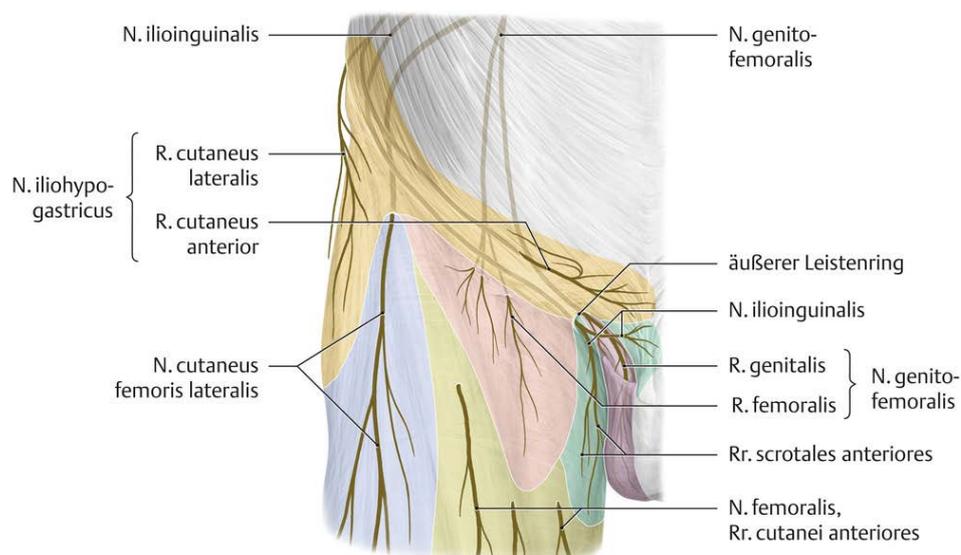


Abbildung 2: Sensible Versorgung der Leisten- und Schenkelregion

(aus Schünke M, Schulte E, Schumacher U. Prometheus. LernAtlas der Anatomie, Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem, Illustration von M. Voll und K. Wesker. Thieme; 2014)

1.3. Aktueller Wissensstand

Frühere Untersuchungen und Studien wie Liems Vergleich von offenen und laparoskopischen Verfahren (Liem et al. 1997) beschäftigten sich hauptsächlich mit der Rekonvaleszenzzeit und dem Entstehen von Rezidiven. Hierfür lag in den 80er Jahren die Inzidenz noch bei über 30%

(Beets et al. 1997). Die verbesserten OP-Methoden haben die Rezidivraten jedoch so weit reduziert (Bona et al. 2017 sprechen von 2-4%), dass seit einiger Zeit der postoperative Schmerz sowie die dadurch resultierende Beeinträchtigung im Alltag in den Fokus rücken.

Die erste nationale Studie zur Beschreibung der postoperativen Schmerzen nach Herniotomie wurde 2001 in Dänemark durchgeführt (Bay-Nielsen et al. 2001). Eingeschlossen waren Patienten, die zwischen dem 01. Februar 1998 und dem 31. März 1998 an einer Inguinalhernie operiert wurden. Auch hier wurden die Patienten in einer großangelegten Datenbank mit sämtlichen Operations- und Patientendetails erfasst. Für die Studie wurden die Patienten ein Jahr nach der Operation angeschrieben und mittels Fragebogen nach fortbestehenden Schmerzen und daraus resultierenden Einschränkungen befragt. Im Ergebnis zeigte sich, dass 28,7% der Patienten ein Jahr nach der Herniotomie unter Schmerzen litten, mehr als die Hälfte davon mit einer Funktionseinschränkung.

Im Jahr 2006 erfolgte die nächste größere Studie zum Thema postoperativer Langzeitschmerz nach Hernien-Operationen, basierend auf dem Swedish Hernia Register (SHR) (Fränneby et al. 2006). Aus den mehr als 10.000 Patienten, die im Jahr 2000 an einem Leistenbruch operiert wurden, wurden 3.000 ausgewählt und ebenfalls mittels Fragebogen zu prä- und postoperativen Schmerzen sowie Einschränkungen im Alltag befragt. Das Resultat waren Schmerzangaben von fast 30% der Patienten 24 bis 38 Monaten postoperativ.

Beide Studien beziehen ihre Daten lediglich aus den Rückläufern der Fragebögen. Die erste Studie, die eine klinische Untersuchung der Patienten durchführte, wurde 2007 in den Niederlanden durchgeführt (Loos et al. 2007). Der Inhalt beschränkte sich allerdings darauf, die dokumentierten Leistenschmerzen in neuropathischen und nozizeptiven Ursprung zu unterteilen.

2. Zielsetzung

Es besteht allgemeiner Konsens, dass der postoperative chronische Schmerz nach Leistenherniotomie eine relevante postoperative Komplikation ist (Kehlet et al. 2013) und für die Patienten eine wesentliche Beeinträchtigung darstellen kann. Das Wissen über die prä-, peri- und postoperativen Faktoren, die diese Beschwerden verursachen, ist jedoch weiterhin ungenügend.

Es finden sich zahlreiche Studien, die die Entstehung von chronischen Schmerzen in Abhängigkeiten von Operationsverfahren (Niccolai et al. 2015), verwendeten Netzen sowie

Fixierungsmethoden (Oguz et al. 2015; Kleidari et al. 2014) untersuchen. Nur wenige Studien beschäftigen sich mit dem Schmerz (Bay-Nielsen et al. 2001) (Fränneby et al. 2006) und der Neurologie selbst.

Die Zielsetzung dieser Studie war daher, die Ätiologie der Beschwerden besser zu verstehen. Dies geschah zum einen durch eine systematische Analyse des postoperativen Schmerzes, wozu die Patienten einer neurologisch klinischen Untersuchung unterzogen wurden und in einem Fragebogen Angaben bezüglich ihrer Schmerzen machten. Zum anderen wurden die in der Herniamed-Datenbank gesammelten Daten zu Operationsverfahren, verwendeten Materialien usw. ausgewertet und in Zusammenhang mit den auftretenden Symptomen gebracht. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse sollen einen Beitrag zur Verbesserung bestehender Verfahren sowie der Entwicklung neuer Methoden und Materialien leisten.

3. Patienten und Methodik

3.1. Patientenauswahl

3.1.1. *Herniamed*

Im Jahr 2009 wurde das bundesweite Netzwerk Herniamed gegründet. Zielsetzung dieser gemeinnützigen Gesellschaft ist eine Qualitätssicherungsstudie zur Optimierung der Hernienchirurgie. In einer internetbasierten Anwendung erfassen angeschlossene Operateure und Kliniken ihr Daten zu durchgeführten Operationen an Hiatus-, Leisten-, Nabel-, Narben-, parastomalen sowie epigastrischen Hernien.

Im Rahmen der präoperativen Aufklärung erhalten die Patienten ein Merkblatt, das über die Arbeit der Herniamed informiert sowie eine Einverständniserklärung für die Erfassung ihrer Daten. Im Verlauf werden vom Chirurgen eine Vielzahl von Daten bezüglich des Patienten, seiner Risikofaktoren, der durchgeführten Operationsmethode, verwendeter Materialien, dem Operationsverlauf sowie eventuelle Komplikationen erfasst.

Nach 1, 5 und 10 Jahren erhalten die Patienten direkt oder über den Hausarzt erneut einen Bogen, auf dem sie Fragen zu ihrem aktuellen Befinden und eventueller Beschwerden in Bezug auf die durchgeführte Herniotomie beantworten sollen. Diese Daten werden als Follow-Up in der Herniamed-Web-Applikation erfasst. Das 1-Jahres Follow-Up dient als Grundlage, um für die aktuelle Studie alle Patienten herauszufiltern, die Schmerzen oder Dysästhesien angaben. Aus diesem Patientengut wurde die Betroffenen-Kohorte erstellt.

3.1.2. *Matched-Pair-Gruppen*

Das Matchingverfahren wird in der Medizinstatistik häufig für Beobachtungsstudien verwendet, bei denen auf individueller Ebene für jeden betroffenen Patienten ein Matching-Partner anhand gewählter Kriterien gesucht wird. Die hier gewählten Kriterien waren zum einen Alter und Geschlecht des Patienten, zum anderen der Body-Mass-Index, denn Übergewicht und Fettleibigkeit haben einen bereits nachgewiesenen Zusammenhang mit postoperativen Komplikationen (Bamgbade et al. 2007) und sollten daher durch das Matchingverfahren ausgeschlossen werden.

3.2. Methodik

Die ausgewählten Patienten wurden telefonisch kontaktiert, über die Studie informiert und gebeten, zu einer Nachuntersuchung in die Klinik zu kommen. Dabei konnten drei Patienten telefonisch nicht erreicht werden, drei schieden aufgrund ihres körperlichen Zustandes aus der Studie aus und zwei wurden als Matched-Pair ausgeschiedener Patienten nicht kontaktiert. Insgesamt wurden 40 Patienten befragt und davon 39 nachuntersucht.

3.2.1. *Fragebogen*

Zur standardisierten Erfassung der Daten und entsprechender statistischer Auswertung im Anschluss war es wichtig, einen Fragebogen zu entwickeln, der persönliche Daten des Patienten, seine Symptome vor der Operation sowie die Beschwerden ein Jahr nach der Operation erfasst.

Um klinischen Schmerz für statistische Arbeiten quantitativ erfassbar zu machen, existieren sehr ausführliche Fragebögen wie zum Beispiel der 1975 von Melzack entwickelte McGill Pain Questionnaire (Melzack R. 1975), der 78 Schmerzbeschreibungen in 20 Kategorien unterteilt. 1997 entwickelte Bradley mit der Neuropathic Pain Scale (Bradley S. Galer 1997) einen Fragebogen, um die Patienten möglichst verständlich nach ihren Schmerzen zu befragen und die Qualitäten des Schmerzes zu messen und zu kategorisieren. Dabei wurde sich auf die neuropathischen Charakteristika „intensiv“, „scharf“, „heiß/brennend“, „dumpf“, „kalt“, „empfindlich“ und „juckend/stechend“ berufen. Orientierend an dieser kompakten Form sollten die Patienten in dem für die aktuelle Studie entwickelten Fragebogen lediglich das Vorhandensein von Schmerzen vor sowie nach der Operation angeben. Dabei wurde der Patient gebeten, die Qualität des Schmerzes einzuschätzen sowie Angaben zur subjektiven Schmerzintensität nach NAS (Numerische-Analog-Skala), Dysästhesien, auslösenden Faktoren und der Beeinträchtigung im Alltag zu machen. Weiterhin erfasst der Fragebogen neben persönlichen Daten des Patienten (Alter, Geschlecht, Größe, Gewicht, Beruf und OP-Datum) eventuell beeinträchtigende Faktoren (Confounder) wie Diabetes mellitus-Erkrankungen, Alkohol- und Zigaretten-Konsum sowie Voroperationen im Bauchraum.

3.2.2. Untersuchung

Die Untersuchung des Patienten erfolgte an der ventralen Körperseite distal des Nabels und proximal des Knies. Zuerst erfolgte eine „PinPrick“-Testung des Schmerzempfindens durch einen handelsüblichen Zahnstocher (Holz-Zahnstocher von Gastro®). Bei den ersten Patienten wurde für diese Testung parallel ein „von Frey Filamente“ (256 mN) benutzt, die resultierende Empfindung hat sich für den Patienten jedoch als zu schwach erwiesen, sodass folglich nur noch der Zahnstocher Verwendung fand. Anschließend wurde die Sensibilität durch Bestreichen der Haut mit einem Wattetupfer mit großem Kopf getestet. Das Temperaturempfinden wurde durch zwei Edelstahlrollen (thermoRoll von Marstock®) getestet. Da die normale Hauttemperatur deutlich über der Raumtemperatur liegt, erfolgte die Prüfung des Kaltempfinden mit einer bei Zimmertemperatur gelagerten Rolle und das Warmempfinden mit einer Rolle, die zuvor in einem Wasserbad eines Babyflaschenwärmers auf etwa 40°C erwärmt wurde. Die Hautareale, die eine veränderte Empfindung aufwiesen, wurden mit einem Skin-Marker (sterile Skin Marker Devon™ von Convidien®) markiert. Weiterhin wurden die Spina iliaca anterior superior als Landmarke sowie Punkte, an denen durch Druck ein Schmerz provoziert war, als Triggerpunkte markiert. Schlussendlich erfolgten eine Fotodokumentation des untersuchten Areals sowie die Einzeichnung der Ergebnisse auf der dem Fragebogen zugehörigen Skizze.

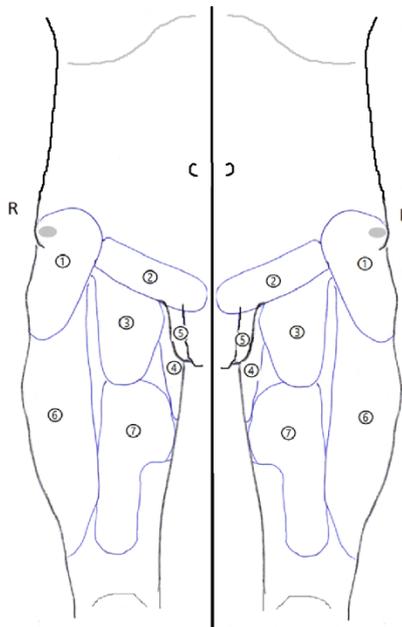


Abbildung 3: Skizze im Anhang des Fragebogens

Einzeichnung der betroffenen Hautareale des Untersuchungsgebietes (Spina iliaca ant. sup. als Landmarke)

3.2.3. Auswertung

Aus der fotografischen Dokumentation wurden mit Hilfe des Fotobearbeitungsprogrammes PaintShopPro® die blauen Hautmarkierungen ausgeschnitten und als Schablonen übereinander

gelegt. Die Markierung der Spina iliaca ant. sup. diente dabei als Referenzpunkt zur proportionalen Anpassung an die unterschiedlich großen Körper der Patienten.

Die Hautareale wurden entsprechend ihrer Innervation in 7 Areale aufgeteilt, für welche einzeln die Qualitäten Berührungs-, Schmerz- und Temperaturempfinden erfasst wurden. Diese Werte sowie die Ergebnisse des Fragebogens wurden in einer Excel-Tabelle erfasst. Dies ermöglichte sowohl eine Quantifizierung als auch Visualisierung der Ergebnisse.

Der Großteil der erhobenen Daten ist nominalskaliert. Zur Auswertung wurden dementsprechend statistische Verfahren verwendet, die einen Zusammenhang zwischen Faktoren und Zugehörigkeiten zu einer Gruppe evaluieren können. Für die Betrachtung von Anteilen innerhalb einer Stichprobe wurde der **Exakt-Fishers-Test** verwendet, da die Stichproben zu klein für den Chi-Quadrat-Unabhängigkeits-Test waren.

Da die verwendeten Werte nicht intervallskaliert waren und angesichts des Stichprobenumfangs Normalverteilung nicht angenommen werden sollte, konnte der T-Test nicht benutzt werden. Somit wurde für den Vergleich zweier unabhängiger Stichproben miteinander der **Mann-Whitney-U-Test** herangezogen.

4. Ergebnisse

4.1. Daten Herniamed

Seit Juni 2014 nimmt die Heliosklinik Sangerhausen an der Erfassung der Patienten- und Operationsdaten teil. 547 Patienten wurden bis Anfang Mai 2017 erfasst, davon 334 Leistenhernien. **220 dieser Patienten** hatten zum Zeitpunkt der Studie bereits am 1-Jahres-Follow-Up teilgenommen und bildeten somit das Patientenkollektiv der Studie.

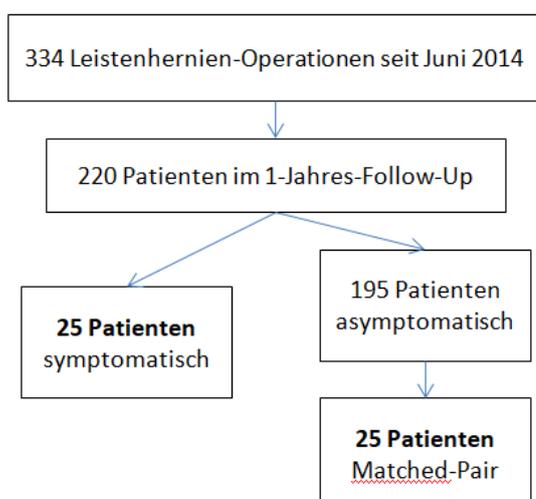


Abbildung 4: Patientenauswahl

Bei der Beantwortung der Fragebögen gaben 12 Patienten Schmerzen in Ruhe an (5 rechts, 6 links und 1 beidseits), 22 Schmerzen bei Bewegung (10 rechts, 10 links und 2 beidseits) und 11

Patienten litten nach eigenen Angaben an unangenehmen Missempfindungen (Dysästhesie), 7 links und 4 rechts. Oft traten Schmerzen und Dysästhesien kombiniert auf, sodass insgesamt 25 Patienten (11,36%) nicht vollkommen beschwerdefrei waren und damit die Beschwerde-Kohorte der Studie bildeten.

4.2. Fragebogen

4.2.1. *Patientencharakteristika*

Alter, BMI sowie Geschlecht waren Auswahlkriterien der Matched-Pair-Gruppe. Der Mittelwert des Alters der Patienten mit Beschwerden lag bei 59, der der Matched-Pair-Gruppe bei 60 und der aller 195 Patienten des Follow-Ups ohne Beschwerden bei 61. Der U-Test ergab keinen signifikanten Unterschied zwischen den Altersgruppen betroffener und nicht betroffener Patienten. Der durchschnittliche BMI der Betroffenen-Gruppe unterscheidet sich mit 25,9 nur minimal von dem der gesamten Nicht-betroffenen-Gruppe mit 25,6 (die Matched-Pair-Gruppe 26,9). Auch hier ergab der U-Test keinen signifikanten Unterschied. Unter den Betroffenen waren 96% Männer, in der Matched-Pair-Gruppe ebenfalls 96% und 87% in der nicht betroffenen Gesamtpopulation. Diese Ergebnisse zeigen, dass die Matched-Pair-Gruppe in den gewählten Kriterien gut zur Betroffenen-Gruppe passt und dass Alter, BMI und Geschlecht keinen besonderen Zusammenhang mit dem Entstehen von postoperativen Beschwerden aufweisen.

Tabelle 1: Patientencharakteristika

	Betroffenen-Gruppe	Matched-Pair-Gruppe	Alle asymptomatischen Patienten
Gesamt	25	25	195
Männer	96%	96%	87%
Frauen	4%	4%	13%
Alter (MW ± SD)	59 ± 16,4	60 ± 13,7	61 ± 17,0
BMI (MW ± SD)	25,9 ± 3,7	26,9 ± 2,9	25,6 ± 3,7

Keiner der untersuchten Patienten litt an Diabetes mellitus. In der Betroffenen-Gruppe gaben 5 Patienten an, regelmäßig Alkohol zu konsumieren, in der Kontroll-Gruppe 6 Patienten. Zwar gab es in der Kontroll-Gruppe nur einen Raucher, im Vergleich zu 5 Rauchern in der Betroffenen Gruppe, der Unterschied erweist sich aber gemäß dem Exakt-Fischer-Test nicht als statistisch signifikant (p= 0.101).

4.2.2. Schmerzempfinden

In der Betroffenen-Gruppe gaben 15 Patienten an, vor der Operation Schmerzen in der Bruchregion verspürt zu haben, aus der Matched-Pair-Gruppe hatten nur 9 der Patienten vorher Schmerzen. Vergleicht man die beiden Gruppen mit dem Exakt-Fischer-Test so ergibt sich kein statistisch signifikanter Unterschied ($p= 0.105$).

Die Beschreibung der präoperativen Schmerzen anhand der NAS lag in der Betroffenen-Gruppe bei einem Median von 6, wohingegen der Median der Kontrollgruppe 1 war. Die Angabe der Patienten zur Stärke des Schmerzes vor der OP steht gemäß Mann-Whitney-Test somit signifikant im Zusammenhang mit dem Auftreten von postoperativen Schmerzen.

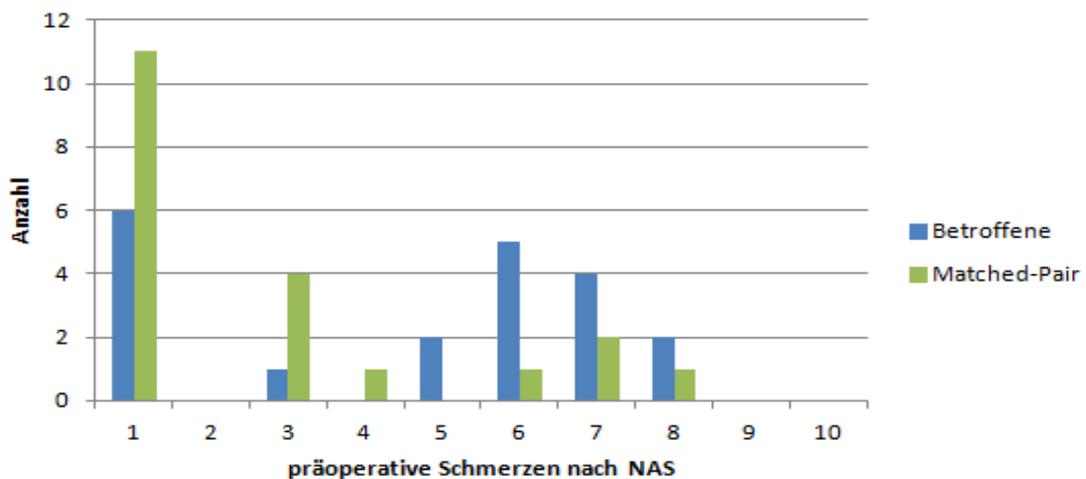


Abbildung 5: Schmerzintensität vor der Operation

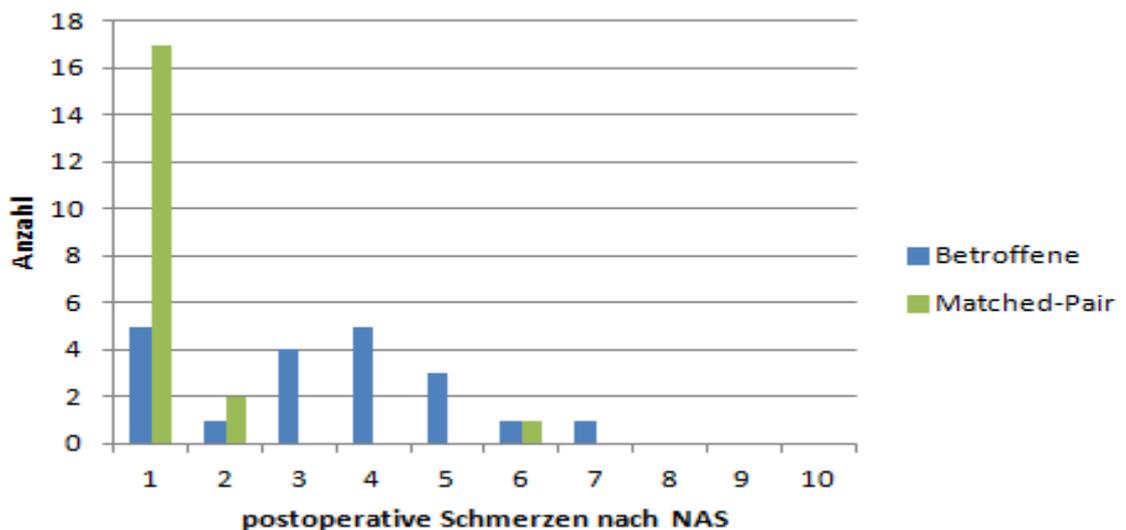


Abbildung 6: Schmerzintensität 1 Jahr nach der Operation

Die Schmerz-Qualität wurde von den meisten Patienten als dumpf und stechend beschrieben, gefolgt von ziehend, bei 2 Patienten als dumpf und brennend in Kombination.

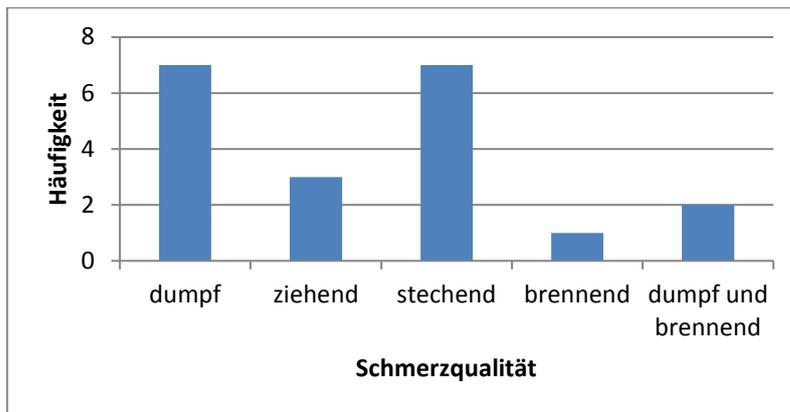


Abbildung 7: Angaben der Patienten zur Schmerzqualität

Unter den Betroffenen gaben 8 Patienten an, sich durch die Schmerzen oder Sensibilitätsstörungen im beruflichen und/oder privaten Alltag beeinträchtigt zu fühlen, drei sogar sehr stark. In der Matched-Pair-Gruppe dagegen fühlte sich niemand eingeschränkt.

Die Frage, ob die Beschwerden bereits direkt nach der Operation bestanden oder erst nach einer gewissen Latenzzeit auftraten, konnte von den meisten Patienten nicht genau beantwortet werden. Nach Angaben der Patienten wurde anfangs nicht bewusst auf Sensibilitätsstörungen geachtet oder eventuelle Schmerzen wurden als postoperativ-normal angesehen.

4.3. Intraoperative Faktoren

Die Größe der Bruchpforte wird in der Herniamed-Datenbank in drei Kategorien eingeteilt: 1: Bruchpforte < 1,5cm, 2: Bruchpforte > 1,5 cm und < 3 cm sowie 3: Bruchpforte > 3cm. Es handelt sich bei diesen Werten um Ordinalskalen, der Median (2) sowie der Mittelwert (2,25) sind jedoch völlig identisch, sodass kein statistischer Unterschied zu erwarten ist.

Das durchgeführte OP-Verfahren der Betroffenen-Gruppe bestand aus 14 x TAPP, 1 x Shouldice und 5 x Lichtenstein. In der Kontrollgruppe 16 x TAPP und 4 x Lichtenstein.

Die verwendeten Netze der beiden Gruppen unterschieden sich weder in der Netzgröße (Mittelwert der Breite jeweils 9,4 und Länge 14,3 zu 14,2) oder der Netzart (In der Betroffenen-Gruppe zweimal Covidien/Medtronic - Parietene Standard-Netz, großporig, monofil, in der Matched-Gruppe einmal, alle restlichen Patienten wurden mit Covidien/Medtronic - Parietene Light-Netz, leichtgewichtig, großporig, monofil versorgt).

Bei allen Patienten, die eine TAPP erhielten, wurde das Netz fixiert, in 8 Fällen durch Titan-Tacker, davon bei einem Patienten der Kontroll-Gruppe und 7 der Betroffenen-Gruppe. Mit einem Exakt-Fischer-Wert von 0,044 ist dieser Unterschied als signifikant zu werten!

Ähnliches gilt für die Verwendung von Kleber – bei 16 Patienten ohne Beschwerden wurde Kleber verwendet (14 mal der Fibrinkleber Baxter - Tissucol/Tisseel und zweimal der n-Butyl-2-Cyanoacrylat-Kleber Liquiband FIX8), dagegen nur bei 9 der Patienten mit Beschwerden. Der Exakt-Fischer-Wert ist hier 0,028 und damit ebenfalls statistisch signifikant. In beiden Gruppen gab es jeweils einen Patienten, bei dem Tacker und Kleber zusammen verwendet wurden. Der direkte Vergleich zwischen Tacker und Kleber ergibt mit einem Exakt-Fischer-Wert von 0,013 ein statistisch signifikantes Ergebnis zugunsten des Klebers. Bei allen Lichtenstein-Patienten erfolgte die Fixierung mittels Naht.

Die Anlage einer Drainage hingegen zeigt keinen großen Unterschied innerhalb der Gruppen - 5x in der Betroffenen-Gruppe zu 3x in der Matched-Pair-Gruppe.

4.4. Neurologische Untersuchung

Bei der klinischen Untersuchung zeigten insgesamt 15 Patienten Sensibilitätsstörungen. Bei 14 dieser Patienten war jenes Hautareal betroffen, welches von **N. iliohypogastricus R. cutaneus anterior** innerviert wird, 8 davon ausschließlich in diesem Bereich. Einmal war zusätzlich der Bereich des N. iliohypogastricus R. cutaneus lateralis betroffen, viermal zusätzlich das Areal des N. genitofemoralis R. genitalis und einmal der N. genitofemoralis R. femoralis. Die Gebiete des N. cutaneus femoris lateralis und N. ilioinguinalis waren ebenfalls jeweils einmal betroffen.

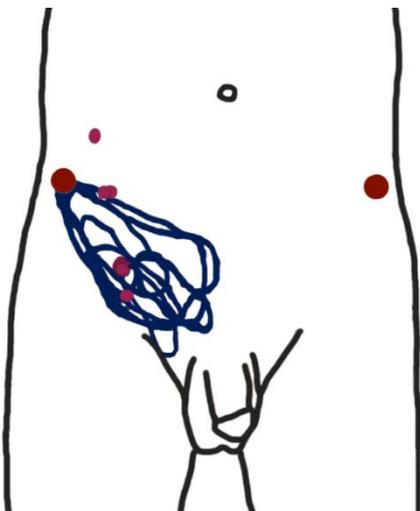


Abbildung 9: Projektion der IHN-Areale

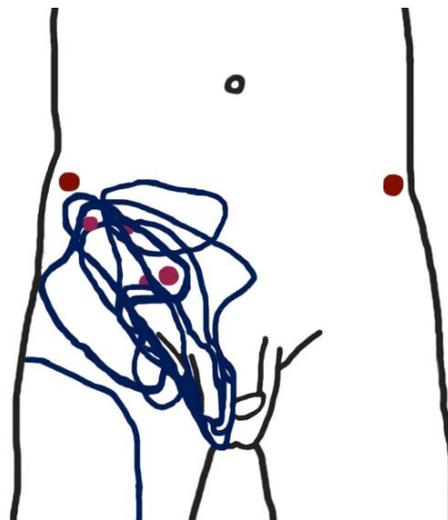


Abbildung 8: IHN-Areal mit GFN und CFL

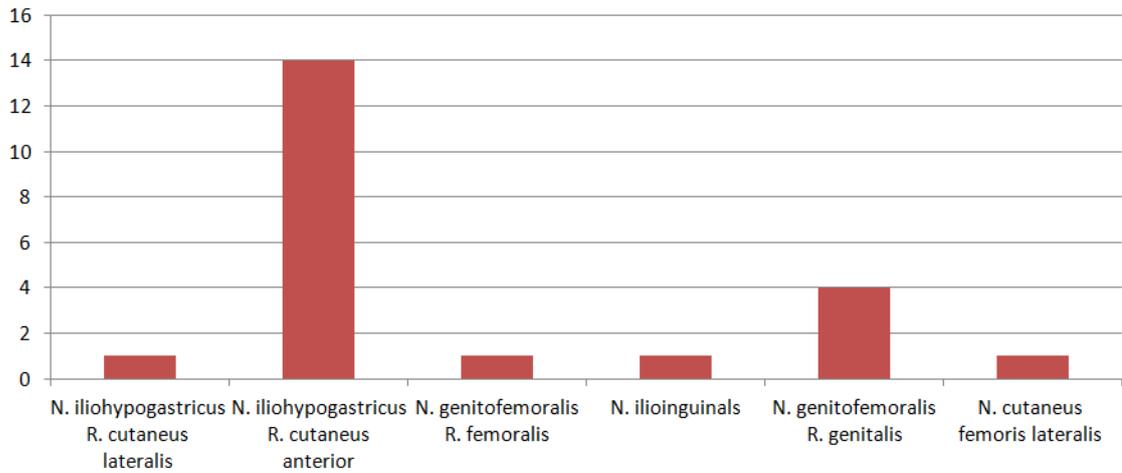


Abbildung 10: Betroffenen Nervenäste

Die Untersuchung der Hautareale ergab in der Mehrzahl (29 der Patienten, 58%) eine Verringerung von Berührungs- Temperatur- und Schmerzempfinden, in 10% der Fälle (5 Patienten) ein aufgehobenes Empfinden dieser Qualitäten. Bei einigen Patienten bestand eine Überempfindlichkeit (15 Patienten, 30%), besonders erhöhtes Schmerzempfinden (Hyperalgesie) oder Mischformen aus vermindertem und vermehrtem Empfinden unterschiedlicher Reizarten. Nur einmal wurde eine Parästhesie (kribbelnde Missempfindungen) beschrieben.

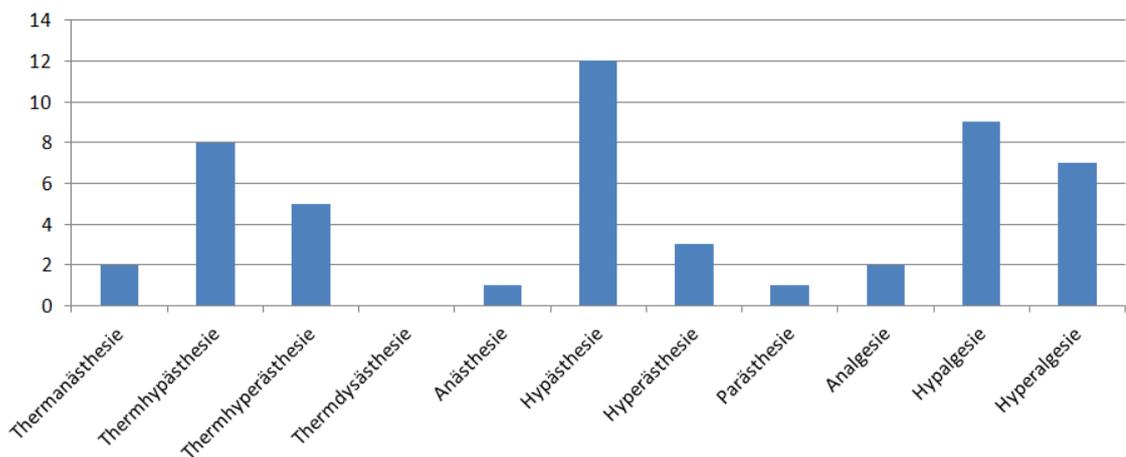


Abbildung 11: Verteilung der Sensibilitätsstörungen

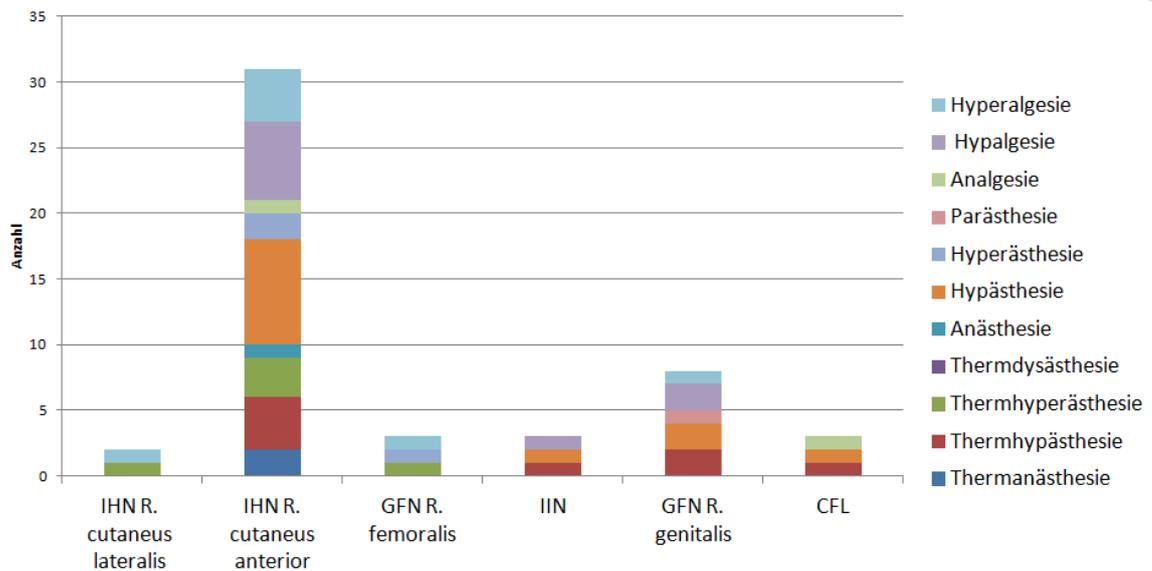


Abbildung 12: Verteilung der Sensibilitätsstörungen auf die Nervenareale

Triggerpunkte, also Körperstellen, an denen durch Ausübung von Druck beim Patienten ein Schmerzreiz ausgelöst werden konnte, fanden sich bei 9 Patienten in der mittleren Leiste, bei 4 lateral und einmal nahe der Trokareinstichstelle.

5. Diskussion

Der chronische Leistenschmerz ist eine häufige Komplikation nach Herniotomien. Von den Rückläufern des 1-Jahr-Follow-Ups der Herniamed-Befragung der Helios Klinik Sangerhausen gaben 11,4% der Patienten Beschwerden an, 3,6% eine Beeinträchtigung im Alltag.

5.1. Allgemeines

Der Vergleich der vorliegenden Untersuchung mit der dänischen Studie (Bay-Nielsen et al. 2001), die eine Patientengruppe von 1.166 Patienten befragte, ist nur eingeschränkt möglich. Zum damaligen Zeitpunkt erfolgte die Mehrzahl der Operationen im offenen Verfahren, lediglich 26 der 1.166 Eingriffe wurden laparoskopisch durchgeführt, wohingegen im verwendeten Datensatz der Herniamed mit 61,1% die laparoskopischen Verfahren die Hauptgruppe bilden. Gleiches gilt für die schwedische Studie (Fränneby et al. 2006). Auch hier waren die meisten Patienten mittels anteriorer Verfahren operiert worden (nur 4,7% posteriorer Zugang, der laparoskopisch und offen posterior mit einschließt).

Beim Vergleich mit diesen beiden Studien sollte außerdem die Art der Datenerhebung mit in Betracht gezogen werden. In der dänischen Studie (Bay-Nielsen et al. 2001) sowie in der schwedischen (Fränneby et al. 2006) erfolgte ausschließlich eine Befragung der Patienten mittels Fragebogen. In der vorliegenden Untersuchung hat sich gezeigt, dass die Ergebnisse der

klinischen Untersuchung teilweise erheblich von den subjektiven Befundangaben der Patienten abweichen. Wir beziehen uns beim direkten Vergleich also hauptsächlich auf die durch den Fragebogen erhobenen Daten.

Die Inzidenz von Langzeitbeschwerden nach Herniotomien zeigt im historischen Vergleich einen deutlichen Rückgang. In der dänischen Studie von 2001 (Bay-Nielsen et al. 2001) gaben 28,7% der Patienten Beschwerden an, 2006 (Fränneby et al. 2006) waren es noch 27,5%. Die Untersuchung des chronischen Schmerzes von Eklund und Mitarbeitern in 2010 (Eklund et al. 2010) erbrachte nach einem Jahr noch 11,0% bei TEP-Patienten und 21,7% bei Lichtenstein-Patienten. Bei den ursprünglichen Schmerzzraten Anfang des Jahrtausends (also bei mehr als einem Viertel der Patienten!) war nicht nur die Indikationsstellung zur operativen Versorgung, sondern auch deren Mehrwert bei beispielsweise asymptomatischen Hernien neu zu diskutieren. Glücklicherweise ist die Anzahl an Patienten, die chronische postoperative Schmerzen beklagen, regredient (Kehlet et al. 2013). Die aktuelle Auswertung erbrachte eine Rate von nur 11,4%. Auch im Bezug auf Funktionseinschränkungen bzw. Beeinträchtigungen im Alltag der Herniotomie-Patienten können wir einen Rückgang von 11-17% auf nun nur noch 3,6% verzeichnen.

Tabelle 2: Vergleich aktuelle Studie mit Bay-Nielsen 2001 und Fränneby 2006

	Dänische Studie 2001	Schwedische Studie 2006	aktuelle Studie 2017
postoperative Langzeitbeschwerden	28,7%	27,5%	11,4%
Beeinträchtigungen im Alltag	11% - 17%	11% - 14,2%	3,6%
Anzahl laparoskopischer Eingriffe	2,2%	< 4,7%	61,1%
Lokalisation Leistenregion isoliert	43,9%		25,0%
Lokalisation Leistenregion auch kombiniert	88,1%		60,0%

Als ursächlich für diesen Rückgang können verschiedene Faktoren wie der Trend zu netzbasierten offenen und laparoskopischen Verfahren, verschärfte Sensibilisierung für die Schonung anatomischer Strukturen (s.u.), verschiedene Möglichkeiten der Netzfixation sowie die gestiegene Expertise der Chirurgen diskutiert werden.

5.1.1. Patientenauswahl

Die Beantwortung des Herniamed-Fragebogens erfolgte entweder durch den Hausarzt mit dem Patienten zusammen oder durch den Patienten selbst. Die Auswertung der zurückgesandten Fragebogen zeigte, dass das Verständnis der Fragen sowie das Beantworten dieser durch Setzen von Kreuzen für die Patienten eine Anforderung recht unterschiedlichen Schwierigkeitsgrades

darstellte. Die Antworten mancher Patienten waren nicht eindeutig zuordenbar. Ebenso bestand beim Anlegen der Patienten in der Datenbank sowie beim Übertragen der Daten vom zurückgesandten Fragebogen in die Datenbank ein menschliches Fehlerpotential (beispielsweise war ein weiblicher Patient als „männlich“ angelegt).

Die klinische Untersuchung der ausgewählten Patienten zeigte, dass die Angaben auf den Fragebögen nicht immer mit dem Untersuchungsbefund harmonierten. Nicht alle Patienten zeigten bei der klinischen Untersuchung das in der Datenbank vermerkte Ergebnis - ein Patient aus der Betroffenen-Gruppe zeigte weder Schmerzen noch Dysästhesie und vier Patienten aus der eigentlich beschwerdefreien Kontrollgruppe gaben bei der Befragung Schmerzen an oder zeigten bei der Untersuchung Sensibilitätsstörungen.

Als Erklärung für diese Diskrepanzen könnte man, neben den eben genannten Schwierigkeiten mit den Fragebögen, diskutieren, ob sich die Beschwerden bei dem nun beschwerdefreien Patienten bereits zurückgebildet haben. Der Zeitpunkt der Operation war bereits im September 2014 – die Befragung zum 1-Jahres-Follow-Up war also ein Jahr und sieben Monate her. In diesem Zeitraum ist es durchaus denkbar, dass sich die Schmerzen gebessert bzw. irritierte oder lädierte Nervenfasern regeneriert haben.

Die Diskrepanzen zwischen den vier Patienten aus der Matched-Pair-Gruppe stellten sich wie folgt dar: Patient Nr. 3B gab nur sehr leichte ziehende Schmerzen (NAS 2) an, bei der Untersuchung ergaben sich jedoch im Versorgungsgebiet des N. iliohypogastricus R. cutaneus anterior Hypästhesien, Hypalgesien und Thermhyperästhesien sowie ein Triggerpunkt in der mittleren Leiste. Patient Nr. 15B gab im aktuellen Fragebogen ebenfalls leichte Schmerzen (NAS 2) stechenden Charakters an. Sensibilitätsstörungen oder Triggerpunkte konnten nicht nachgewiesen werden. Patient Nr. 22B gab mittelstarke stechende Schmerzen (NAS 6) an und zeigte Sensibilitätsstörungen im Bereich der OP-Narbe (ca. 1cm zirkulär um die Narbe). Patient Nr. 25B gab keinerlei Schmerzen an, zeigte jedoch Sensibilitätsstörungen im Bereich einer 40 Jahre alten Appendektomienarbe (ebenfalls ca. 1cm zirkulär um die Narbe).

Die zwei Patienten der Matched-Pair-Gruppe (3B und 15B), die bei der Beantwortung des aktuellen Fragebogens nun leichte Schmerzen angaben, könnten zum Zeitpunkt der Befragung durch den Follow-Up-Fragebogen die Schmerzen aufgrund Ihrer geringen Ausprägung einfach nicht bemerkt haben und erst jetzt durch die Befragung dafür sensibilisiert worden sein. Die Sensibilitätsstörungen von Patient Nr. 15B fielen ihm nach eigenen Angaben bisher einfach nicht auf. In der Betroffenen-Gruppe gaben ebenfalls drei Patienten keine Sensibilitätsstörungen im Fragebogen an, klinisch ließen sich dann aber doch Verminderungen der Sensibilität nachweisen.

Die Sensibilitätsstörungen der beiden anderen Matched-Pair-Patienten im Bereich der Narben liegen zwar im Versorgungsgebiet des N. iliohypogastricus R. cutaneus anterior, aufgrund der genauen Lokalisation ca. 1 cm rund um die Narbe ist jedoch eine lokale Verletzung der feinen Hautäste naheliegender. Unabhängig davon bleibt die beträchtliche Schmerzangabe von Patient Nr. 22B. Die Operation fand bereits im Juni 2014 statt, sodass für die nachträgliche Entstehung von Schmerzen die Bildung abdominalen Narbengewebes oder von Adhäsionen verantwortlich sein könnte. Speziell laparoskopische Eingriffe sowie Entzündungsprozesse, die durch das Netz als Fremdkörper verursacht werden, gelten als Risikofaktoren für die Entstehung von Adhäsionen (Moris et al. 2017). Das hohe Alter des Patienten (80 Jahre) sollte allerdings in Bezug auf die Beantwortung des Fragebogens und den damit verbundenen BIAS nicht außer Acht gelassen werden.

Die Studien aus Dänemark und Schweden basieren ausschließlich auf den durch die Beantwortung von Fragebögen erhobenen Daten. Es erschien daher sinnvoll, beim Vergleich mit diesen Studien und bei Betrachtung der Fragebogen-Parameter die Gruppen nicht entsprechend der klinischen Untersuchungsergebnisse anzupassen und damit zu verändern, sondern die Patientenmerkmale so zu verwenden, wie sie im 1-Jahres-Follow-Up angegeben wurden. Für die weiteren Analysen der Untersuchungsergebnisse wurden die Befunde der klinischen Untersuchung jedoch mit eingeschlossen. Lediglich die Sensibilitätsstörung von Pat. Nr. 25B wurde nicht mit berücksichtigt, da es sich hier mit größter Wahrscheinlichkeit um die Folgen der alten Appendektomie handelt.

5.2. Patientenabhängige Faktoren

In der vorliegenden Untersuchung hatten patientenindividuelle Faktoren wie Größe, Gewicht, Alter und Geschlecht keinen prädisponierenden Einfluss auf die Entwicklung postoperativer Symptome. In der Literatur wurde dagegen jüngeres Alter mit einem häufigeren Auftreten von postoperativen chronischen Schmerzen in Verbindung gebracht (Aasvang et al. 2010). Dieser Zusammenhang fand sich hier nicht, das Alter der Patienten zeigte sich zwischen den Betroffenen und nicht-Betroffenen relativ identisch. Ebenso wiesen die Vorerkrankung an Diabetes mellitus oder der regelmäßige Konsum von Alkohol keinen signifikanten Zusammenhang mit dem Auftreten von Langzeitbeschwerden auf. Zigarettenrauchen gilt als prädisponierender Faktor für das initiale Auftreten von Leistenhernien (Berger 2016) und die Anzahl der Raucher in der Betroffenen-Gruppe war deutlich höher als die in der Nichtbetroffenen-Gruppe, der Zusammenhang erwies sich jedoch als nicht statistisch signifikant. Da es sich bei den erhobenen Werten um Nominalskalen handelt, ist die Aussagekraft der statistischen Tests relativ schwach. Um eine bessere Genauigkeit mit diesem Datentyp erzielen zu können, wäre eine größere Stichprobenmenge sinnvoll.

Tabelle 3: Prädisponierende Faktoren

	Schmerzen vorher	Diabetes mellitus	regelmäßiger Alkoholkonsum	Raucher
Betroffenen-Gruppe	15	0	5	5
Matched-Pair- Gruppe	9	0	6	1

Die Größe der Bruchpforte und die Frage, ob ein Patient vor der OP Schmerzen im Bruchgebiet verspürte oder nicht, steht zwar nicht im signifikanten Zusammenhang mit dem Auftreten postoperativer Langzeitbeschwerden, jedoch mit der **Stärke der präoperativen Schmerzen**. Die Schwedische Studie (Fränneby et al. 2006), deren Patienten im Jahr 2000 operiert wurden, bestätigte, dass die Patienten mit stärkeren Schmerzen vor der OP postoperativ signifikant häufiger an Schmerzen litten. Auch Bansal und Mitarbeiter entdeckten beim Vergleich von TAPP und TEP 2013 (Bansal et al. 2013) eine signifikante Korrelation zwischen präoperativem Schmerz und dem Auftreten chronischer Schmerzen. Eine brandaktuelle Untersuchung, die sich eigentlich mit den Unterschieden in der postoperativen Lebensqualität zwischen asymptomatischen und symptomatischen Patienten nach TEP beschäftigt (Hedberg et al. 2017), kommt zu dem Ergebnis, dass Patienten, die an asymptomatischen Hernien operiert werden, weniger postoperative Beschwerden erleiden und schneller zu den Aktivitäten des täglichen Lebens zurückkehren. Anhand dieser Tatsache könnte man, wie bereits in der schwedischen Studie diskutiert, antizipieren, dass bei Patienten mit starken präoperativen Schmerzen bereits im Vorfeld eine Komplikation wie beispielsweise eine Entzündung oder eine Einklemmung des Bruchinhaltes bestanden hat und daher der postoperative Verlauf komplikationsreicher war. Eine weitere Erklärung wäre, dass bei diesen Patienten eine andere Schmerzursache, eventuell sogar nur mit Schmerzausstrahlung in die Leistenregion, zugrunde liegt. Hier kommen beispielsweise eine Ostitis des Tuberculum pubicum, Osteoarthritis der Hüfte, Lumboischialgien, iliopectinale Bursitis, Adduktorentendinitis (Loos et al. 2007) oder urogenitale Beschwerden in Betracht. Diese Ursachen würden postoperativ natürlich weiterbestehen und somit auch das Schmerzempfinden.

Das persönliche Schmerzempfinden des Patienten ist ein recht subjektives Kriterium, ebenso wie die dadurch resultierende Beeinträchtigung im Alltag. Aus dem gesamten Patientengut gaben 8 und damit 3,6% aller operierten Leistenhernien-Patienten an, sich durch die Schmerzen oder Sensibilitätsstörungen im Alltag beeinträchtigt zu fühlen. Dies entspricht annähernd den Angaben der Literatur, so sprach beispielsweise H. Kehlet sprach in seinen Untersuchungen von 5-10% der Patienten (Kehlet 2008). Damit bestätigt unsere Untersuchung, dass die

Beeinträchtigung im Alltag inzwischen ein gleich großes, wenn nicht sogar häufigeres Problem darstellt als das Auftreten von Rezidiven mit 2-4% (Bona et al. 2017).

5.3. Operative Faktoren

5.3.1. Netzfixation

Es ergeben sich statistische Unterschiede bei der Entstehung chronischer Schmerzen im Bezug auf die Fixationsmethode des Netzes. Patienten, bei denen das Netz mittels Titan-Tacker fixiert wurde, zeigten signifikant häufiger Beschwerden. Bei dieser Fixierungsmethode verbinden konventionelle oder spiralförmige Tacker in den Randregionen das Netz mit dem Gewebe. Ursprünglich waren diese Tacker aus Titan gefertigt, inzwischen werden jedoch Materialien verwendet, die vom Körper resorbiert werden (z.B. AbsorbaTack™ von Covidien). Genaue Anweisungen, an welchen Stellen die Tacker platziert werden sollen, existieren nicht, eine Fixierung im Periost sollte allerdings aufgrund der erhöhten Schmerzempfindlichkeit vermieden werden.

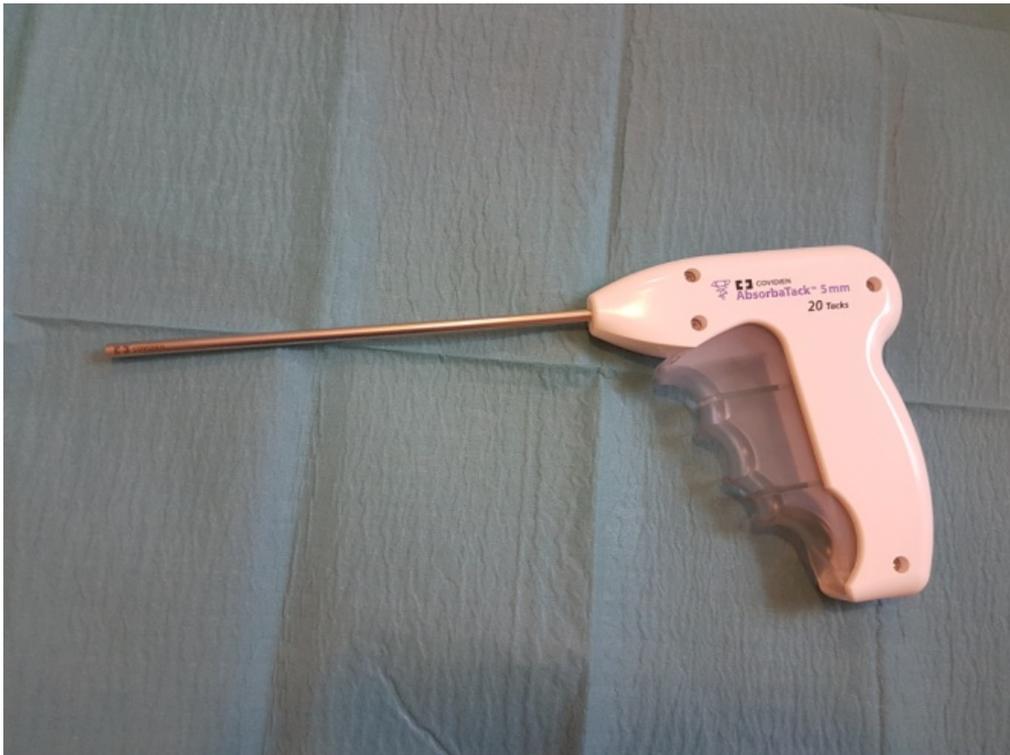


Abbildung 13: Beispiel eines Fixierungsgerätes AbsorbaTack™ von Covidien



Abbildung 14: Spiraltacker AbsorbaTack™ von Covidien



Abbildung 15: Netzfixierung durch absorbierbare Tacker



Abbildung 16: Netzfixierung durch Titan-Tacker (Riquelme et al. 2015)

Eine Studie aus 2007 (Lovisetto et al. 2007) mit 197 Patienten, die zwischen Juni 2003 und Februar 2005 operiert wurden, bestätigt ein geringeres Auftreten von Schmerzen 1, 3, 6 und 12 Monate nach dem Eingriff bei Verwendung von Fibrin-Kleber im Vergleich zur Verwendung von Titan-Tackern. In einer Studie von 2014 (Burza et al. 2014) wurde ebenfalls die Netzfixation in der TAPP mittels Tacker und Cyanoacrylat-Kleber verglichen. Dabei zeigte sich, dass die Verwendung des Klebers mit einer signifikanten Risikoreduktion für das Auftreten

chronischer Leistenschmerzen verbunden ist. In einer früheren Untersuchung aus 2013 (Kleidari et al. 2014) wurde die Netzfixation mittels Tacker mit der durch eine Einzelnaht verglichen. Auch hier zeigte sich, dass die Netzfixation mittels Tacker mit einem häufigeren Auftreten von Schmerz und einem höheren Analgetikabedarf postoperativ assoziiert ist. Die aktuellen Empfehlungen bezüglich der Netzfixierung tendieren daher zu atraumatischen Verfahren (Fibrinkleber, Cyanoacrylatkleber oder selbsthaftende Netze) für die TEP (Level 1A) sowie für die TAPP und Operationen nach Lichtenstein (Level 1B) (Miserez et al. 2014).

Aktuelle Studien untersuchen bereits, ob überhaupt eine Fixierung notwendig ist. So berichten Li et al. bei 100 Patienten, zu 50% mit bzw. ohne Fixierung operiert (Li et al. 2017), dass bei Patienten mit primärer einseitiger Inguinalhernie und einer Bruchpforte kleiner als 4 cm die Netzeinlage ohne Fixation sicherer und effizienter war und außerdem die Operations- sowie die Rekonvaleszenzzeit verkürzt wurde.

Bei allen untersuchten Patienten, die in der vorliegenden Studie nach Lichtenstein operiert wurden, wurde das Netz mittels Nahttechnik fixiert. In der Literatur findet man größer angelegte Untersuchungen, die bei dieser Operationstechnik die Netzfixationsverfahren miteinander vergleichen. Bei einer Untersuchung von 319 Patienten, die ausschließlich nach Lichtenstein operiert wurden, wiesen Patienten, bei denen Kleber verwendet wurde, nach 12 Monaten signifikant weniger Komplikationen auf (8.1%) als Patienten, bei denen das Netz mittels Naht fixiert wurde (14.8%) (Campanelli et al. 2012). Eine Studie aus 2017 (Hoyuela et al. 2017) verglich bei 370 Patienten ebenfalls die Verwendung von Kleber mit der von Nähten bei Operationen nach Lichtenstein. Hierbei zeigte sich neben einer kürzeren OP-Dauer bis zu 30 Tage nach der Operation ein selteneres Auftreten von Schmerzen bei der Verwendung von Kleber. Im 1-Jahres-Follow-Up konnte jedoch kein signifikanter Unterschied nachgewiesen werden. Seit einiger Zeit sind selbsthaftende Netze auf dem Markt. Erste Studien (Kapischke et al. 2010) für Lichtenstein-Operationen erbrachten Vorteile im Bezug auf postoperativen Schmerz und die Operationsdauer. Zhang und Mitarbeiter (Zhang et al. 2013) dagegen beschrieben bei einer Untersuchung von 1.353 Patienten außer der verkürzten Operationszeit keinen Vorteil der selbsthaftenden Netze, weder bezüglich chronischer Schmerzen noch dem Auftreten von Rezidiven, Infektionen, Hämatomen oder Seromen.

5.3.2. Operationsverfahren

Bei den in unserer Untersuchung verwendeten Operationsverfahren (TAPP und Lichtenstein) zeigte sich kein Einfluss auf die Entstehung postoperativer Beschwerden. Zwar gehörte der einzige nach Shouldice operierte Patient zur Gruppe der betroffenen Patienten, eine statistische

Aussagekraft ergibt sich dadurch jedoch nicht. Für eine aussagekräftigere Interpretation der OP-Methode, einer Nominalskala, sollte eine größere Stichprobenmenge untersucht werden.

Bezüglich der generellen Operationsindikation für Leistenhernien wurde 1997 in „Der Chirurg“ ein Artikel veröffentlicht (Post 1997), in dem drei Situationen verglichen wurden: 1. Prinzipielle Operationsindikation – jede Leistenhernie wird operiert, 2. Relative Operationsindikation – ca. 50% je nach Leidensdruck und 3. keine elektive Operationsindikation – nur inkarzerierte Hernien werden operiert. Bei der Betrachtung wurden Alter, erwartete Restlebenszeit, Wahrscheinlichkeit der Inkarzeration, perioperatives Risiko usw. miteinander verglichen und es ergab sich der geringste Verlust an Lebensjahren für die Situation 3, gefolgt von Situation 2. Anhand dieser und ähnlicher Untersuchungen gab die European Hernia Society 2009 die Empfehlung zum „watchful waiting“, also zu einer konservativen Therapie bei nicht-symptomatischen Hernien, besonders bei älteren Patienten. Chung und Mitarbeiter (Chung et al. 2011) beobachteten in einer Langzeitstudie 160 Männer älter als 55 Jahre mit schmerzlosen Hernien, die sich für eine konservative Therapie entschieden. Nach einem Jahr waren 16% der Patienten operiert, nach 5 Jahren 54% und nach 7,5 Jahren 72%. Der Hauptgrund für den Verfahrenswechsel von konservativ auf operativ war neu aufgetretener Schmerz. Hieraufhin wurde die Empfehlung der European Hernia Society dahingehend geändert, das „watchful waiting“ zwar eine akzeptable Option für Männer mit symptomarmen oder -losen Hernien darstellt, jedoch mit einer Zunahme der Symptome und dem damit verbundenen Verfahrenswechsel zur operativen Behandlung zu rechnen ist (Bittner et al. 2015).

Bezüglich der offenen Verfahren hat bereits 1997 eine Langzeitstudie von Beets und Mitarbeitern (Beets et al. 1997) ergeben, dass das Shouldice-Verfahren eine niedrigere Rezidivrate als die Methode nach Bassini aufweist (Bassini-Stetten 32% versus Shouldice 15% ($p = 0.033$)). Auch die Metaanalyse von Amato und Mitarbeitern (Amato et al. 2012) verglich die Technik nach Shouldice mit der nach Bassini. Dabei ergab sich ein Unterschied in den Rezidivraten von 7% zu 4,3%. Shouldice wurde damit von der European Hernia Society als die zu bevorzugende nicht netzbasierende Methode empfohlen (Simons et al. 2009).

Das Problem bei den klassischen Naht-Verfahren ist, dass durch das Übereinandernähen der Bruchfortenseiten immer eine Spannung entsteht. Lichtenstein entwickelte daraufhin mit seiner Netz-Implantation ein spannungsfreies Verfahren. 1996 führten Friis und Lindahl (Friis und Lindahl 1996) eine randomisierte Studie durch, die bestätigte, dass die Rezidivrate im Vergleich zu den Nahtverfahren bei den spannungsfreien Verfahren um ein Drittel reduziert war. Für primäre symptomatische unilaterale Hernien bei Männern wird also eine netzbasierte Operation empfohlen (Simons et al. 2009).

Beim Vergleich der netzbasierten Verfahren ging die Empfehlung 2009 noch hin zur Herniotomie nach Lichtenstein (Simons et al. 2009). Diese Handlungsempfehlung basierte auf der Untersuchung von Eklund und Mitarbeitern (Eklund et al. 2009), bei der eine kumulative Rezidivrate von 3,5% in der TEP-Gruppe einer Rate von 1,2% in der Lichtenstein-Gruppe gegenüber stand. Da ein einziger Chirurg für ein Drittel aller Rezidive der TEP-Gruppe verantwortlich war, wurde das Ergebnis korrigiert und es zeigte sich kein statistisch signifikanter Unterschied mehr. 2010 führten Eklund und Mitarbeiter (Eklund et al. 2010) eine Untersuchung bezüglich chronischer Schmerzen durch, welche ergab, dass das TEP-Verfahren bis zu drei Jahre nach dem Eingriff mit weniger Schmerzen verbunden ist. Bei der Befragung nach fünf Jahren ließ sich jedoch kein signifikanter Unterschied mehr feststellen. Die European Hernia Society hat also festgelegt, dass bei ausreichender Expertise des Chirurgen (!) kein unterschiedliches Resultat (Miserez et al. 2014) insbesondere im Bezug auf die Entstehung von Rezidiven und postoperativen Schmerzen zu erwarten ist.

Bansal und Mitarbeiter verglichen 2013 das Langzeitergebnis von TEP und TAPP (Bansal et al. 2013) und stellten dabei zwar für die TAPP ein häufiges Auftreten akuter postoperativer Schmerzen fest, für die Entstehung von chronischen Schmerzen zeigte sich jedoch kein Unterschied. Auch die Verbesserung der Lebensqualität sowie die Zeit bis zur Wiederherstellung der Arbeitsfähigkeit waren bei beiden Operationsverfahren gleich. 2017 analysierten Köckerling und Mitarbeiter (Köckerling et al. 2017) ebenfalls aus der Herniamed-Datenbank 2.246 Patienten, die zwischen September 2009 und August 2013 operiert wurden, 1.464 mittels TAPP und 782 mittels TEP. Auch hier zeigte sich kein signifikanter Unterschied bezüglich Komplikationen, Rezidiven und der postoperativer Schmerzentstehung.

Anhand dieser Datenlage entwickelte die European Hernia Society die in der folgenden Abbildung dargestellten Handlungsempfehlungen zur Versorgung von Leistenhernien (Simons et al. 2009).

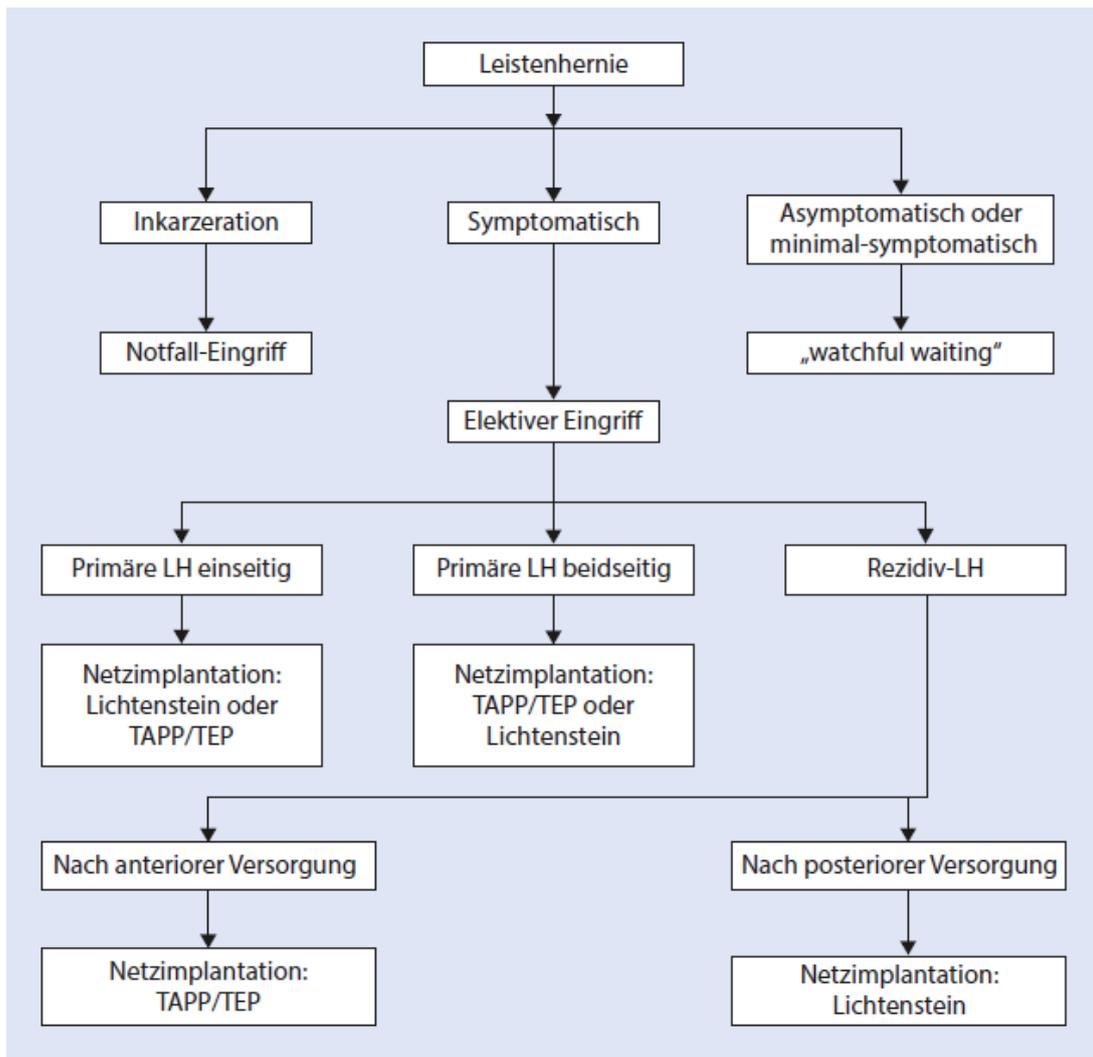


Abbildung 17: Empfehlungsdigramm zur Versorgung von Leistenbrüchen bei männlichen Erwachsenen

European Hernia Society guidelines on the treatment of inguinal hernia in adult patients. 2009

Bei diesen Guidelines wurde bei ausreichender Expertise des Chirurgen noch die TEP der TAPP vorgezogen, in den neuen Leitlinien der Hernia Surge Group (Simons 2017) werden allerdings beide Verfahren als gleichwertig angesehen.

5.4. Neurologie

5.4.1. Neuropathie

Loos und Mitarbeiter veröffentlichten 2007 eine Studie (Loos et al. 2007), die den Postherniotomieschmerz in neuropathisch und nicht-neuropathisch (=nozizeptiv) kategorisieren sollte. Seiner Definition nach ist der neuropathische Schmerz charakterisiert durch einen induzierbaren scharfen Schmerz und zeigt bei der körperlichen Untersuchung ein gestörtes neurophysiologisches Gleichgewicht in Form von Hypästhesie, Hyperästhesie oder Allodynie.

Eine Einteilung der hier untersuchten Patienten ist in dieser Form kaum möglich, denn die Angaben zur Qualität des Schmerzes waren teilweise neuropathisch, teilweise nozizeptiv. Die klinische Untersuchung dagegen erbrachte in den meisten Fällen Sensibilitätsstörungen oder Triggerpunkte, damit wären die Beschwerden wieder als neuropathisch zu werten, auch wenn der Schmerz an sich beispielsweise als „dumpf“ angegeben wurde, so dass eine nozizeptive Komponente denkbar wäre. Bereits hier lässt sich die Einordnung der Attribute diskutieren. Bradley wählte für seine Neuropathic Pain Scale (Bradley S. Galer 1997) die folgenden acht Qualitäten als neuropathisch: „intensiv“, „scharf“, „heiß/brennend“, „dumpf“, „kalt“, „empfindlich“ und „juckend/stechend“.

Die dänische Studie (Bay-Nielsen et al. 2001) kategorisiert die Schmerzqualitäten „scharf“, „einschießend“, „stechend“ und „brennend“ als neuropathisch und gibt demnach an, dass 59,4% der Schmerzen neuropathischen Ursprungs seien.

Auch Kehlet (Kehlet 2008) bezeichnet in seinem Artikel über chronischen Leistschmerz die Aufteilung in neuropathischen und somatischen Schmerz als fraglich, denn die Definitionen und Merkmale der beiden Gruppen sind sehr unspezifisch und es gibt keine reproduzierbare Diagnostik zur Unterscheidung. Eine Verletzung von Nerven scheint jedoch eine sehr plausible Ursache für die Entstehung von chronischen Schmerzen und Sensibilitätsstörungen zu sein.

Für die Verletzung peripherer Nerven entwickelte Seddon erstmalig 1942 (Seddon 1942) die Einteilung in Neurapraxie, Axonotmesis und Neurotmesis. Bei der Neurapraxie handelt es sich um eine passagere Nervenläsion. Alle Strukturen des Nervs sind intakt und die durch gestörten Informationsfluss bedingten Symptome bilden sich vollständig zurück. Bei der Axonotmesis besteht eine axonale Läsion, das Perineurium ist aber weiterhin intakt. Eine Regeneration ist möglich, dauert aber meist deutlich länger als bei einer Neurapraxie. Die Neurotmesis ist die komplette Durchtrennung des Nervs, eine Regeneration findet ohne operative Rekonstruktion nicht statt (Vogt 2011). 1951 unterteilte Sunderland (SUNDERLAND 1951) diese Schädigung in 5 weitere Kategorien. Tabelle 4 zeigt diese mit der jeweiligen Prognose.

Tabelle 4: Klassifikation der Nervenschädigung nach Sunderland (SUNDERLAND 1951) mit Prognose

Grad I	Neurapraxie mit erhaltenen Axonen, segmentale Demyelinisation	Regeneration innerhalb von einigen Monaten
Grad II	Axonotmesis mit axonaler Verletzung und Myelinverlust	Regeneration möglich, allerdings langwierig
Grad III	Axonale Verletzung, äußere Kontinuität (Perineurium und Faszikelstrukturen) erhalten	Regeneration möglich, Perineurium als Leitschiene für regenerierende Axone
Grad VI	Zerreißung Axon, Endoneurium und Perineuriums, Epineurium intakt	Regeneration unwahrscheinlich und immer ineffizient
Grad V	Neurotmesis mit kompletter Durchtrennung ohne Erhalt der Kontinuität	Keine spontane Regeneration

In der vorliegenden Untersuchung wurde bei der überwiegenden Zahl der Fälle eine Sensibilitätsstörung, also ein vermindertes oder übermäßiges Empfinden der jeweiligen Qualitäten, beschrieben. Nur in 10% der Fälle litten die Patienten unter einer lokal aufgehobenen Sensibilität. Loos und Mitarbeiter (Loos et al. 2007) beschreiben in ihrer Untersuchung ähnliches – 64,2% der Betroffenen litten unter Hypästhsien und 7,4% an Hyperästhsien. Dies spricht dafür, dass meistens eine Neurapraxie oder Axonotmesis und nur selten eine vollständige Durchtrennung der Nerven stattgefunden hat. Bei einer vollständigen iatrogenen Durchtrennung könnte die Bildung eines Neuroms für Druckschmerzhaftigkeit, Hyperalgesie sowie Hyperästhesie verantwortlich sein.

Eine Nervenverletzung ohne komplette Durchtrennung kann perioperativ traumatisch oder auch indirekt postoperativ geschehen. Beispielsweise liegt das Netz, das bei jedem Menschen eine mehr oder weniger starke Fremdkörperreaktion hervorruft, großflächig über dem Verlauf des N. iliohypogastricus und ist von diesem nur durch einen recht unterschiedlich dicken M. transversus abdominis getrennt. 2005 führten Demirer und Mitarbeiter (Demirer et al. 2006) ein Tierexperiment durch, bei dem bei Kaninchen ein Polypropylen-Netz implantiert wurde. Die 3 Monate später durchgeführte mikroskopische ultrastrukturelle Untersuchung des Nervengewebes erbrachte eine Degeneration des Myelins, endo- und perineurale Ödeme sowie den Verlust von Axonen. Eine lokale entzündliche Fremdkörperreaktion im Bereich des Netzes kommt also durchaus als Ursache einer Nervenirritation infrage. 2016 wurden in einer Untersuchung an Ratten (Ulrich et al. 2017) zwei verschiedene Polypropylen-Netze verglichen, es zeigte sich jedoch eine gleich starke Fremdkörperreaktion (Gil et al. 2017). Sehr aktuelle Untersuchungen gehen sogar davon aus, dass die Entzündungsreaktion und der damit verbundene oxidative Stress eine Schlüsselrolle bei der Entstehung von postoperativen chronischen Schmerzen spielt und entwickeln daher beispielsweise mit Vitamin E (als Antioxidans) beschichtete Netze, welche im Tierexperiment eine geringere Entzündungsreaktion zeigen (Gil et al. 2017).

Kontrovers zu diesen Annahmen beschrieben Benga und Mitarbeiter in „The neurochemistry of peripheral nerve regeneration“ (Benga et al. 2017), dass eine lokale Entzündungsreaktion durch die mitotische Wirkung der Zytokine die Remyelinisierung fördert und der Regeneration von Nerven somit zuträglich sein kann.

5.4.2. Beteiligte Nerven

Zur Beschreibung der Leistenregion übernehmen wir die Definition der dänischen Studie von 2001 (Bay-Nielsen et al. 2001), nach der die Leistenregion definiert ist als „Region über dem Leistenband bis hin zu einem kleinen Gebiet lateral des Mons pubis, ohne Beteiligung der

Genitalregion“. Diese war damals mit 43,9% die am häufigsten betroffene Einzel-Lokalisation und mit 88,1% in Kombination mit anderen Lokalisationen betroffen.

In unserer Untersuchung entspricht diese Beschreibung dem Innervationsgebiet des N. iliohypogastricus R. cutaneus anterior, das in 53% der Fälle als Einzel-Lokalisation betroffen war und in 93% der Fälle auch in Kombination. Bezüglich der genauen Ausdehnung der Dermatome scheint es jedoch eine recht große Varianz zu geben und es existieren leider kaum Untersuchungen dazu. Lediglich zu den anatomischen Verläufen der Nerven:

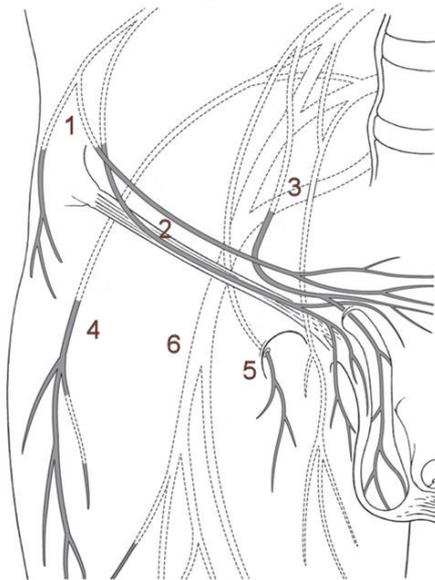


Abbildung 18: Nerven der Leistenregion

(1) N. iliohypogastricus (2) N. ilioinguinalis (3) R. genitalis N. genitofemoralis (4) N. cutaneus femoris lat. (5) R. femoralis N. genitofemoralis; (6) N. femoralis (7) N. cutaneus femoralis lateralis [modifiziert nach [Tankonyvtar](#)]

Die Topographie des **N. iliohypogastricus (IHN)** ist nicht eindeutig und die Variabilität seines Verlaufes nimmt von proximal nach distal zu (Reinpold et al. 2015). Er entspringt zusammen mit dem N. ilioinguinalis (IIN) dem Plexus lumbalis und tritt mit diesem am lateralen Rand des M. psoas major aus (in einigen Fällen wurde sogar ein gemeinsamer Stamm gefunden (Reinpold et al. 2015)). Er verläuft dann auf der anterioren Seite des M. quadratus lumborum schräg nach ventral, durchbricht den M. transversus abdominis bis zu 3 cm kranial der Crista iliaca und zwischen 2 und 12,3 cm dorsal der Spina iliaca anterior superior (Reinpold et al. 2015). Anschließend läuft er zwischen dem M. transversus abdominis und dem M. obliquus internus oberhalb der Crista iliaca nach ventral. In diesem Verlauf erfolgt die Abgabe des R. cutaneus lateralis zur Innervation der Haut der seitlichen Hüftregion. Der N. iliohypogastricus zieht anschließend 2–3 cm kranial parallel zum Leistenband nach medial und durchbohrt kranial vom äußeren Leistenring die Aponeurose des M. obliquus externus abdominis und innerviert die Haut oberhalb des Leistenkanals mit seinem R. cutaneus anterior. Die TAPP beginnt mit einer sichelförmigen Eröffnung des Peritoneum von der Spina iliaca anterior superior bis über die

Plica medialis dextra hinaus. Anschließend erfolgt die Präparation des präperitonealen Raums – im lateralen Bereich könnte hierbei der N. iliohypogastricus direkt gefährdet sein, sollte sein sehr variabler Eintrittspunkt nahe der Spina iliaca anterior liegen. Durch seinen Verlauf parallel zum Leistenband liegt er auf langer Strecke sehr nah am eingebrachten Netz und wäre von einer lokalen Entzündungsreaktion sicherlich mit betroffen.

Der **N. ilioinguinalis** verläuft ebenfalls auf der anterioren Seite des M. quadratus lumborum schräg nach ventral und durchbohrt den M. transversus abdominis. Die Stelle des Eintritts sowie sein Verlauf zwischen dem M. transversus abdominis und dem M. obliquus internus nach ventral ist hoch variabel, oberhalb oder unterhalb der Crista iliaca (Reinbold et al. 2015). Seine sensiblen Fasern ziehen anschließend auf den Muskelfasern des M. cremaster durch den äußeren Leistenring und innervieren mit seinen Nn. scrotales/labiales anteriores die Haut cranial der Symphyse sowie die laterale Region des Skrotum bzw. der großen Schamlippen

Der ebenfalls aus dem Plexus Lumbalis entspringende **N. genitofemoralis (GFN)** durchbohrt den M. psoas und verläuft mittig absteigend auf dessen Vorderseite. Dabei teilt er sich direkt noch vor Eintritt in den Leistenkanal in einen R. femoralis und einen R. genitalis. Der **R. femoralis** tritt sehr variabel 1,8 – 9,1cm medial der Spina iliaca anterior superior (Reinbold et al. 2015) in die ventrale Bauchwand und zieht unter dem Leistenband durch die Lacuna vasorum, der A. iliaca externa folgend. Er innerviert anschließend das mediale obere Drittel des Oberschenkels sensibel. Der **R. genitalis** hingegen tritt in einem Radius von bis zu 1,8cm (Reinbold et al. 2015) in den inneren Leistenring und zieht im Funiculus spermaticus (bzw. zusammen mit dem Lig. teres uteri) durch den Leistenkanal. Motorisch versorgen seine Fasern den M. cremaster und sensibel die Haut des Skrotums bzw. der großen Schamlippen.

Da in den vier Fällen, in denen in der vorliegenden Untersuchung das Skrotum mit betroffen war, nicht klar zu differenzieren ist, ob es sich um das Versorgungsgebiet des R. genitalis des GFN handelt, sollte hier auch eine Schädigung des N. Ilioinguinalis als ursächlich in Betracht gezogen werden.

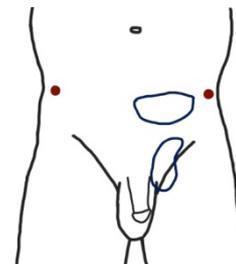
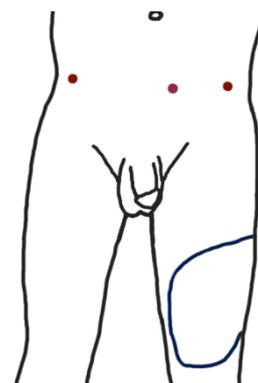


Abbildung 19: Areale Pat. 23A

Speziell bei Patient Nr. 23A (Abb. 19) zeichnete sich ein Areal ab, das die mediale Leistenregion oberhalb der Symphyse und den kranialen medialen Oberschenkel betraff und damit den Nn. scrotales anteriores entsprechen könnte. Genauere Kennzeichnung der Hautareale bzw. die Prüfung des M.



cremaster durch den Cremasterreflex hätten sicherlich mehr Aufschluss geben können. In nur einem Fall war eine Sensibilitätsminderung mit Anästhesie im Bereich des lateralen Oberschenkels, also im Innervationsgebiet des **N. cutaneus femoris lateralis (LFCN)** zu finden (vgl. Abb. 20). Dieser verlässt ebenfalls lateral den M. psoas und verläuft auf der Faszie des M. iliacus Richtung Spina iliaca anterior superior und tritt in 95% der Fälle 0,3 – 5,6cm medial davon (Reinpold et al. 2015) in die Bauchwand. Anschließend zieht er durch die laterale Lacuna musculorum zur Haut des lateralen Oberschenkels.

2000 beschrieben Rosenberger und Mitarbeiter (Rosenberger et al. 2000) noch in einer Studie über 14.167 Leistenhernienoperationen, dass der *N. cutaneus femoris lateralis* der am meisten geschädigte Nerv sei (58,2%), gefolgt vom *R. genitalis des N. genitofemoralis* (31,2%). In einer weiteren Untersuchung von Stark (Stark et al. 1999) wurden ebenfalls der LFCN sowie der GFN als die Nerven mit dem größten Verletzungsrisiko beschrieben. Bereits hier wurde die Fixation des Netzes als wahrscheinliche Ursache detektiert. Aufgrund dieser bekannten Problematik der TAPPs wurde von Chirurgen, die früh laparoskopisch operierten, das „Triangle of doom“ (Spaw et al., 1991. J. Laparoendoscopic Surg. 1:269-277), später zusätzlich der des „Triangle of pain“ (Annibali und Fitzgibbons) geprägt.

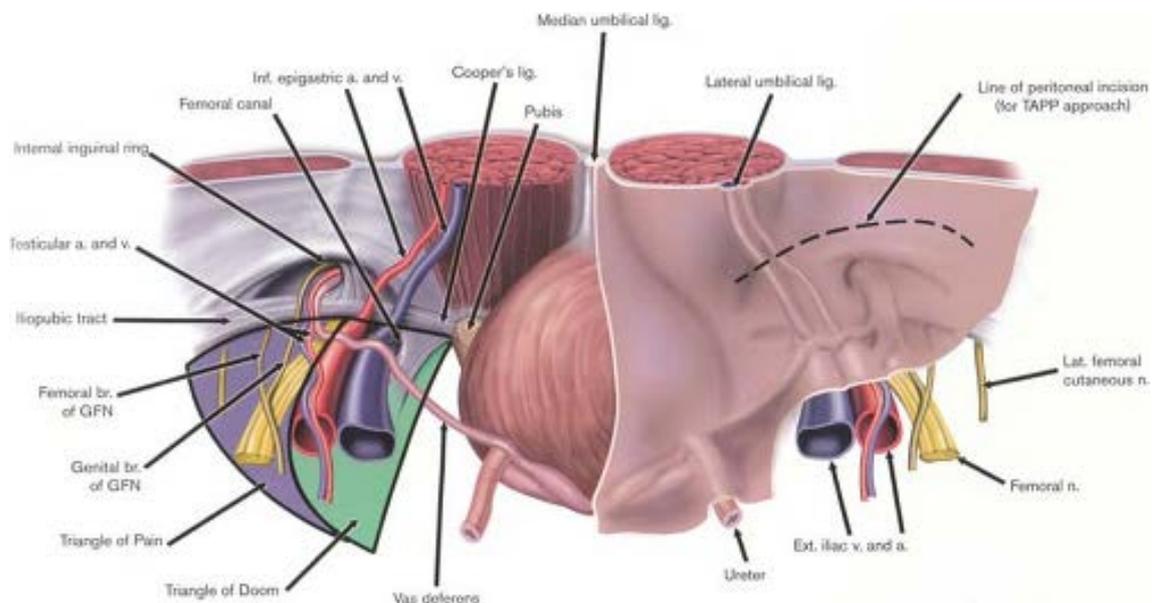


Abbildung 21: „Triangle of doom“ und „Triangle of pain“

Atlas of Minimally Invasive Surgery, Jones et al. Cine-Med, 2006 [mit freundlicher Genehmigung von Ciné-Med®]

Das „Triangel of doom“ (Abb. 21) ist ein V-förmiger Bereich vom Anulus inguinalis profundus ausgehend, nach kaudal laufend und dabei medial durch den Ductus deferens bzw. das Lig. rotundum und lateral durch die A. und V. testicularis bzw. ovarica begrenzt. In diesem Gebiet

verlaufen A. iliaca externa und V. iliaca externa – eine Verletzung dieser Gefäße kann zu lebensgefährlichen Blutungs-Komplikationen führen.

Lateral davon liegt das „**Triangle of pain**“ (Abb. 21). Es wird kranial durch den Tractus iliopubicus und kaudal durch den M. iliacus begrenzt. In diesem Bereich verlaufen die *Nn. cutaneus femoris lateralis, genitofemoralis R. femoralis* und *femoralis* tief in der endoabdominopelvischen Faszie und sind daher nicht sichtbar. Das Anbringen von Clips oder Nähten in diesen Bereichen birgt das Risiko, die verdeckten Nerven zu beschädigen und sollte demzufolge vermieden werden. Der einzige Patient unserer Untersuchung, der Ausfälle im Bereich des *N. cutaneus femoris lateralis* zeigte (und zwar nur in diesem Areal), wurde durch eine TAPP versorgt und erhielt dabei eine Netzfixation mittels Tacker. Eine traumatische Schädigung wäre demzufolge eine mögliche Erklärung.

Der Wandel der von Läsionen betroffenen Nerven weg von *N. cutaneus femoris lateralis* sowie *R. genitalis* des *N. genitofemoralis* (Rosenberger et al. 2000) in länger zurückliegenden Studien (s.o.) hin zu *N. iliohypogastricus R. cutaneus anterior* in neueren Arbeiten (s.o.) einschließlich der aktuellen Untersuchung könnte also durch die intensivere Respektierung des „Triangle of pain“ verursacht sein. Gleiches gilt für den Rückgang der postoperativen chronischen Schmerzen von 27,5% (Fränneby et al. 2006) und 28,7% (Bay-Nielsen et al. 2001) zu jetzt 11,4%. Neben dem Wechsel der Operationsverfahren wäre auch die vermehrte Aufmerksamkeit auf die Schonung dieses gefährdeten Bereichs eine mögliche Ursache.

Bei den offenen Verfahren erfolgt die Spaltung des *M. obliquus externus* (cave: *N. ilioinguinalis*), Eröffnung des Leistenkanals von ventral mit anschließender Separation des Bruchsackes und Präparation des präperitonealen Raums für die Anlage des Netzes (cave: *N. iliohypogastricus*). Es muss also insgesamt auf den *N. ilioinguinalis*, *N. iliohypogastricus* und den *Ramus genitalis* des *N. genitofemoralis* geachtet werden. Studien zur Identifikation der anatomischen Varianzen der Inguinalnerven bei offenen Herniotomien (al-dabbagh 2002) haben gezeigt, dass z. B. der Verlauf des *N. ilioinguinalis* sowie des *N. iliohypogastricus* in nur 41.8% der Fälle mit den allgemeinen anatomischen Beschreibungen übereinstimmt. Laut einer 2013er Studie (Emeksiz et al. 2013) sogar nur in 39.7% der Fälle. Eine sorgfältige Darstellung und Schonung dieser Nerven ist somit essentiell für die Vermeidung chronischer Schmerzen. (Emeksiz et al. 2013).

6. Zusammenfassung

Der Leistenbruch ist in den Industrieländern eine der häufigsten viszeralchirurgischen Erkrankungen und die Herniotomie damit die am häufigsten durchgeführte Operation. Besonders in den letzten Jahrzehnten wurden die Operationsverfahren so weiterentwickelt, dass

die ursprüngliche Problematik des Rezidivs von fast 30% auf nur noch 2-4% gesenkt werden konnte. Damit rückt das Auftreten postoperativer Schmerzen und die damit verbundene Beeinträchtigung im täglichen Leben mehr in den Fokus. Seit Anfang dieses Jahrtausends beschäftigen sich Untersuchungen vermehrt mit dieser Problematik, hauptsächlich auf Basis von Fragebögen und daraus entstehenden Datenbanken.

Die hier vorgelegte Studie hatte die Intention, die Ätiologie der Beschwerden besser zu verstehen. Dazu wurden aus den Daten der Herniamed-Datenbank zwei Gruppen von je 25 Patienten gebildet, die in der Helios Klinik Sangerhausen an Leistenhernien operiert wurden. Eine Gruppe mit betroffenen Patienten, die postoperativ Beschwerden angaben, sowie eine entsprechende Matched-Pair-Gruppe. Beide Gruppen wurden in die Klinik einbestellt, dann gebeten, den Studien-Fragebogen mit Angaben bezüglich ihrer Schmerzen auszufüllen und einer klinischen Untersuchung unterzogen. Dabei wurden die betroffenen Areale bezüglich Temperatur-, Schmerz- und Berührungsempfinden untersucht sowie Triggerpunkte lokalisiert. Die Ergebnisse wurden sowohl schriftlich in Skizzen als auch fotografisch dokumentiert und statistisch ausgewertet. Weiterhin wurden die in der Herniamed-Datenbank gesammelten Daten dieser Patienten hinsichtlich Operationsverfahren, verwendeten Materialien u.ä. ausgewertet und in Zusammenhang mit den bestehenden Symptomen gebracht.

Die Auswertung der Daten ergab mehrere interessante Ergebnisse. Mit einem Anteil von 11,4% an Patienten, die postoperativ Beschwerden beschreiben, und 3,6% an Patienten, die sich durch die Beschwerden im Alltag beeinträchtigt fühlen, ist das Outcome diesbezüglich deutlich besser als die in der Literatur beschriebenen Werte von ca. 27% und 11-17% (Bay-Nielsen et al. 2001). Ein weiteres wichtiges Ergebnis ist, dass vermehrte präoperative Beschwerden bzw. stärkere präoperative Schmerzen häufiger mit dem Auftreten postoperativer chronischer Schmerzen korrelieren, was vermutlich auf eine bereits vor der Operation bestehende Komplikation wie Inkarceration oder Entzündung hindeutet.

Das Vorkommen anhaltender postoperativer Symptome steht weiterhin im Zusammenhang mit der Art der Netzfixation. Bei der Verwendung von Tackern zeigte sich ein signifikant gehäuftes Auftreten von postoperativen Beschwerden im Vergleich zur Verwendung von Fibrinklebstoff. Daher geht die Empfehlung klar nur zur Verwendung von atraumatischen Fixationsmethoden. Aktuelle untersuchen sogar Studien, die Verwendung selbsthaftender Netze sowie Operationsverfahren gänzlich ohne Netzfixation.

Die Patienten der hier vorliegenden Studie wurden mittels spannungsfreier Netztechniken, also laparoskopisch mit TAPP oder offen nach Lichtenstein versorgt. Lediglich ein Patient erhielt eine Herniotomie nach Shouldice. Gemäß den Leitlinien der European Hernia Society sind die spannungsfreien Netzverfahren als gleichwertig anzusehen und die Entscheidung über das

Verfahren sollte sich an der Expertise des Chirurgen orientieren. Unsere Untersuchung bestätigt dies, es ergab sich kein Unterschied bezüglich der gewählten Operationstechniken.

Als prädisponierende Faktoren für anhaltende postoperative Symptome konnten weder Rauchen noch ein regelmäßiger Alkoholkonsum bestätigt werden. Adipositas wurde bereits als Risikofaktor für postoperative Komplikationen an anderer Stelle nachgewiesen. Die statistischen Tests bezüglich des Zusammenhangs zwischen prädisponierenden Faktoren und dem Auftreten postoperativer Komplikationen haben aufgrund ihrer Eigenschaften als Nominalskalen jedoch keine starke statistische Aussagekraft und sollten mit einer größeren Population weiter geprüft werden.

Die neurologische Untersuchung erbrachte in 58% der Fälle eine Verringerung der Sensibilität, in 30% eine Überempfindlichkeit und nur in 10% ein aufgehobenes Empfinden. Dies lässt darauf schließen, dass es sich nicht um eine komplette Durchtrennung von Nerven, sondern eher um eine partielle Verletzung oder Irritation handelt. Die beobachteten Sensibilitätsstörungen befanden sich hauptsächlich im Innervationsgebiet des N. iliohypogastricus R. cutaneus anterior, hälftig ausschließlich und hälftig in Kombination mit den Innervationsgebieten der übrigen Nerven der Leistenregion. Frühere Untersuchungen stellten noch den N. cutaneus femoris lateralis, gefolgt vom R. genitalis des N. genitofemoralis als die am häufigsten geschädigte Nerven heraus. Der Rückgang dieser Symptome könnte an veränderten Operationsverfahren und der Beachtung des „Triangle of pain“ als gefährdetem Operationsbereich liegen. Der N. iliohypogastricus R. cutaneus anterior ist mit seinem variablen Eintrittspunkt in die Bauchwand nahe der Spina iliaca anterior superior bei der lateralen Inzision des Peritoneum weiter traumatisch gefährdet. Außerdem hat er einen langen Verlauf parallel zum Leistenband und damit nahe dem eingebrachten Netz, welches eine entzündliche Fremdkörperreaktion hervorrufen kann. Da die gesamten Nervenverläufe in dieser Region einer großen Variabilität unterliegen und die Eintrittsstellen in die Bauchwand sehr inkonsistent sind, ist eine intraoperative Schädigung in den betroffenen Fällen durchaus plausibel. Für den Chirurgen ist in Anbetracht der langen Lernkurve bei laparoskopischen Operationen neben einer ausreichenden Expertise, detailliertes Wissen über die Anatomie der Nerven der Leistenregion damit unabdingbar.

7. Literaturverzeichnis

- Aasvang, Eske K.; Gmaehle, Eliza; Hansen, Jeanette B.; Gmaehle, Bjorn; Forman, Julie L.; Schwarz, Jochen et al. (2010): Predictive risk factors for persistent postherniotomy pain. In: *Anesthesiology* 112 (4), S. 957–969. DOI: 10.1097/ALN.0b013e3181d31ff8.
- al-dabbagh, A. K. R. (2002): Anatomical variations of the inguinal nerves and risks of injury in 110 hernia repairs. In: *Surgical and radiologic anatomy : SRA* 24 (2), S. 102–107.
- Amato, Bruno; Moja, Lorenzo; Panico, Salvatore; Persico, Giovanni; Rispoli, Corrado; Rocco, Nicola; Moschetti, Ivan (2012): Shouldice technique versus other open techniques for inguinal hernia repair. In: *The Cochrane database of systematic reviews* (4), CD001543. DOI: 10.1002/14651858.CD001543.pub4.
- Bamgbade, Olumuyiwa A.; Rutter, Timothy W.; Nafiu, Olubukola O.; Dorje, Pema (2007): Postoperative complications in obese and nonobese patients. In: *World journal of surgery* 31 (3), 556-60; discussion 561. DOI: 10.1007/s00268-006-0305-0.
- Bansal, Virinder Kumar; Misra, Mahesh C.; Babu, Divya; Victor, Jonathan; Kumar, Subodh; Sagar, Rajesh et al. (2013): A prospective, randomized comparison of long-term outcomes. Chronic groin pain and quality of life following totally extraperitoneal (TEP) and transabdominal preperitoneal (TAPP) laparoscopic inguinal hernia repair. In: *Surgical endoscopy* 27 (7), S. 2373–2382. DOI: 10.1007/s00464-013-2797-7.
- Bay-Nielsen, M.; Perkins, F. M.; Kehlet, H. (2001): Pain and functional impairment 1 year after inguinal herniorrhaphy. A nationwide questionnaire study. In: *Annals of surgery* 233 (1), S. 1–7.
- Beets, G. L.; Oosterhuis, K. J.; Go, P. M.; Baeten, C. G.; Kootstra, G. (1997): Longterm followup (12-15 years) of a randomized controlled trial comparing Bassini-Stetten, Shouldice, and high ligation with narrowing of the internal ring for primary inguinal hernia repair. In: *Journal of the American College of Surgeons* 185 (4), S. 352–357.
- Benga, Andreea; Zor, Fatih; Korkmaz, Ahmet; Marinescu, Bogdan; Gorantla, Vijay (2017): The neurochemistry of peripheral nerve regeneration. In: *Indian journal of plastic surgery : official publication of the Association of Plastic Surgeons of India* 50 (1), S. 5–15. DOI: 10.4103/ijps.IJPS_14_17.
- Berger, Dieter (2016): Evidence-Based Hernia Treatment in Adults. In: *Deutsches Arzteblatt international* 113 (9), 150-7; quiz 158. DOI: 10.3238/arztebl.2016.0150.
- Billmann, Franck; Keck, Tobias (Hg.) (2017): *Facharztwissen Viszeral- und Allgemein Chirurgie*. Berlin, Heidelberg, s.l.: Springer Berlin Heidelberg. Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-662-48308-4>.
- Bittner, R.; Montgomery, M. A.; Arregui, E.; Bansal, V.; Bingener, J.; Bisgaard, T. et al. (2015): Update of guidelines on laparoscopic (TAPP) and endoscopic (TEP) treatment of inguinal hernia (International Endohernia Society). In: *Surgical endoscopy* 29 (2), S. 289–321. DOI: 10.1007/s00464-014-3917-8.
- Bona, Stefano; Rosati, Riccardo; Opocher, Enrico; Fiore, Barbara; Montorsi, Marco (2017): Pain and quality of life after inguinal hernia surgery. A multicenter randomized controlled trial comparing lightweight vs heavyweight mesh (Supermesh Study). In: *Updates in surgery*. DOI: 10.1007/s13304-017-0483-3.
- Bradley S. Galer (1997): Development and preliminary validation of a pain measure specific to neuropathic pain The Neuropathic Pain Scale. In: *Neurology*.
- Burza, A.; Avantifiori, R.; Curinga, R.; Santini, E.; Delle Site, P.; Stipa, F. (2014): Comparison between two different mesh fixation methods in laparoscopic inguinal hernia repair. Tacker vs. Synthetic cyanoacrylate glue. In: *Minerva chirurgica* 69 (6), S. 321–329.

- Campanelli, Giampiero; Pascual, Manuel Hidalgo; Hoferlin, Andreas; Rosenberg, Jacob; Champault, Gérard; Kingsnorth, Andrew; Miserez, Marc (2012): Randomized, controlled, blinded trial of Tisseel/Tissucol for mesh fixation in patients undergoing Lichtenstein technique for primary inguinal hernia repair. Results of the TIMELI trial. In: *Annals of surgery* 255 (4), S. 650–657. DOI: 10.1097/SLA.0b013e31824b32bf.
- Chung, L.; Norrie, J.; O'Dwyer, P. J. (2011): Long-term follow-up of patients with a painless inguinal hernia from a randomized clinical trial. In: *The British journal of surgery* 98 (4), S. 596–599. DOI: 10.1002/bjs.7355.
- Demirer, Seher; Kepenekci, Ilknur; Evirgen, O.; Birsen, O.; Tuzuner, A.; Karahuseyinoglu, S. et al. (2006): The effect of polypropylene mesh on ilioinguinal nerve in open mesh repair of groin hernia. In: *The Journal of surgical research* 131 (2), S. 175–181. DOI: 10.1016/j.jss.2005.10.024.
- Eklund, A.; Montgomery, A.; Bergkvist, L.; Rudberg, C. (2010): Chronic pain 5 years after randomized comparison of laparoscopic and Lichtenstein inguinal hernia repair. In: *The British journal of surgery* 97 (4), S. 600–608. DOI: 10.1002/bjs.6904.
- Eklund, Arne S.; Montgomery, Agneta K.; Rasmussen, Ib C.; Sandbue, Rune P.; Bergkvist, Leif A.; Rudberg, Claes R. (2009): Low recurrence rate after laparoscopic (TEP) and open (Lichtenstein) inguinal hernia repair. A randomized, multicenter trial with 5-year follow-up. In: *Annals of surgery* 249 (1), S. 33–38. DOI: 10.1097/SLA.0b013e31819255d0.
- Emeksiz, S.; Ozden, H.; Guven, G. (2013): Effects of variable courses of inguinal nerves on pain in patients undergoing Lichtenstein repair for inguinal hernia. Preliminary results. In: *Acta chirurgica Belgica* 113 (3), S. 196–202.
- Fränneby, Ulf; Sandblom, Gabriel; Nordin, Pär; Nyrén, Olof; Gunnarsson, Ulf (2006): Risk factors for long-term pain after hernia surgery. In: *Annals of surgery* 244 (2), S. 212–219. DOI: 10.1097/01.sla.0000218081.53940.01.
- Friis, E.; Lindahl, F. (1996): The tension-free hernioplasty in a randomized trial. In: *American journal of surgery* 172 (4), S. 315–319. DOI: 10.1016/S0002-9610(96)00188-2.
- Gil, Dmitry; Rex, James; Cobb, William; Reukov, Vladimir; Vertegel, Alexey (2017): Anti-inflammatory coatings of hernia repair meshes. A pilot study. In: *Journal of biomedical materials research. Part B, Applied biomaterials*. DOI: 10.1002/jbm.b.33834.
- Hedberg, H. Mason; Hall, Tyler; Gitelis, Matthew; Lapin, Brittany; Butt, Zeeshan; Linn, John G. et al. (2017): Quality of life after laparoscopic totally extraperitoneal repair of an asymptomatic inguinal hernia. In: *Surgical endoscopy*. DOI: 10.1007/s00464-017-5748-x.
- Hoyuela, C.; Juvany, M.; Carvajal, F.; Veres, A.; Troyano, D.; Trias, M. et al. (2017): Randomized clinical trial of mesh fixation with glue or sutures for Lichtenstein hernia repair. In: *The British journal of surgery* 104 (6), S. 688–694. DOI: 10.1002/bjs.10488.
- Kapischke, Matthias; Schulze, Heiko; Caliebe, Amke (2010): Self-fixating mesh for the Lichtenstein procedure--a prestudy. In: *Langenbeck's archives of surgery* 395 (4), S. 317–322. DOI: 10.1007/s00423-010-0597-2.
- Kehlet, H. (2008): Chronic pain after groin hernia repair. In: *The British journal of surgery* 95 (2), S. 135–136. DOI: 10.1002/bjs.6111.
- Kehlet, H.; Roumen, R. M.; Reinhold, W.; Miserez, M. (2013): Invited commentary. Persistent pain after inguinal hernia repair: what do we know and what do we need to know? In: *Hernia : the journal of hernias and abdominal wall surgery* 17 (3), S. 293–297. DOI: 10.1007/s10029-013-1109-4.
- Kleidari, Behrooz; Mahmoudieh, Mohsen; Yaribakht, Mohammad; Homaei, Zhila (2014): Mesh fixation in TAPP laparoscopic hernia repair. Introduction of a new method in a prospective randomized trial. In: *Surgical endoscopy* 28 (2), S. 531–536. DOI: 10.1007/s00464-013-3198-7.

- Köckerling, F.; Bittner, R.; Kuthe, A.; Hukauf, M.; Mayer, F.; Fortelny, R.; Schug-Pass, C. (2017): TEP or TAPP for recurrent inguinal hernia repair-register-based comparison of the outcome. In: *Surgical endoscopy*. DOI: 10.1007/s00464-017-5416-1.
- Largiadèr, Felix; Saeger, Hans-Detlev; Keel, Marius Johann B.; Bruns, Christiane J. (2016): Checkliste Chirurgie. 11. Aufl. s.l.: Georg Thieme Verlag KG. Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1055/b-004-132240>.
- Li, Weiming; Sun, Dali; Sun, Yanbo; Cen, Yunyun; Li, Shumin; Xu, Qingwen et al. (2017): The effect of transabdominal preperitoneal (TAPP) inguinal hernioplasty on chronic pain and quality of life of patients. Mesh fixation versus non-fixation. In: *Surgical endoscopy*. DOI: 10.1007/s00464-017-5485-1.
- Liem, M. S.; van der Graaf, Y.; van Steensel, C. J.; Boelhouwer, R. U.; Clevers, G. J.; Meijer, W. S. et al. (1997): Comparison of conventional anterior surgery and laparoscopic surgery for inguinal-hernia repair. In: *The New England journal of medicine* 336 (22), S. 1541–1547. DOI: 10.1056/NEJM199705293362201.
- Loos, M. J. A.; Roumen, R. M. H.; Scheltinga, M. R. M. (2007): Classifying post-herniorrhaphy pain syndromes following elective inguinal hernia repair. In: *World journal of surgery* 31 (9), 1760-5; discussion 1766-7. DOI: 10.1007/s00268-007-9121-4.
- Lovisetto, Federico; Zonta, Sandro; Rota, Emanuela; Mazzilli, Massimiliano; Bardone, Marco; Bottero, Luca et al. (2007): Use of human fibrin glue (Tissucol) versus staples for mesh fixation in laparoscopic transabdominal preperitoneal hernioplasty. A prospective, randomized study. In: *Annals of surgery* 245 (2), S. 222–231. DOI: 10.1097/01.sla.0000245832.59478.c6.
- Melzack R. (1975): The McGill Pain Questionnaire: Major properties and scoring methods. In: *Pain*.
- Miserez, M.; Peeters, E.; Aufenacker, T.; Bouillot, J. L.; Campanelli, G.; Conze, J. et al. (2014): Update with level 1 studies of the European Hernia Society guidelines on the treatment of inguinal hernia in adult patients. In: *Hernia : the journal of hernias and abdominal wall surgery* 18 (2), S. 151–163. DOI: 10.1007/s10029-014-1236-6.
- Moris, Demetrios; Chakedis, Jeffery; Rahnama-Azar, Amir A.; Wilson, Ana; Hennessy, Mairead Marion; Athanasiou, Antonios et al. (2017): Postoperative Abdominal Adhesions. Clinical Significance and Advances in Prevention and Management. In: *Journal of gastrointestinal surgery : official journal of the Society for Surgery of the Alimentary Tract*. DOI: 10.1007/s11605-017-3488-9.
- Niccolai, Patrick; Ouchchane, Lemlih; Libier, Maurice; Beouche, Faycale; Belon, Monique; Vedrinne, Jean-Marc et al. (2015): Persistent neuropathic pain after inguinal herniorrhaphy depending on the procedure (open mesh v. laparoscopy): a propensity-matched analysis. In: *Canadian journal of surgery. Journal canadien de chirurgie* 58 (2), S. 114–120.
- Oguz, H.; Karagulle, E.; Turk, E.; Moray, G. (2015): Comparison of peritoneal closure techniques in laparoscopic transabdominal preperitoneal inguinal hernia repair. A prospective randomized study. In: *Hernia : the journal of hernias and abdominal wall surgery* 19 (6), S. 879–885. DOI: 10.1007/s10029-015-1431-0.
- Post, S. (1997): Wider die prinzipielle Operationsindikation bei der Leistenhernie. In: *Der Chirurg; Zeitschrift für alle Gebiete der operativen Medizin* 68 (12), 1251-5; discussion 1256-7.
- Reinhold, W.; Schroeder, A. D.; Schroeder, M.; Berger, C.; Rohr, M.; Wehrenberg, U. (2015): Retroperitoneal anatomy of the iliohypogastric, ilioinguinal, genitofemoral, and lateral femoral cutaneous nerve. Consequences for prevention and treatment of chronic inguinodynia. In: *Hernia : the journal of hernias and abdominal wall surgery* 19 (4), S. 539–548. DOI: 10.1007/s10029-015-1396-z.

- Riquelme, Mario A.; Guajardo, Carlos D.; Juarez-Parra, Marco A.; Elizondo, Rodolfo A.; Cortinas, Julio C. (2015): Thoracoscopic Patch Repair of Congenital Diaphragmatic Hernia in a Neonate using Spiral Tacks. A Case Report. In: *Journal of Neonatal Surgery* 4 (3), 2015-4(3):31. Online verfügbar unter <http://www.jneonatsurg.com/ojs/index.php/jns/article/download/234/pdf>.
- Robinson, Amy; Light, Duncan; Nice, Colin (2013): Meta-analysis of sonography in the diagnosis of inguinal hernias. In: *Journal of ultrasound in medicine : official journal of the American Institute of Ultrasound in Medicine* 32 (2), S. 339–346.
- Rosenberger, R. J.; Loeweneck, H.; Meyer, G. (2000): The cutaneous nerves encountered during laparoscopic repair of inguinal hernia. New anatomical findings for the surgeon. In: *Surgical endoscopy* 14 (8), S. 731–735.
- Schmidt, Axel (2013): Vergleich zwischen laparoskopischer und transvaginaler Cholezystektomie-Schmerzintensität, Analgetikaverbrauch und Patientenkomfort in der postoperativen Phase. DISSERTATION. Charité - Universitätsmedizin Berlin, Berlin. Online verfügbar unter http://www.diss.fu-berlin.de/diss/servlets/MCRFileNodeServlet/FUDISS_derivate_000000013972/diss_a.schmidt.pdf.
- Seddon, H. J. (1942): A Classification of Nerve Injuries. In: *British medical journal* 2 (4260), S. 237–239.
- Simons, M. P.; Aufenacker, T.; Bay-Nielsen, M.; Bouillot, J. L.; Campanelli, G.; Conze, J. et al. (2009): European Hernia Society guidelines on the treatment of inguinal hernia in adult patients. In: *Hernia : the journal of hernias and abdominal wall surgery* 13 (4), S. 343–403. DOI: 10.1007/s10029-009-0529-7.
- Simons, Maarten (2017): World Guidelines for Groin Hernia Management. The HerniaSurge Group.
- Stark, E.; Oestreich, K.; Wendl, K.; Rumstadt, B.; Hagemüller, E. (1999): Nerve irritation after laparoscopic hernia repair. In: *Surgical endoscopy* 13 (9), S. 878–881.
- SUNDERLAND, S. (1951): A classification of peripheral nerve injuries producing loss of function. In: *Brain : a journal of neurology* 74 (4), S. 491–516.
- Ulrich, Daniela; Le Teuff, Isabelle; Huberlant, Stephanie; Carteron, Patrick; Letouzey, Vincent; Tayrac, Renaud de (2017): A preclinical evaluation of polypropylene/polylacticacid hybrid meshes for fascial defect repair using a rat abdominal hernia model. In: *PloS one* 12 (6), e0179246. DOI: 10.1371/journal.pone.0179246.
- Vogt (2011): *Praxis der plastischen Chirurgie*: Springer.
- Zhang, Chengyao; Li, Fenghe; Zhang, Haolong; Zhong, Wei; Shi, De; Zhao, Yu (2013): Self-gripping versus sutured mesh for inguinal hernia repair. A systematic review and meta-analysis of current literature. In: *The Journal of surgical research* 185 (2), S. 653–660. DOI: 10.1016/j.jss.2013.07.035.

8. Thesen

1. Der Leistenbruch ist in den Industrieländern eine der häufigsten viszeralchirurgischen Erkrankungen und die Herniotomie damit die am häufigsten durchgeführte Operation. Postoperativ treten bei einem Teil der Patienten anhaltende Beschwerden wie Schmerzen und Dysästhesien im Operationsgebiet auf. Diese können die Lebensqualität der Patienten beeinträchtigen und stellen daher eine wichtige Komplikation dar.
2. In der hier vorgelegten Studie wurden aus 220 Patienten nach >1 Jahr zurückliegender Herniotomie prospektiv 25 Patienten mit postoperativen Schmerzen identifiziert. Aus derselben Stichprobe wurden 25 asymptotische Patienten hinsichtlich Alter, Geschlecht und BMI gematched. Alle Patienten wurden einbestellt und klinisch untersucht.
3. Das Auftreten anhaltender postoperativer Beschwerden war in der vorliegenden Studie mit 11,4% geringer als in länger zurückliegenden Studien. Dies kann damit zusammenhängen, dass die Operationsverfahren sowie –materialien weiterentwickelt wurden und gefährdeten Bereichen im Operationsgebiet mehr Beachtung geschenkt wird.
4. Das Auftreten anhaltender postoperativer Beschwerden wurde in der vorliegenden Studie signifikant häufiger beobachtet, wenn Titan-Tacker zur Netzfixierung verwendet wurden sowie wenn präoperativ stärkere Schmerzen bestanden. Es zeigten sich keine Unterschiede zwischen den spannungsfreien Operationsverfahren TAPP und Lichtenstein.
5. Bei mehr als der Hälfte (58%) der Sensibilitätsstörungen handelte es sich um eine Verringerung der Sensibilität, in 30% um eine Überempfindlichkeit und nur in 10% um ein aufgehobenes Empfinden. Dies lässt darauf schließen, dass es sich nicht um eine komplette Durchtrennung von Nerven, sondern eher um eine partielle Verletzung oder Irritation handelt.
6. Die beobachteten Sensibilitätsstörungen befanden sich hauptsächlich im Innervationsgebiet des N. iliohypogastricus R. cutaneus anterior, hälftig ausschließlich und hälftig in Kombination mit den Innervationsgebieten der restlichen Nerven der Leistenregion. Die Verläufe der Nerven sowie deren Eintrittsstellen in die Bauchwand sind hochvariabel, sodass sehr gute anatomische Kenntnisse sowie eine ausreichende Expertise des Chirurgen unabdingbar sind.
7. Aus der vorliegenden Studie kann die Empfehlung abgeleitet werden, die Fixierung des Netzes an der Bauchwand mittels traumatischer Verfahren, speziell durch Tacker, zu vermeiden.

Selbständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Dissertation

**Neuropathische Schmerzen nach Inguinalhernienchirurgie:
Eine prospektive Fall-Kontrollstudie**

zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor der Medizin (Dr. med.)

selbständig angefertigt habe. Es wurden nur die in der Arbeit ausdrücklich benannten Quellen und Hilfsmittel benutzt. Wörtlich oder sinngemäß übernommenes Gedankengut habe ich als solches kenntlich gemacht.

Bad Frankenhausen, 27.10.2017

Ort, Datum

Barthel

Unterschrift

Erklärung über frühere Promotionsversuche

Hiermit erkläre ich, dass ich keinen vorausgegangenen Promotionsversuch unternommen habe und dass kein Promotionsversuch an einer anderen wissenschaftlichen Einrichtung läuft.

Bad Frankenhausen, 27.10.2017

Ort, Datum

Borlul

Unterschrift

Lebenslauf

Christiane Barthel

Lindenstraße 28
06567 Bad Frankenhausen
Mobile: +49 173 59 77 000
Mail: ch.barthel@gmail.com

Persönliches

Geboren am 10. September 1983
in Bad Frankenhausen

Studium und Ausbildung / Berufliche Erfahrung

11/2016 – 10/2017	Helios Klinik Sangerhausen Praktisches Jahr
seit 11/2016	Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg Studium der Humanmedizin <i>M3 voraussichtlich. 12/2017</i>
07/2014 - 10/2016	Notaufnahme und OP-Assistent freiberufliche Tätigkeit im Klinikum Gelnhausen
01-02/2016	Hospital Ingles, Quito bvmd Public Health Project, Ecuador
10/2011 - 10/2016	Johann Wolfgang von Goethe Universität, Frankfurt am Main Studium der Humanmedizin M1 09/2013 M2 10/2016
08/2012 – 12/2015	Heilpraktiker und Sporttherapeut freiberufliche Tätigkeit neben dem Studium
04/2011	Acupuncture and Tui Na Hospital in Hangzhou, China Einmonatige klinische Ausbildung
06/2010 – 08/2012	Paracelsusschule Frankfurt Heilpraktikerausbildung Große Fachausbildung Traditionell Chinesische Medizin Ausbildung zum Fachberater für Sporttherapie und Training
07/2004 – 09/2010	Deutsche Bank AG, Frankfurt OTC Derivatives Global Markets / Transaction Management Team
08/2002 – 06/2004	Ausbildung bei der Deutsche Bank AG, Leipzig Bankkauffrau (IHK)
08/1990 – 07/2002	Kyffhäuser-Gymnasium, Bad Frankenhausen Abitur (2,0)

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich meinen besonderen Dank nachstehenden Personen entgegen bringen, ohne deren Mithilfe die Anfertigung dieser Promotionsschrift nicht möglich gewesen wäre:

Mein Dank gilt zunächst meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr. habil. Malte Kornhuber, der mich in allen Phasen dieser Arbeit begleitete. Er war für mich jederzeit ansprechbar und stand mir mit Rat und Tat zur Seite. Die zahlreichen Gespräche mit ihm waren immer ausgesprochen konstruktiv, bereichernd und aufmunternd. Er scheute weder Kosten noch Mühen, um mich bei meiner Arbeit zu unterstützen und verstand es, mir immer wieder die Wichtigkeit wissenschaftlichen Arbeitens aufzuzeigen.

Ich danke Herrn Dr. Klinge für seine Hilfsbereitschaft in allen organisatorischen Belangen sowie für seine fachliche Betreuung als Zweitgutachter. Ebenfalls danke ich Herrn Woehe, Oberarzt der Allgemein- und Viszeralchirurgie, der mit seiner umfangreichen Expertise eine große Unterstützung bei allen, die Operationstechniken und die Herniamed-Datenbank betreffenden fachlichen Fragen war.

Ich möchte mich beim gesamten Team der Helios-Klinik Sangerhausen bedanken, die mir die Zeit und die räumlichen sowie technischen Möglichkeiten eingerichtet haben, um meine Untersuchungen durchführen zu können. Außerdem bedanke ich mich recht herzlich bei den Patienten, die an dieser Studie teilgenommen haben.

Mein ganz besonderer Dank gilt allerdings meinen Eltern, Brigitte und Wolfgang Barthel, die mich bei dieser Arbeit sowie auf meinem gesamten bisherigen Lebensweg mit all ihren Kräften unterstützt haben, mir den Rücken frei hielten und immer für mich da sind.

Widmen möchte ich diese Arbeit meinem Bruder Stefan, der mich überall stets begleitet und heute sicherlich sehr stolz wäre.