Aus der
Sportklinik Stuttgart
Direktor: Prof. Dr. med. Gerhard J. Bauer

N. Femoralis- und N. Ischiadicus- Blockade versus intra- und periartikuläre Infiltration bei Knie-TEP Implantation - eine prospektiv randomisierte Studie

Dissertation

zur

Erlangung des Doktorgrades der Medizin

der Medizinischen Fakultät

der Universität Ulm

vorgelegt von

Apostolos Stathellis

aus Athen

2014

Amtierender Dekan: Professor Dr. Thomas Wirth

1. Berichterstatter: Professor Dr. med. Gerhard J. Bauer

2. Berichterstatter: Professor Dr. med. Ulrich Liener

Tag der Promotion: 21.10.2016

Gewidmet

meiner Ehefrau, Natalia Rompoti

und

meiner Familie, Anastasios Stathellis, Maria Stathelli, Panagiotis Stathellis, Margarita Stathelli

und

meinem Oberarzt, PD. Dr. Johannes Beckmann

Teile dieser Dissertation wurden bereits im folgenden Fachartikel veröffentlicht:

‚Periarticular injections with continuous perfusion of local anaesthetics provide better pain relief and better function compared to femoral and sciatic blocks after TKA: a randomized clinical trial.' Stathellis A, Fitz W, Schnurr C, Koeck FX, Gebauer M, Huth J, Bauer G, Beckmann J.
Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2015 May 13.

Die freundliche Genehmigung des Springer-Verlags zur Veröffentlichung der Dissertation liegt vor.

Inhaltsverzeichnis

Seite

Abkürzungsverzeichnis III

1) EINLEITUNG
1.1) Gonarthrose 1
1.2) Indikation/Kontraindikation der Knie TEP Implantation 7
1.3) PFC Sigma TEP 8
1.4) Schmerztherapie 11
1.5) N. Femoralis/Ischiadicus Blockade 13
1.6) i.a Katheter 16
1.7) Kathetersystem 17
1.8) Fragestellung/Ziel der Arbeit 18

2) MATERIAL und METHODEN
2.1) Untersuchungsgut 19
2.2) Untersuchungsablauf 24
2.3) KSS – Score 28
2.4) EQ-5D-5L – Score 29
2.5) Dosierungen der Medikamente 29
2.6) Statistische Auswertung 31

3) ERGEBNISSE
3.1) Patientengruppe 32
3.2) VAS 34
3.3) Bedarf an Zusatzschmerzmedikation 36
3.4) KSS Teil 1 38
3.5) KSS Teil 1+2 40
3.6) Beweglichkeit 42
3.7) Fähigkeit zum Beinheben 44
3.8) Katheterdauer 46
3.9) EQ-5D-5L: 48
3.9.1) Mobilität 48
3.9.2) Selbstversorgung 51
3.9.3) Allgemeine Aktivitäten 54
3.9.4) Schmerzen / Unwohlsein 57
3.9.5) Angst /Depression 60

4) DISKUSSION 63
4.1) Darstellung der Studie 64
4.2) Einflussfaktoren auf die Ergebnisse- Limitierungen 64
4.3) Bewertung der Ergebnisse 66
4.4) Ergebnisse der Studie im Bezug auf die Literatur 67

5) ZUSAMMENFASSUNG 70

6) LITERATURVERZEICHNIS 72

7) ANHANG
7.1) Informationsblatt und Einverständniserklärung 79
7.2) Fragebogen 81
7.3) KSS – Score 86
7.4) EQ-5D-5L – Score 89
7.5) Abbildungsverzeichnis 91
7.6) Tabellenverzeichnis 93

8) DANKSAGUNG 94

9) LEBENSLAUF 95

Abkürzungsverzeichnis

Verwendete Abkürzung	Bedeutung
A.	Arterie
AAOS	American Academy of Orthopaedic Surgeons
Amp.	Ampulle
BMI	Body Mass Index
ca.	circa
COX-2	Cyclooxygenase-2
CPM	Continuous Passive Motion
EQ-5D-5L	EuroQol-5D-5L
et al.	et alii
ggf.	Gegebenenfalls
i.a.	intraartikulär
ICRS	International Cartilage Repair Society
i.d.R.	in der Regel
IL-1	Interleukin-1
KSS	Knie Society Score
M.	Muskel
MRT	Magnetresonanztomographie
N.	Nervus
NSAR	Nichtsteroidales Antirheumatikum
OATS	Osteochondrale autologe Transplantation
o.g.	oben genannt
OP	Operation
PCA	Patient Controlled Analgesia
P.F.C.	Press Fit Condylar (Knie-Prothesensystem)
PMMA	Polymethylmethacrylat
SPSS	Superior Performing Software System (Statistikprogramm)

Std.	Stunde
TEP	Totalendoprothese
TNF-a	Tumornekrosefaktor-a
TVT	tiefe Venenthrombose
V.	Vena
VAS	Visuelle Analogskala
WOMAC	Western Ontario and McMaster Universities
z.B.	zum Beispiel

1) Einleitung

1.1) Gonarthrose

Osteoarthrose ist weltweit die häufigste Gelenkerkrankung bei Erwachsenen und eine der Hauptursachen von Arbeitsunfähigkeit [26]. Osteoarthrose ist eine Erkrankung des ganzen Gelenkes mit mehreren Ursachen wie erhöhter mechanischer Belastung, ligamentärer Instabilität, Chondropathie, rheumatoider Arthritis, Osteochondrosis dissecans, intraartikulären Infekten oder kongenitalen Deformitäten. Wenn das Gleichgewicht zwischen reparativen und destruktiven Prozessen gestört wird, tritt eine Osteoarthrose auf [13]. Gonarthrose ist der häufigste Osteoarthrosetyp. Die Wahrscheinlichkeit der Entwicklung von Osteoarthrose steigt mit dem Alter. Die radiologischen Zeichen von Osteoarthrose korrelieren jedoch nicht mit den Symptomen. Radiologische Zeichen der Gonarthrose sind Osteophytenbildung, Gelenkspaltverschälerung, subchondrale Zysten und subchondrale Sklerosierung [56]. Nur 15 % der Patienten mit radiologischen Osteoarthrosezeichen geben Knieschmerzen an [36].

Gonarthrose wird gemäß den Ursachen in primäre und sekundäre Gonarthrose unterteilt. Gemäß der Lokalisation unterteilt man die unikompartimentelle femoropatellare Arthrose, die unikompartimentelle femorotibiale Arthrose (medial betont oder lateral betont), die bikompartimentelle Arthrose oder die trikompartimentelle Arthrose (Pangonarthrose). Die primäre Gonarthrose ist die altersbedingte Abnutzungserscheinigung unbekannter Ätiologie des Kniegelenks. Die sekundäre Gonarthrose kann mehrere Ursachen haben [36].

Tabelle 1: Ursachen der sekundären Gonarthrose [36]

Ursachen der sekundären Gonarthrose
• Posttraumatisch (posttraumatische Inkongruenz, chronische Instabilität)
• Postoperativ (nach Meniskektomie)
• Entzündliche Genese (Infekt, Rheumatoidarthritis, juvenile rheumatoide Arthritis)
• Achsdeformität (Varus/Valgusdeformität)
• Metabolisch (Gicht, Hämochromatose, Chondocalzinose, Rachitis)
• Endokrinologisch (Akromegalie, Hypothyreose, Hyperparathyreoidismus)
• Aseptische Osteonekrose
• Osteochondrosis dissecans

Tabelle 2: Stadien Kellgren – Lawrence [36]

Stadien Kellgren – Lawrence
• **Stadium 0:** keine Auffälligkeit
• **Stadium 1 - initiale Gonarthrose:** beginnende Osteophytenbildung
• **Stadium 2 - mäßige Gonarthrose:** mäßige subchondrale Sklerosierung, mäßige Gelenkspaltverschmälerung
• **Stadium 3 - mittelgradige Gonarthrose:** >50% Verschmälerung des Gelenkspaltes, abgerundete Femurkondyle, ausgeprägte subchondrale Sklerosierung, ausgeprägte Osteophytenbildung
• **Stadium 4 - ausgeprägte Gonarthrose:** Gelenkdestruktion, aufgehobener Gelenkspalt, subchondrale Zysten, subluxierte Position

Der Osteoarthrosegrad kann auch mit dem WOMAC Osteoarthritis Index evaluiert werden. Dieser Index reflektiert den klinischen Schweregrad der Erkrankung [36].

Die makroskopische Beurteilung des Knorpels erfolgt durch die Einteilung nach ICRS oder nach Outerbridge. Mikroskopisch findet sich bei der Gonarthrose ein Verlust des physiologischen Proteoglykananteils der Knorpelmatrix. Die Prävalenz der Gonarthrose liegt bei Männern unter 45 Jahren über der Prävalenz der Frauen, während ab dem 55sten Lebensjahr Frauen signifikant häufiger betroffen sind [59].

Die Diagnose der Gonarthrose basiert auf der klinischen Untersuchung und der Anamnese des Patienten. Klinische Zeichen der Gonarthrose sind diffuse Gelenkschmerzen, Bewegungseinschränkung, Gelenkschwellung und Krepitation. Gonarthrose ist eine chronische Erkrankung, die Vorbeugungsmaßnahmen verlangt. Bei diesen Maßnahmen sind nicht nur Ärzte, sondern auch Physiotherapeuten, Diätologen, Apotheker und Pflegepersonal beteiligt. Gewichtsabnahme kann durch Ernährungsschulung, Training und Diät erzielt werden. Die Arzneimitteleinnahme soll individuell gemäß des Gonarthrosegrads verabreicht werden [35].

Sehr wichtig ist auch die Behandlung der akuten Episoden der Gonarthrose. Dem Patienten kann bei akuten Episoden zusätzlich ein Analgetikum anderer Kategorie wie NSAR zu der Basistherapie (Paracetamol bis zu 4 g täglich) verabreicht werden [21]. Eine intraartikuläre Infiltration von Kortison ist auch eine gute Alternative mit direkter Wirkung und Schmerzlinderung wenn NSAR nicht mehr effizient oder kontraindiziert sind [35].

Tabelle 3: Medikamentöse Therapie bei Gonarthrose [35]

Medikamentöse Therapie bei Gonarthrose		
	Leichte bis mäßige Symptome	Mäßige bis schwere Symptome
Basisanalgesie	Paracetamol (bis 4g/Tag)	
Lokale Therapie	NSAR oder Capsaicin	
Orale NSAR	kurzwirkende NSAR, COX-2 Inhibitoren	
Viscosupplementation	-	Hyaluronsäure i.a
Opiattherapie	-	niedrig dosierte Opiate
i.a Kortisontherapie	bei akuten Symptomen, wenn NSAR kontraindiziert sind	

(i.a: intraartikulär, NSAR: nichtsteroidales Antirheumatikum, COX-2: Cyclooxygenase-2)

Die Prävalenz von Adipositas hat in Industrie- und unterentwickelten Ländern epidemische Maße erreicht [7]. Es ist wissenschaftlich ein Unterschied zwischen adipösen und nicht-adipösen Patienten im Hinblick auf die Komplikationen und Prognose nach Knie-TEP-Implantation nachgewiesen. Die Patienten mit BMI>30 Kg/m^2 hatten mehr Infektionen und ein höheres Revisionsrisiko als die Patienten mit BMI < 30 Kg/m^2. Aus diesem Grund ist es zu empfehlen, dass die adipösen Patienten über diese höheren Komplikationsrisiken informiert und zur Gewichtsabnahme angehalten werden sollen. Die häufigeren Nebenerkrankungen der adipösen Patienten sind häufig auch der Grund für die höheren Komplikationsrisiken [22].

Fettgewebe wurde früher als passives Energielager betrachtet. Heutzutage ist es als ein metabolisches endokrines Organ anerkannt, mit der Möglichkeit, Adipozytokinen wie Leptin, Resistin und Adiponectin auszuscheiden. Diese Substanzen sind in der synovialen Flüssigkeit sowie im Plasma der Patienten mit Osteoarthritis nachgewiesen. Leptin hat durch

die Erregung zur IL-1 Ausscheidung im Knorpelmetabolismus eine indirekte katabolische Rolle [48].

Bei der Therapie der Gonarthrose sollen operative Behandlungen erst dann erfolgen, wenn alle konservativen Maßnahmen ausgeschöpft sind. Das Ziel ist, die ligamentäre Stabilität zu rekonstruieren, die Beinachse zu begradigen und die physiologische Biomechanik des Kniegelenks wieder herzustellen [13].

Die konservative Therapie beinhaltet orthopädische Schuheinlagen, Bandagen, Orthesen, Gangänderungen, Muskelkräftigung und Gewichtabnahme. Knieorthesen, wie z.B die Varusentlastungsorthese, erwirken eine Belastungsreduktion im medialen Kompartiment, werden aber von den Patienten nicht langfristig toleriert. Adipositas verstärkt nicht nur die Belastung im Kniegelenk, sondern auch die Folgen einer Achsdeformität während des Laufens. Aus diesem Grund ist die Gewichtsabnahme sehr wichtig für die Behandlung der Gonarthrose. Muskelkrafttraining reduziert die unphysiologischen Bewegungen, die die Druckbelastung erhöhen. Leider wurde nach Muskelkrafttraining kein positiver Effekt bei den Achsdeformitäten und den Knieinstabilitäten nachgewiesen [13].

Laut den AAOS-Leitlinien besteht die konservative Therapie der Gonarthrose aus den folgenden Maßnahmen: Gewichtabnahme, Ausdauertraining, Paracetamol/NSAR-Einnahme und Kortisoninfiltrationen [56]. Die Framingham-Knee-Osteoarthritis-Studie hat gezeigt, dass eine Minderung des BMI um zwei oder mehr eine Reduktion um etwa 50 % der Osteoarthrosesymptome bringt [56]. Training und Muskelkräftigung sollen permanent durchgeführt werden. Es ist nachgewiesen, dass nach dem Abschluss der Krankengymnastik und der Muskelkräftigung die positiven Ergebnisse nach sechs Monaten verloren gehen [56].

Hepper et al. haben die Effizienz sowie die Wirkungsdauer der intraartikulären Infiltrationen mit Kortisonpräparaten bei Patienten mit primärer Gonarthrose untersucht. Das Ergebnis hat gezeigt, dass die

Schmerzlinderung mindestens eine Woche andauert und dass die intraartikulären Infiltrationen eine kurzfristige Lösung für eine chronische Erkrankung darstellen. Die intraartikulären Infiltrationen mit Hyaluronsäure stellen eine weitere Alternative dar. Hyaluronsäure bietet eine Kombination von viskoelastischen Eigenschäften und ist mit antientzündlichen, anabolischen und knorpelschützenden Auswirkungen korreliert. Während der AAOS die Hyaluronsäureinfiltrationen nicht langfristig empfiehlt, unterstützt die allgemeine Literatur die Verwendung solcher Infiltrationen [19].

Eine Umstellungsosteotomie ist nur bei Patienten mit unikompartimenteller Gonarthrose und Varus- oder Valgusdeformität sinnvoll. Das Ziel ist die Belastungsreduktion des geschädigten Kompartiments. Bei jungen und aktiven Menschen hat die Umstellungsosteotomie positive Effekte und verschiebt zeitlich die Prothesenimplantation [41]. Die Umstellungsosteotomie kann auch zur Behandlung etwaiger intraartikulärer Schäden gleichzeitig mit einer Arthroskopie kombiniert werden. Die Behandlung von Knorpelschäden kann entweder mit Mikrofrakturierung, mit Mosaikplastik (OATS) oder mit autologer Chondrozytentransplantation erfolgen [13]. 50 % - 70 % der Patienten geben nach arthroskopischem Kniedebridement eine Schmerzlinderung an. Allerdings hatten sich 15 % von diesen Patienten einer Knie–TEP-Implantation innerhalb des nächsten Jahres unterzogen. Nur 44 % der Patienten berichteten von einer statistisch signifikanten Schmerzlinderung [56].

Bei ausgeprägter Gonarthrose und entsprechender Beschwerdensymptomatik ist die Knietotalprotheseimplantation der Goldstandard der Therapie. Die Qualität des Prothesenmaterials und die neuen minimal-invasiven OP-Techniken erlauben dem Patienten eine schnelle Rehabilitation und eine langfristig gute Lebensqualität [13].

1.2) Indikation/Kontraindikation der Knie TEP Implantation

Eine Knie-TEP-Implantation ist indiziert, wenn trotz konservativer Maßnahmen die Beschwerden persistieren, der Patient klinisch deutlich im Alltag beeinträchtigt ist, er Nachtschmerzen oder Ruheschmerzen hat und regelmäßige Schmerzmedikation einnimmt, die Gehstrecke auf wenige 100 m reduziert ist und sich radiologisch deutliche Gonarthrosezeichen finden. In diesen Fällen kann bei radiologisch bestätigter Arthrose die Indikation zur Knie-TEP-Implantation gestellt werden [15,60].

Tabelle 4: Indikationen zur Knietotalendoprotheseimplantation [56]

Indikationen
• Schwere Symptomen bei Gonarthrose i. Bewegungseinschränkung ii. Starke Belastungsschmerzen, oft auch Nachtschmerzen iii. Einschränkung in alltäglichen Aktivitäten iv. Erfolglose konservative Maßnahme
• Radiologische Gonarthrosezeichen i. Osteophytenbildung ii. Gelenkspaltverschälerung iii. subchondrale Zysten iv. subchondrale Sklerosierung
• Gonarthrose bei rheumatoider Arthritis

Bei der Indikationsstellung einer Knietotalendoprothese müssen auch andere Faktoren berücksichtigt werden. Zum Beispiel relative **Kontraindikationen** wie:

i. Adipositas per magna
ii. Alter < 60
iii. Schwierigkeit bei der Narkose

iv. Unfähigkeit des Patienten zur Rehabilitationsteilnahme [56].

1.3) P.F.C. Sigma TEP

Das Press-Fit-Condylar-Knie (PFC, Fa. DePuy) wurde in Boston entwickelt und 1984 zum ersten Mal implantiert. Es ist eine der weltweit am häufigsten implantierten Knieprothesen. Es ist ursprünglich eine kreuzbanderhaltende Knieprothese. Die Hauptkomponenten femoral sind Cobalt und Chrom, die Oberflächen sind bei der Zementverankerung glatt und bei der zementfreien Press-Fit-Technik porös. Die Trochleaform erlaubt das Gleiten der Patella, ohne die Rückfläche der Patella resezieren zu müssen. Die tibialen Komponenten stellen eine Titaniumlegierung dar. Sie sind auch entweder porös oder glatt gemäß der Technik, nicht zementiert oder zementiert. Die Inlays bestehen aus ultra-hoch-molekularem Polyethylen. Die Patellakomponente ist oval, um ein Maximum der resezierten Patellarückfläche zu decken. Die 10 Jahres-Überlebensrate liegt bei der PFC Prothese um die 90 %. Der Hauptgrund für das Prothesenversagen ist wie bei den meisten etablierten Prothesen der Inlayabrieb mit resultierender Fremdkörperreaktion und aseptischer Lockerung [44].

OP-Technik: Bei der Planung der Operation werden die anatomischen und die mechanischen Achsen gemessen. Ziel ist es, die physiologischen Achsen wiederherzustellen, sodass die mechanische Achse des Beins postoperativ durch die Eminentia interkondylaris zum Liegen kommt [61]. Das Bein wird (in der Sportklinik-Stuttgart standardisiert) mit einer Rolle zum Aufstellen in 90° und einer Seitenstütze gelagert. Eine Blutsperre wird angelegt und je nach Blutdruck und OP-Methode (konventionell mit Blutsperre oder Infiltrationstechnik ohne Blutsperre) geschlossen. Der Hautschnitt erfolgt ca. 3 cm proximal vom oberen Patellapol bis zum oberen Anteil der Tuberositas tibiae. Dann erfolgt die subkutane Mobilisation und Darstellung der Kapsel. Die mediale Kapsel wird

dargestellt und das Gelenk wird medial-parapatellar eröffnet. Die Inzision erfolgt nahezu mittig in der Quadricepssehne medial parapatellar unter Schonung der Patellasehne medial neben die Tuberositas tibiae. Die Patella wird mobilisiert und nach lateral luxiert. Der Hoffa-Fettkörper wird partial reseziert. Die hypertrophe Synovia wird reseziert, wobei femoral die Schaftachse sichtbar werden soll. Die Menisken sowie das vordere Kreuzband werden reseziert. Nach der Lokalisation des Femurmarkkanals durch Aufbohren wird der femorale Markraumstab leicht kraniomedial der sog. Notch in den Femurmarkraum eingeführt. Es erfolgt die femorale Schnittausführung in gewünschter Resektionshöhe und Valguswinkel. Die passende Größe der femoralen Komponente wird nun bestimmt. Dann wird die extramedulläre Tibiaführung parallel zur Tibiaachse ausgerichtet und die Resektionshöhe des Tibiaplateaus wird bestimmt. Die Resektion wird mit einer entsprechenden Dorsalneigung (slope) durchgeführt und die passende Größe der Komponente bestimmt [62].

Ziel der Osteotomien ist eine Herstellung von einem idealerweise gleich weiten Extensions- und Beugespalt. Es ist essentiell, dass die ligamentären Verhältnisse in der Kniestreckung und Kniebeugung stabil bleiben. Sehr wichtig ist aber auch, dass alle, auch die dorsalen, Osteophyten abgetragen werden, um eine Auslenkung von Kapsel, Bändern oder ein Impingement bei der Knieflexion zu vermeiden. Nach erfolgreicher Zurichtung des Femurs wird der korrekte Sitz der Prothese sowie der stabile Bewegungsablauf mittels Probeimplantate entsprechender Größe geprüft. Bei guter Passform und Stabilität dieser Probeimplantate werden die Original-Komponenten implantiert und mit Antibiotikazement im Knochen fixiert. Das originale Inlay wird eingesetzt mit erneuter Testung der Kniestabilität und des Bewegungsablaufs. Der Zement wird in mechanischer Ruhestellung in Streckstellung ausgehärtet. Die Rückfläche der Patella wird beurteilt und peripatellare Osteophyten werden abgetragen. Der Rand der Patellarückfläche wird mit dem Elektrokauter denerviert. Der Ersatz der Patellarückfläche war keine Standardmethode bei der Studie. Die Blutsperre wird geöffnet und es

erfolgt eine sorgfältige Blutstillung. Am Ende wird das ganze Gelenk mit pulsierender Lavage gespült, Drainagen eingelegt und die Kapsel und Weichteile werden schichtweise verschlossen [62].

Operation und Blutsperre: Die Knietotalendoprotheseimplantation ist mit einem signifikanten Blutverlust assoziiert, selten sind jedoch intraoperativ oder postoperativ Bluttransfusionen notwendig. Es ist wissenschaftlich nachgewiesen, dass der gesamte Blutverlust intraoperativ und postoperativ zwischen den Patienten, die mit oder ohne Blutsperre operiert wurden, nicht signifikant unterschiedlich ist. Die Operationszeiten sind mit Blutsperre i.d.R. etwas kürzer als ohne. Thromboembolische Ereignisse waren höher bei den Patienten, die mit Blutsperre operiert worden sind. Der kritische Zeitpunkt für solche Ereignisse ist die Zeit direkt nach Öffnen der Blutsperre. Es konnte mittels transösophagealer Echokardiographie festgestellt werden, dass echoreiche Materialen von der unteren Extremität zum rechten Vorhof, zum rechten Ventrikel und zur pulmonalen Arterie direkt nach Öffnen der Blutsperre zirkulieren. Dieses Phänomen hatte keine klinische Relevanz, sollte aber bei Patienten mit höherem Thromboserisiko berücksichtigt werden [51].

Die möglichen Komplikationen einer Blutsperre sind:

i. myokardiale Dekompression durch metabolische Azidose nach Eröffnung der Blutsperre bei kardial vorbelasteten Patienten
ii. Ablösen eines Thrombus bei TVT, was zur Lungenembolie führen kann
iii. Venenthrombosen oder Nervenläsionen, welche differenzialdiagnostisch von einer Komplikation der Regionalanästhesie abgegrenzt werden müssen [51].

1.4) Schmerztherapie

Die Degeneration der Kniestrukturen beinhaltet den Verlust des hyalinen Knorpels, den Knochenumbau, die Läsionen des Knochenmarks, die Ausdehnung der Bänder und der Kapsel und die Schwächung der Muskulatur im Kniegelenk. Diese Prozeduren sind von vorübergehender Synovitis und lokaler Entzündung begleitet. Knochenumbau, Bursitis und Spasmus der Muskulatur ums Knie führen zum Reiz des Periosts, was neben der Schwellung und der Synovitis die Schmerzen bei Osteoarthritis verursacht [18]. Der hyaline Knorpel selbst hat keine sensible Nervenfasern, aber wirksame Substanzen regen Schmerzrezeptoren an. Diese Rezeptoren finden sich in der Synovia und in den umgebenden Strukturen außerhalb des hyalinen Knorpels. Durch diesen Weg wird der Schmerz unterhalten und weitergeleitet. Substanz P soll eine wichtige Rolle bei der Anregung der Synovia und der Zellen spielen, die die Gelenkentzündung verursachen. Bei Patienten mit Osteoarthritis wird das Neuropeptid Substanz P von markscheidenlosen Nervenfasern produziert und es wurde wissenschaftlich in der synovialen Flüssigkeit sowie in der Synovia nachgewiesen, ferner im Hoffa-Fettkörper, im Periosteum und im subchondralen Knochen, nicht aber im hyalinen Knorpel [18].

Starke postoperative Schmerzen nach einer Knie-TEP-Implantation beeinflussen die gesamte postoperative Rehabilitation negativ. Die Rehabilitation fängt direkt postoperativ auf der Station an. Aus diesem Grund ist eine ausreichende Analgesie notwendig. Eine ideale Analgesie sollte direkt postoperativ eine ausreichende Knieflexion mit minimalen Schmerzen ohne motorische Beeinträchtigung erlauben. So kann eine erfolgreiche Mobilisation erzielt werden. Eine starke Gewebetraumatisierung, die bei der Knie-TEP-Implantation unumgänglich ist, verursacht direkte Veränderungen im endokrinen System und im sympathischen Nervensystem und regt die Ausscheidung von katabolen Hormonen wie Kortisol, Glucagon und Kathecholaminen an. Als Folge steigt der Sauerstoffbedarf, das kardiovaskuläre System wird belastet und

das Immunsystem wird gefährdet. Starke postoperative Schmerzen sind darüberhinaus mit ischämischen kardiovaskulären Ereignissen korreliert [24]. Die postoperative Immobilisation hat negativen Einfluss auf das gastrointestinale System sowie die pulmonale Funktion [58]. Bei älteren Patienten kann eine derartige Stresssituation zum Durchgangsyndrom führen. Die vorübergehende Schwächung des Immunsystems erhöht das Infektionsrisiko. Ein längerer Aufenthalt im Krankenhaus bedeutet zudem mehr medizinische Kosten für den Gesundheitskostenträger [24].

Für die Behandlung der postoperativen Schmerzen nach Knie-TEP-Implantation werden daher in der Literatur die folgenden unterschiedlichen oder teils kombinierbaren Maßnahmen beschrieben:

i. präoperative Analgesie (eine Stunde vor der OP)
ii. Kombination von Schmerzmedikamenten. Es ist nachgewiesen, dass die Kombination von Schmerzmitteln verschiedener Kategorien die einzelnen Dosierungen reduziert und die Opiatverabreichung reduzieren kann
iii. Regionalanästhesie und periphere Nervenblockade
iv. periartikuläre Infiltration von schmerzhemmenden Medikamenten wie Morphin, Ketorolac, Clonidin und Steroiden
v. intraartikuläre Infiltration/ Analgesie
vi. intravenöse patientenkontrollierte Analgesie [24].

Ropivacain: Ropivacain gehört zu den Pipecoloxylididen, einer Gruppe der Lokalanästhetika, die zuerst 1957 synthetisiert worden sind [1,33]. Mepivacain und Bupivacain gehören auch zu der selben Gruppe und werden seit mindestens 30 Jahren benutzt. Rosenberg und Heinonen haben 1983 die Wirkung von Ropivacain und Bupivacain in isolierten Vagus- und Phrenic-Nerven untersucht. Es wurde festgestellt, dass Ropivacain in niedrigen Konzentrationen effizientere und schnellere Wirkung im Vergleich zur Bupivacain hat. In höheren Konzentrationen war die Wirkung gleich. Die niedrigere Fettlöslichkeit von Ropivacain im

Vergleich mit Bupivacain ist vermutlich der Grund für die verzögerte Eindringlichkeit des Medikaments in die Myelinscheiden. Dieser Unterschied bietet klinische Vorteile des Ropivacains an, wie die minimalen motorischen Einwirkungen. Die Wirkung der motorischen Blockade fängt am Anfang langsamer an und ist weniger stark und kürzer in Dauer als Bupivacain. Ropivacain weist auch geringere Kardiotoxität als Bupivacain auf. Aus diesem Grund wird Ropivacain in der chirurgischen Anästhesie in Konzentrationen bis zu 1 % benutzt [33].

1.5) N. Femoralis / Ischiadicus Blockade

Die Knietotalendoprotheseimplantation ist eine sehr häufige chirurgische Prozedur, aber auch eine schmerzhafte. Sie benötigt eine vorsichtige Nachbehandlung, damit der Patient beschwerdefrei wird und früh mobilisiert werden kann. Die Verabreichung von Analgetika reicht nicht für die postoperative Schmerzbehandlung. Im Gegenteil wird häufig in vielen Zentren die epidurale Anästhesie benutzt [32]. Die epidurale Analgesie hat auch negative Wirkungen wie z.B Motorikverlust. Die Ausfallquote dieser Analgesie beträgt 20 %. Das Benutzen der N. femoralis-Blockade hat gezeigt, dass die Schmerzlinderung gleichwertig wie bei der epiduralen Analgesie und mit weniger Nebenwirkungen assoziiert ist. Heutzutage ist die N. femoralis-Blockade der Goldstandard zur Schmerztherapie bei der Knie-TEP-Implantation. Allerdings ist das Anlegen des N. femoralis-Katheters technisch anspruchsvoll und benötigt Zeit [32]. Es wird auch ein Ultraschallgerät zur besseren Lokalisierung des Nervs benötigt [28].

In den letzten 15 Jahren hat sich die Ultraschall-unterstützte regionale Anästhesie deutlich entwickelt. Die Anatomie ist nicht bei allen Menschen gleich, was zu Problemen bei der Blockade der peripheren Nerven führen kann. Bessere Sonographiebilder ermöglichen eine erfolgreichere Nervenblockade und eine bessere Schmerztherapie. Aus diesem Grund wurden in den letzten Jahren deutlich bessere Sonographiegeräte und

Programme entwickelt. Die Lokalisation des N. femoralis erfolgt sonographisch idealerweise mit einer Sonographiefrequenz von 10 MHz. Der Nerv liegt distal vom Lig. Inguinalis, lateral der A. femoralis und vor dem M. iliopsoas. Die A. femoralis kann einfach aufgrund ihrer Pulsation lokalisiert werden. Um den Nerv ist häufig eine dreieckige echoreiche Struktur darstellbar [30,50]

Die Vorteile der sonographisch unterstützten peripheren Nervenblockade sind:

i. direkte Sicht der anatomischen Strukturen, der Tiefe der Kanüle sowie auch der Verbreiterung des lokalen Anästhetikums
ii. Entdeckung von anatomischen Varianten
iii. Reduzierung des Volumens des lokalen Anästhetikums
iv. Verbesserung der Nervenblockade
v. Reduzierung des Schmerzes bei der Nervenblockade
vi. Vermeidung einer intravasalen Injektion des Lokalanästhetikums oder einer Nervenverletzung
vii. Patientenzufriedenheit [30].

Der N. femoralis innerviert zusammen mit dem N. ischiadicus und dem N. obturatorius sensibel das Kniegelenk. Diese Nerven werden bei der peripheren Nervenblockade gezielt. MRT Studies haben nach „3 in 1“ Block gezeigt, dass das lokale Anästhetikum sich nach kaudal verbreitet und blockiert den Nerv femoralis, die Nerven femoris lateralis cutanei und den anterioren Ast vom Nerv obduratorius [14].

N. femoralis Blockade: Der Nervus femoralis ist ein Endast des lumbalen Plexus. Der Nervus femoris unterteilt sich im femoralen Dreieck in Ramus superficialis und Ramus profundus. Der sensible Endast des N. femoralis ist der N. saphenus, der die Haut in der unteren Extremität medialseitig bis zum Innenknöchel innerviert [50].

Hautanästhesie: Die N. femoralis-Blockade verursacht die Anästhesie vom anteromedialen Oberschenkel, Knie und medialen Unterschenkel [50].

Muskelanästhesie: Die Muskeln, die vom N. femoralis innerviert werden, sind der M. sartorius, der M. quadriceps femoris, der M. iliopsoas sowie der M. pectineus [50].

Knochenanästhesie: Der N. femoralis innerviert die anteriore Wand des Oberschenkels sowie die anteromediale Seite vom Kniegelenk [50].

Der N. femoralis findet sich auf der Ebene der Leiste sehr oberflächig. In den letzten Jahren hat man versucht den Nerv blind lateral vom Puls der A. femoralis mit einer Kanüle zu treffen. Die Stimulationstechnik bei der peripheren Nervenblockade hat das Treffen des Nervs optimiert und seine Verletzung minimiert. Klassisches Zeichen vom Treffen des Nervs ist die 'tanzende Patella' bzw. die Kontraktur des M. quadriceps. Die motorische Aa- Fasern depolarisieren früher als die sensorischen Ad- und C- Faser, weshalb Kontraktionen vor der Schmerzempfindung ausgelöst werden [50].

Single Shot: Eine 5 cm / 22 G Kanüle mit echoreicher Spitze wird senkrecht zum Schallkopf injiziert. Die Kanüle kann mit dem Schallkopf verfolgt werden. Die korrekte Kanülelokalisation wird durch eine elektrische Stimulation bestätigt [50].

Kathetertechnik: Bei der Kathetertechnik ist eine fraktionierte Gabe von Lokalanästhetikum vorteilhaft und es besteht die Möglichkeit der postoperativen Weiterführung der Analgesie. Der Katheter muss unter sterilen Bedingungen angelegt werden, damit das Infektionsrisiko minimiert wird. Bei der Katheteranlage kann der perineurale Raum durch Einspritzen vom Lokalanästhetikum erweitert werden. Das vereinfacht auch die Sicht des Nervs durch den Kontrast zwischen der echoarmen Flüssigkeit und dem echoreichen Nerv [50].

Der posteriore Bereich des Knies wird vom N. ischiadicus innerviert. Aus diesem Grund klagen die Patienten mit N. Femoralis-Katheter nach einer

Knie-TEP-Implantation über Schmerzen in der Kniekehle nach der Wirkung der Single-Shot-Anästhesie des N. ischiadicus [2].

N. Ischiadicus-Blockade: Der N. ischiadicus kann sonographisch im ganzen Verlauf vom glutealen Bereich bis zur Fossa poplitea lokalisiert werden. Allerdings kann das vermehrte Muskulatur- und Fettvolumen um den Nerv herum die Prozedur erschweren. Wir benutzten bei der Studie das anteriore Vorgehen, um den N. ischiadicus zu blockieren. Beim anterioren Zugang muss man auf die A. femoralis aufpassen, welche sehr gut per Doppler darstellbar ist. Das subgluteale Vorgehen stellt auch eine Alternative dar. Die N. ischiadicus-Blockade wird in der Kniechirurgie, in der Gefäßchirurgie und bei Amputationen von unteren Extremitäten benutzt [31].

1.6) i.a Katheter

Eine alternative Methode für die postoperative Schmerztherapie nach Knie-TEP-Implantation ist die intraartikuläre und periartikuläre Infiltration von schmerzhemmenden Medikamenten. Diese Methode hat den Vorteil, dass ihre Einwirkung nur das operierte Kniegelenk betrifft, ohne die Oberschenkelmuskulatur zu schwächen. Das Ziel ist eine schnellere Rehabilitation und frühere Entlassung des Patienten aus der Klinik [2].

Die lokale Infiltration von Schmerzmitteln in die Weichteilgewebe des operierten Gebiets ist effizienter im Vergleich mit Placebo-Patienten. Diese Methode ist vom Operateur einfach durchzuführen und benötigt wenig Zeit. Ein großer Nachteil ist, dass die Wirkungsdauer der Single-Shot-Analgesie dieser Methode deutlich weniger und ungenügend für die gesamte postoperative Schmerztherapie ist [32].

Mehrere Studien beschreiben mittlerweile die Wirkung der peri- und intraartikulären Anästhesie bei der Knie-TEP-Implantation [2,8,11,12,32,37,38,40,45,49,53,54,63].

1.7) Kathetersystem

Die Wundinfiltration ist eine einfach anzuwendende Methode zur Behandlung postoperativer Schmerzen. Während der vorliegenden Studie wurde postoperativ über den intraartikulären Katheter (InfraLong, Firma: PAJUNK) kontinuierlich Naropin gespritzt.

Das Infiltrationsset beinhaltet eine Spaltverweilkanüle mit einer Punktionskanüle, einen Katheter und einen Filter. Der Katheter hat einen Durchmesser von 19 G, ist 60 cm lang und besitzt 45 Perforationen. Die Perforationen, die in gleichmäßigen und spiralförmigen Abständen verlaufen, garantieren in einem Radius von 360° eine gleichmäßige Verteilung des Lokalanästhetikums.

Anwendung des Katheters: Der Katheter wird intraartikulär über eine Spaltverweilkanüle platziert. Es wird zunächst das Kniegelenk durch die Haut punktiert und dann die Metallkanüle zurückgezogen und entfernt. Der Katheter wird so in die Spaltverweilkanüle eingeführt, dass alle Perforationen intraartikulär liegen. Anschließend wird die Spaltverweilkanüle geteilt und entfernt. Der Filter wird an den Katheter angeschlossen und das ganze Kathetersystem an der Haut fixiert. Am Ende wird die Pumpe an den Katheter angeschlossen.

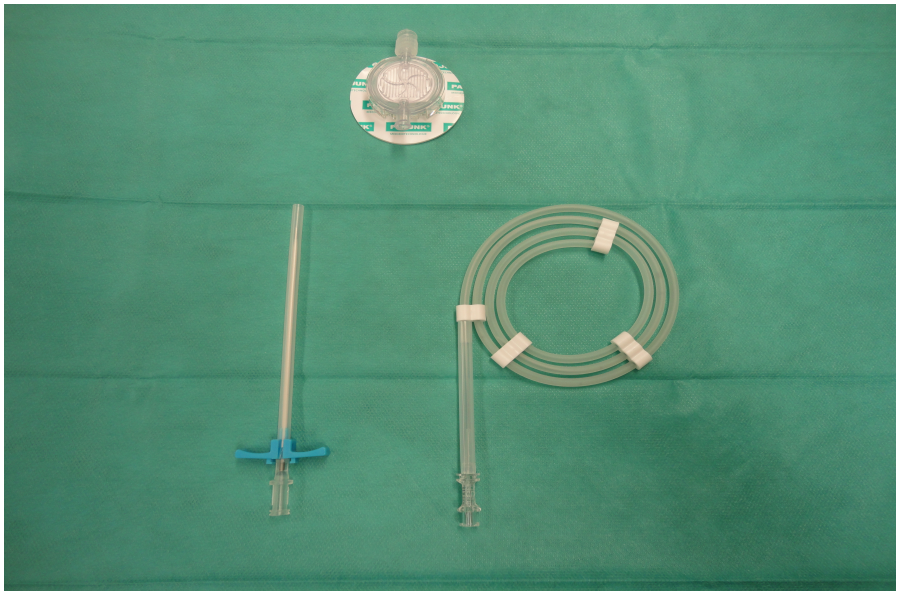

Abbildung 1: Das intraartikuläre Kathetersystem, das in der Arbeit benutzt wurde.

1.8) Fragestellung / Ziel der Arbeit

Goldstandard im perioperativen analgetischen Management der Knieendoprothetik ist heutzutage ein Nervenblock [16,28,42]. Allerdings hat das Verfahren eine hohe Ausfallquote (bei nicht exakt platziertem Katheter) und neben dem gewollten sensiblen auch einen unabdingbaren motorischen Ausfall, was eine eigeschränkte Mobilisierung mit Sturzgefahr der Patienten bedeutet, ferner eine Art „rebound“ der Schmerzen nach Ziehen des Nervenkatheters. Wünschenswert ist der Erhalt der Funktion und Motorik bei suffizienter Ausschaltung der Schmerzen, wie es durch eine peri- und intraartikuläre Analgesie erreicht werden könnte.

Ziel der vorliegenden Arbeit war diesbezüglich der Vergleich zweier verschiedenener perioperativer Schmerzmanagements bei Knie-TEP-Implantation. In der Kontrollgruppe wurden Patienten zur Knie-TEP-Implantation eingeschlossen, bei denen die perioperative Schmerztherapie über eine Regionalanästhesie mittels N. femoralis-Blockade und N. ischiadicus-Blockade erreicht wurde. Bei der Interventionsgruppe wurden Patienten zur Knie-TEP-Implantation eingeschlossen, bei denen die perioperative Schmerztherapie mittels intra- und periartikulärer Infiltration von entzündungs- und schmerzhemmenden Mitteln erreicht wurde. Beide Gruppen erhielten während der Operation eine Larynxmaske oder Intubation.

Folgende Hypothesen sollten untersucht werden:

i) zumindest vergleichbare analgetische Wirkung (VAS, zusätzl. Analgetikabedarf).

ii) zumindest vergleichbare postoperative Kniegelenkfunktion.

iii) mögliche sofortige Mobilisierung ohne Gefühls- und Motorikverlust mit Reduktion der Sturzgefahr.

iv) mögliche Vermeidung der Zunahme der Schmerzen und Verschlechterung der Beweglichkeit nach Entfernen des Nerven-Katheters nach einigen Tagen.

2) Material und Methoden

2.1) Untersuchungsgut

Studienpopulation

Im Zeitraum von 2013 bis 2014 wurden in der Sportklinik-Stuttgart 50 Patienten mit einer Knietotalendoprothese versorgt. Die Patienten wurden im Rahmen der Sprechstunden in die Studie eingeschlossen. Die Zuordnung der Patienten in eine der Gruppen (Kontrollgruppe, Interventionsgruppe) erfolgte randomisiert. In jeder Gruppe wurden entsprechend der Fallzahlplanung 25 Patienten eingeschlossen.
Ein entsprechendes Ethikvotum der Landesärztekammer Baden-Württemberg liegt vor (F-2013-056).

Datenschutz

Von den Patienten wurden im Rahmen der Sprechstunde die üblichen Stammdaten (Name, Geburtsdatum) erfasst. Jeder Patient erhielt sofort bei der Aufnahme in die Studie eine Patienten-ID, die den Namen des Patienten auf den Datenerhebungsbögen ersetzt. Eine Patientenliste, die den Namen der Patienten mit der Patienten-ID verknüpfte, war nur dem lokalen Studienleiter zugänglich und wurde gesondert in einem verschlossenen Schrank aufbewahrt. Nach Abschluss der Studie wurden sämtliche Daten der Patienten gelöscht, sofern der Patient dies gewünscht und einer weiteren Verwendung der Daten widersprochen hat.

2.2) Untersuchungsablauf

Beschreibung der Studie

Bei der perioperativen Schmerzbehandlung ist in vielen orthopädischen Kliniken die Regionalanästhesie mittels N. femoralis-Blockade und N.

ischiadicus-Blockade das etablierte Verfahren der Wahl. Dies bedeutet auch über die Operation hinaus eine mögliche Analgesie, jedoch bei zugleich Ausfall von Sensorik und Motorik mit resultierender Sturzgefahr und vermehrten Schmerzen nach Entfernen des perinerval applizierten Schmerzkatheters nach einigen Tagen. Ein weiteres Standardverfahren ist die reine Intubationsnarkose, wobei hier nach Erwachen der Patienten eine sofortige suffiziente Analgesie über orale, intravenöse, intramuskuläre oder subkutane Mittel erzielt werden muss.

Studiendauer

Die Behandlungsdauer der Untersuchungsgruppe betrugt eine Woche (während des stationären Aufenthalts zur Knie-TEP-Implantation). Die Patienten wurden sowohl prä- als auch postoperativ untersucht.

Einschlusskriterien

Patienten mit mindestens bikompartimenteller primärer Gonarthrose, für die eine totalendoprothetische Gelenkversorgung indiziert ist.

Ausschlusskriterien

1. Alter unter 18 Jahren, Alter über 85 Jahre
2. Neuropathien, Lähmungen, Diabetes mellitus, Polyneuropathie
3. Non-Compliance
4. kognitive oder sprachliche Barriere
5. Allergien
6. fehlende Einwilligung
7. teilendoprothetische Versorgung

Abbruchkriterien

Bei starker Zunahme der Beschwerdesymptomatik in der Kontroll- oder Interventionsgruppe konnten die Patienten jederzeit die Therapie abbrechen. Ein freiwilliger Rücktritt ohne Angabe von Gründen war jederzeit möglich.

Erhobene Daten

Die Patienten wurden im Rahmen der Sprechstunde aufgrund der Gonarthrose untersucht. Eingeschlossen werden konnten prinzipiell alle Patienten mit primärer Gonarthrose, die eine totalendoprothetische Versorgung des Knies erhielten. Bei Vorliegen einer zur totalendoprothetischen Versorgung indizierenden Gonarthrose wurde der Patient in einem randomisierten Verfahren und nach vorheriger Aufklärung in die Studie eingeschlossen. Je nach Randomisierung erfolgte die Einteilung in die Kontroll- oder Interventionsgruppe.

Der Patient wurde am Vortag der Operation stationär aufgenommen. An diesem Tag wurde der Patient über die Studie aufgeklärt und erneut untersucht. Dann erfolgte die Datenerhebung. Die folgenden klinischen Parameter wurden präoperativ und postoperativ (1. Stunde, 3. Stunde, 6. Stunde, 1. postop. Tag, 2. postop. Tag, 3. postop. Tag, 4. postop. Tag, 5. postop. Tag, 6. postop. Tag) untersucht:

1. Schmerzdokumentation auf der visuellen Analogskala (VAS)
2. Bedarf an Zusatzmedikation (die Schmerzen werden entsprechend der VAS nach Angabe der Patienten therapiert)
3. KSS Score
4. EQ-5D-5L Score
5. Kniegelenkfunktion
6. Fähigkeit zum Heben des gestreckten operierten Beines

In der Kontrollgruppe erfolgte 30 Minuten vor der Operation die Anlage eines Femoraliskatheters zur N. femoralis-Blockade sowie die Single-Shot-Infiltration zur N. ischiadicus-Blockade (je mit Naropin/ Ropivacain).

In der Interventionsgruppe erfolgte intraoperativ die einmalige periartikuläre Infiltration eines Lokalanästhetikums, eines entzündunghemmenden Medikaments und eines schmerzhemmenden Medikaments (Mischung von 3 Amp. Bupivacain mit Epinephrin, 1 Amp. Ketoprofen und 1 Amp. Morphin in 47 ml NaCl auf eine Gesamtmenge von 80 ml). Am Ende der Operation und vor Wundverschluß wurde

intraartikulär der Schmerzkatheter angelegt und 1 Amp. Naropin/Ropivacain verabreicht.
Durch beide Katheter (Kontrollgruppe:Femoraliskatheter, Interventionsgruppe:intraartikulärer Katheter) wurde Naropin/Ropivacain postoperativ verabreicht.

Ablauf der Studie

Kontrollgruppe

30 min präoperativ wurde:

- vom Anästhesist der Schmerzkatheter zur N. femoralis-Blockade gelegt. Über den Katheter wurden 20 ml Ropivacain 0,75 % verabreicht und dann wurde die Single Shot Infiltration mit 20 ml Ropivacain 0,75 % zur N. ischiadicus-Blockade durchgeführt.

Im AWR wurde:

- der Schmerzkatheter mit Naropin-Perfusor bestückt
- nach 1 Std. die Schmerzen nach Fragebogen erhoben (VAS)

Auf Station postoperativ wurde:

- der Naropin-Perfusor auf 10 ml/h gestellt
- das i.a. Redon am ersten, spätestens am zweiten Tag gezogen
- der Schmerzkatheter nach 3-5 Tagen gezogen
- nach 3 Std. und 6 Std. die Schmerzen nach Fragebogen erhoben (VAS)
- die o.g klinischen Parameter postoperativ am 1. postop Tag, 2. postop. Tag, 3. postop. Tag, 4. postop. Tag, 5. postop. Tag, 6. postop. Tag untersucht.

Interventionsgruppe

Intraoperativ wurden:

- 3 Amp. Bupivacain 0,5 % mit Epinephrin 0,0005 %, 1 Amp. Ketoprofen und 1 Amp. Morphin in NaCl periartikulär in releasten Weichteilgeweben infiltriert
- Am Ende der OP wurde der intraartikuläre Katheter vom Operateur gelegt und darüber 1 Amp. Ropivacain 0,75 % infiltriert
- i.a. Redon für 1-2 Std. geschlossen



Abbildung 2: Periartikuläre Infiltration von entzündungs- und schmerzhemmenden Mitteln.



Abbildung 3: Periartikuläre Infiltration von entzündungs- und schmerzhemmenden Mitteln.



Abbildung 4: Entzündungshemmende und schmerzhemmende Mitteln zur periartikulären Infiltration.

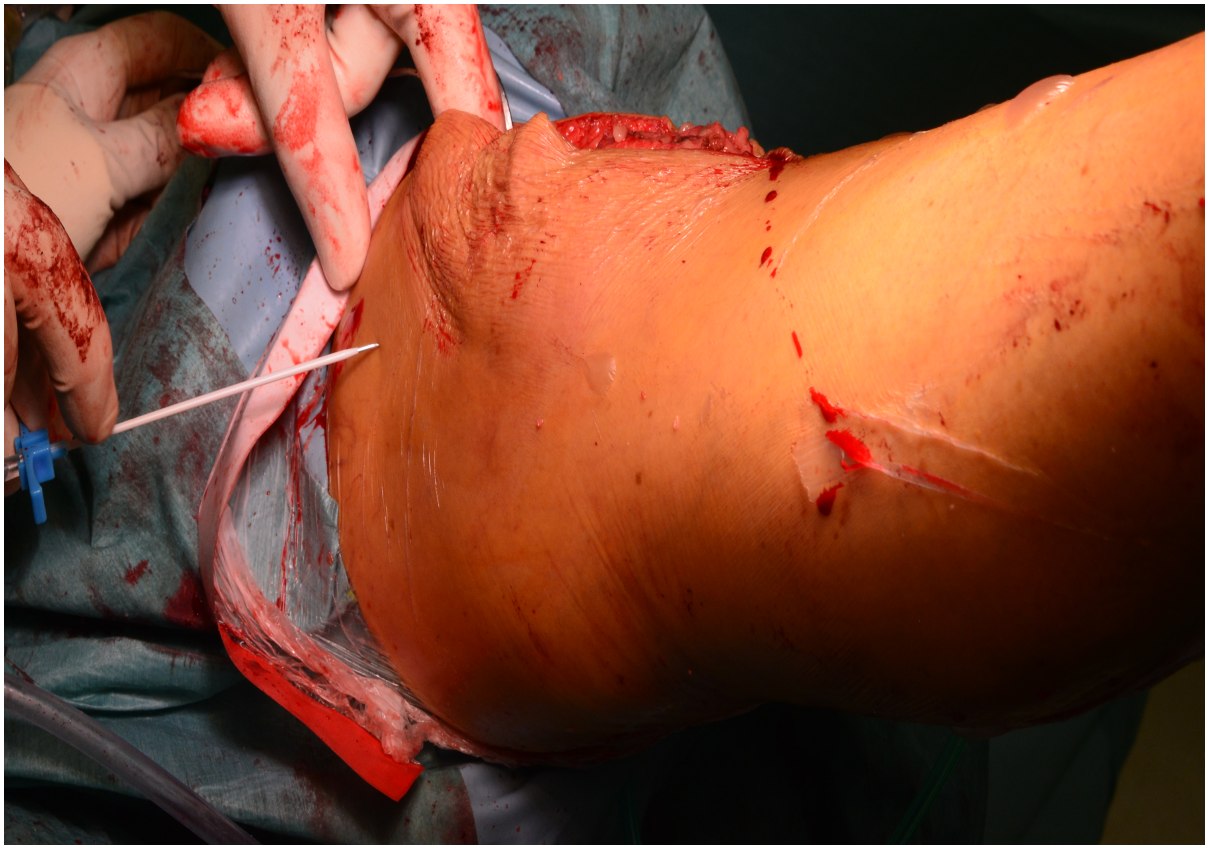

Abbildung 5: Anlage des intraartikulären Katheters.

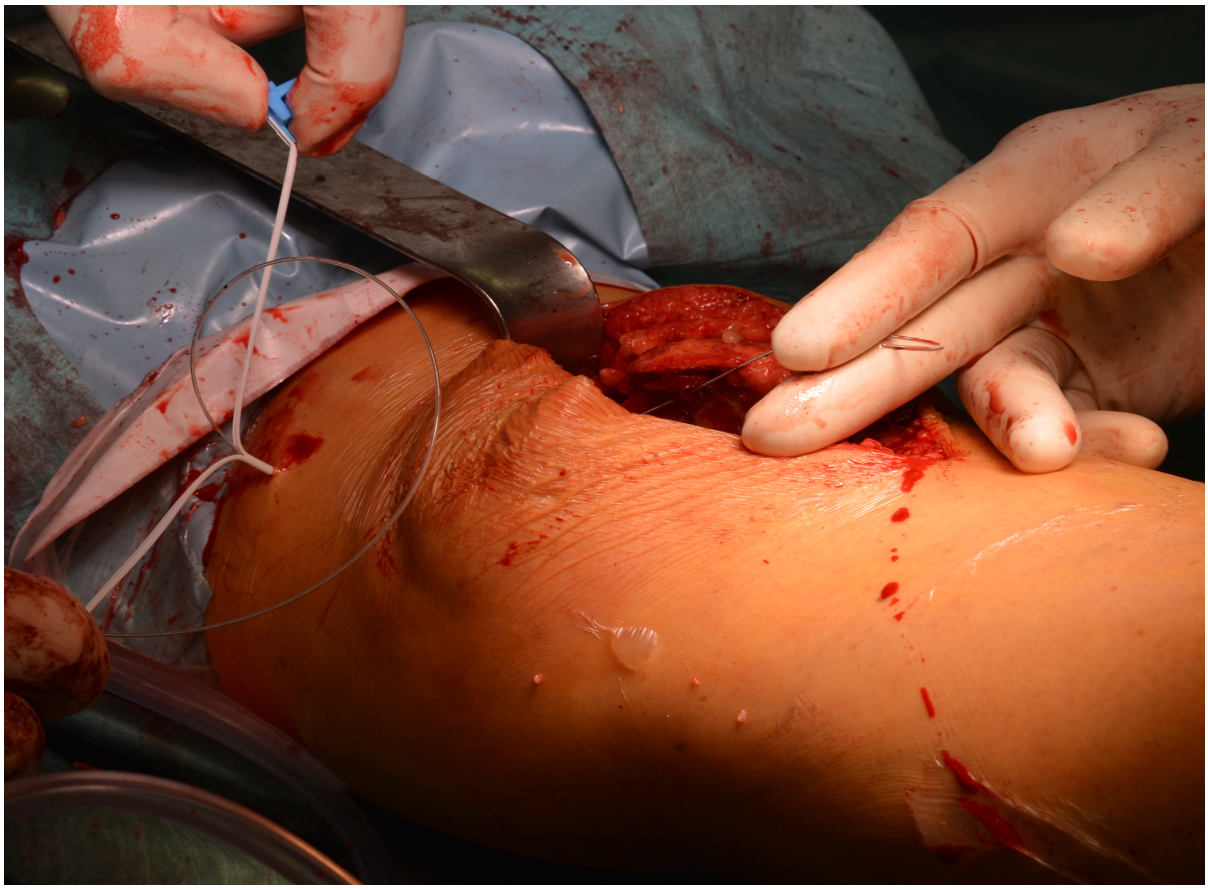

Abbildung 6: Anlage des intraartikulären Katheters.

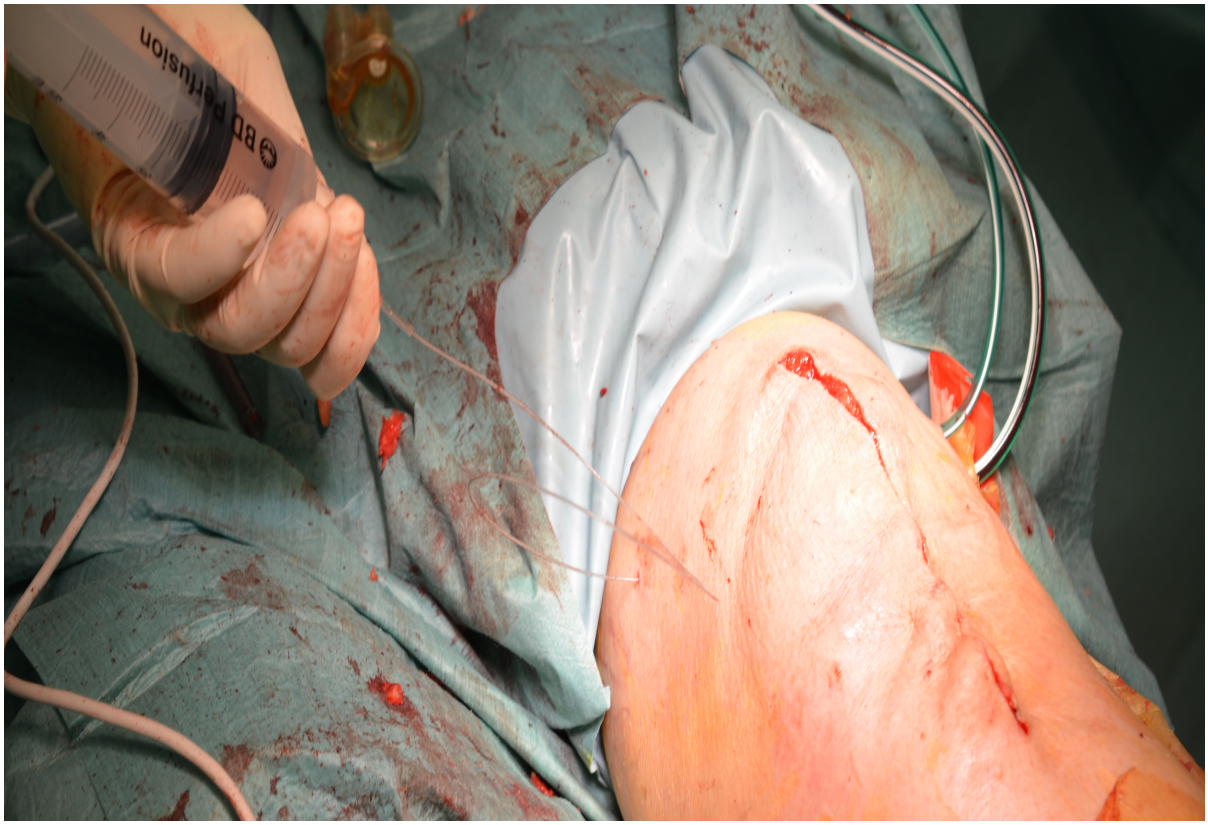

Abbildung 7: Intraartikuläre Infiltration von entzündungs- und schmerzhemmenden Mitteln.

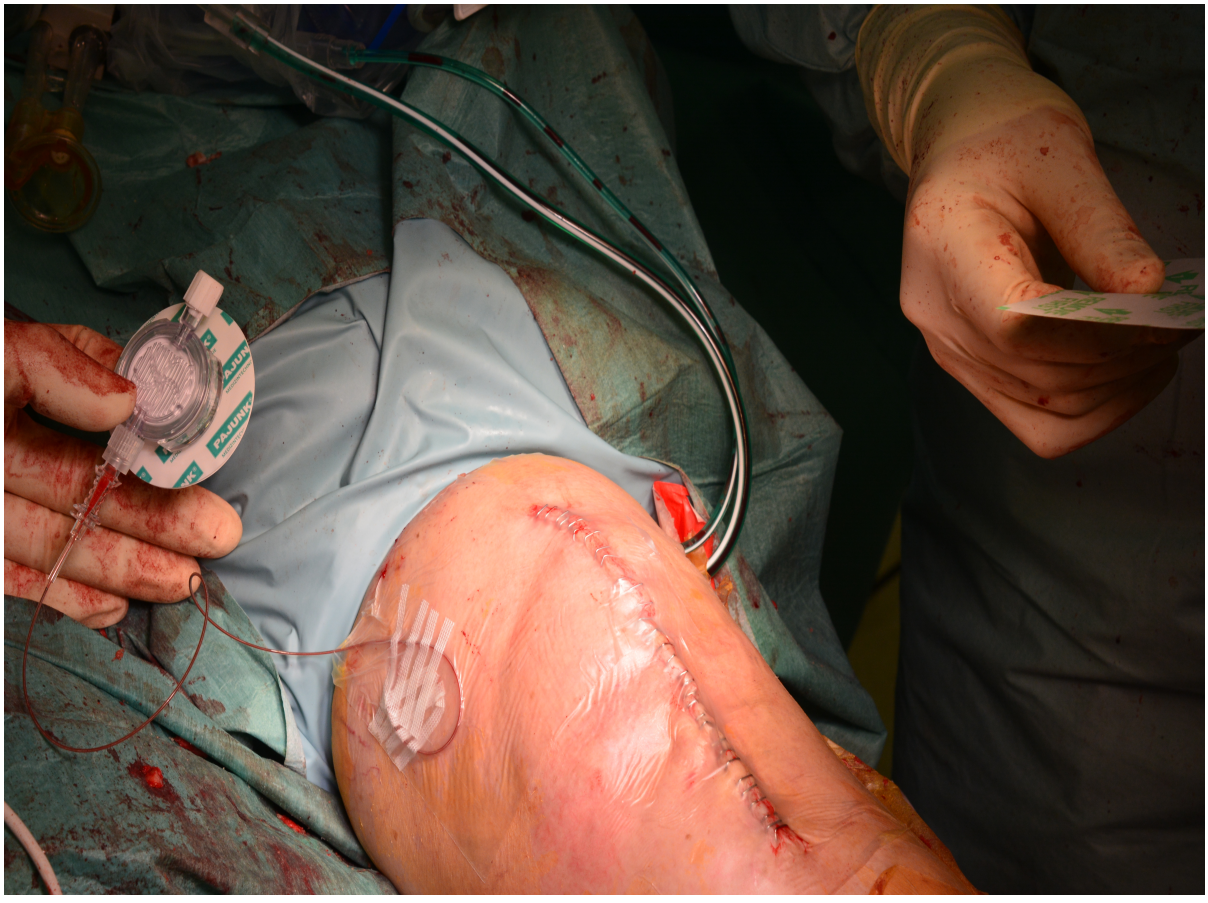

Abbildung 8: Fixierung des intraartikulären Katheters.

Im AWR wurde:

- der i.a. Katheter mit Naropin-Perfusor bestückt
- das i.a. Redon nach 1-2 Std. auf Sog gestellt
- nach 1 Std. die Schmerzen nach Fragebogen erhoben (VAS)



Abbildung 9: Anschluss des intraartikulären Katheters an die Schmerzpumpe.

Auf Station postoperativ wurde:

- das i.a Redon nach 5-6 Std. auf Überlauf gestellt und
- der Naropin-Perfusor auf 10 ml/h gestellt
- das i.a. Redon am ersten, spätestens am zweiten Tag gezogen
- der i.a. Schmerzkatheter nach 3-5 Tagen gezogen
- nach 3 Std. und 6 Std. die Schmerzen nach Fragebogen erhoben (VAS)
- die o.g klinischen Parameter postoperativ am 1. postop Tag, 2. postop. Tag, 3. postop. Tag, 4. postop. Tag, 5. postop. Tag, 6. postop. Tag untersucht.

2.3) KSS - Score

Der Knie-Society-Score (KSS) wird in Knie-Score und Funktions-Score unterteilt. Der Knie-Score beurteilt das Gelenk und der Funktions-Score die Fähigkeit des Patienten, zu gehen und Treppen zu steigen. Der Knie-Score enthält drei Parameter, die Schmerzintensität, die Kniestabilität und den Bewegungsumfang. Der maximale Wert beim Knie-Score ist 100 Punkte. Davon entfallen 50 Punkte auf den Schmerz, 25 Punkte auf die Kniestabilität und 25 Punkte auf den Bewegungsumfang. Punktabzüge geben mögliche Flexionskontrakturen, Streckdefizite und Beinachsdeformitäten. Der zweite Teil von KSS beurteilt die Kniefunktion bzw. die Gehstrecke des Patienten, die Fähigkeit des Patienten, Treppen zu steigen und die Notwendigkeit von Gehhilfen. Der maximale Wert im Funktionsscore sind ebenfalls 100 Punkte. Die Punkte teilen sich in 50 Punkte für die maximale Gehstrecke und 50 Punkte für die Fähigkeit zum Treppensteigen auf. Bei Verwendung von Gehhilfen werden entsprechende Punkte abgezogen. In der vorliegenden Studie wurde aufgrund der kurzzeitigen Nachuntersuchungsdauer (1 Tag präoperativ und 6 Tage postoperativ) der zweite Teil vom KSS getrennt nicht beurteilt. Die meisten Patienten konnten am letzten Untersuchungstag (sechster postoperativer Tag) entweder noch nicht Treppen steigen oder sie hatten es mit dem Physiotherapeuten noch nicht geübt. Die maximale Gehstrecke konnte ebenso wenig beurteilt werden, weil die Patienten noch unter stationären Bedingungen in der Klinik waren. Was die Gehhilfen betrifft, waren alle Patienten bis zum sechsten postoperativen Tag auf Unterarmgehstützen angewiesen.

2.4) EQ-5D-5L – Score

(mit freundlicher Genehmigung von EuroQol Research Foundation)

Der EQ-5D-5L-Score bewertet das allgemeine Gesundheitsniveau der Patienten. Er umfasst fünf unterschiedliche Kategorien der Patientengesundheit: Mobilität, Selbstversorgung, allgemeine Aktivitäten, Schmerzintensität und Angst oder Depression. Jede Kategorie hat fünf Stufen (keine Probleme, leichte Probleme, mäßige Probleme, schwere Probleme, extreme Probleme). Zum Beispiel ist das ideale Gesundheitsniveau mit Stufe 1 in jeder Kategorie definiert. In der vorliegenden Studie wurde die Zahl der Patienten von jeder Kategoriestufe zwischen beiden Untersuchungsgruppen (Femoraliskathetergruppe und i.a-Kathetergruppe) nachuntersucht und verglichen [20].

2.5) Dosierungen der Medikamente

Regionalanästhesie

- 20 ml Ropivacain 0,75 % (Naropin) zur N. Femoralis-Blockade
- 20 ml Ropivacain 0,75 % (Naropin) zur Single Shot-N. Ischiadicus Blockade

Periartikuläre Infiltration

- 30 ml (3 Amp) Bupivacain 0,5 % mit Epinephrin 0,0005 % (entsprechend 150 mg Bupivacainhydrochlorid und 0,15 mg Epinephrin)
- 1 ml (1 Amp) Morphin (10 mg)
- 2 ml (1 Amp) Ketoprofen (100 mg)
- 47 ml Nacl 0,9 %

Durch den Schmerzkatheter (sowohl Femoralis als auch intraartikulärer Katheter) wurde postoperativ Ropivacain 2 mg/ml (Infusionslösung) verabreicht (direkt postoperativ auf 10 ml/h gestellt und dann nach Bedarf des Patienten).

Mögliche Nebenwirkungen der Präparate (nach Häufigkeit)

Ropivacain:
Allergische Reaktion, Hypotonie (die zu Schwindel, Benommenheit führen kann), Übelkeit, Kopfschmerzen, Erbrechen

Bupivacain mit Epinephrin:
Allergische Reaktionen, Erbrechen, aufgrund von Epinephrin ferner Herzklopfen, Hypertonie, Kopfschmerzen (in Narkose jedoch unwahrscheinlich)

Ketoprofen:
Peptische Ulcera (bei jedoch i.d.R. regelmässiger Einnahme), Übelkeit, Erbrechen, Kopfschmerzen, Schwindel, Allergische Reaktionen

Morphin:
Kopfschmerzen, Schwindel, Eyphorie, Erbrechen, Schwitzen, Störungen bei Blasenentleerung

Das Risiko für das Auftreten dieser Nebenwirkungen (außer Allergien) ist zumeist abhängig vom Dosisbereich und der Anwendungsdauer und im vorliegenden, nicht dauerhaften Gebrauch gering. Beim Bestücken der Schmerzmittelpumpe am Schmerzkatheter (sowohl Femoraliskatheter als auch intraartikulärer Katheter) besteht prinzipiell ein Infektionsrisiko und wird daher unter strengst sterilen Kautelen durchgeführt. Mögliche nicht-vorhersehbare allergische Reaktionen wurden präoperativ abgefragt und intra-/ perioperativ kritisch beobachtet.

2.6) Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung erfolgte unter Zuhilfename des Statistikprogramms SPSS für Windows in der Version 12.0. Zur Überprüfung ob die zentrale Tendenz der zwei verschiedenen Stichproben unterschiedlich war, wurde der nichtparametrische Mann-Whitney-U-Test für unabhängige Stichproben benutzt. Ein Signifikanzniveau von Alpha=5% ($p<0,05$) wurde festgelegt. Folgende Messungen wurden mittels Inferenzstatistik auf Unterschiede hin geprüft: VAS-Werte, KSS Teil 1-Werte, KSS Teil 1+2-Werte und Kniebeweglichkeit. Für die deskriptiven statistischen Verfahren in Form von Tabellen und Diagrammen wurde das Tabellenkalkulationsprogramm Microsoft Excel verwendet. Es wurden durch Tabellen und Diagrammen die folgenden Parameter dargestellt: Geschlechtsverteilung und Durchschnittsalter der Patienten, VAS Score, Bedarf an Zusatzschmerzmedikation, KSS Teil 1, KSS Teil 1+2, Kniebeweglichkeit, Fähigkeit des Patienten, das operierte Bein anzuheben, Katheterdauer. Der Mittelwert und die Standardabweichung der o.g Parameter wurden mit der Hilfe des Microsoft Excel Programms zusätzlich berechnet. Zum Schluss wurde der EQ-5D-5L-Score durch Diagrammen analysiert.

3) Ergebnisse

3.1) Patientengruppe

50 Patienten wurden eingeschlossen, davon 31 Frauen (62%) und 19 Männer (38%). Das durchschnittliche Alter aller Patienten betrug 67 Jahren.

Die Femoraliskatheter-Gruppe (Kontrollgruppe) umfasste 15 Frauen (60%) und 10 Männer (40%). Die i.a-Katheter-Gruppe (Interventionsgruppe) umfasste 16 Frauen (64%) und 9 Männer (36%).

Das durchschnittliche Alter der Kontrollgruppe betrug 64,7 Jahren. Das durchschnittliche Alter der Interventionsgruppe betrug 69,4 Jahren.

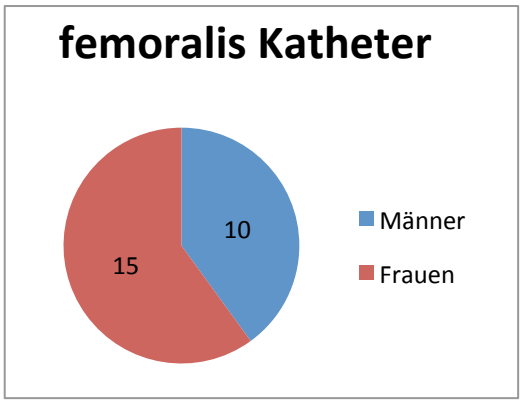

Abbildung 10: Patientenzahl und Geschlecht in der Kontrollgruppe der Arbeit (Sportklinik-Stuttgart, 2013-2014).

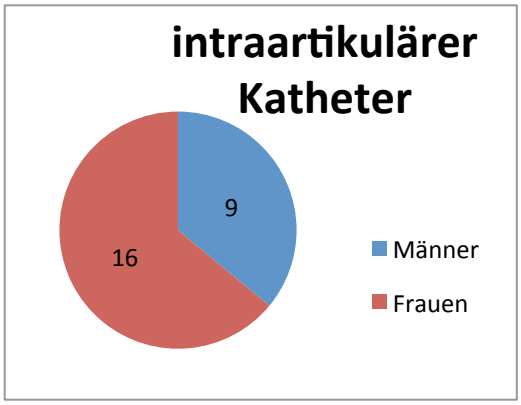

Abbildung 11: Patientenzahl und Geschlecht in der Interventionsgruppe der Arbeit (Sportklinik-Stuttgart, 2013-2014).

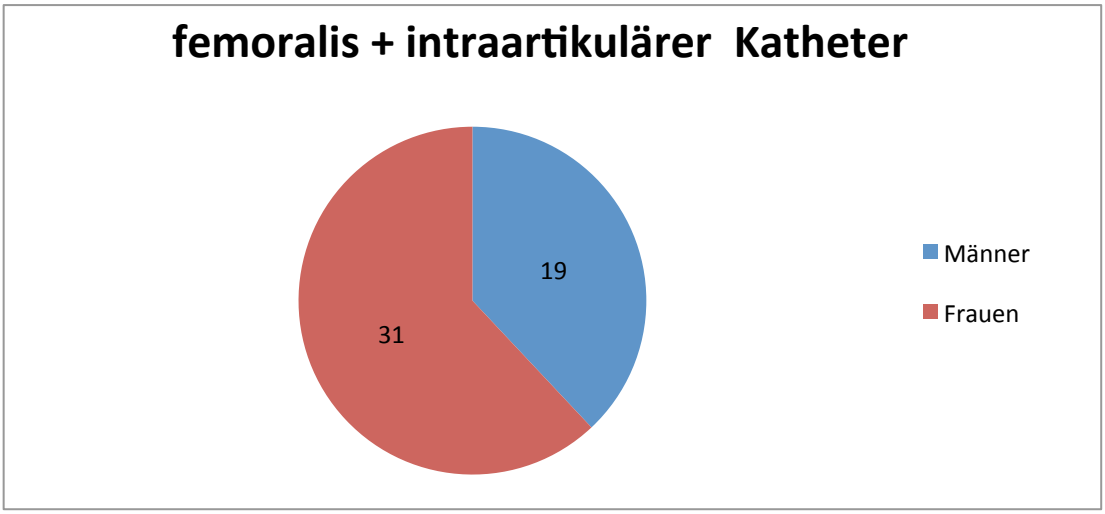

Abbildung 12: Patientenzahl und Geschlecht in beiden Gruppen der Arbeit (Sportklinik-Stuttgart, 2013-2014).

Tabelle 5: Patientenzahl und Durchschnittsalter in der Kontrollgruppe (Femoraliskatheter-Gruppe), Interventionsgruppe (intraartikulärer-Katheter-Gruppe) und beiden Gruppen.

Patientengruppe			
	femoralis Katheter	***intraartikulärer Katheter***	***beide Gruppen***
Patientenzahl	25	25	50
Durchschnittsalter	64,7	69,4	67

3.2) VAS

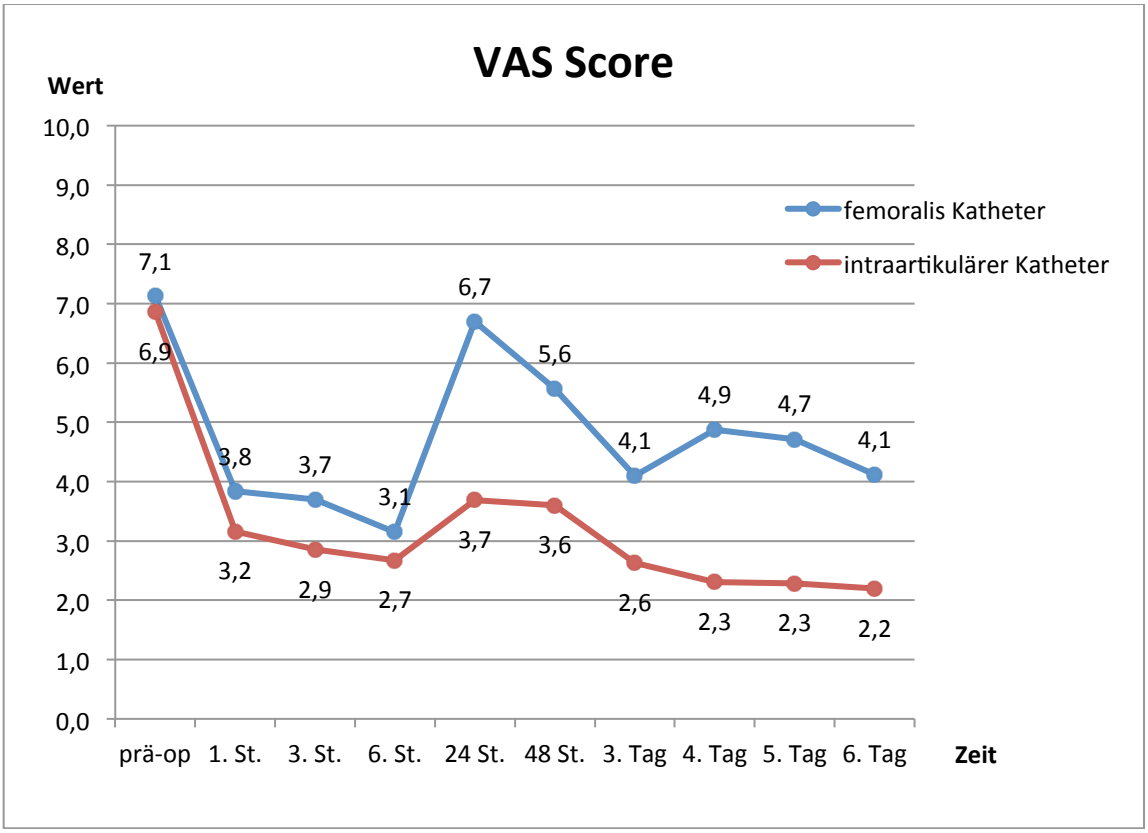

Abbildung 13: VAS-Werte der Patienten von beiden Gruppen der Arbeit (Sportklinik-Stuttgart, 2013-2014). VAS: Visuelle Analogskala.

Die Schmerzen der Patienten wurden durch die Visuelle-Analog-Skala bestimmt. (kein Schmerz: 0 bis extreme Schmerzen: 10). Bei der Patientennachuntersuchung ergab sich 24Std postoperativ in der Femoraliskatheter-Gruppe ein durchschnittlicher VAS-Wert von 6,7 und in der i.a-Katheter-Gruppe ein durchschnittlicher VAS Wert von 3,7. Für die ersten 24 Stunden nach der Operation war ein signifikanter Unterschied im VAS-Score messbar. Die Patienten der i.a-Katheter-Gruppe hatten signifikant weniger Schmerzen als die Patienten der Femoraliskatheter-Gruppe ($p < 0,05$) (Tabelle 6).

Tabelle 6: VAS-Score (gesamte Arbeit, Sportklinik-Stuttgart, 2013-2014, detailliert). Die rot markierten Werte sind statistisch signifikant ($p < 0,05$). i.a: intraartikulär.

VAS Score

Gruppe	Patient	prä-op	1. St.	3. St.	6. St.	24 St.	48 St.	3. Tag	4. Tag	5. Tag	6. Tag
femoralis katheter	1	7	4	4	2	4,5	4,5	4	4,5	6,5	6,5
femoralis katheter	2	9	0	0	0	9	4,5	0	4,5	2	3,5
femoralis katheter	3	7	9	9	9	9	6,5	4	3	3,5	3,5
femoralis katheter	4	8,5	6	6	6,5	9	9	8	8	8,5	7
femoralis katheter	5	9	4	4	4	9	5,5	5	5,5	5	4,5
femoralis katheter	6	6,5	1	1	1	7	2,5	5	6,5	5	3
femoralis katheter	7	8	2	2,5	2	4,5	2	4	4,5	8	3,5
femoralis katheter	8	3	0	0	2	7	5,5	6	4,5	8	3,5
femoralis katheter	9	7	5	6	5,5	9	8	5,5	5	4	3,5
femoralis katheter	10	8	8	8	0	10	10	9	9	7,5	5,5
femoralis katheter	11	8	7	7	5,5	7	7,5	5	5,5	5	5,5
femoralis katheter	12	10	2	2,5	2,5	10	5,5	8	8	7	7
femoralis katheter	13	2,5	0	1	2,5	6	5,5	6,5	4	3	2,5
femoralis katheter	14	6,5	0	0,5	0,5	7,2	0,7	2,5	1,5	3	1,5
femoralis katheter	15	8	1	1,5	1,5	4	8,6	2,5	2,8	4,6	4,8
femoralis katheter	16	7	4	4,6	4	5	4,6	2	2,8	4,3	4,7
femoralis katheter	17	7	3	3,8	3,3	7	7,5	6	6,8	5	4,8
femoralis katheter	18	9	2	2,5	2,8	4	2,9	2	7,2	5	5,3
femoralis katheter	19	6	3	3,5	3,4	8	7,2	6	6,1	5	5,2
femoralis katheter	20	7	0,2	0,2	0,2	1	1,8	2	2,3	2	2,8
femoralis katheter	21	3,6	5,1	5	5,2	4,5	5,8	0,5	1,9	1	1
femoralis katheter	22	6	10	5,4	0,8	1,8	6	1	1,8	1	1,5
femoralis katheter	23	9	9	6	6,5	9	6,5	3	8	8	4,6
femoralis katheter	24	8,5	8	8,5	8	9	6,6	1	3,3	1	1,8
femoralis katheter	25	7	2,6	0	0	6	4,5	4	4,8	5	6
Mittelwert		7,1	3,8	3,7	3,1	6,7	5,6	4,1	4,9	4,7	4,1
Standardabw.		1,9	3,2	2,8	2,6	2,5	2,3	2,4	2,2	2,3	1,7
p-Werte		**prä-op**	**1. St.**	**3. St.**	**6. St.**	**24 St.**	**48 St.**	**3. Tag**	**4. Tag**	**5. Tag**	**6. Tag**
		0,3272	0,5737	0,3177	0,6908	<0,001	0,006	0,036	<0,001	<0,001	<0,001

Gruppe	Patient	prä-op	1. St.	3. St.	6. St.	24 St.	48 St.	3. Tag	4. Tag	5. Tag	6. Tag
i.a. Katheter	26	8	2	2	0	2	2,2	1	1,3	1	1,5
i.a. Katheter	27	8	5	5	4	6	5,2	5	5,4	5	4
i.a. Katheter	28	5,5	3	3,5	3,1	5	5	5	4,1	3,7	3
i.a. Katheter	29	6,4	1	1	1	3	2	1,5	2,2	2,1	2
i.a. Katheter	30	8,4	2	2	2	2,5	3	2	2	2,5	2,5
i.a. Katheter	31	7	3	3	3	2	2	3	1,5	2	1,5
i.a. Katheter	32	7	2	2,5	2,1	2	2	3	2,6	1,3	1
i.a. Katheter	33	6,5	3	4	3	1,5	1,5	2	1	2	2,5
i.a. Katheter	34	8	0,3	0,1	0,1	1	2	1	0,8	0,5	0,5
i.a. Katheter	35	6	5	4	4	5,2	4,8	1	0	0	0
i.a. Katheter	36	8	2	2,1	2,3	5	5,5	4	4,2	8	8
i.a. Katheter	37	8	8	0	0	4	4,3	2	2,1	2	1
i.a. Katheter	38	8,5	8	6	6	7	6,1	6	4,1	4	3,2
i.a. Katheter	39	5	0	1	1	0	0	0	0	0	0
i.a. Katheter	40	6	7	7	7	2	2,4	2	3,1	3	2
i.a. Katheter	41	10	0	0	0	6	6,3	6,5	3,2	1	1,2
i.a. Katheter	42	8	4	4,1	4,2	5	5,3	3	3,2	2	2
i.a. Katheter	43	7,5	0	0	0	3	1	1	1,8	1,3	2
i.a. Katheter	44	6	2,5	2,5	2	0,5	0	0	0	0	0
i.a. Katheter	45	2,3	3	3,5	3,9	6	5	2,8	2,5	2,5	3
i.a. Katheter	46	4	3,2	3	3	2,7	2	0,7	0,3	0,3	0,3
i.a. Katheter	47	6,5	3	3	4	6,7	5,8	3	2,5	2	2
i.a. Katheter	48	5,5	4	4	7	7	7,2	2,1	3	4	4,2
i.a. Katheter	49	9	7	7	3,1	7	7,2	6	5,3	6	6
i.a. Katheter	50	6,5	1	1	1	0	2,2	2	1,5	1	1,5
Mittelwert		6,9	3,2	2,9	2,7	3,7	3,6	2,6	2,3	2,3	2,2
Standardabw.		1,7	2,4	2,0	2,1	2,3	2,2	1,9	1,6	2,0	1,9

3.3) Bedarf an Zusatzschmerzmedikation

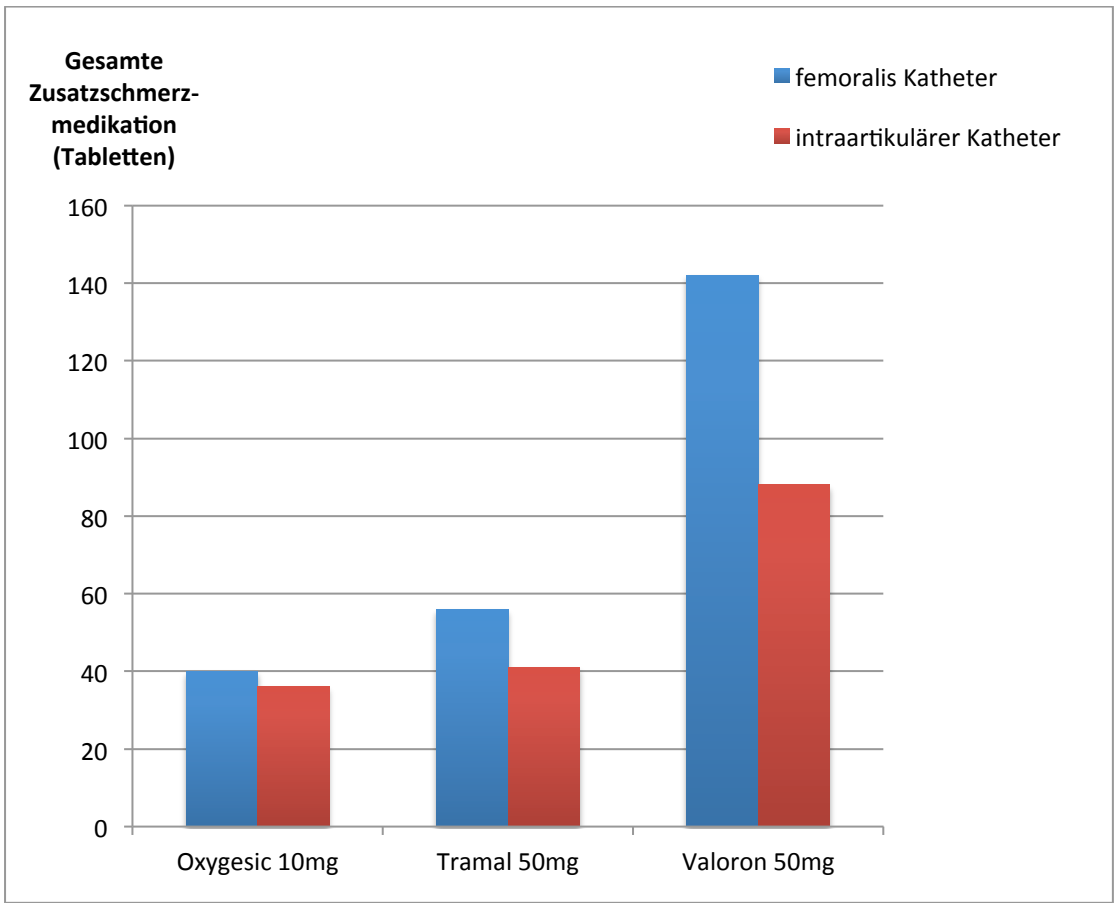

Abbildung 14: Patientenbedarf von beiden Gruppen der Arbeit (Sportklinik-Stuttgart, 2013-2014) an Zusatzschmerzmedikation.

Die Patienten von beiden Gruppen haben postoperativ zusätzliche Schmerzmedikation nach Bedarf eingenommen. Die Frequenz der Verabreichung von Opioiden im Zeitraum der Arbeit wurde berechnet und wird auf der Abbildung 14 dargestellt. Der Bedarf an Opioiden war in der i.a-Katheter-Gruppe niedriger als in der Femoraliskatheter-Gruppe.

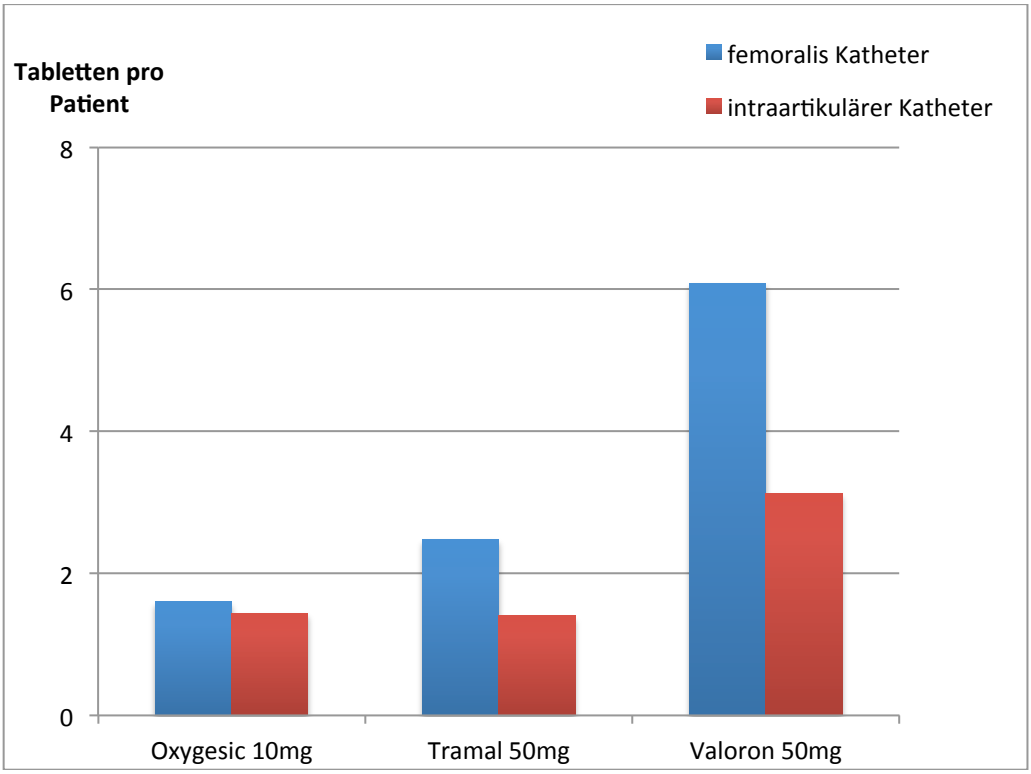

Abbildung 15: Durchschnittliche Zusatzschmerzmedikation pro Patient in beiden Gruppen der Arbeit (Sportklinik-Stuttgart, 2013-2014).

Der durchschnittliche Bedarf an Opioiden pro Patient war in der i.a-Katheter-Gruppe niedriger als in der Femoraliskatheter-Gruppe.

Tabelle 7: Mittelwert und Standardabweichung der Tabletteneinnahme pro Patient der beiden Gruppen der Arbeit (Sportklinik-Stuttgart, 2013-2014).

Mittelwert +/- Standardabweichung			
	Oxygesic 10mg	Tramal 50mg	Valoron 50mg
femoralis Katheter	1,6 +/- 3,79	2,48 +/- 2,7	6,08 +/- 7,92
intraartikulärer Katheter	1,44+/- 4,49	1,4 +/- 2.04	3,12 +/- 4,77

3.4) KSS Teil 1

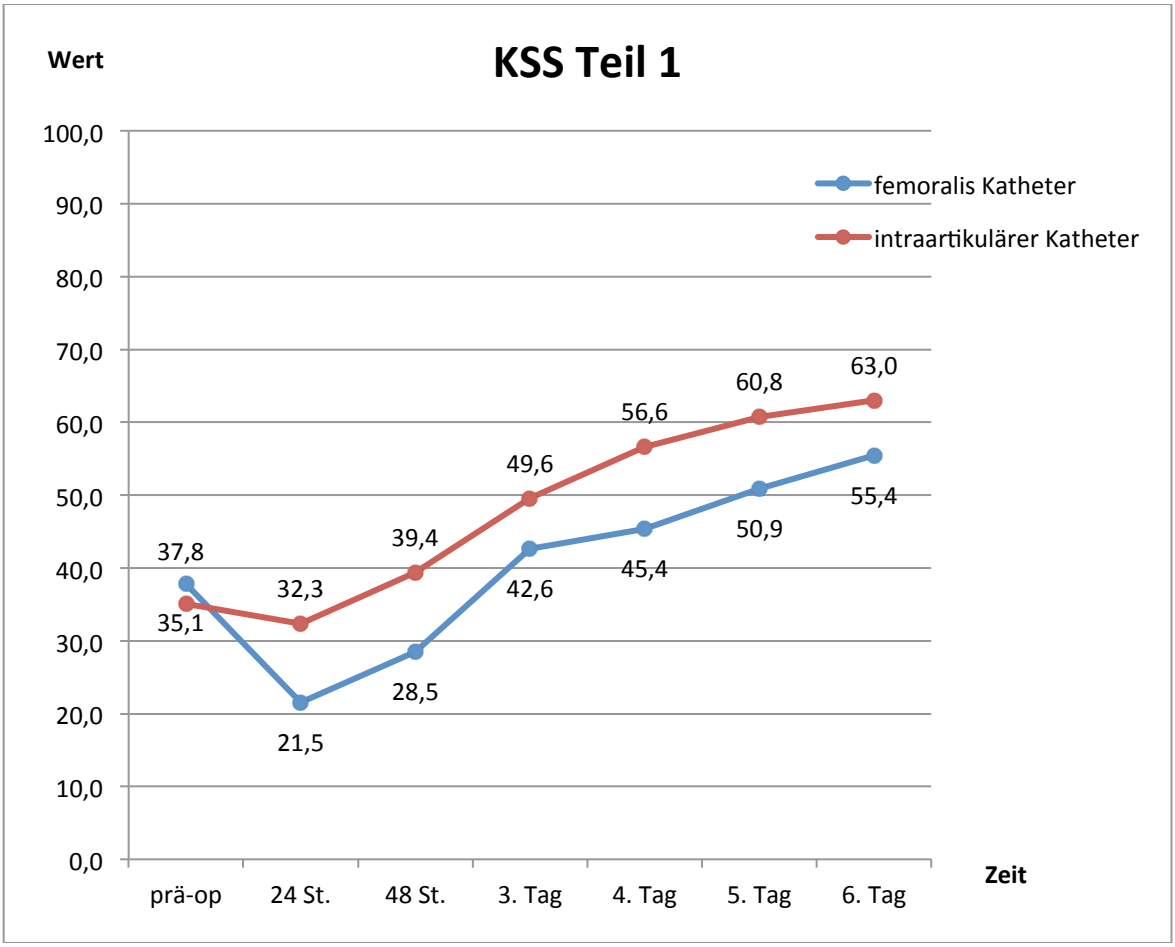

Abbildung 16: KSS Teil 1-Werte der Patienten von beiden Gruppen der Arbeit (Sportklinik-Stuttgart, 2013-2014). KSS: Knie Society Score.

KSS-Score Teil 1 betrifft die Schmerzen der Patienten, die Kniebeweglichkeit, die Achse des betroffenen Beines und die Kniestabilität. Bei der vorliegenden Arbeit zeigt sich, dass die Patienten der i.a-Katheter-Gruppe höhere Werte postoperativ haben als die Patienten der Femoraliskatheter-Gruppe. Man kann also sagen, dass die i.a-Katheter-Gruppe deutliche Vorteile im KSS-Score Teil 1 hat.

Tabelle 8: KSS Teil 1 (gesamte Arbeit, Sportklinik-Stuttgart, 2013-2014, detailliert). Die rot markierten Werte sind statistisch signifikant ($p < 0,05$). Wobei die Werte des vierten und sechsten Tags knapp unter der Signifikanzschwelle liegen. i.a: intraartikulär.

KSS Teil 1

Gruppe	Patient	prä-op	24 St.	48 St.	3. Tag	4. Tag	5. Tag	6. Tag
femoralis Katheter	1	44	39	57	49	51	51	51
femoralis Katheter	2	33	11	21	62	64	64	68
femoralis Katheter	3	36	25	47	47	51	65	65
femoralis Katheter	4	36	25	25	27	37	51	51
femoralis Katheter	5	43	9	19	23	24	25	35
femoralis Katheter	6	62	19	35	37	37	51	51
femoralis Katheter	7	46	39	39	53	58	63	77
femoralis Katheter	8	50	19	21	25	25	25	29
femoralis Katheter	9	46	14	18	28	42	46	56
femoralis Katheter	10	38	16	18	22	22	48	48
femoralis Katheter	11	36	19	35	49	49	51	51
femoralis Katheter	12	32	9	11	13	21	23	33
femoralis Katheter	13	52	31	41	43	53	53	55
femoralis Katheter	14	46	32	46	48	50	64	84
femoralis Katheter	15	36	22	34	77	79	79	79
femoralis Katheter	16	22	9	31	58	66	66	66
femoralis Katheter	17	42	11	11	23	25	38	41
femoralis Katheter	18	16	31	33	37	51	53	53
femoralis Katheter	19	58	11	13	15	17	38	39
femoralis Katheter	20	16	56	51	51	51	53	53
femoralis Katheter	21	58	21	21	71	68	68	68
femoralis Katheter	22	25	27	27	74	76	76	76
femoralis Katheter	23	36	13	17	47	17	15	61
femoralis Katheter	24	18	9	9	34	48	53	53
femoralis Katheter	25	18	21	33	53	53	53	43
Mittelwert		37,8	21,5	28,5	42,6	45,4	50,9	55,4
Standardabw.		13,3	11,7	13,3	18,0	18,2	16,4	14,7
p-Werte		**prä-op**	**24 St.**	**48 St.**	**3. Tag**	**4. Tag**	**5. Tag**	**6. Tag**
		0,9304	0,012	0,022	0,252	0,0535	0,0297	0,0535

Gruppe	Patient	prä-op	24 St.	48 St.	3. Tag	4. Tag	5. Tag	6. Tag
i. a. Katheter	26	18	31	43	51	51	53	53
i. a. Katheter	27	33	21	21	27	37	37	39
i. a. Katheter	28	25	11	11	25	35	39	41
i. a. Katheter	29	39	16	38	42	42	56	58
i. a. Katheter	30	30	29	31	35	64	66	68
i. a. Katheter	31	22	18	36	46	48	58	58
i. a. Katheter	32	23	19	23	33	37	37	43
i. a. Katheter	33	43	46	46	65	69	71	71
i. a. Katheter	34	16	41	31	60	62	66	66
i. a. Katheter	35	24	21	35	62	64	71	73
i. a. Katheter	36	34	35	35	35	37	39	40
i. a. Katheter	37	43	33	33	68	68	68	68
i. a. Katheter	38	24	21	33	37	61	68	68
i. a. Katheter	39	67	70	76	76	78	80	80
i. a. Katheter	40	45	49	55	59	61	61	61
i. a. Katheter	41	34	53	53	47	67	67	79
i. a. Katheter	42	38	24	38	52	52	54	54
i. a. Katheter	43	44	48	83	85	85	86	86
i. a. Katheter	44	64	67	67	70	79	79	81
i. a. Katheter	45	34	21	34	45	47	66	68
i. a. Katheter	46	38	39	42	42	51	51	61
i. a. Katheter	47	30	29	29	47	49	49	59
i. a. Katheter	48	49	36	38	50	80	84	84
i. a. Katheter	49	38	11	11	33	35	37	41
i. a. Katheter	50	22	19	43	47	57	76	76
Mittelwert		35,1	32,3	39,4	49,6	56,6	60,8	63,0
Standardabw.		12,8	16,1	17,3	15,4	15,1	15,2	14,4

3.5) KSS Teil 1+2

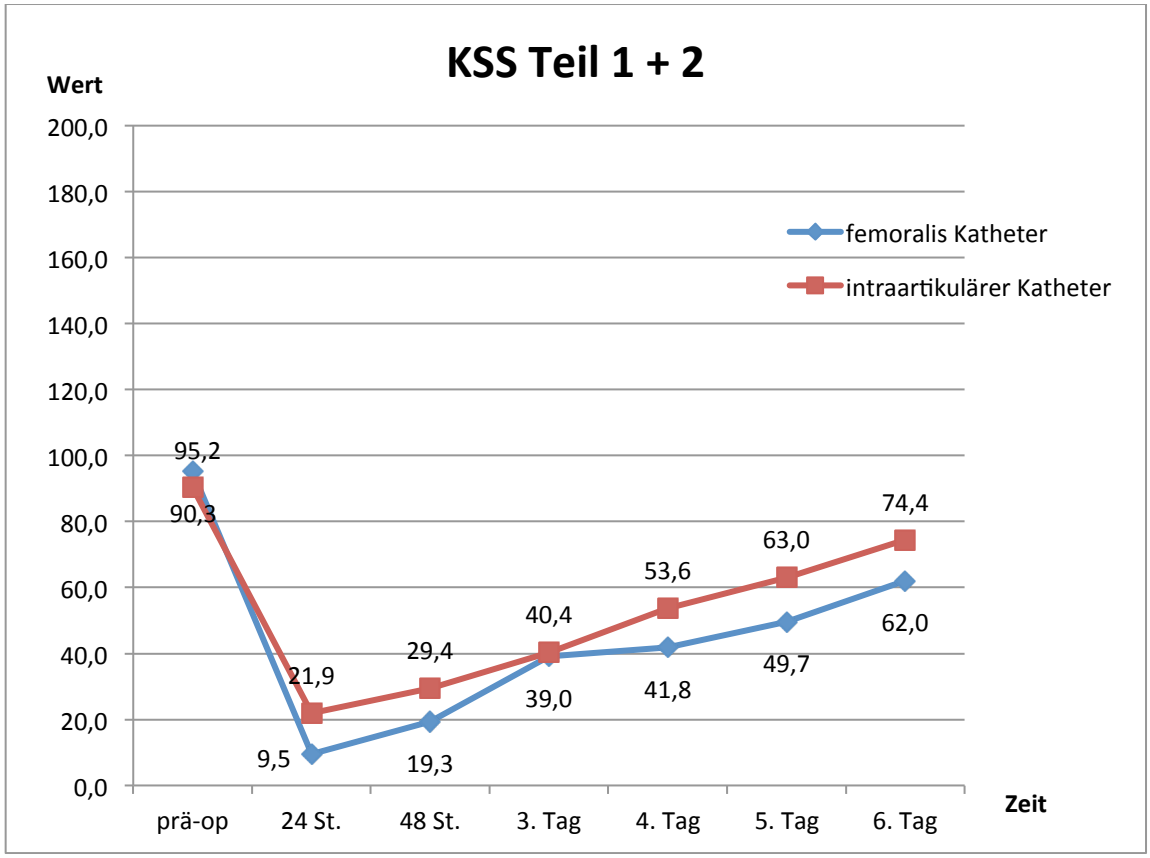

Abbildung 17: KSS Teil 1+2-Werte der Patienten von beiden Gruppen der Arbeit (Sportklinik-Stuttgart, 2013-2014). KSS: Knie Society Score.

KSS Teil 2 betrifft die funktionellen Ergebnisse der Operation wie z.B das Laufen, das Treppensteigen und die Notwendigkeit von Gehhilfen. Das o.g Diagramm zeigt die Werte des gesamten KSS-Scores (Teil 1+2). Nach 24 und 48 Stunden waren die Werte der Patienten der i.a-Katheter-Gruppe statistisch signifikant höher ($p < 0,05$) als die Werte der Patienten der Femoraliskatheter-Gruppe. Präoperativ hatten die Patienten der i.a-Katheter-Gruppe durchschnittlich 90,3 Punkte, während die Patienten der Femoraliskatheter-Gruppe 95,2 Punkte hatten. Noch am letzten Tag der Studie hatten die Patienten der i.a-Katheter-Gruppe mehr Punkte (durchschnittlich 74,4 Punkte) als die Patienten der Femoraliskatheter-Gruppe (durchschnittlich 62,2 Punkte).

Tabelle 9: KSS Teil 1 + 2 (gesamte Arbeit, Sportklinik-Stuttgart, 2013-2014, detailliert). Die rot markierten Werte sind statistisch signifikant ($p < 0,05$). Man kann also sagen, dass die i.a-Katheter-Gruppe deutliche Vorteile im KSS-Score (Teil 1+2) hat. i.a: intraartikulär.

KSS Teil 1 + 2

Gruppe	Patient	prä-op	24 St.	48 St.	3. Tag	4. Tag	5. Tag	6. Tag
femoralis Katheter	1	114	29	47	69	71	71	71
femoralis Katheter	2	43	1	11	52	54	54	73
femoralis Katheter	3	51	15	37	37	41	55	55
femoralis Katheter	4	106	5	15	17	27	51	51
femoralis Katheter	5	103	-11	9	13	14	15	35
femoralis Katheter	6	122	9	25	27	27	41	71
femoralis Katheter	7	106	29	29	43	48	103	117
femoralis Katheter	8	115	9	11	15	15	15	19
femoralis Katheter	9	116	-6	8	18	32	36	56
femoralis Katheter	10	98	-4	-2	12	12	38	53
femoralis Katheter	11	81	9	25	39	39	41	56
femoralis Katheter	12	72	-11	1	3	11	13	23
femoralis Katheter	13	132	21	31	73	83	83	85
femoralis Katheter	14	101	22	36	38	40	54	134
femoralis Katheter	15	91	12	24	97	99	99	99
femoralis Katheter	16	92	-1	51	78	86	86	86
femoralis Katheter	17	92	1	1	13	15	28	31
femoralis Katheter	18	66	21	23	27	41	43	43
femoralis Katheter	19	138	1	3	5	7	28	29
femoralis Katheter	20	66	46	41	41	41	43	43
femoralis Katheter	21	138	11	11	61	58	58	88
femoralis Katheter	22	80	17	17	94	96	96	96
femoralis Katheter	23	71	3	7	37	7	5	51
femoralis Katheter	24	88	-1	-1	24	38	43	53
femoralis Katheter	25	98	11	23	43	43	43	33

	prä-op	24 St.	48 St.	3. Tag	4. Tag	5. Tag	6. Tag
Mittelwert	95,2	9,5	19,3	39,0	41,8	49,7	62,0
Standardabw.	25,2	13,5	15,3	26,8	27,5	27,2	29,6

Gruppe	Patient	prä-op	24 St.	48 St.	3. Tag	4. Tag	5. Tag	6. Tag
i.a. Katheter	26	53	21	33	51	101	103	103
i.a. Katheter	27	78	11	11	17	27	27	29
i.a. Katheter	28	85	1	1	15	25	39	71
i.a. Katheter	29	69	16	28	32	32	46	58
i.a. Katheter	30	85	19	21	25	64	66	68
i.a. Katheter	31	67	8	26	36	38	48	58
i.a. Katheter	32	58	9	13	23	27	27	63
i.a. Katheter	33	113	36	36	55	59	91	91
i.a. Katheter	34	86	31	21	50	52	56	56
i.a. Katheter	35	74	11	25	52	54	91	93
i.a. Katheter	36	84	25	25	25	27	29	30
i.a. Katheter	37	113	23	23	58	58	58	58
i.a. Katheter	38	84	11	23	27	91	118	118
i.a. Katheter	39	137	50	66	66	68	80	80
i.a. Katheter	40	135	39	45	59	76	76	101
i.a. Katheter	41	84	43	43	37	57	57	99
i.a. Katheter	42	88	14	28	42	42	44	44
i.a. Katheter	43	94	38	73	75	75	106	106
i.a. Katheter	44	114	47	57	60	79	79	136
i.a. Katheter	45	104	11	24	35	37	56	58
i.a. Katheter	46	98	29	32	32	51	51	61
i.a. Katheter	47	100	19	19	37	49	49	59
i.a. Katheter	48	119	26	28	40	80	84	84
i.a. Katheter	49	88	1	1	23	25	27	31
i.a. Katheter	50	47	9	33	37	47	66	106

	prä-op	24 St.	48 St.	3. Tag	4. Tag	5. Tag	6. Tag
Mittelwert	90,3	21,9	29,4	40,4	53,6	63,0	74,4
Standardabw.	23,2	14,1	17,3	16,0	21,7	26,0	28,4

p-Werte	prä-op	24 St.	48 St.	3. Tag	4. Tag	5. Tag	6. Tag
	0,3773	0,0036	0,0446	0,6071	0,0775	0,0697	0,0639

3.6) Beweglichkeit

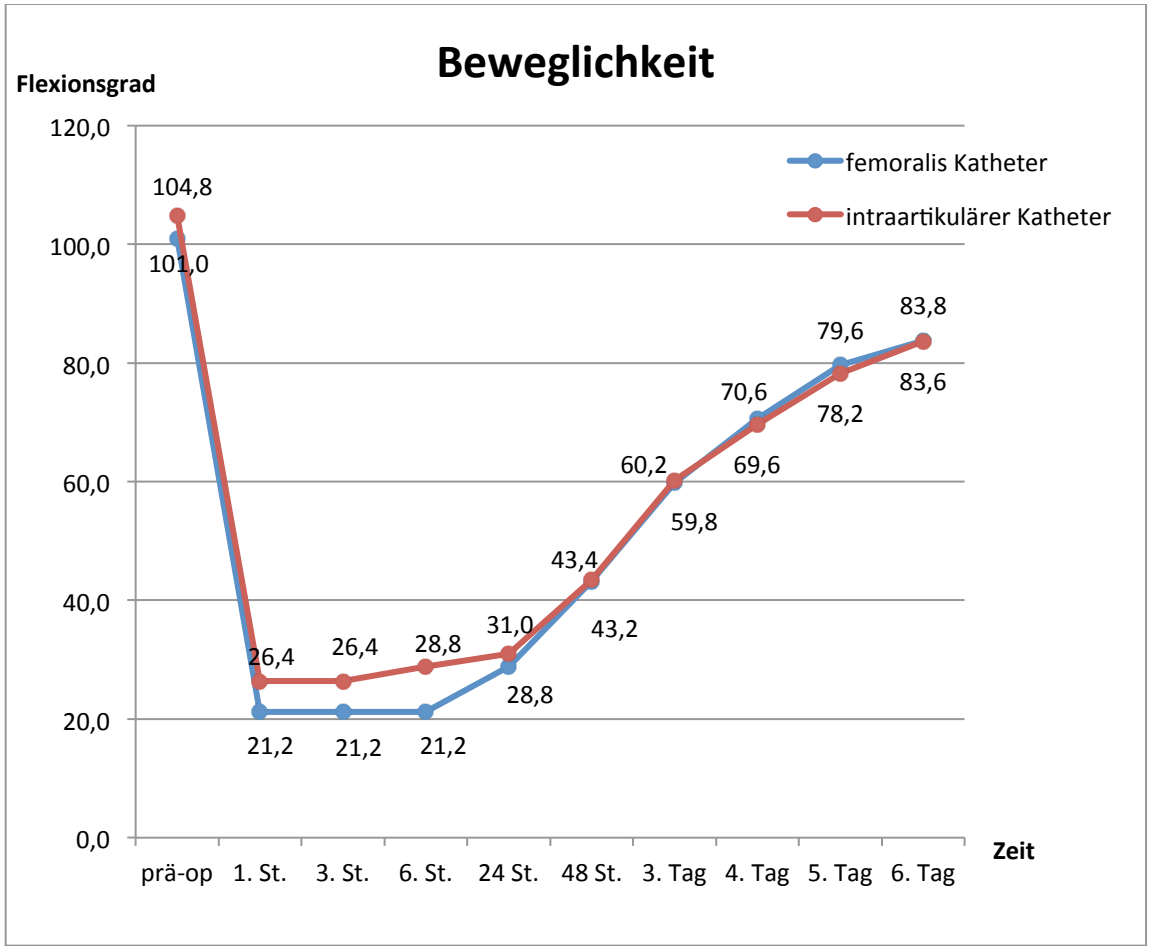

Abbildung 18: Werte der Knieflexion der Patienten von beiden Gruppen der Arbeit (Sportklinik-Stuttgart, 2013-2014).

Die postoperative Kniebeweglichkeit ist auch ein sehr wichtiger Faktor, der die Patientenzufriedenheit und den Operationserfolg widerspiegelt. 24 Stunden postoperativ konnten die Patienten der Femoraliskatheter-Gruppe das operierte Knie durchschnittlich bis 28,8° flektieren, während die Patienten der i.a-Katheter-Gruppe bis 31,0° flektieren konnten. Am letzten Untersuchungstag betrug die durchschnittliche Knieflexion in der i.a-Katheter-Gruppe 83,6°, während in der Femoraliskatheter-Gruppe 83,8° betrug. Bei der Nachuntersuchung ergab sich kein signifikanter Unterschied bezüglich der Beweglichkeit.

Tabelle 10: Beweglichkeit (gesamte Arbeit, Sportklinik-Stuttgart, 2013-2014, detailliert). Die rot markierten Werte sind statistisch signifikant ($p < 0,05$). i.a: intraartikulär.

Beweglichkeit

Gruppe	Patient	prä-op	1. St.	3. St.	6. St.	24 St.	48 St.	3. Tag	4. Tag	5. Tag	6. Tag
femoralis Katheter	1	95	20	20	20	30	70	80	90	90	90
femoralis Katheter	2	90	20	20	20	30	30	60	70	70	90
femoralis Katheter	3	90	20	20	20	30	40	40	60	80	80
femoralis Katheter	4	90	20	20	20	20	30	40	40	60	60
femoralis Katheter	5	90	10	10	10	20	20	40	45	50	50
femoralis Katheter	6	120	20	20	20	30	60	70	70	90	90
femoralis Katheter	7	90	20	20	20	30	30	50	75	90	95
femoralis Katheter	8	120	20	20	20	20	30	50	50	50	70
femoralis Katheter	9	120	20	20	20	20	40	40	60	80	80
femoralis Katheter	10	100	20	20	20	30	40	60	60	90	90
femoralis Katheter	11	120	20	20	20	20	50	70	70	80	80
femoralis Katheter	12	100	20	20	20	20	30	40	80	90	90
femoralis Katheter	13	120	30	30	30	80	80	90	90	90	100
femoralis Katheter	14	90	30	30	30	30	50	60	70	90	90
femoralis Katheter	15	90	20	20	20	30	40	80	90	90	90
femoralis Katheter	16	120	20	20	20	20	30	40	80	80	80
femoralis Katheter	17	120	20	20	20	30	30	40	50	65	80
femoralis Katheter	18	90	20	20	20	30	40	60	80	90	90
femoralis Katheter	19	100	20	20	20	30	40	50	60	65	70
femoralis Katheter	20	90	20	20	20	30	80	80	80	90	90
femoralis Katheter	21	100	30	30	30	30	30	80	90	90	90
femoralis Katheter	22	90	20	20	20	20	20	80	90	90	90
femoralis Katheter	23	90	30	30	30	40	60	60	60	50	80
femoralis Katheter	24	100	10	10	10	20	20	45	65	90	90
femoralis Katheter	25	100	30	30	30	30	90	90	90	90	90
	Mittelwert	101,0	21,2	21,2	21,2	28,8	43,2	59,8	70,6	79,6	83,8
	Standardabw.	12,7	5,3	5,3	5,3	12,0	19,7	17,5	15,4	14,5	11,3
	p-Werte	0,3467	0,0775	0,0775	0,0113	0,1229	0,6415	0,831	0,8234	0,5947	0,9536

Gruppe	Patient	prä-op	1. St.	3. St.	6. St.	24 St.	48 St.	3. Tag	4. Tag	5. Tag	6. Tag
i.a. Katheter	26	100	30	30	30	30	40	80	80	90	90
i.a. Katheter	27	100	30	30	30	30	30	60	60	60	70
i.a. Katheter	28	110	30	30	30	30	30	50	50	70	80
i.a. Katheter	29	120	20	20	20	30	40	60	60	80	90
i.a. Katheter	30	80	20	20	20	20	30	50	70	80	90
i.a. Katheter	31	120	20	20	20	40	80	80	90	90	90
i.a. Katheter	32	130	20	20	20	20	40	40	60	60	90
i.a. Katheter	33	100	20	20	20	30	30	50	70	80	80
i.a. Katheter	34	90	20	20	20	30	30	50	60	80	80
i.a. Katheter	35	90	30	30	30	30	50	60	70	80	90
i.a. Katheter	36	80	20	20	20	30	30	30	40	50	55
i.a. Katheter	37	130	20	20	20	40	40	90	90	90	90
i.a. Katheter	38	80	30	30	30	30	40	60	80	90	90
i.a. Katheter	39	130	80	80	80	50	80	80	90	100	100
i.a. Katheter	40	100	30	30	30	30	60	80	90	90	90
i.a. Katheter	41	80	30	30	30	40	40	60	60	60	70
i.a. Katheter	42	100	20	20	20	20	40	60	60	70	70
i.a. Katheter	43	120	30	30	30	30	80	90	90	95	95
i.a. Katheter	44	120	20	20	45	45	45	60	80	80	90
i.a. Katheter	45	120	30	30	45	30	45	50	60	80	90
i.a. Katheter	46	90	30	30	30	30	45	45	90	90	90
i.a. Katheter	47	100	20	20	30	30	30	70	80	80	80
i.a. Katheter	48	110	20	20	30	20	30	40	40	60	60
i.a. Katheter	49	100	20	20	20	30	30	40	50	60	80
i.a. Katheter	50	120	20	20	20	30	50	70	70	90	90
	Mittelwert	104,8	26,4	26,4	28,8	31,0	43,4	60,2	69,6	78,2	83,6
	Standardabw.	16,6	12,2	12,2	12,9	7,4	15,9	16,4	15,9	13,5	11,0

3.7) Fähigkeit zum Beinheben

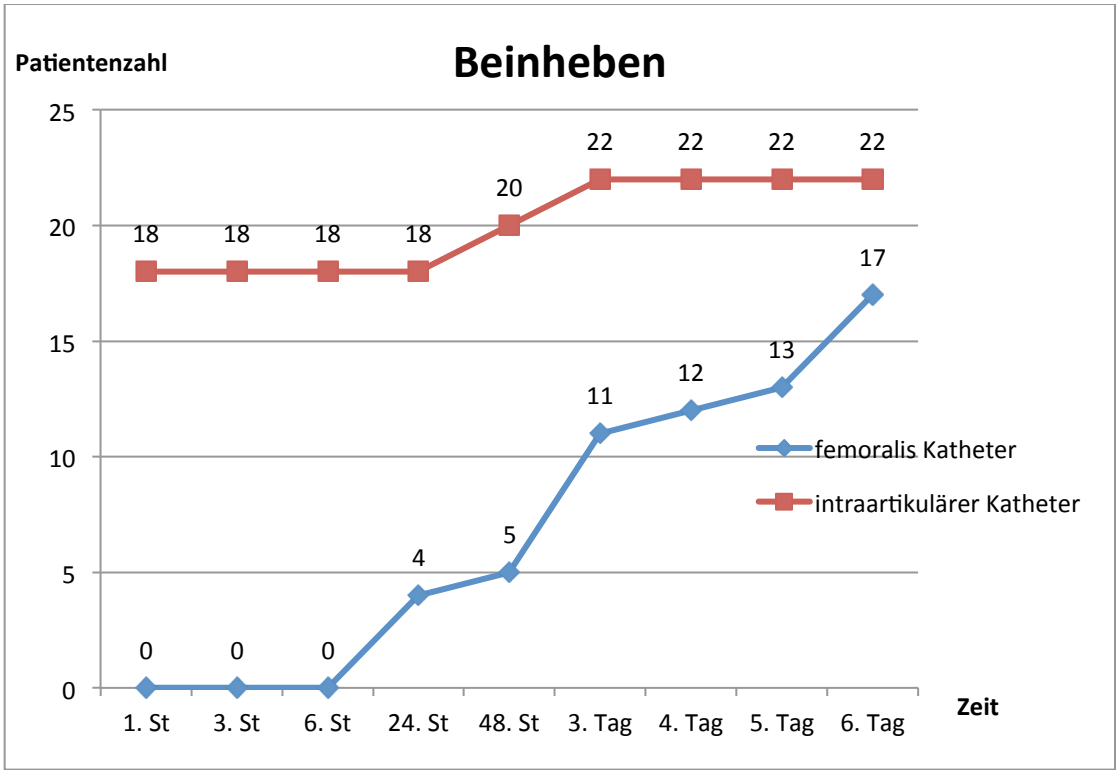

Abbildung 19: Fähigkeit des Patienten, das operierte Bein gestreckt anzuheben, in beiden Gruppen der Arbeit (Sportklinik-Stuttgart, 2013-2014).

Die Fähigkeit des Patienten, das operierte Bein anzuheben, ist postoperativ sehr wichtig. Folgen sind eine bessere und schnellere Patientenmobilisation sowie eine niedrigere Sturzgefahr. Vom o.g Diagramm konnte am ersten postoperativen Tag kein Patient der Femoraliskatheter-Gruppe das gestreckte Bein anheben. 18 von den 25 Patienten der i.a-Katheter-Gruppe (72%) waren hingegen in der Lage, ihr Bein direkt nach der Operation anzuheben. Im Verlauf konnten allmählich mehr Patienten der Femoraliskatheter-Gruppe ihr gestrecktes Bein heben, diese Zahl der Patienten blieb jedoch immer niedriger als die Patientenzahl mit dem i.a-Katheter. Am letzten Studientag konnten 68% der Patienten der Femoraliskatheter-Gruppe das gestreckte Bein anheben, während 88 % der Patienten der i.a-Katheter-Gruppe die gleiche Bewegung ausführen konnten.

Tabelle 11: Fähigkeit, das gestreckte Bein anzuheben (gesamte Arbeit, Sportklinik-Stuttgart, 2013-2014, detailliert). i.a: intraartikulär.

Beinheben																														
Gruppe	Patient	1. St.	3. St.	6. St.	24 St.	48 St.	3. Tag	4. Tag	5. Tag	6. Tag		Gruppe	Patient	1. St.	3. St.	6. St.	24 St.	48 St.	3. Tag	4. Tag	5. Tag	6. Tag
femoralis Katheter	1	nein	nein	nein	ja	ja	ja	ja	ja	ja		i.a Katheter	26	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
femoralis Katheter	2	nein	nein	nein	nein	nein	ja	ja	ja	ja		i.a Katheter	27	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
femoralis Katheter	3	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	ja		i.a Katheter	28	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
femoralis Katheter	4	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein		i.a Katheter	29	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
femoralis Katheter	5	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein		i.a Katheter	30	nein	nein	nein	nein	ja	ja	ja	ja	ja
femoralis Katheter	6	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	ja		i.a Katheter	31	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
femoralis Katheter	7	nein	nein	nein	nein	nein	ja	ja	ja	ja		i.a Katheter	32	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
femoralis Katheter	8	nein	nein	nein	nein	nein	ja	ja	ja	ja		i.a Katheter	33	nein	nein	nein	ja	ja	ja	ja	ja	ja
femoralis Katheter	9	nein	nein	nein	nein	nein	ja	ja	ja	ja		i.a Katheter	34	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
femoralis Katheter	10	nein	nein	nein	ja	ja	ja	ja	ja	ja		i.a Katheter	35	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
femoralis Katheter	11	nein	nein	nein	nein	nein	nein	ja	ja	ja		i.a Katheter	36	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
femoralis Katheter	12	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein		i.a Katheter	37	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
femoralis Katheter	13	nein	nein	nein	nein	ja	ja	ja	ja	ja		i.a Katheter	38	nein	nein	nein	nein	nein	ja	ja	ja	ja
femoralis Katheter	14	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	ja	ja		i.a Katheter	39	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
femoralis Katheter	15	nein	nein	nein	nein	ja	ja	ja	ja	ja		i.a Katheter	40	nein	nein	nein	ja	ja	ja	ja	ja	ja
femoralis Katheter	16	nein	nein	nein	ja	ja	ja	ja	ja	ja		i.a Katheter	41	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
femoralis Katheter	17	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein		i.a Katheter	42	nein	nein	nein	nein	ja	ja	ja	ja	ja
femoralis Katheter	18	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein		i.a Katheter	43	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
femoralis Katheter	19	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein		i.a Katheter	44	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
femoralis Katheter	20	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	ja		i.a Katheter	45	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
femoralis Katheter	21	nein	nein	nein	ja	ja	ja	ja	ja	ja		i.a Katheter	46	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
femoralis Katheter	22	nein	nein	nein	nein	nein	ja	ja	ja	ja		i.a Katheter	47	ja	ja	ja	nein	nein	ja	ja	ja	ja
femoralis Katheter	23	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	ja		i.a Katheter	48	ja	ja	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein
femoralis Katheter	24	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein		i.a Katheter	49	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
femoralis Katheter	25	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein		i.a Katheter	50	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja

3.8) Katheterdauer

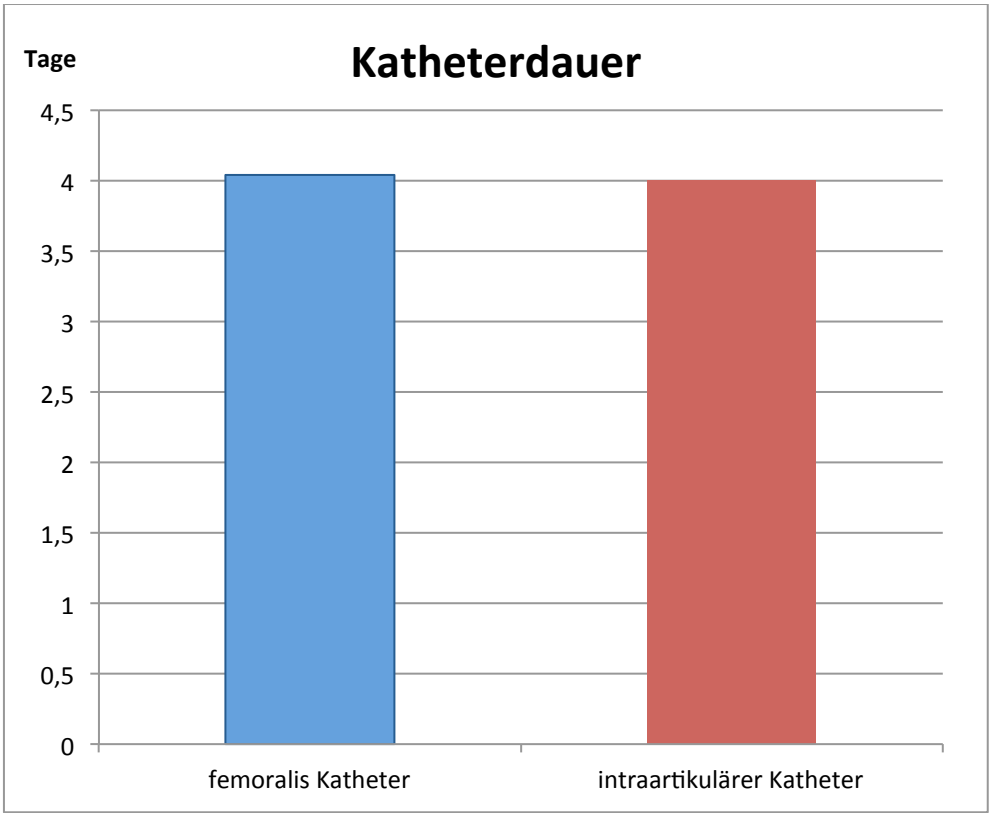

Abbildung 20: Katheterdauer in beiden Gruppen der Arbeit (Sportklinik-Stuttgart, 2013-2014).

Die Dosierung des durch den Katheter applizierten Schmerzmittels wurde allmählich reduziert und am Ende pausiert (abhängig vom Patientenleidendruck). Die durchschnittliche Dauer des Katheters betrug in der Femoraliskatheter-Gruppe 4,04 Tage und in der i.a-Katheter-Gruppe 4,00 Tage.

Tabelle 12: Katheterdauer (gesamte Arbeit, Sportklinik-Stuttgart, 2013-2014, detailliert).

Katheterdauer						
Gruppe	Patient	Dauer (Tage)		Gruppe	Patient	Dauer (Tage)
femoralis Katheter	1	3		intraartikulärer Katheter	26	3
femoralis Katheter	2	4		intraartikulärer Katheter	27	5
femoralis Katheter	3	3		intraartikulärer Katheter	28	4
femoralis Katheter	4	5		intraartikulärer Katheter	29	4
femoralis Katheter	5	5		intraartikulärer Katheter	30	4
femoralis Katheter	6	4		intraartikulärer Katheter	31	3
femoralis Katheter	7	4		intraartikulärer Katheter	32	3
femoralis Katheter	8	4		intraartikulärer Katheter	33	4
femoralis Katheter	9	5		intraartikulärer Katheter	34	2
femoralis Katheter	10	4		intraartikulärer Katheter	35	4
femoralis Katheter	11	5		intraartikulärer Katheter	36	4
femoralis Katheter	12	5		intraartikulärer Katheter	37	4
femoralis Katheter	13	3		intraartikulärer Katheter	38	4
femoralis Katheter	14	4		intraartikulärer Katheter	39	4
femoralis Katheter	15	4		intraartikulärer Katheter	40	4
femoralis Katheter	16	4		intraartikulärer Katheter	41	5
femoralis Katheter	17	5		intraartikulärer Katheter	42	5
femoralis Katheter	18	2		intraartikulärer Katheter	43	4
femoralis Katheter	19	3		intraartikulärer Katheter	44	4
femoralis Katheter	20	3		intraartikulärer Katheter	45	4
femoralis Katheter	21	4		intraartikulärer Katheter	46	5
femoralis Katheter	22	3		intraartikulärer Katheter	47	5
femoralis Katheter	23	6		intraartikulärer Katheter	48	3
femoralis Katheter	24	5		intraartikulärer Katheter	49	4
femoralis Katheter	25	4		intraartikulärer Katheter	50	5

Tabelle 13: Mittelwert und Standardabweichung der Katheterdauer pro Patient der beiden Gruppen der Arbeit (Sportklinik-Stuttgart, 2013-2014).

Mittelwert +/- Standardabweichung (Tage)	
femoralis Katheter	4,04 +/- 0,93
intraartikulärer Katheter	4 +/- 0,76

3.9) EQ-5D-5L (siehe Anhang)

(mit freundlicher Genehmigung von EuroQol Research Foundation)

3.9.1) Mobilitat

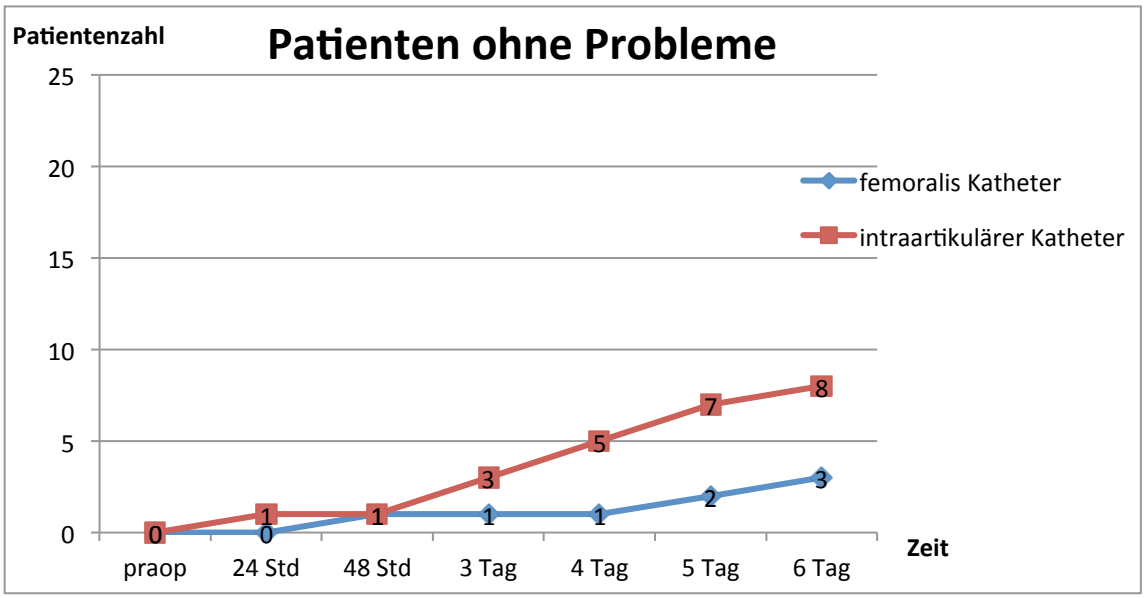

Abbildung 21: Patientenverteilung von beiden Gruppen, die keine Probleme beim Laufen im Zeitraum der Arbeit (Sportklinik-Stuttgart, 2013-2014) hatten. Ab dem 3. postoperativen Tag waren es deutlich mehr Patienten der i.a Katheter-Gruppe, die keine Probleme mit dem Laufen hatten.

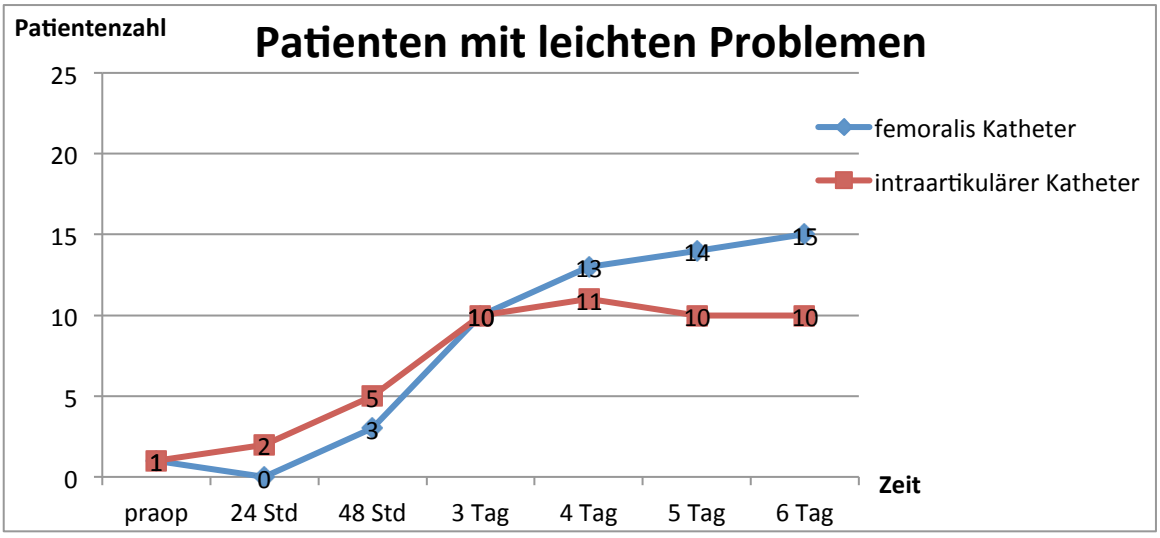

Abbildung 22: Patientenverteilung von beiden Gruppen, die leichte Probleme beim Laufen im Zeitraum der Arbeit (Sportklinik-Stuttgart, 2013-2014) hatten.

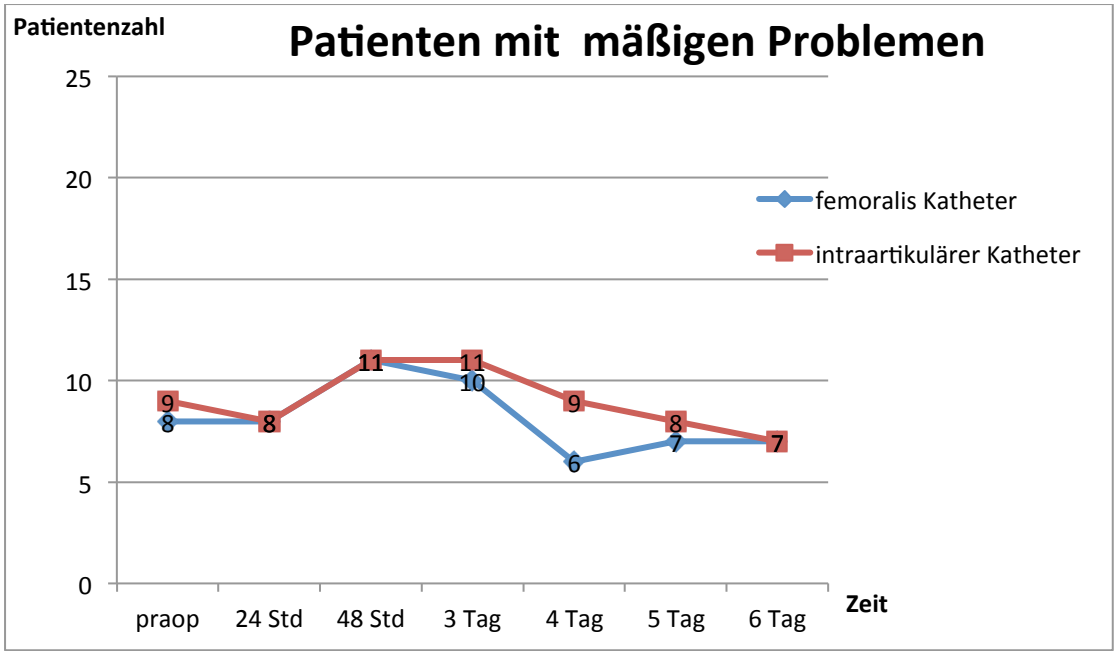

Abbildung 23: Patientenverteilung von beiden Gruppen, die mäßige Probleme beim Laufen im Zeitraum der Arbeit (Sportklinik-Stuttgart, 2013-2014) hatten.

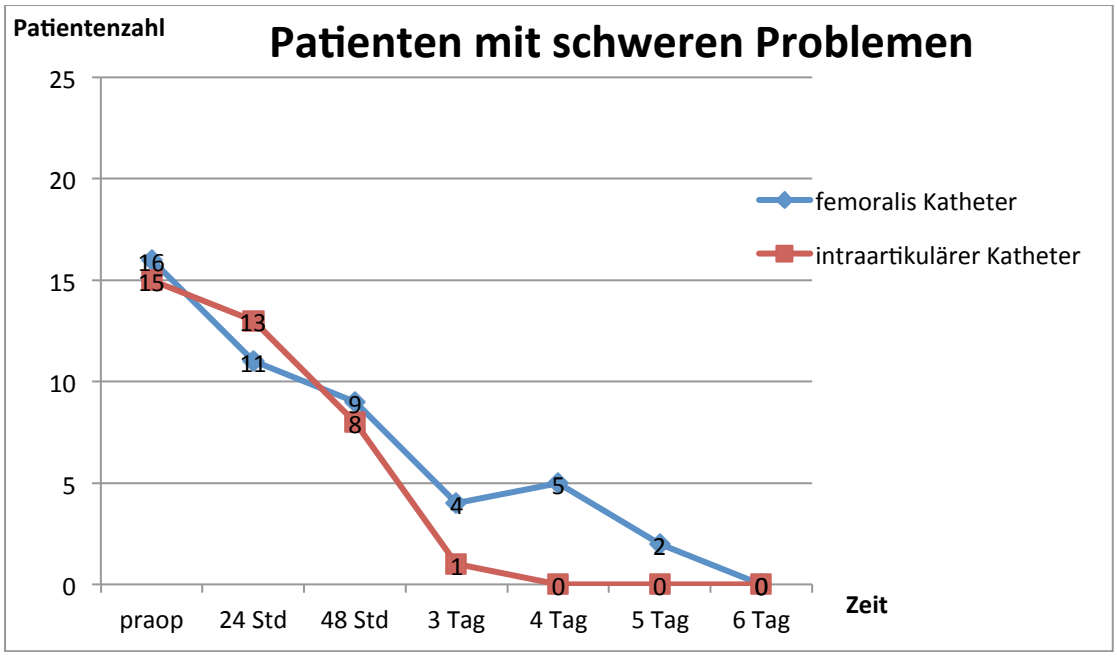

Abbildung 24: Patientenverteilung von beiden Gruppen, die schwere Probleme beim Laufen im Zeitraum der Arbeit (Sportklinik-Stuttgart, 2013-2014) hatten. Es zeigt sich im Verlauf der Nachuntersuchungszeit die allmähliche physiologische Patientenzahlsenkung. Die Patientenkurve der i.a-Katheter-Gruppe ist deutlich steiler und ab dem 4. postoperativen Tag gab kein Patient dieser Gruppe

schwere Probleme beim Laufen an. Im Gegenteil: 20% der Patienten der Femoraliskatheter-Gruppe gaben am 4. postoperativen Tag schwere Probleme beim Laufen an.

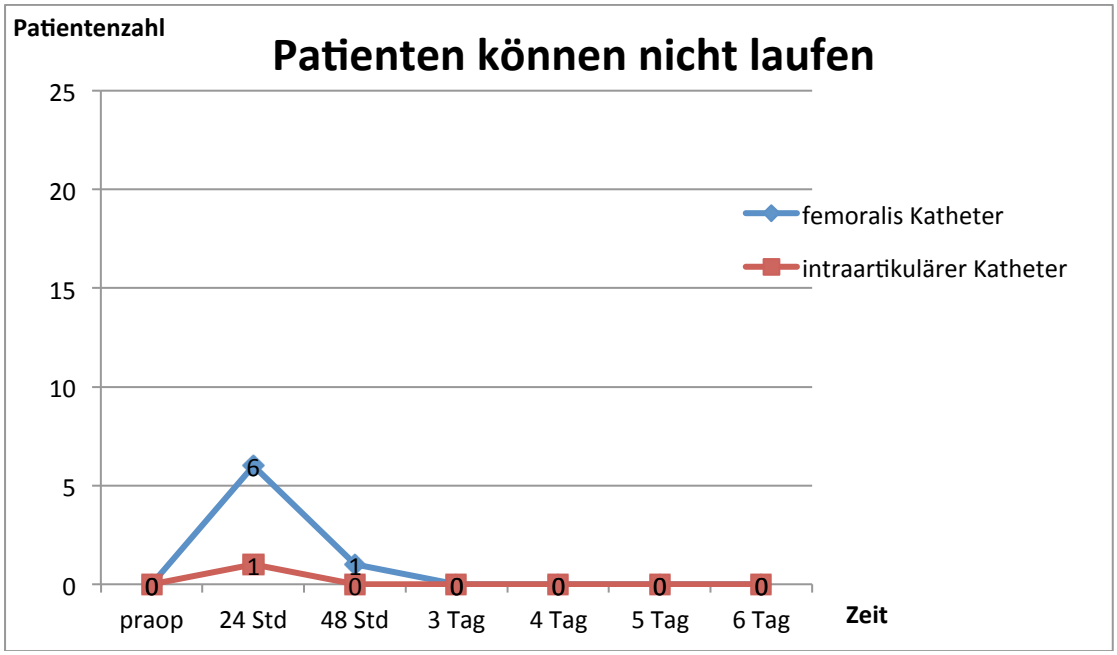

Abbildung 25: Patientenverteilung von beiden Gruppen, die im Zeitraum der Arbeit (Sportklinik-Stuttgart, 2013-2014) nicht Laufen konnten. Ab dem 3. postoperativen Tag konnten alle Patienten beider Gruppen laufen.

3.9.2) Selbstversorgung

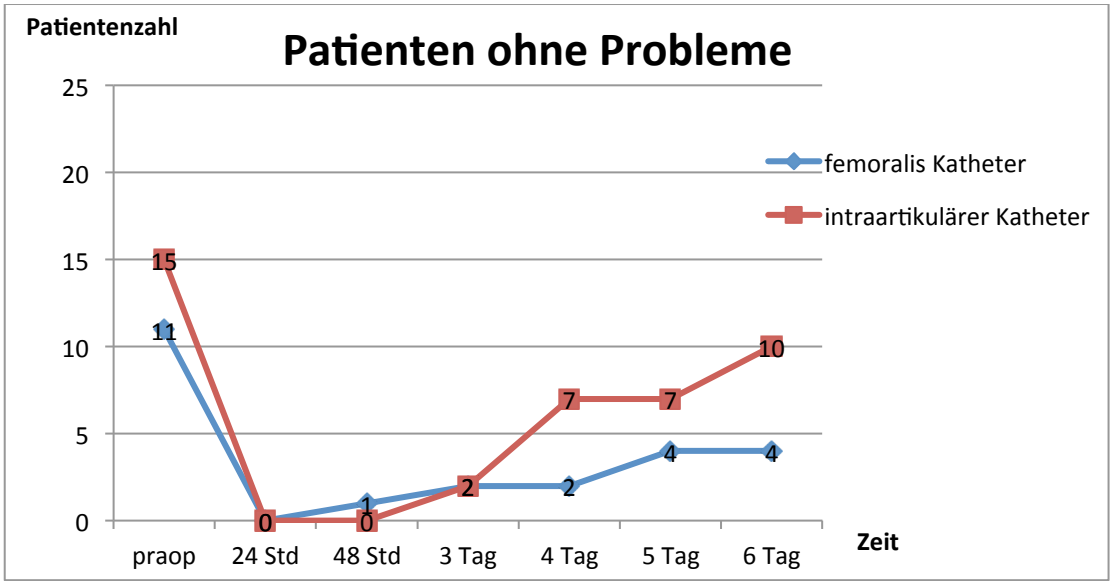

Abbildung 26: Patientenverteilung von beiden Gruppen, die keine Probleme bei ihrer Selbstversorgung im Zeitraum der Arbeit (Sportklinik-Stuttgart, 2013-2014) hatten. Ab dem 4. postoperativen Tag waren es deutlich mehr Patienten der i.a-Katheter-Gruppe, die keine Probleme mit der Selbstversorgung angegeben hatten.

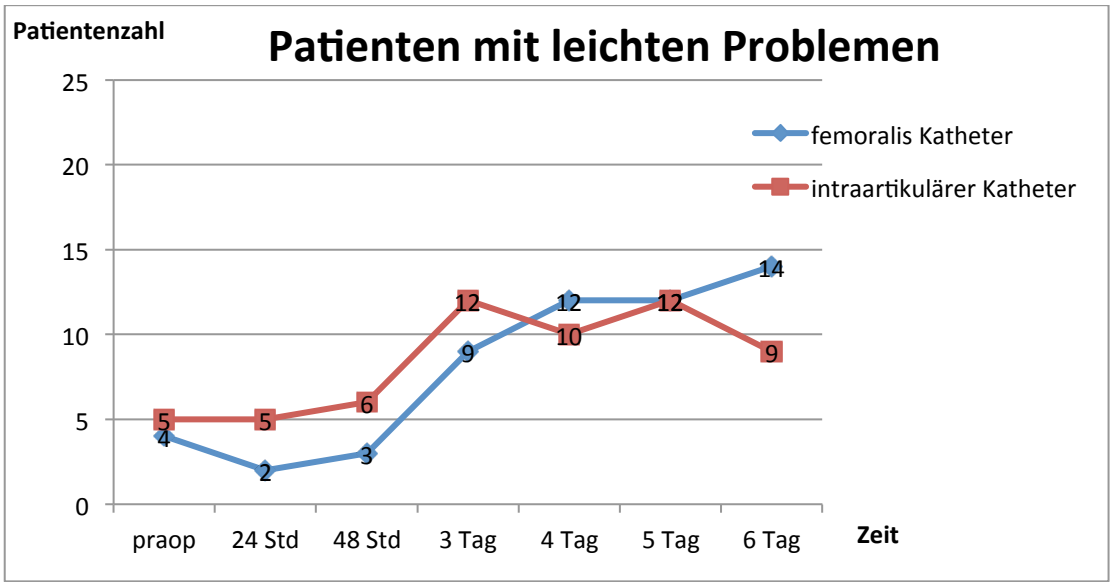

Abbildung 27: Patientenverteilung von beiden Gruppen, die leichte Probleme bei ihrer Selbstversorgung im Zeitraum der Arbeit (Sportklinik-Stuttgart, 2013-2014) angegeben hatten.

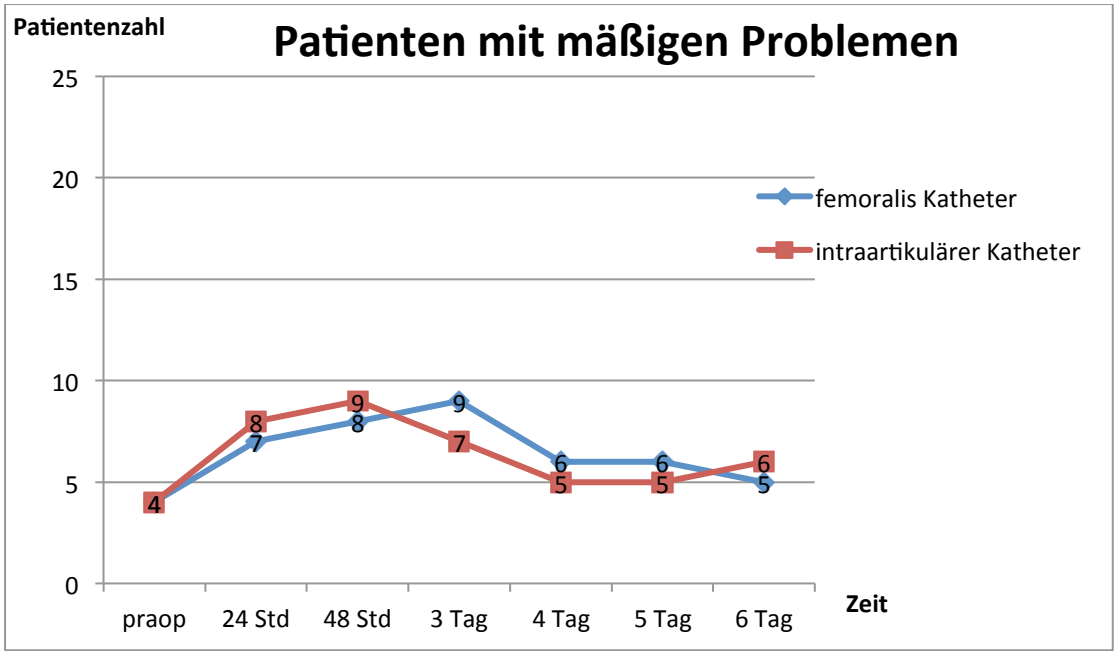

Abbildung 28: Patientenverteilung von beiden Gruppen, die mäßige Probleme bei ihrer Selbstversorgung im Zeitraum der Arbeit (Sportklinik-Stuttgart, 2013-2014) angegeben hatten.

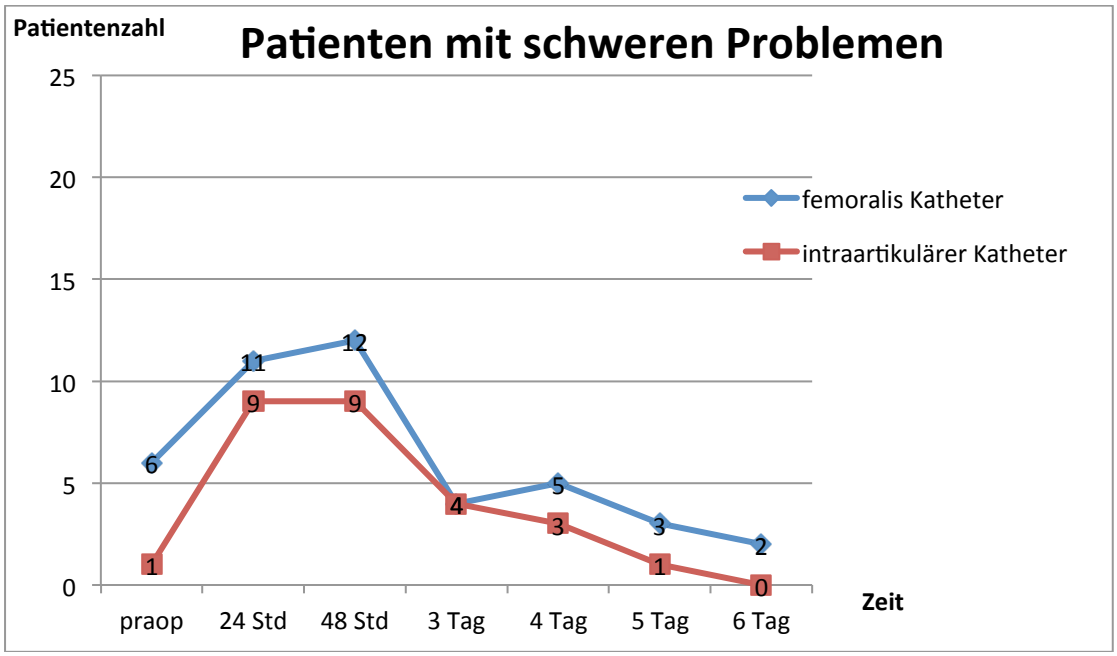

Abbildung 29: Patientenverteilung von beiden Gruppen, die schwere Probleme bei ihrer Selbstversorgung im Zeitraum der Arbeit (Sportklinik-Stuttgart, 2013-2014) hatten. Es waren deutlich mehr Patienten der Femoraliskatheter-Gruppe (außer am 3. Postoperativen Tag), die schwere Probleme bei der Selbstversorgung angegeben hatten.

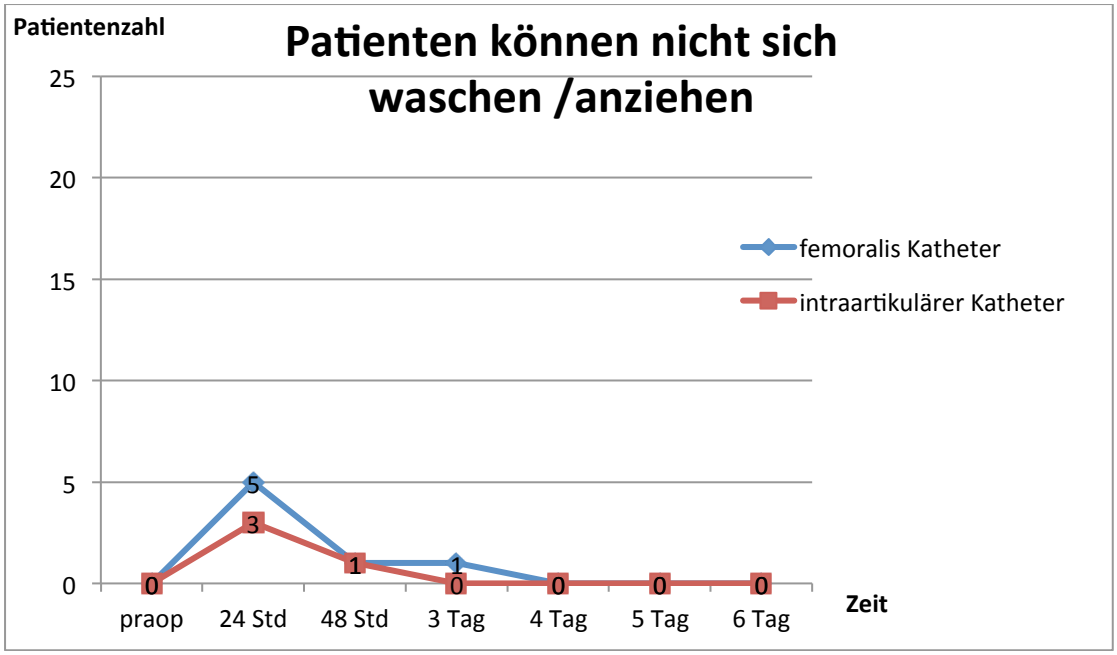

Abbildung 30: Patientenverteilung von beiden Gruppen, die sich im Zeitraum der Arbeit (Sportklinik-Stuttgart, 2013-2014) nicht selbst waschen oder anziehen konnten.

3.9.3) Allgemeine Aktivitäten

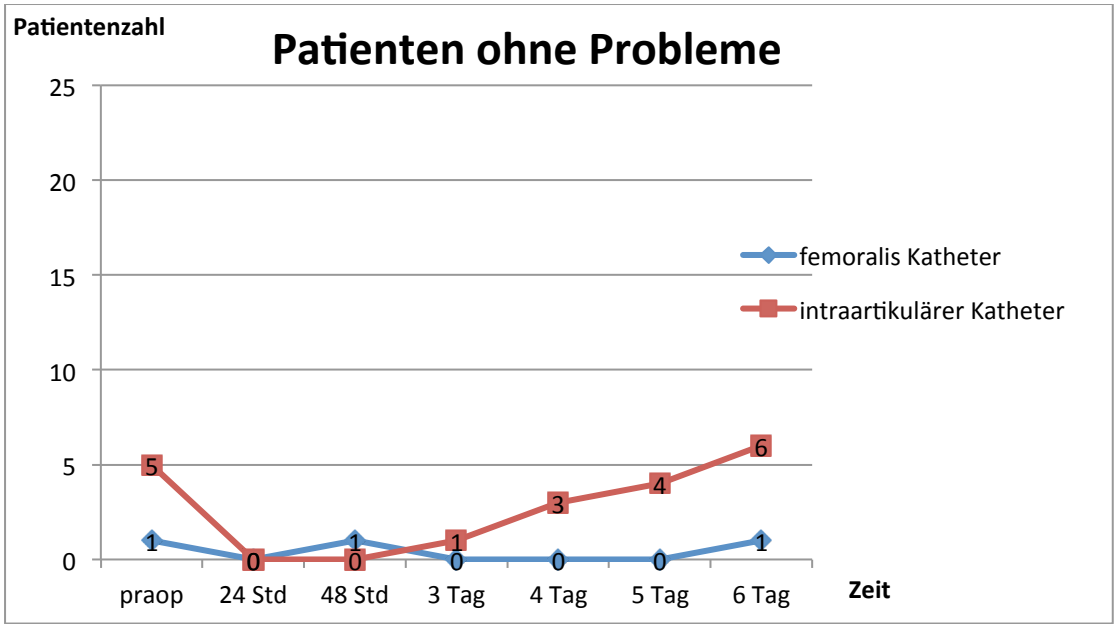

Abbildung 31: Patientenverteilung von beiden Gruppen, die keine Probleme im Zeitraum der Arbeit (Sportklinik-Stuttgart, 2013-2014) bei den allgemeinen Aktivitäten angegeben hatten.

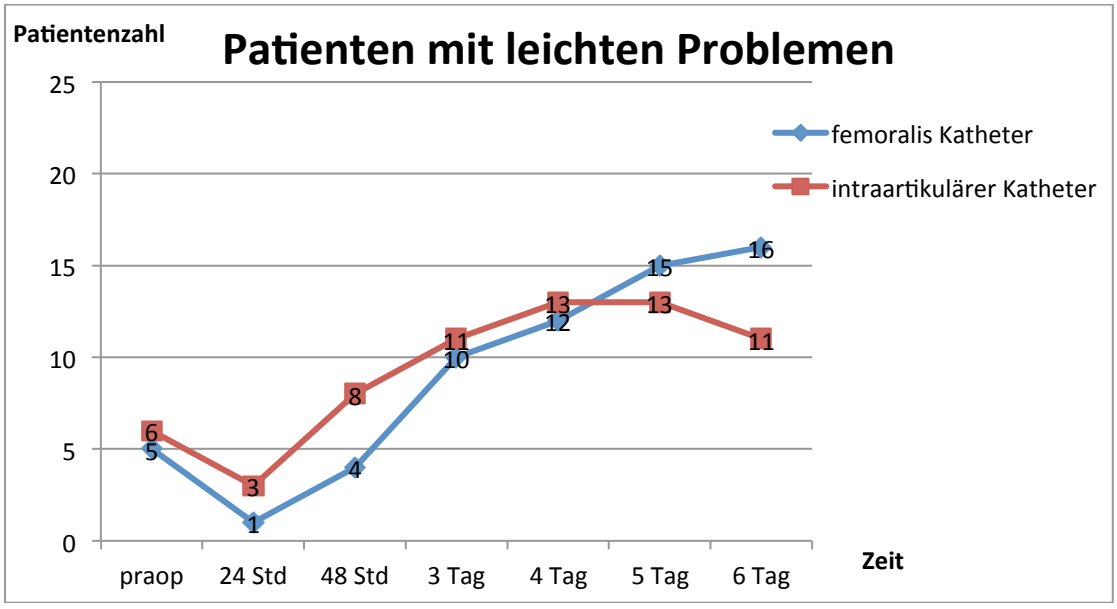

Abbildung 32: Patientenverteilung von beiden Gruppen, die leichte Probleme im Zeitraum der Arbeit (Sportklinik-Stuttgart, 2013-2014) bei den allgemeinen Aktivitäten angegeben hatten.

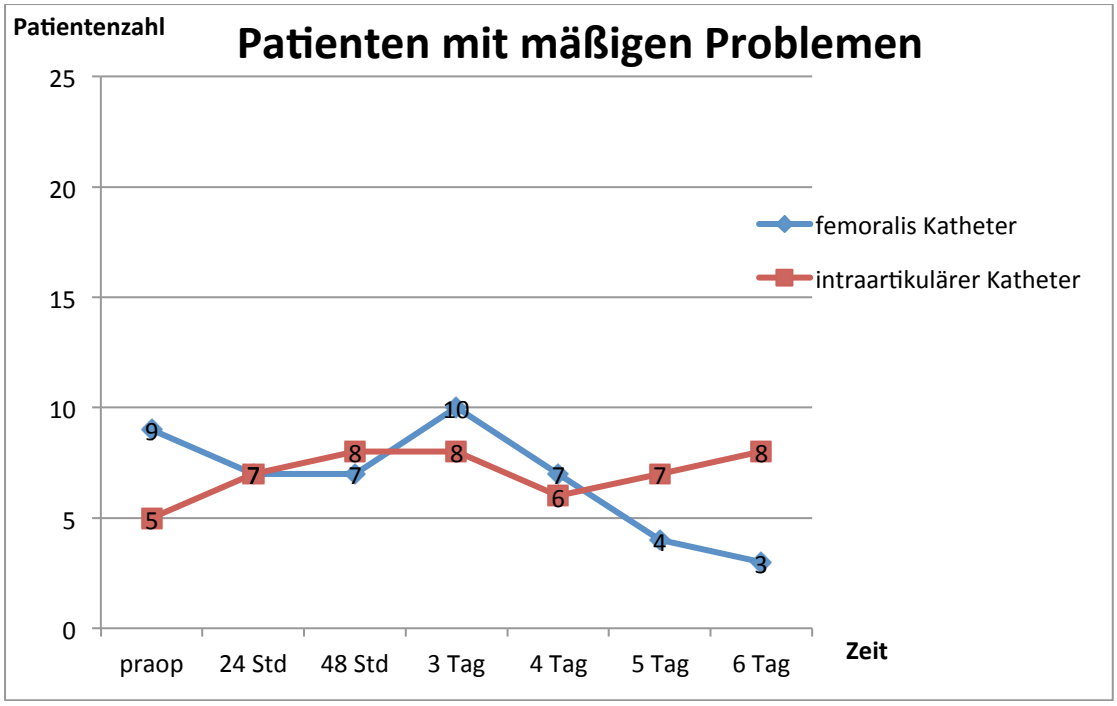

Abbildung 33: Patientenverteilung von beiden Gruppen, die mäßige Probleme im Zeitraum der Arbeit (Sportklinik-Stuttgart, 2013-2014) bei den allgemeinen Aktivitäten angegeben hatten.

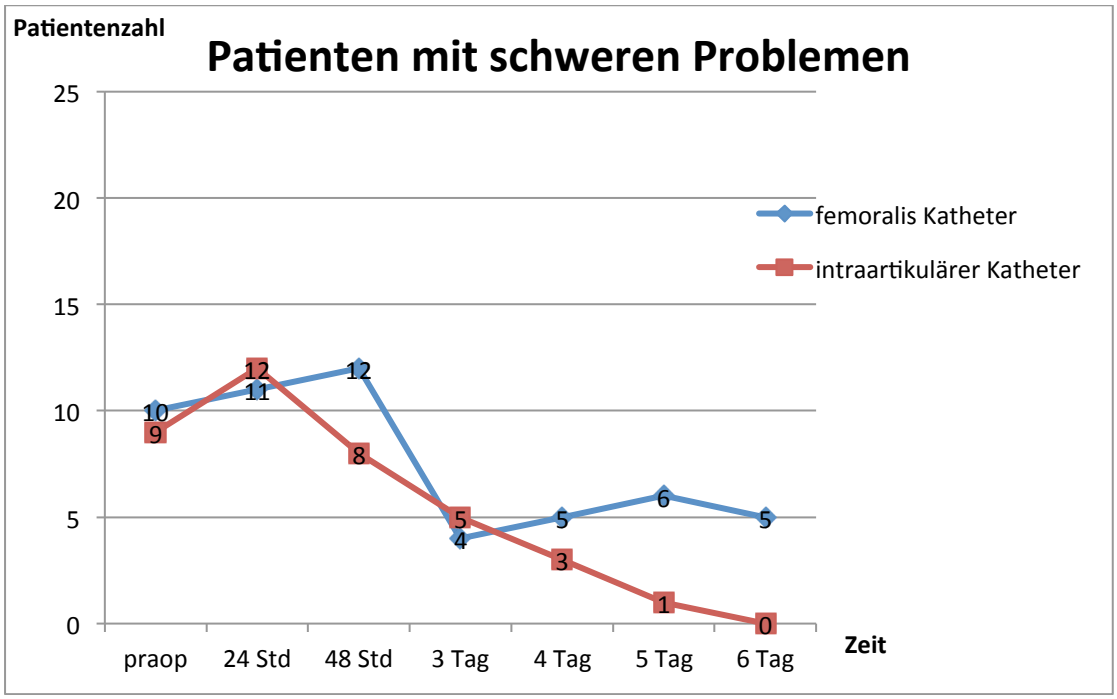

Abbildung 34: Patientenverteilung von beiden Gruppen, die schwere Probleme im Zeitraum der Arbeit (Sportklinik-Stuttgart, 2013-2014) bei den allgemeinen Aktivitäten angegeben hatten.

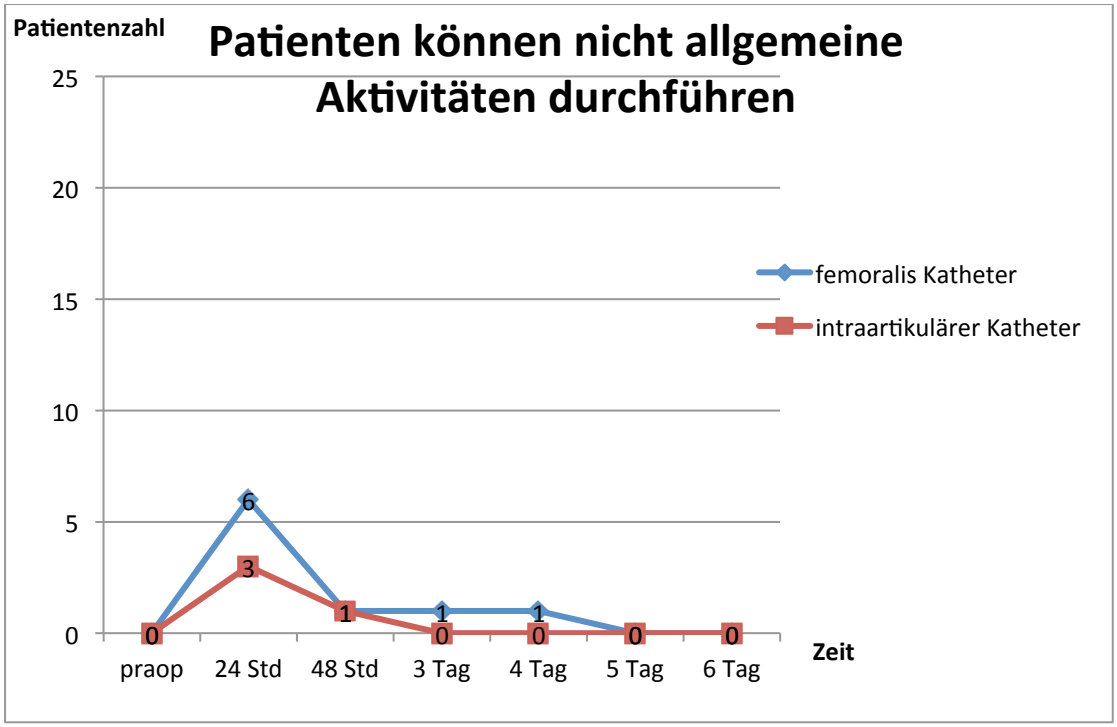

Abbildung 35: Patientenverteilung von beiden Gruppen, die allgemeine Aktivitäten im Zeitraum der Arbeit (Sportklinik-Stuttgart, 2013-2014) nicht durchführen konnten.

3.9.4) Schmerzen/Unwohlsein

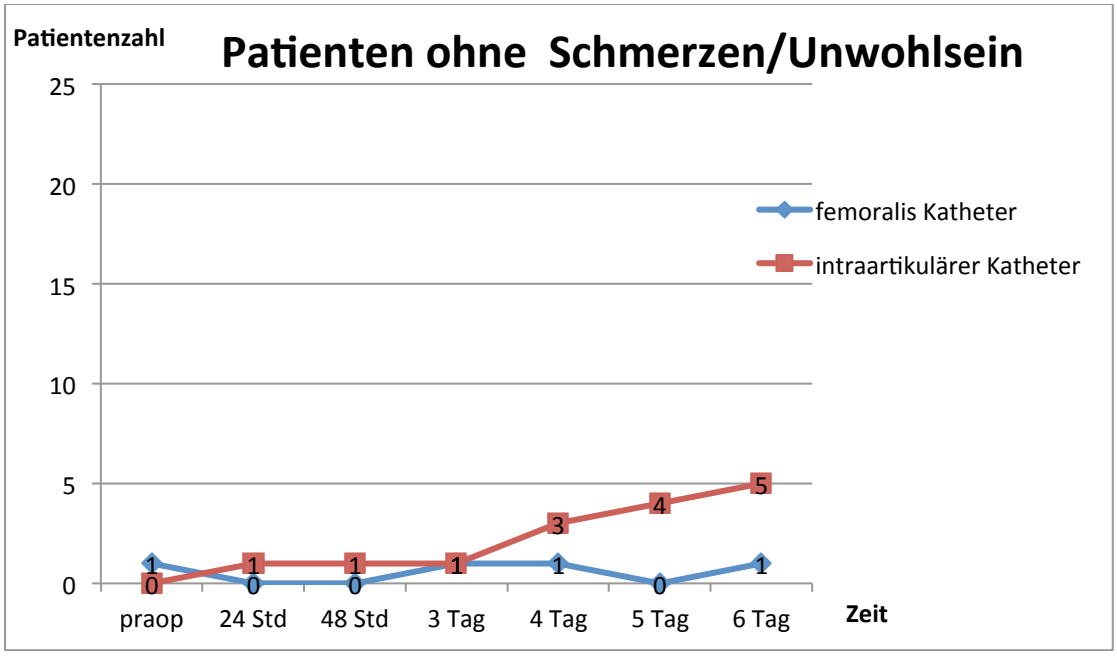

Abbildung 36: Patientenverteilung von beiden Gruppen, die keine Schmerzen/Unwohlsein im Zeitraum der Arbeit (Sportklinik-Stuttgart, 2013-2014) angegeben hatten.

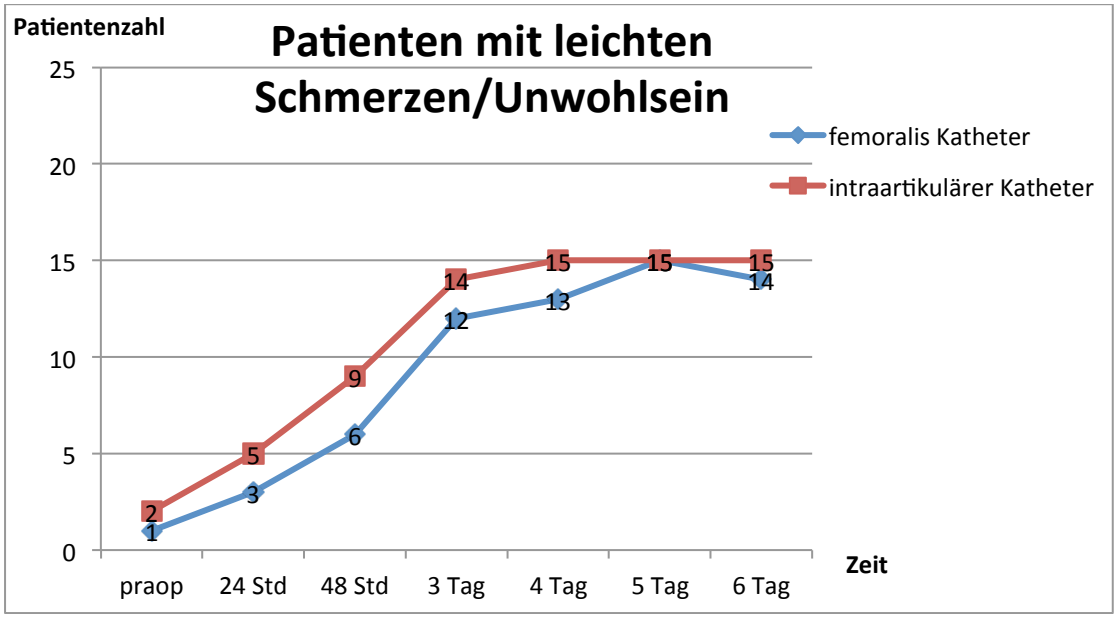

Abbildung 37: Patientenverteilung von beiden Gruppen, die leichte Schmerzen/Unwohlsein im Zeitraum der Arbeit (Sportklinik-Stuttgart, 2013-2014) hatten. Die Patienten der i.a-Katheter-Gruppe, die leichte

Schmerzen/Unwohlsein angegeben hatten, waren ständig mehr (außer am 5. postoperativen Tag) im Vergleich zu den Patienten der Femoraliskatheter-Gruppe.

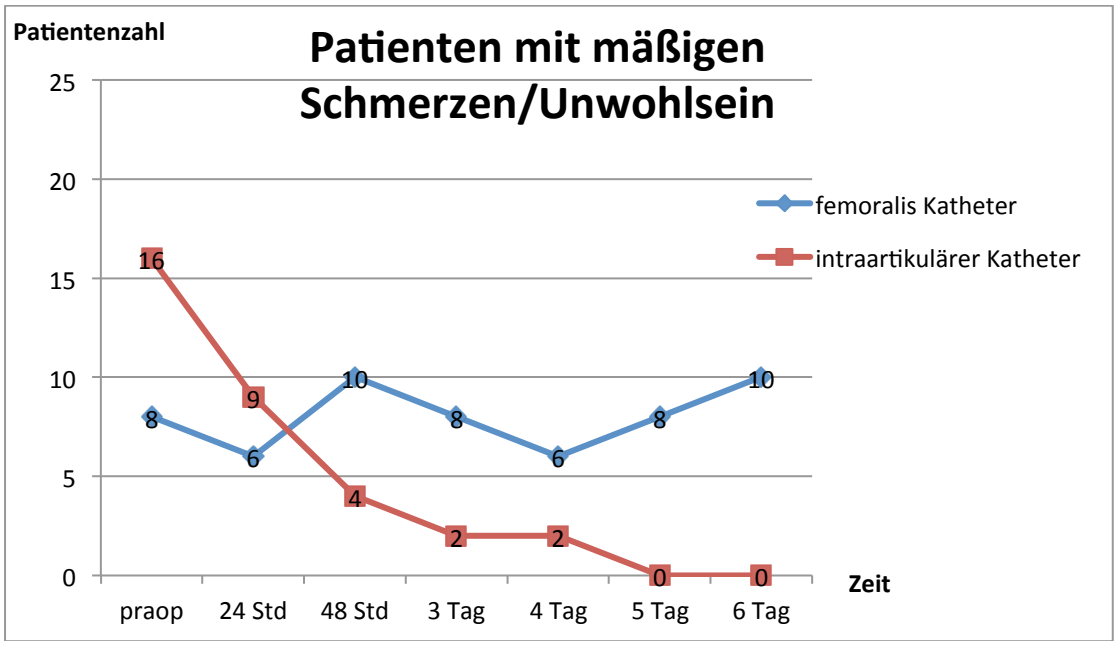

Abbildung 38: Patientenverteilung von beiden Gruppen, die mäßige Schmerzen/Unwohlsein im Zeitraum der Arbeit (Sportklinik-Stuttgart, 2013-2014) angegeben hatten.

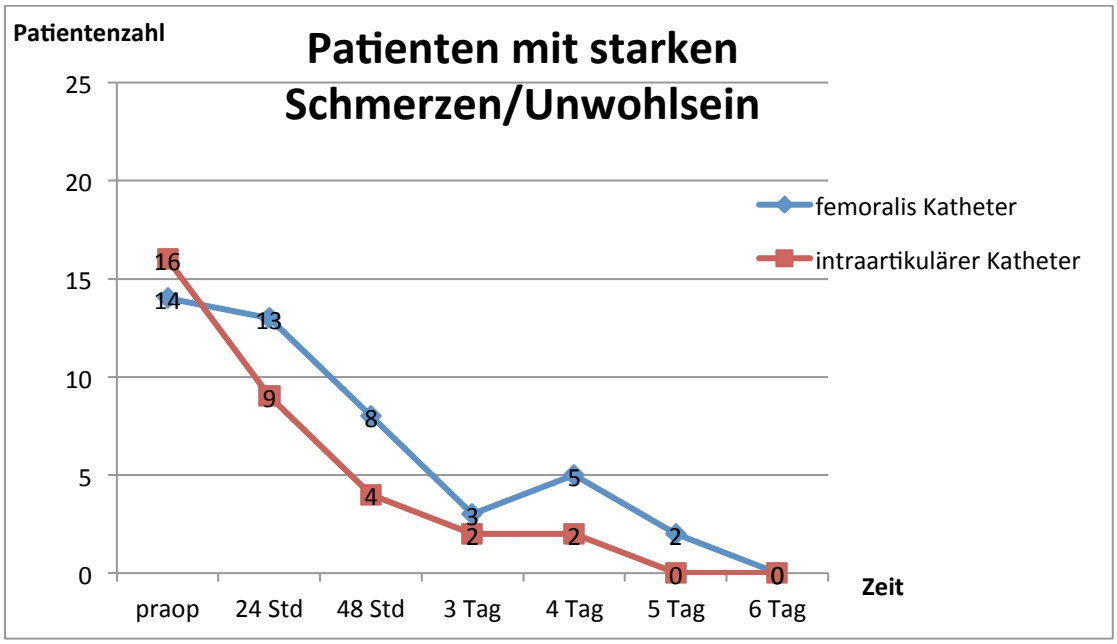

Abbildung 39: Patientenverteilung von beiden Gruppen, die starke Schmerzen/Unwohlsein im Zeitraum der Arbeit (Sportklinik-Stuttgart, 2013-

2014) angegeben hatten. Die Patienten der i.a-Katheter-Gruppe, die starke Schmerzen angegeben hatten, waren postoperativ deutlich weniger im Vergleich zu den Patienten der Femoraliskatheter-Gruppe.

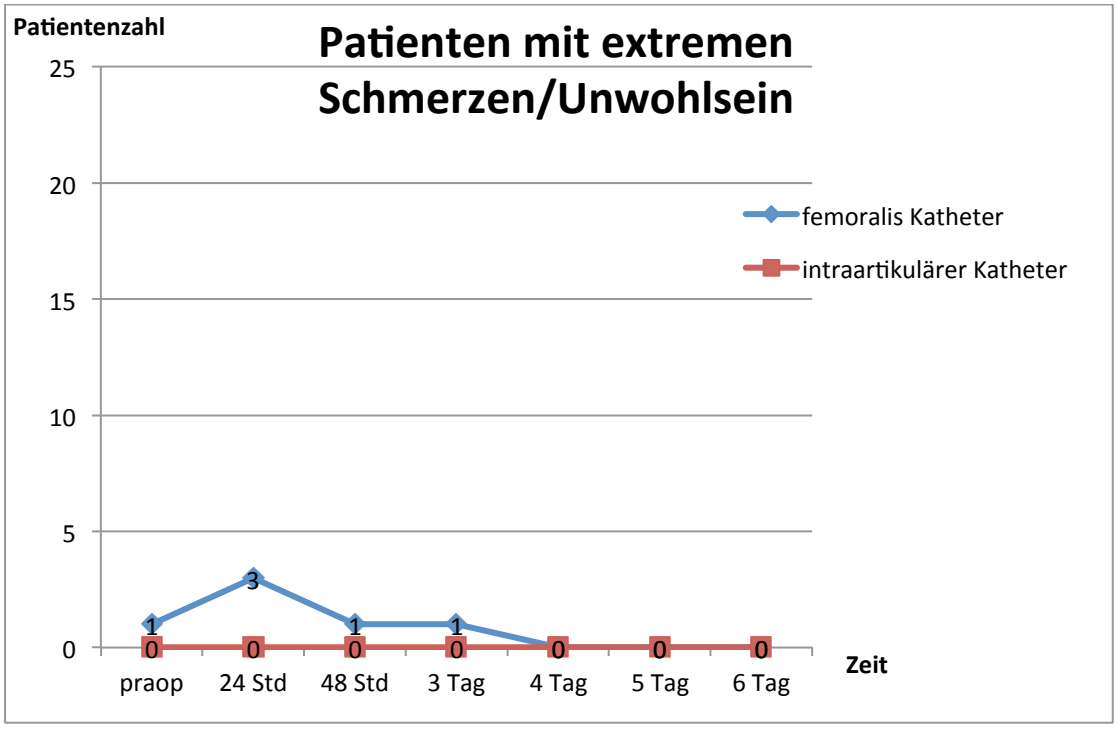

Abbildung 40: Patientenverteilung von beiden Gruppen, die extreme Schmerzen/Unwohlsein im Zeitraum der Arbeit (Sportklinik-Stuttgart, 2013-2014) angegeben hatten.

3.9.5) Angst/Depression

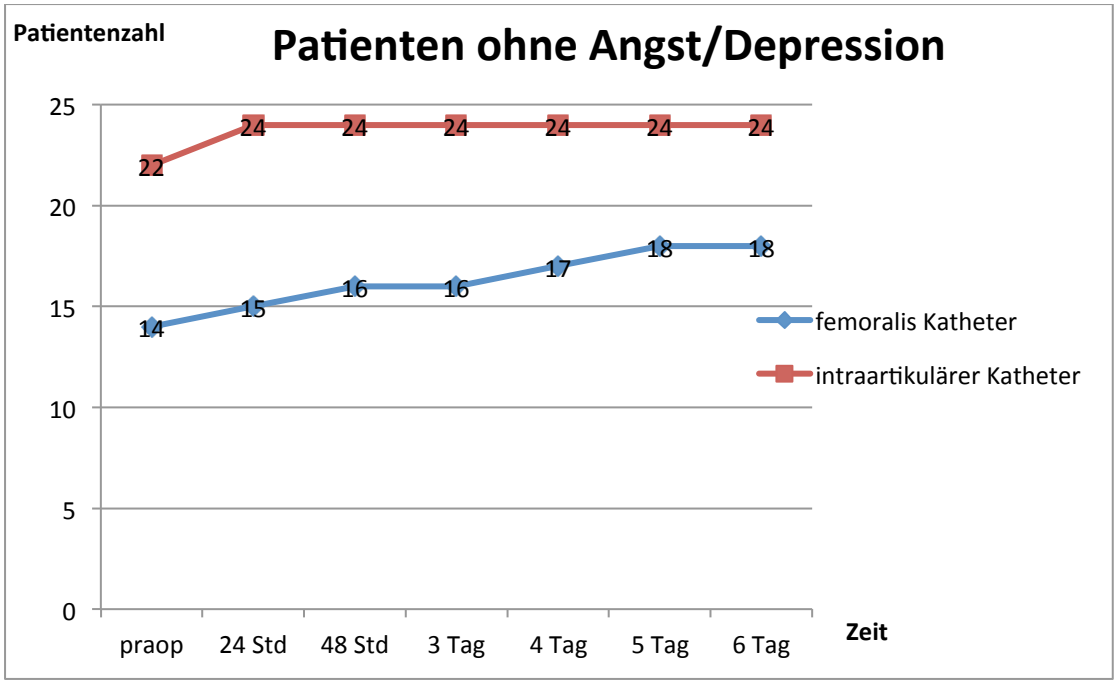

Abbildung 41: Patientenverteilung von beiden Gruppen, die keine Angst/Depression im Zeitraum der Arbeit (Sportklinik-Stuttgart, 2013-2014) angegeben hatten.

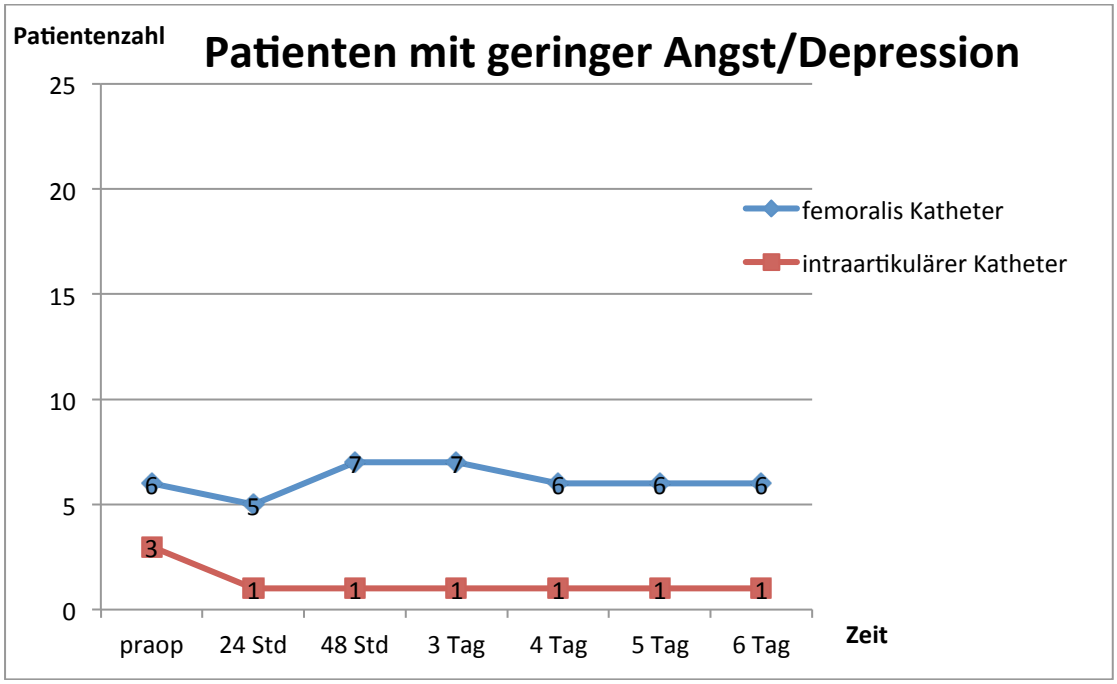

Abbildung 42: Patientenverteilung von beiden Gruppen, die geringe Angst/Depression im Zeitraum der Arbeit (Sportklinik-Stuttgart, 2013-2014) angegeben hatten.

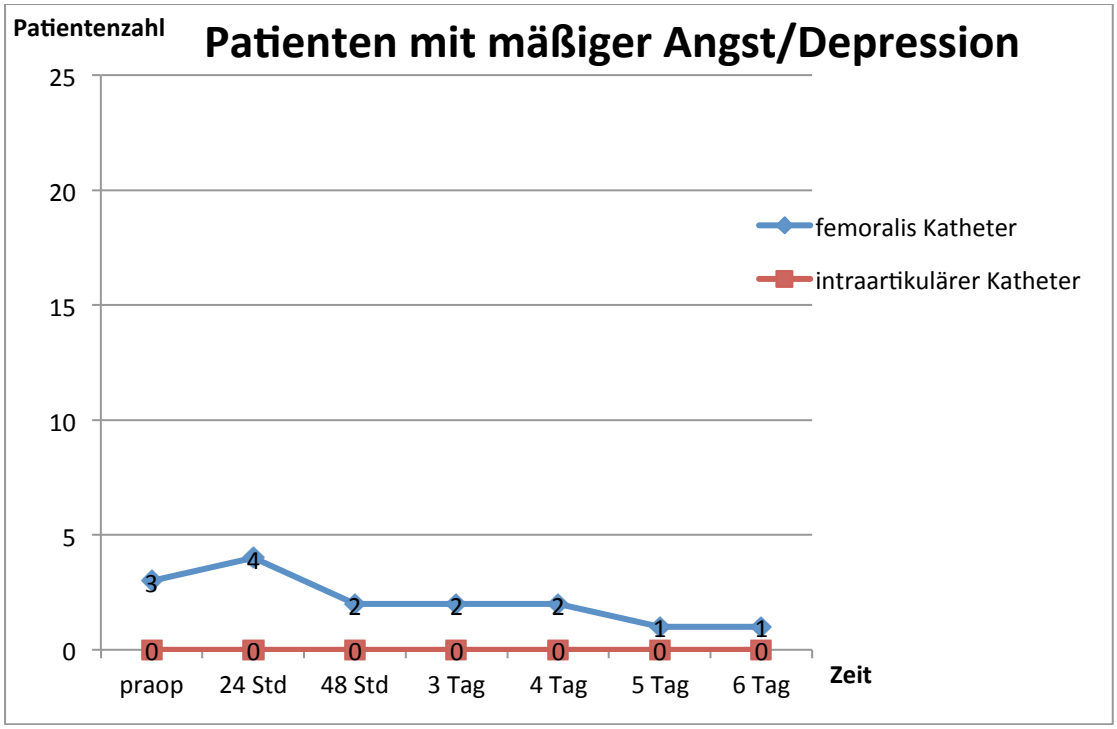

Abbildung 43: Patientenverteilung von beiden Gruppen, die mäßige Angst/Depression im Zeitraum der Arbeit (Sportklinik-Stuttgart, 2013-2014) angegeben hatten.

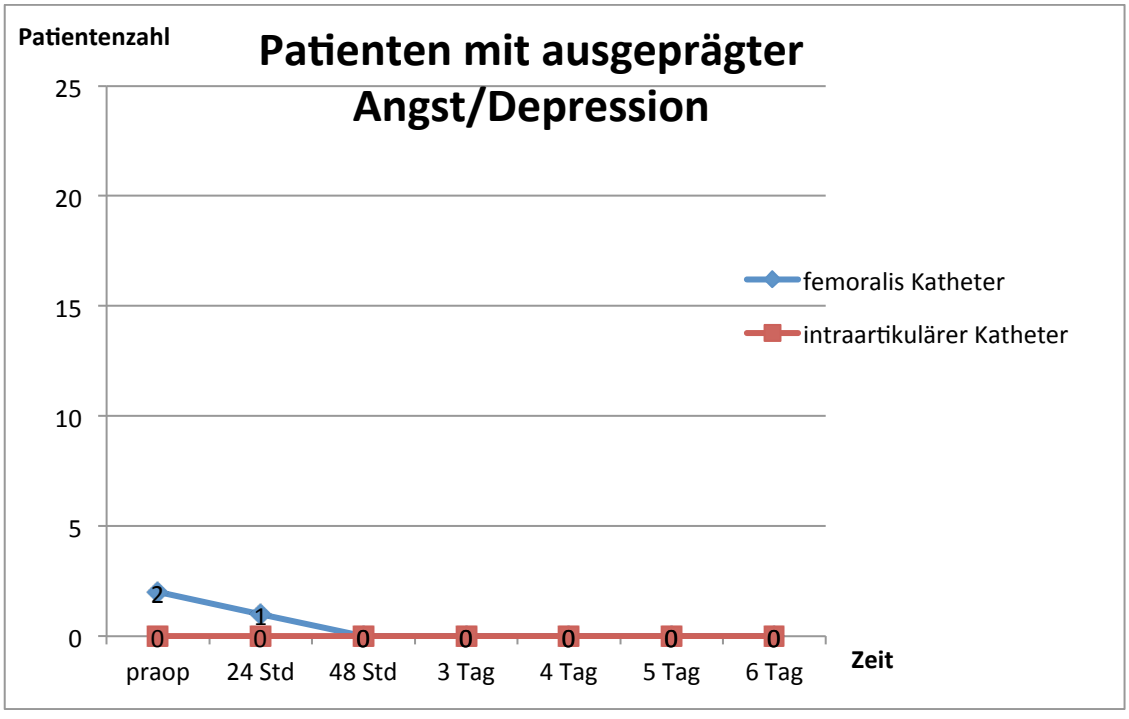

Abbildung 44: Patientenverteilung von beiden Gruppen, die ausgeprägte Angst/Depression im Zeitraum der Arbeit (Sportklinik-Stuttgart, 2013-2014) angegeben hatten.

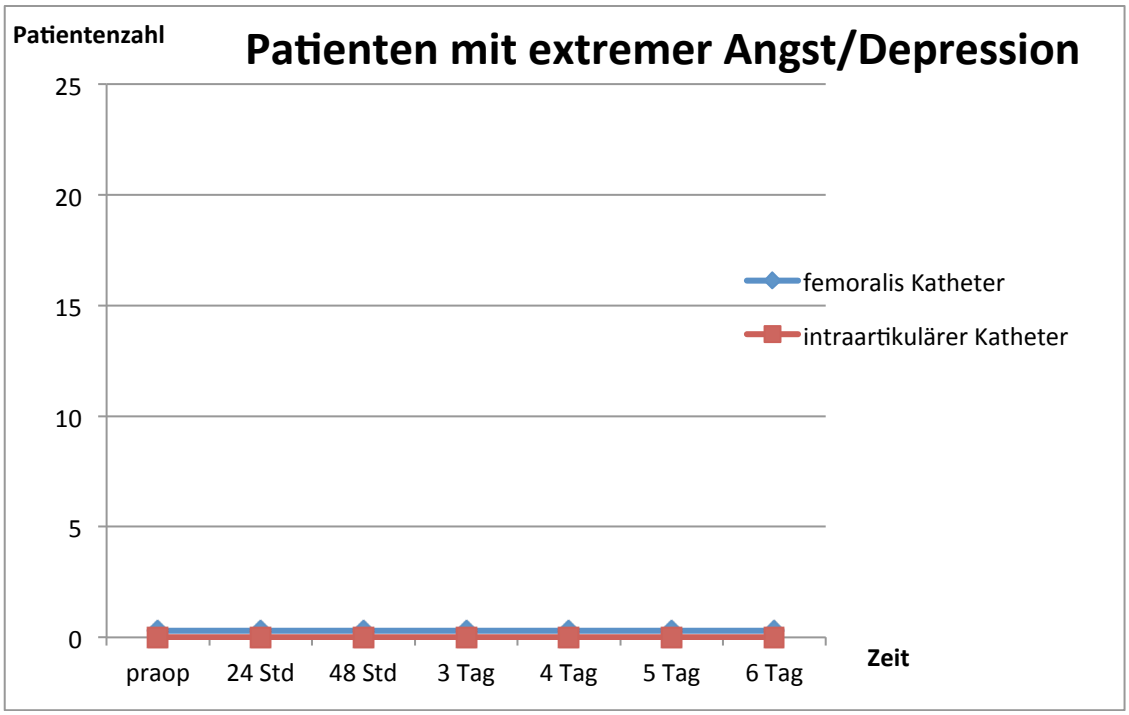

Abbildung 45: Patientenverteilung von beiden Gruppen, die extreme Angst/Depression im Zeitraum der Arbeit (Sportklinik-Stuttgart, 2013-2014) angegeben hatten (siehe Anhang, Seiten 89-90, EQ-5D-5L).

4) Diskussion

Die Indikation für eine Knietotalendoprotheseimplantation ist gegeben, wenn trotz konservativer Maßnahmen die Beschwerden persistieren und die Lebensqualität des Patienten durch die dauerhaften Schmerzen eingeschränkt ist. Wenn sich radiologisch deutliche Gonarthrosezeichen finden, kann die Indikation zur Knie-TEP-Implantation gestellt werden.
Die postoperativen Schmerzen sind ein entscheidender Faktor für die frühzeitige Mobilisation des Patienten, welche mit einem sehr befriedigenden funktionellen Outcome zusammenhängt. Aus diesem Grund ist eine adäquate postoperative Schmerztherapie von größter Bedeutung.
Heutzutage ist bei der Knie-TEP-Implantation die N. femoralis-Blockade der Goldstandard zur Schmerztherapie. Nachteile sind eine anspruchsvolle Technik mit 20% Ausfallquote, eine Sturzgefahr durch Ausfall der Motorik und ein möglicher „rebound“ der Schmerzen nach Ziehen des Katheters.
Mit der vorliegenden Arbeit wird diese Goldstandardschmerztherapie mit einem noch nicht weltweit etablierten perioperativen Schmerzmanagement verglichen.
In der vorliegenden Arbeit lassen sich folgende Hypothesen beim Vergleich dieser zwei unterschiedlichen perioperativen Schmerzmanagements nach Knie-TEP-Implantation untersuchen:

- zumindest vergleichbare analgetische Wirkung (VAS).
- zumindest vergleichbare postoperative Kniegelenkfunktion.
- mögliche sofortige Mobilisierung ohne Gefühls- und Motorikverlust mit Reduktion der Sturzgefahr.
- mögliche Vermeidung der Zunahme der Schmerzen und Verschlechterung der Beweglichkeit nach Entfernen des Nerven-Katheters nach einigen Tagen.

4.1) Darstellung der Arbeit

In der vorliegenden Arbeit sollte untersucht werden, ob die intra- und periartikuläre Infiltration von entzündungs- und schmerzhemmenden Mitteln eine gute Alternative zur N. femoralis-Blockade und zur N. ischiadikus-Blockade darstellt. Die Patienten der Femoraliskatheter-Gruppe wurden mit den Patienten der i.a-Katheter-Gruppe verglichen bezüglich der postoperativen Schmerzintensität, der postoperativen Kniebeweglichkeit, der postoperativen Fähigkeit, das operierte gestreckte Knie anzuheben sowie der Kniefunktion, die mittels KSS-Score und EQ-5D-5L-Score untersucht worden ist. In jeder Gruppe wurden entsprechend der Fallzahlplanung 25 Patienten eingeschlossen. Die Behandlungsdauer der Untersuchungsgruppe betrug eine Woche (während des stationären Aufenthalts zur Knie-TEP-Implantation). Die Patienten wurden sowohl prä- als auch postoperativ untersucht.

4.2) Einflussfaktoren auf die Ergebnisse - Limitierungen

Alle möglichen Einflussfaktoren wurden so weit wie möglich vor der Studie ausgeschlossen. Die Zuordnung der Patienten in eine der Gruppen (Femoraliskatheter-Gruppe, i.a-Katheter-Gruppe) erfolgte randomisiert. Die Daten der Arbeit wurden von einer einzelnen Person nach standardisiertem Schema erhoben und alle Patienten wurden vom gleichen Operateur in gleicher Weise (Lagerung, Zugang, Prothesensystem, postoperative Nachbehandlung) operiert. Die N. Femoralis-Blockade und N. Ischiadikus-Blockade wurden von den Anästhesisten der Klinik durchgeführt, während die periartikuläre Infiltration der entzündungs- und schmerzhemmenden Mittel sowie die intraartikuläre Schmerzkatheteranlage vom Operateur durchgeführt wurden.

Einige Faktoren könnten die Aussagen der Arbeit limitieren. Aufgrund der kurzen Nachuntersuchungsdauer (eine Woche pro Patient) war die

Beurteilung der mittel- oder langfristigen Kniefunktion nicht möglich. In der vorliegenden Arbeit wurde die Kniefunktion ein Tag präoperativ und während der ersten sechs postoperativen Tage untersucht. Aus diesem Grund konnte Teil II vom KSS, der nur die Kniefunktion betrifft, nicht getrennt beurteilt werden.

Eine weitere Einschränkung der Arbeitsaussagekraft war die Tatsache, dass die Patienten, die postoperativ über starke Schmerzen geklagt haben, zusätzlich bei Bedarf Schmerzmittel bekommen haben. Alle Patienten hatten postoperativ als Basistherapie eine feste standardisierte Schmerzmedikation. Eine Verweigerung von zusätzlichen Schmerzmitteln war bei den schmerzbeklagten Patienten aus ethischen Gründen nicht möglich.

Limitiert wurde die Arbeit weiterhin dadurch, dass die intraartikuläre Redondrainage in der Interventionsgruppe für 1-2 Stunden postoperativ geschlossen bleiben sollte, dann auf Sog und nach 5-6 Stunden auf Überlauf gestellt werden sollte. Im Gegenteil wurde in der Kontrollgruppe die intraartikuläre Redondrainage direkt nach dem Wundverschluss auf Sog gestellt. Ein direkter Einfluss auf die Ergebnisse bleibt hier jedoch nur zu mutmaßen. Ein verhinderter Ablauf mit resultierender intraartikulärer Ergussbildung und entsprechender Schmerzzunahme könnte eine mögliche Folge sein.

Auch das ungleich lange Anlegen der Blutdruckmanschette in der beiden Gruppen könnte eine Limitierung darstellen. In der Literatur sind bei Manschettendruck-Dauer von im Durchschnitt 60min (wie in dieser Studie) diesbezüglich wenig Nachteile beschrieben [51]. In unserer Studie wurden keine Dysästhesien, Schmerzen im Bereich des Tourniquets oder andere Folgen beschrieben.

4.3) Bewertung der Ergebnisse

Am Aufnahmetag erfolgte die Datenerhebung bzw. die Erhebung der visuellen Analogskala, die klinische Untersuchung des Kniegelenks sowie die Erhebung des KSS-Scores und EQ-5D-5L-Scores. Postoperativ wurden die Patienten erneut (1. Stunde, 3. Stunde, 6. Stunde, 1. postop. Tag, 2. postop. Tag, 3. postop. Tag, 4. postop. Tag, 5. postop. Tag, 6. postop. Tag) untersucht und es wurden alle entsprechenden Daten erhoben.

Bei den angegebenen VAS-Werten war ab dem Messzeitpunkt 24 Stunden ein signifikanter Unterschied ($p<0,05$) messbar. Die Patienten der i.a-Katheter-Gruppe hatten ab diesem Zeitpunkt statistisch signifikant weniger Schmerzen als die Patienten der Femoraliskatheter-Gruppe. Bei der Patientennachuntersuchung ergab sich im VAS im Zeitpunkt 24 Std postoperativ in der Femoraliskatheter-Gruppe ein durchschnittlicher Wert von 6,7, während in der i.a-Katheter-Gruppe ein Wert von 3,7 vorlag. Insgesamt kann man anhand der Abbildung 13 sehen, dass die Patientenkurve der Kontrollgruppe ständig höher blieb als die Kurve der Interventionsgruppe. Das bedeutet, dass die Patienten der i.a-Katheter-Gruppe weniger Beschwerden im Zeitraum der Untersuchung hatten. Das ist von entscheidender Bedeutung, weil der Faktor ‚postoperative Schmerzen' ein sehr wichtiger Faktor für den Operationserfolg und die Patientenzufriedenheit ist.

Bezüglich der Kniebeweglichkeit wurde in der Arbeit kein signifikanter Unterschied nachgewiesen.

Die Fähigkeit des Patienten, das operierte Bein anzuheben ist postoperativ sehr wichtig, da so eine bessere und schnellere Patientenmobilisation sowie eine niedrigere Sturzgefahr ermöglicht wird. Der Patient, der postoperativ sein operiertes gestrecktes Bein anheben kann bzw. besser kontrollieren kann, ist mobiler, selbstständiger und hat zu diesem Zeitpunkt mehr von der Operation profitiert. Bei der vorliegenden Arbeit konnte kein Patient der Femoraliskatheter-Gruppe am ersten postoperativen Tag

sein operiertes Bein anheben. Dies konnten jedoch 72 % der Patienten der i.a-Katheter-Gruppe. Im Verlauf konnten allmählich mehr Patienten der Femoraliskatheter-Gruppe ihr Bein anheben, die Zahl dieser Patienten blieb jedoch ständig niedriger als die Zahl der Patienten mit i.a-Katheter. Am letzten Untersuchungstag konnten 68 % der Patienten der Femoraliskatheter-Gruppe das Bein anheben, während 88 % der Patienten der i.a-Katheter-Gruppe die gleiche Bewegung ausführen konnten.

Jeder Patient sollte in den ersten postoperativen Tagen mit den noch vorliegenden Redondrainagen und ggf. mit der noch angelegten Mekronschiene mobilisiert werden. Bei älteren Patienten ist während der ersten postoperativen Tage die Sturzgefahr immer groß. Aus diesem Grund stellt die intraartikuläre und periartikuläre Infiltration von entzündungshemmenden und schmerzhemmenden Mitteln eine gute Alternative zur perioperativen Schmerztherapie bei Knie-TEP-Implantation dar, besonders bei älteren Patienten oder Patienten mit neurologischen Erkrankungen, die ohnehin schlecht mobilisierbar sind.

Abbildung 13 zeigt, dass die Patienten der Femoraliskatheter-Gruppe am 4. postoperativen Tag (Tag des durchschnittlichen Analgesiekatheterzugs) kurzzeitig zunehmende Schmerzen hatten. Bei den Patienten der Kontrollgruppe beträgt der durchschnitte VAS-Wert am 3. postoperativen Tag 4,1 und am 4. Tag 4,9. Im Vergleich beträgt bei den Patienten der Interventionsgruppe am 3. postoperativen Tag der VAS-Wert 2,6 und am 4. postoperativen Tag 2,3. So zeigt sich am 4. postoperativen Tag in der Femoraliskatheter-Gruppe eine Aufwärtstendenz der VAS-Kurve, während in der i.a-Katheter-Gruppe eine Abwärtstendenz zu beobachten ist.

4.4) Ergebnisse der Arbeit im Bezug auf die Literatur

Unsere Ergebnisse stellen die ersten in einem europäischen Set-up dar und stehen im Konsens zu aktuellen Literaturberichten:

So Teng Y. et al. haben 2013 nach einem systematischen Review

festgestellt, dass die periartikuläre Infiltration von entzündungs- und schmerzhemmenden Mitteln bei Knie-TEP-Implantation kurzfristige Vorteile bezüglich der Schmerzintensität, der Fähigkeit, das gestreckte Bein anzuheben und der postoperativen Komplikationen hat [53].

Bereits Toftdahl et al. haben 2007 bei 80 Patienten festgestellt, dass die Patienten am ersten postoperativen Tag nach peri- und intraartikulärer Infiltration bei der Knie-TEP-Implantation besser laufen können und weniger Schmerzen angeben [54].

Auch Spangehl MJ. et al. haben 2014 die Wirkung von periartikulären Infiltrationen im Vergleich mit der N. Femoralis-Blockade und N. Ischiadicus-Blockade bei 160 Patienten nach Knie-TEP-Implantation nachuntersucht. Die Patienten mit den periartikulären Infiltrationen hatten ähnliche Schmerzscores, der stationäre Aufenthalt war kürzer und die Dysästhesie der peripheren Nerven war kleiner im Vergleich zu den Patienten, die mit N. Femoralis-Blockade und N. Ischiadicus-Blockade behandelt wurden [49]. Wir konnten keine Dysästhesien oder ähnliche Nachteile der Blutsperre in unserem Patientengut feststellen, eine frühere Entlassung war entsprechend des deutschen Systems mit Grenzverweildauer nicht Ziel der Untersuchung.

Chaumeron A. et al. haben 2013 die periartikuläre Infiltration bei Knie-TEP-Implantation mit der N. Femoralis-Blockade und N. Ischiadicus-Blockade verglichen. Die Schmerzintensität war zwischen den beiden Gruppen nicht signifikant unterschiedlich, jedoch wurde die motorische Nervenblockade und ihre funktionelle Nachteile mit der periartikulären Infiltration vermieden [9]. Auch dies deckt sich mit unseren Ergebnissen.

Moghtadaei et al. haben 2014 die Wirkung der Single-Shot-Blockade des N. Femoralis mit der intra- und periartikulären Infiltration (Single-Shot) mit einer Mischung von 300 mg Ropivacaine, 30 mg Ketorolac und 0,5 mg Epinephrine verglichen. Die Patientengruppe mit der intra- und periartikulären Infiltration brauchte weniger Morphin als Schmerzmedikation am ersten postoperativen Tag. In den ersten sechs

postoperativen Stunden war der VAS-Wert statistisch signifikant niedriger (VAS: 3 versus 4) in der intra- und periartikulären Infiltration Gruppe, während nach 12 postoperativen Stunden der VAS-Wert statistisch signifikant höher (VAS: 6 versus 5) in der gleichen Gruppe betrug [37]. Diese Erhöhung konnten wir in unserem Patientengut mit kontinuierlicher Applikation jedoch nicht feststellen.

Nakai T. et al. haben 2013 60 Patienten nach Knie-TEP-Implantation untersucht. Diese wurden in drei Gruppen geteilt. Gruppe A bekam keine zusätzliche Schmerztherapie. Bei Gruppe B wurde intraartikulär eine Mischung von Schmerzmitteln infiltriert und bei Gruppe C wurde periartikulär eine Mischung von Schmerzmitteln infiltriert. Die Ergebnisse haben gezeigt, dass die Patienten der Gruppe B und C am Operationstag weniger Schmerzen hatten. Die Gruppe C gab insgesamt weniger Beschwerden als die Gruppe B an [38]. Die Kombination aus beiden Verfahren wurde daher von uns verwendet.

Auch die Studie von Yuenyongviwat et al. zeigt die Notwendigkeit kontinuierlicher Infiltrationen: 2012 wurden 30 Patienten mit periartikulärer Infiltration nach Knie-TEP-Implantation mit 30 Placebo-Patienten verglichen. Der VAS-Wert war nur in den ersten sechs postoperativen Stunden signifikant niedriger in der periartikulären Infiltration-Gruppe als in der Placebo-Gruppe. Ab der 6. postoperativen Stunde waren die Ergebnisse nicht statistisch signifikant [63].

Als Nachteil der beschriebenen Methode wäre eine mögliche gravierende Infektquelle des intraartikulären Schmerzkatheters zu bedenken. Zur besseren Standardisierung wurden in der vorliegenden Arbeit die gleichen Perfusoren in beiden Gruppen verwendet. Die 50ml Perfusorspritzen müssen hierbei jedoch gewechselt werden. Zur Minimierung eines möglichen Infektrisikos verwenden wir daher mittlerweile ein geschlossenes und steril bereits im OP angelegtes Pumpensystem, das über 350ml Füll-/ Pumpvolumen verfügt und nicht nachgefüllt wird. Es bleibt jedoch das geringe Risiko am Katheter-Eintritt selbst.

5) Zusammenfassung

Die Knietotalendoprotheseimplantation stellt ein weltweit etabliertes Verfahren in der orthopädischen Chirurgie dar. Bei der perioperativen Schmerzbehandlung ist in einigen orthopädischen Kliniken die Regionalanästhesie mittels Nervus femoralis-Blockade und Nervus ischiadicus-Blockade das etablierte Verfahren der Wahl. Dies bedeutet auch über die Operation hinaus eine mögliche Analgesie, jedoch mit einhergehenden Problemen in Sensorik und Motorik mit resultierender Sturzgefahr und vermehrten Schmerzen nach Entfernen des perinerval applizierten Schmerzkatheters nach einigen Tagen. Ein weiteres Standardverfahren ist die reine Intubationsnarkose, wobei hier nach Erwachen der Patienten sofort eine suffiziente Analgesie über orale, intravenöse, intramuskuläre oder subkutane Mittel erzielt werden muss.

Ziel der Arbeit war der Vergleich zweier verschiedener perioperativer Schmerzmanagements bei Knie-TEP-Implantation unter standardisierten Bedingungen erstmals in Deutschland.

50 Patienten zur Knie-TEP-Implantation wurden eingeschlossen, ein entsprechendes Ethikvotum der baden-württembergischen Ärztekammer liegt vor. 25 Patienten erhielten die perioperative Schmerztherapie über eine Regionalanästhesie mittels N. femoralis-Blockade und N. ischiadicus-Blockade. 25 Patienten erhielten die perioperative Schmerztherapie mittels intra- und periartikulärer Infiltration von entzündungs- und schmerzhemmenden Mitteln. Beide Gruppen erhielten während der Operation eine Larynxmaske oder Intubation. Die postoperative Mobilisierung mit Physiotherapie und CPM erfolgte Beschwerde-adaptiert nach Standard bei allen Patienten gleich.

Die folgenden klinischen Parameter wurden präoperativ und postoperativ (1. Stunde, 3. Stunde, 6. Stunde, 1. postop. Tag, 2. postop. Tag, 3. postop. Tag, 4. postop. Tag, 5. postop. Tag, 6. postop. Tag) untersucht: Visuelle Analogskala (VAS), Bedarf an zusätzlicher Schmerzmedikation, Knie

Society Score (KSS), EuroQol-5D-5L Score (EQ-5D), Kniegelenkfunktion und Fähigkeit zum Heben des gestreckten operierten Beines. Komplikationen wie Stürze, Infekte, Thrombosen etc. wurden dokumentiert.

In beiden Gruppen traten perioperativ Schmerzen auf. Im Gruppenvergleich waren VAS, KSS und EQ-5D-Score jedoch bis einschließlich Entlassung signifikant besser zugunsten der peri- und intraartikulären Analgesie ($p<0,01$). Die Kniegelenkfunktion war in beiden Gruppen vergleichbar ($p>0,05$). Die Fähigkeit zum Heben des gestreckten operierten Beines war signifikant früher und auch bis zur Entlassung besser nach intra- und periartikulärer Infiltration ($p<0,01$). Als Komplikationen fanden sich zwei folgenlose Stürze nach Regionalanästhesie, sonst keine.

Beide Systeme sind in der perioperativen Anästhesie bei Knie-TEP-Implantation erfolgreich einsetzbar. Intra- und periartikuläre Verfahren senken im Vergleich zum regionalen Verfahren die Sturzgefahr, vermeiden einen Schmerz-„Rebound“ bei Entfernen des regionalen Schmerzkatheters und weisen im Verlauf des gesamten stationären Verlaufs insgesamt Vorteile auf. Als Nachteil ist eine mögliche gravierende Infektquelle des intraartikulären Schmerz-Katheters zu bedenken.

6) Literaturverzeichnis

1) Af Ekenstam B., Egner B., Petterson G.
Local anaestetics I: N-alkyl pyrrolidine and N-alkyl piperidine carboxylic acid amides.
Acta Chem Scand 11: 1183-1190 (1957).

2) Affas F., Nygards E.B, Stiller C.O, Wretenberg P. and Olofsson C.
Pain control after total knee arthroplasty: a randomized trial comparing local infiltration anesthesia and continuous femoral block.
Acta Orthop 82: 441-447 (2011).

3) Al-Hadithy N., Gikas P., Mahapatra A.N, Dowd G.
Review article: Plica syndrome of the knee.
J Orthop Surg 19: 354-358 (2011).

4) Amir T.
Assessment: WOMAC.
Arthrose evaluieren.
Physiopraxis 6: 36-37 (2007).

5) Asif S., Choon DSK.
Midterm results of cemented Press Fit Condylar Sigma Total knee arthroplasty system.
J Orthop Surg 13: 280-284 (2005).

6) Bianconi M., Ferraro L., Traina G.C., Zanoli G., Antonelli T. Guberti A., Ricci R. and Massari L.
Pharmacokinetics and effinacy of ropivacaine continuous wound instillation after joint replacement surgery.
Br J Anaesth 91: 830-835 (2003).

7) Campos P., Saguy A., Ernsberger P., Oliver E., Gaesser G.
The epidemiology of overweight and obesity: public health crisis or moral panic?
Int J Epidemiol 35: 55-60 (2006).

8) Carli F., Clemente A., Asenjo J.F., Kim D.J, Mistraletti G., Gomarasca M., Morabito A. and Tanzer M.
Analgesia and functional outcome after total knee arthroplasty: periarticular infiltration vs continuous femoral nerve block.
Br J Anaesth 105: 185-195 (2010).

9) Chaumeron A., Audy D., Drolet P., Lavigne M., Vendittoli PA.
Periarticular injection in knee arthroplasty improves quadriceps function.

Clin Orthop Rel Res 471: 2284-2295 (2013).

10) Chiang Colvin A., Meislin R.J.
Posterior cruciate ligament injuries in the athlete. Diagnosis and treatment.
Bull NYU Hosp Jt Dis 67: 45-51 (2009).

11) De-bo Y., Bai-liang W., Kun-peng L. and Wan-shou G.
Efficancy of multimodal coctail periarticular injection with or without steroid in total knee arthroplasty.
Chin Med J 126: 3851-3855 (2013).

12) Dobrydnjov I., Anderberg C., Olsson C., Shapurova O., Angel K. and Bergman S.
Intraarticular vs. exraarticular ropivacaine infusion following high-dose local infiltration analgesia after total knee arthroplasty. A randomized double-blind study.
Acta Orthop 82: 692-698 (2011).

13) Egloff C., Hügle T., Valderrabano V.
Biomechanics and pathomechanisms of osteoarthritis.
Swiss Med Wkly 142: w13583 (2012).

14) Fowler S., Symons J., Sabato S. and Myles P.S.
Epidural analgesia compared with peripheral nerve blockade after major knee surgery: a systematic review and meta-analysis of randomized trials.
Br J Anaesth 100: 154-164 (2008).

15) Grifka J., Kuster M.
Orthopädie und Unfallchirurgie. Springer, Berlin Heidelberg New York, S. 776 (2011).

16) Hadzic A., Houle T., Capdevila X., Ilfeld B.
Femoral nerve block for analgesia in patients having knee arthroplasty.
Anesthesiology 113: 1014-1015 (2010).

17) Han Chang-Dong, Lee Doo-Hyung and Yang Ick Hwan.
Intra-synovial ropivacaine and morphine for pain relief after total knee arthroplasty - A prosrective, randomized, double blind study.
Yonsei Med J 48: 295-300 (2007).

18) Haviv B., Bronak S. and Thein R.
The complexity of pain around the knee in patients with osteoarthritis.

Isr Med Assoc J 15: 244-247 (2013).

19) Hepper CT., Halvorson JJ., Duncan ST., Gregory AJ., Dunn WR., Spindler KP.
The efficacy and duration of intraarticular corticosteroid injection for knee osteoarthritis: a systematic review of level I studies.
J Am Acad Orthop Surg 17: 638-646 (2009).

20) Herdman M., Gudex C., Lloyd A., Janssen MF., Kind P., Parkin D., Bonsel G., Badia X.
Development and preliminary testing of the new five-level version of EQ-5D (EQ-5D-5L).
Qual Life Res 20: 1727-1736 (2011).

21) Jones A.C and Doherty M.
Rheumatology Unit, City Hospital, Nottingham NG5 1PB
The treatment of osteoarthritis.
Br J Clin Pharmac 33: 357-363 (1992).

22) Kerkoffs G., Servien E., Dunn W., Dahm D., Bramer J. and Haverkamp D.
The influence of obesity on the complication rate and outcome of total knee arthroplasty.
J Bone Joint Surg 94: 1839-1844 (2012).

23) Kim S.J, Cheon S.H. and Kyung H.S.
Mid-term results of total knee arthroplasty using PFC Sigma RP-F.
Knee Surg Relat Res 24: 221-226 (2012).

24) Korean Knee Society.
Guidelines for the Management of postoperative pain after total knee arthroplasty.
Knee Surg Relat Res 24: 201-207 (2012).

25) Laskin R.S.
The Classic
Modular total knee-replacement arthroplasty. A review of eighty-nine patients.
Clin Orthop Rel Res 466: 2581-2588 (2008).

26) Lawrence RC., Felson DT., Helmick CG., Arnold LM., Choi H., Deyo RA., Gabriel S., Hirsch R., Hochberg M., Hunder G., Jordan J., Katz J., Kremers M., Wolfe F.
Estimates of the prevelance of arthritis and other rheumatic conditions in the United States, Part II.
Arthritis Rheum 58: 26-35 (2008).

27) Lee R., Boon Lim Tey J. , Hai Liang Chua N..
Postoperative pain control for total knee arthroplasty: Continuous femoral nerve block versus intravenous patient controlled analgesia.
Anesth. Pain 1: 239-242 (2012).

28) Macfarlane A., Prasad G., Chan V., Brull R.
Does regional anesthesia impove outcome after total knee arthroplasty?
Clin Orthop Rel Res 467: 2379-2402 (2009).

29) Makris E.A, Hadidi P., Athanasiou K.
The knee meniscus: structure-function, pathophysiology, current repair techniques and prospects for regeneration.
Biomaterials 32: 7411-7431 (2011).

30) Marhofer P., Harrop-Griffiths W., Kettner S.C and Kirchmair L.
Fifteen years of ultrasound guidance in regional anaesthesia: Part 1.
Br J Anaesth 104: 538-546 (2010).

31) Marhofer P., Harrop-Griffiths W., Willschke H. and Kirchmair L.
Fifteen years of ultrasound guidance in regional anaesthesia: Part 2- Recent developments in block techniques.
Br J Anaesth 104: 673-683 (2010).

32) Mc Cartney C.J.L. and McLeod G.A.
Local infiltration analgesia for total knee arthroplasty.
Br J Anaesth 107: 487-489 (2011).

33) Mc Clure J.H.
Ropivacaine.
Br J Anaesth 76: 300-307 (1996).

34) Mc Dermott I.D, Amis A.
The consequences of meniscectomy.
J Bone Joint Surg (Br) 88: 1549-1556 (2006).

35) McKenzie S., Torkington A.
Osteoarthritis. Management options in general practice.
Australian Family Physician 39: 622-625 (2010).

36) Michael J.W.P, Schlüter-Brust K., Eysel P.
The epidemiology, etiology, diagnosis and treatement of ostearthritis of the knee.
Dtsch Arztebl Int 107: 152-162 (2010).

37) Moghtadaei M., Farahini H., Hamid-Reza S., Mokarami F., Safari F.

Pain management for total knee arthroplasty: Single-injection femoral nerve block versus local infiltration analgesia.
Iran Red Cres Med J 16: e13247 (2014).

38) Nakai T., Tamaki M., Nakamura T, Nakai T, Onishi A, Hashimoto K.
Controlling pain after total knee arthroplasty using a multimodal protocol with local periarticular injections.
J Orthop 10: 92-94 (2013).

39) O'Connor M.I.
Implant survival, knee function and pain relief after TKA. Are there differences between men and women?
Clin Orthop Rel Res 469: 1846-1851 (2011).

40) Ong J., Lin C., Fook-Chong S., Tang A., Ying Y., Keng T.B.
Continuous infiltration of local anaesthetic following total knee Arthroplasty.
J Orthop Surg 18: 203-207 (2010).

41) Paley D., Pfeil J.
Prinzipien der kniegelenknahen Deformitätenkorrektur.
Orthopäde 29: 18-38 (2000).

42) Paul J.E, Arya A., Hurlbur L, Cheng L, Thabane L, Tidy A, Murthy Y.
Femoral nerve block improves analgesia outcomes after Total knee arthroplasty.
Anesthesiology 113: 1144-1162 (2010).

43) Price A. and Allum R.
Management of osteoarthritis of the knee.
Ann R Coll Surg Engl 92: 459-462 (2010).

44) Schai P., Thornhill T., Scott R.
Total knee arthroplasty with the PFC system. Results at a minimum oft en years and survivorship analysis.
J Bone Joint Surg (Br) 80: 850-858 (1998).

45) Seah V. W. T., Chin P. L., Chia S. L., Yang K. Y., Lo N. N., Yeo S. J.
Single-dose periarticular steroid infiltration for pain management in total knee arthroplasty: a prospective, double-blind, randomised controlled trial.
Singapore Med J 52: 19-23 (2011).

46) Sharma S., Iorio R., Specht L., Davies-Lepie S., Healy W.
Complications of femoral nerve block for total knee arthroplasty.
Clin Orthop Relat Res 468: 135-140 (2010).

47) Shen W., Jordan S., Fu F.
Review article: Anatomic double bundle anterior cruciate ligament reconstruction.
J Orthop Surg 15: 216-221 (2007).

48) Sowers M. and Karvonen-Gutierrez C.A.
The evolving role of obesity in knee osteoarthritis.
Curr Opin Rheumatol 22: 533-537 (2010).

49) Spangehl MJ, Clarke HD, Hentz JG, Misra L, Blocher JL, Seamans DP.
The Chitranjan Ranawat award: Periarticular injections and femoral & sciatic blocks provide similar pain relief after TKA: A randomized clinical trial.
Clin Orthop Relat Res 473: 45-53 (2015).

50) Szucs S., Morau D., Iohom G.
Femoral nerve blockade.
Med Ultrason 12: 139-144 (2010).

51) Tai TW, Lin CJ, Jou IM, Chang CW, Lai KA, Yang CY.
Tourniquet use in total knee arthroplasty: a meta-analysis.
Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 19: 1121-1130 (2011).

52) Tanamas S, Hanna F, Cicuttini F, Wluka A, Berry P and Urquhart D.
Does knee malalignment increase the risk of development and progression of knee osteoarthritis? A systematic review.
Arthritis Rheum 61: 4459-4467 (2009).

53) Teng Y., Jiang J., Chen S., Zhao L., Khan MS, Du W., Gao X., Wang J., Xia Y.
Periarticular multimodal drug injection in total knee arthroplasty.
Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 22: 1949-1957 (2014).

54) Toftdahl K., Nicolajsen L., Haraldsted V., Madsen F., Tonnesen E. and Soballe K.
Comparison of peri- and intraarticular analgesia with femoral nerve block after total knee arthroplasty.
Acta Orthop 78: 172-179 (2007).

55) Uthman I, Raynauld JP, Haraoui B.
Intra- articular therapy in osteoarthritis.
Postgrad Med J 79: 449-453 (2003).

56) Van Manen M.D, Nace J., Mont M.
Management of primary knee osteoarthritis and indications for total knee arthroplasty for general practitioners.

J Am Osteop Assoc 112: 709-715 (2012).

57) Vincent K., Conrad B., Fregly B. and Vincent H.
The pathophysiology of osteoarthritis: A mechanical perspective on the knee joint.
Phys Med Rehab 4:1-23 (2012).

58) Wattwil M.
Postoperative pain relief and gastrointestinal motility.
Acta Chir Scand Suppl 550: 140-145 (1989).

59) Wirtz D.
AE-Manual der Endoprothetik. Springer, Berlin Heidelberg New York, S. 37-41 (2011).

60) Wirtz D.
AE-Manual der Endoprothetik. Springer, Berlin Heidelberg New York, S. 51 (2011).

61) Wirtz D.
AE-Manual der Endoprothetik. Springer, Berlin Heidelberg New York, S. 97-103 (2011).

62) Wirtz D.
AE-Manual der Endoprothetik. Springer, Berlin Heidelberg New York, S. 130-135 (2011).

63) Yuenyongviwat V., Pornrattanamaneewong C., Chinachoti T. and Chareancholvanich K.
Periarticular injection with bupivacaine for postoperative pain control in total knee replacement.
Adv Orthop Article ID 107309 (2012).

64) Zhang Y. and Jordan J.M.
Epidemiology of osteoarthritis.
Clin Geriatr Med 26: 355-369 (2010).

7) Anhang

7.1) Informationsblatt und Einverständniserklärung

zuständiger Arzt Stuttgart: Stathellis Apostolos
Sportklinik Stuttgart
Taubenheimstr. 8
70372 Stuttgart
Tel.: 0711-5535-291
E-mail: apostolos_stathellis@hotmail.com

Sehr geehrte Patientin, sehr geehrter Patient,

bei Ihnen ist eine Kniegelenkarthrose festgestellt worden. Wir freuen uns, dass Sie sich bereit erklärt haben an der Studie

Auswirkungen von unterschiedlichen perioperativen Schmerzmanagements auf Schmerzen und Funktion nach Knie-TEP Implantation.

Eine prospektiv randomisierte Studie zum Vergleich :

i) Regionalanästhesie mittels N. Femoralisblockade und N. Ischiadicusblockade
ii) Intra- und periartikuläre Infiltration von entzündungs- und schmerzhemmenden Mitteln

teilzunehmen.

Regelmäßig führen wir Untersuchungen zu unseren Therapieansätzen durch. In diesem Fall möchten wir gerne zwei Therapieformen untersuchen und die Ergebnisse vergleichen. Hierzu werden wir Sie einer Untersuchungsgruppe zuteilen. Es werden 2 verschiedene Therapien verglichen und das Los mit einer Chance von 50% entscheidet darüber, welche Therapie Sie erhalten. Herr Stathellis (Assistenzarzt Sportklinik Stuttgart) wird Sie hierzu vor der Operation kontaktieren und über die Studie informieren. Alle Untersuchungen werden dann in der Klinik durchgeführt.
Während der medizinisch notwendigen Behandlung sollen im Rahmen der Studie Daten gesammelt und aufgezeichnet werden, die Ihre Erkrankung sowie die Behandlung und den Verlauf nach Abschluss der Behandlung betreffen. Anhand dieser Daten, die bei mehreren Patienten gesammelt werden, soll zum späteren Zeitpunkt überprüft werden, ob die Behandlung wirksam ist und ob der Nutzen der Behandlung (Heilerfolg) die Risiken oder Nebenwirkungen dieser Methode überwiegt.
Die Entscheidung über die für Sie geeignete Behandlung wird unabhängig davon getroffen, ob in Anschluss an diese Behandlung Daten gesammelt werden oder nicht. Für Sie ergeben sich aus der Studienteilnahme kein Nach- und kein Vorteil. Die Zustimmung zur Datensammlung, -auswertung und -veröffentlichung ist vollkommen

freiwillig. Sie können die Datenerfassung jeder Zeit, auch nachdem Sie bereits zugestimmt haben, ohne Begründung und Nachteile für die weitere Behandlung ablehnen. Bei dem Fall eines Patientenwiderrufs ist jeder Zeit die Löschung der bis dahin erhobenen Daten möglich.
Alle Daten werden pseudonymisiert, d.h. durch eine mehrstellige, Ihrer Person zu diesem Zweck zugeteilten, Patientennummer gekennzeichnet. Bei der Auswertung und Veröffentlichung werden ausschließlich verschlüsselte Daten verwendet.
Wir möchten Sie darauf hinweisen, dass das Los mit einer Chance von 50% (nach dem Zufallsprinzip) darüber entscheidet, welche Therapie Sie erhalten. Die eine Gruppe wird gemäß einer etablierten Methode behandelt, während bei der anderen Gruppe ein erst in den USA etabliertes Verfahren zur Anwendung kommt.
Wenn Sie mit der Datensammlung, -auswertung und -veröffentlichung in der oben beschriebenen Form einverstanden sind, unterschreiben Sie bitte das Informationsblatt an der dafür vorgesehen Stelle.

EINVERSTÄNDNISERKLÄRUNG / DATENSCHUTZEINWILLIGUNG

Ich erkläre mich hiermit einverstanden an der oben aufgeführten Studie teilzunehmen. Ich hatte ausreichend Gelegenheit, Fragen bezüglich der Studie zu stellen, und diese wurden mir zu meiner vollen Zufriedenheit beantwortet. Ich wurde darüber informiert, dass ich meine Teilnahme an dieser Studie jederzeit ohne Angaben von Gründen und ohne mir entstehende Nachteile zurückziehen kann.
Im Rahmen der intra- und periartikulären Infiltration-Schmerz-Studie werden persönliche Daten und medizinische Befunde über Sie erhoben. Die Weitergabe, Speicherung und Auswertung dieser studienbezogenen Daten erfolgt nach gesetzlichen Bestimmungen und setzt vor Teilnahme an der Studie folgende freiwillige Einwilligung voraus:

Ich erkläre mich damit einverstanden, dass im Rahmen dieser Studie erhobene Daten/ Krankheitsdaten auf Fragebögen und elektronischen Datenträgern aufgezeichnet und ohne Namensnennung weitergegeben werden können.

Ihre Bereitschaft an dieser Untersuchung teilzunehmen ist ein wertvoller Beitrag zur Förderung des medizinischen Fortschrittes. Deshalb möchten wir uns vorab bei Ihnen recht herzlich bedanken. Sollten Sie weitere Fragen haben, können Sie sich jederzeit an uns wenden.

Stuttgart, den _____ Unterschrift des Patienten:_____

Name des aufklärenden Arztes: _____

Stuttgart, den _____ Unterschrift des Arztes: _____

7.2) Fragebogen

Stammdatenetikett
Name:_____
Vorname:_____
Geburtsdatum:_____

i.a.-Infiltrations-Studie
ID: _____

Auswirkungen von unterschiedlichen perioperativen Schmerzmanagements auf Schmerzen und Funktion nach Knie-TEP Implantation.

Eine prospektiv randomisierte Studie zum Vergleich :

i) Regionalanästhesie mittels N. Femoralisblockade und N. Ischiadicusblockade.

ii) Intra- und periartikuläre Infiltration von entzündungs- und schmerzhemmenden Mitteln

1. Einschlusskriterien erfüllt (Gonarthrose, Einwilligung)?

   ☐ Ja ☐ Nein

2. Ausschlusskriterien vorhanden?

   ☐ Ja ☐ Nein

3. Randomisierung:

   ☐ Regionalanästhesie ☐ Intra- und periartikuläre Infiltration

Schmerzscore ante therapiem:

☐ VAS

Klinische scores ante therapiem:

☐ KSS ☐ EQ-5D

Analgesie ante therapiem (NSAR und Opioid)

☐ Ja ☐ Nein

i.a.-Infiltrations-Studie
ID: _____

Schmerzscore post therapiem 1 Stunde:

☐ VAS

Funktion post therapiem 1 Stunde:

Extension _____ Flexion _____

Analgetikazusatz post therapiem 1 Stunde:

Name _____ Menge _____

Name _____ Menge _____

Heben des gestreckten Beines post therapiem 1 Stunde:

☐ möglich ☐ unmöglich

Schmerzscore post therapiem 3 Stunden:

☐ VAS

Funktion post therapiem 3 Stunde:

Extension _____ Flexion _____

Analgetikazusatz post therapiem 3 Stunde:

Name _____ Menge _____

Name _____ Menge _____

Heben des gestreckten Beines post therapiem 3 Stunde:

☐ möglich ☐ unmöglich

Schmerzscore post therapiem 6 Stunden:

☐ VAS

Funktion post therapiem 6 Stunde:

Extension _____ Flexion _____

Analgetikazusatz post therapiem 6 Stunde:

Name _____ Menge _____

Name _____ Menge _____

Heben des gestreckten Beines post therapiem 6 Stunde:

☐ möglich ☐ unmöglich

i.a.-Infiltrations-Studie
ID: _____

Schmerzscore post therapiem 24 Stunden:

☐ VAS

Funktion post therapiem 24 Stunden:

Extension _____ Flexion _____

Analgetikazusatz post therapiem 24 Stunden:

Name _____ Menge _____

Name _____ Menge _____

Heben des gestreckten Beines post therapiem 24 Stunden:

☐ möglich ☐ unmöglich

Klinische scores post therapiem 24 Stunden:

☐ KSS ☐ EQ-5D

Schmerzscore post therapiem 48 Stunden:

☐ VAS

Funktion post therapiem 48 Stunden:

Extension _____ Flexion _____

Analgetikazusatz post therapiem 48 Stunden:

Name _____ Menge _____

Name _____ Menge _____

Heben des gestreckten Beines post therapiem 48 Stunden:

☐ möglich ☐ unmöglich

Klinische scores post therapiem 48 Stunden:

☐ KSS ☐ EQ-5D

i.a.-Infiltrations-Studie
ID: _____

Schmerzscore post therapiem 3 Tage:

☐ VAS

Funktion post therapiem 3 Tage:

Extension _____ Flexion _____

Analgetikazusatz post therapiem 3 Tage:

Name _____ Menge _____

Name _____ Menge _____

Heben des gestreckten Beines post therapiem 3 Tage:

☐ möglich ☐ unmöglich

Klinische scores post therapiem 3 Tage:

☐ KSS ☐ EQ_5D

Schmerzscore post therapiem 4 Tage:

☐ VAS

Funktion post therapiem 4 Tage:

Extension _____ Flexion _____

Analgetikazusatz post therapiem 4 Tage:

Name _____ Menge _____

Name _____ Menge _____

Heben des gestreckten Beines post therapiem 4 Tage:

☐ möglich ☐ unmöglich

Klinische scores post therapiem 4 Tage:

☐ KSS ☐ EQ-5D

i.a.-Infiltrations-Studie
ID: _____

Schmerzscore post therapiem 5 Tage:

☐ VAS

Funktion post therapiem 5 Tage:

Extension _____ Flexion _____

Analgetikazusatz post therapiem 5 Tage:

Name _____ Menge _____

Name _____ Menge _____

Heben des gestreckten Beines post therapiem 5 Tage:

☐ möglich ☐ unmöglich

Klinische scores post therapiem 5 Tage:

☐ KSS ☐ EQ-5D

Schmerzscore post therapiem 6 Tage:

☐ VAS

Funktion post therapiem 6 Tage:

Extension _____ Flexion _____

Analgetikazusatz post therapiem 6 Tage:

Name _____ Menge _____

Name _____ Menge _____

Heben des gestreckten Beines post therapiem 6 Tage:

☐ möglich ☐ unmöglich

Klinische scores post therapiem 6 Tage:

☐ KSS ☐ EQ_5D

7.3) Knie Society Score

KSS Score

Stammdatenetikett
Name:_____
Vorname:_____
Geburtsdatum:_____

Score:

Teil I - Knie Score

Schmerz

i) Kein

ii) Leicht - manchmal

iIi) Leicht (nur Treppensteigen)

iv) Leicht (Laufen und Treppensteigen)

v) Mäßig - manchmal

vi) Mäßig – ständig

vii) Stark

prä	24	48	3	4	5	6

Flexion Kontraktur (wenn vorhanden)

i) 5°-10°

ii) 11°-15°

iii)16°-20°

iv) > 20°

prä	24	48	3	4	5	6

Streckdefizit

i) < 10°

ii) 10°-20°

iii) > 20°

prä	24	48	3	4	5	6

Flexion Umfang

0°-5°	6°-10°	11°-15°	16°-20°
21°-25°	26°-30°	31°-35°	36°-40°
41°-45°	46°-50°	51°-55°	56°-60°
61°-65°	66°-70°	71°-75°	76°-80°
81°-85°	86°-90°	91°-95°	96°-100°
101°-105°	106°-110°	111°-115°	116°-120°
121°-125°			

prä	24	48	3	4	5	6

Varus & Varus Deformität

0°	1°	2°	3°
4°	5°-10°	11°	12°
13°	14°	15°	>15°

prä	24	48	3	4	5	6

Stabilität

Anterior-Posterior

i) <5mm

ii) 5-10mm

iii) >10mm

prä	24	48	3	4	5	6

Mediolateral

i) <5°

ii) 6°-9°

iii) 10°-14°

iv) 15°

prä	24	48	3	4	5	6

Teil II – Funktion

Score:

Laufen

i) unbegrenzt

ii) >10 Häuserblocke

iii) 5-10 Häuserblocke

iv) <5 Häuserblocke

v) in der Wohnung

vi) unfähig

prä	24	48	3	4	5	6

Treppen

i) Normal hinauf- und hinuntersteigen

ii) Normal hinaufsteigen, hinuntersteigen mit Hilfe

iii) Hinauf- und hinuntersteigen mit Hilfe

iv) Hinaufsteigen mit Hilfe, hinuntersteigen unfähig

v)unfähig

prä	24	48	3	4	5	6

Laufenhilfe gebraucht

i) Keine Hilfe

ii) Stock notwendig

iii) 2 Stöcke notwendig

iv) Unterarmgehstützen oder Gehbock notwendig

prä	24	48	3	4	5	6

7.4) EQ-5D-5L

Stammdatenetikett
Name:_____
Vorname:_____
Geburtsdatum:_____

Score:

Mobilität

prä	24	48	3	4	5	6

Ich habe keine Probleme beim Laufen

Ich habe leichte Probleme beim Laufen

Ich habe mäßige Probleme beim Laufen

Ich habe schwere Probleme beim Laufen

Ich kann nicht laufen

Selbstversorgung

prä	24	48	3	4	5	6

Ich habe keine Probleme mich zu waschen oder anzuziehen

Ich habe leichte Probleme mich zu waschen oder anzuziehen

Ich habe mäßige Probleme mich zu waschen oder anzuziehen

Ich habe schwere Probleme mich zu waschen oder anzuziehen

Ich kann mich nicht waschen oder anziehen

Allgemeine Aktivitäten (z.B Arbeit, Haushalt, familiäre oder eigene Aktivitäten)

prä	24	48	3	4	5	6

Ich habe keine Probleme mit meinen allgemeinen Aktivitäten

Ich habe leichte Probleme mit meinen allgemeinen Aktivitäten

Ich habe mäßige Probleme mit meinen allgemeinen Aktivitäten

Ich habe schwere Probleme mit meinen allgemeinen Aktivitäten

Ich kann nicht meine allgemeine Aktivitäten durchführen

Schmerzen / Unwohlsein

prä	24	48	3	4	5	6

Ich habe weder Schmerzen noch Unwohlsein

Ich habe leichte Schmerzen oder Unwohlsein

Ich habe mäßige Schmerzen oder Unwohlsein

Ich habe starke Schmerzen oder Unwohlsein

Ich habe extreme Schmerzen oder Unwohlsein

Angst / Depression

prä	24	48	3	4	5	6

Ich habe weder Angst noch Depression

Ich habe geringe Angst oder Depression

Ich habe mäßige Angst oder Depression

Ich habe ausgeprägte Angst oder Depression

Ich habe extreme Angst oder Depression

Ihre Gesundheit (heute) von 0 bis 100:

(je höher desto besser)

prä	24	48	3	4	5	6

7.5) Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Das intraartikuläre Kathetersystem, das in der Arbeit benutzt wurde.
Abbildung 2: Periartikuläre Infiltration von entzündungs- und schmerzhemmenden Mitteln.
Abbildung 3: Periartikuläre Infiltration von entzündungs- und schmerzhemmenden Mitteln.
Abbildung 4: Entzündungshemmende und schmerzhemmende Mitteln zur periartikulären Infiltration.
Abbildung 5: Anlage des intraartikulären Katheters.
Abbildung 6: Anlage des intraartikulären Katheters.
Abbildung 7: Intraartikuläre Infiltration von entzündungs- und schmerzhemmenden Mitteln.
Abbildung 8: Fixierung des intraartikulären Katheters.
Abbildung 9: Anschluss des intraartikulären Katheters an der Schmerzpumpe.
Abbildung 10: Patientenzahl und Geschlecht in der Kontrollgruppe.
Abbildung 11: Patientenzahl und Geschlecht in der Interventionsgruppe.
Abbildung 12: Patientenzahl und Geschlecht in beiden Gruppen.
Abbildung 13: VAS Score.
Abbildung 14: Bedarf an Zusatzschmerzmedikation.
Abbildung 15: Durchschnittliche Zusatzmedikation pro Patient.
Abbildung 16: KSS Teil 1.
Abbildung 17: KSS Teil 1+2.
Abbildung 18: Knieflexion.
Abbildung 19: Fähigkeit des Patienten das operierte Bein gestreckt anzuheben.
Abbildung 20: Schmerzkatheterdauer.
Abbildung 21: EQ-5D-5L Score - Mobilität - Patienten ohne Probleme.
Abbildung 22: EQ-5D-5L Score - Mobilität - Patienten mit leichten

Problemen.
Abbildung 23: EQ-5D-5L Score - Mobilität - Patienten mit mäßigen Problemen.
Abbildung 24: EQ-5D-5L Score - Mobilität - Patienten mit schweren Problemen.
Abbildung 25: EQ-5D-5L Score - Mobilität - Patienten können nicht laufen.
Abbildung 26: EQ-5D-5L Score - Selbstversorgung - Patienten ohne Probleme.
Abbildung 27: EQ-5D-5L Score - Selbstversorgung - Patienten mit leichten Problemen.
Abbildung 28: EQ-5D-5L Score - Selbstversorgung - Patienten mit mäßigen Problemen.
Abbildung 29: EQ-5D-5L Score - Selbstversorgung - Patienten mit schweren Problemen.
Abbildung 30: EQ-5D-5L Score - Selbstversorgung - Patienten können nicht sich waschen/anziehen.
Abbildung 31: EQ-5D-5L Score - Allgemeine Aktivitäten - Patienten ohne Probleme.
Abbildung 32: EQ-5D-5L Score - Allgemeine Aktivitäten - Patienten mit leichten Problemen.
Abbildung 33: EQ-5D-5L Score - Allgemeine Aktivitäten - Patienten mit mäßigen Problemen.
Abbildung 34: EQ-5D-5L Score - Allgemeine Aktivitäten - Patienten mit schweren Problemen.
Abbildung 35: EQ-5D-5L Score - Allgemeine Aktivitäten - Patienten können nicht allgemeine Aktivitäten durchführen.
Abbildung 36: EQ-5D-5L Score - Schmerzen/Unwohlsein - Patienten ohne Schmerzen/Unwohlsein.
Abbildung 37: EQ-5D-5L Score - Schmerzen/Unwohlsein - Patienten mit leichten Schmerzen/Unwohlsein.
Abbildung 38: EQ-5D-5L Score - Schmerzen/Unwohlsein - Patienten mit

mäßigen Schmerzen/Unwohlsein.
Abbildung 39: EQ-5D-5L Score - Schmerzen/Unwohlsein - Patienten mit starken Schmerzen/Unwohlsein.
Abbildung 40: EQ-5D-5L Score - Schmerzen/Unwohlsein - Patienten mit extremen Schmerzen/Unwohlsein.
Abbildung 41: EQ-5D-5L Score - Angst/Depression - Patienten ohne Angst/Depression.
Abbildung 42: EQ-5D-5L Score - Angst/Depression - Patienten mit geringer Angst/Depression.
Abbildung 43: EQ-5D-5L Score - Angst/Depression - Patienten mit mäßiger Angst/Depression.
Abbildung 44: EQ-5D-5L Score - Angst/Depression - Patienten mit ausgeprägter Angst/Depression.
Abbildung 45: EQ-5D-5L Score - Angst/Depression - Patienten mit extremer Angst/Depression.

7.6) Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ursachen der sekundären Gonarthrose.
Tabelle 2: Stadien Kellgren – Lawrence.
Tabelle 3: Medikamentöse Therapie bei Gonarthrose.
Tabelle 4: Indikationen zur Knie TEP Implantation.
Tabelle 5: Patientenzahl und Durchschnittsalter in der Kontrollgruppe, Interventionsgruppe und beiden Gruppen.
Tabelle 6: VAS Score (gesamte Arbeit, detailliert).
Tabelle 7: Mittelwert und Standardabweichung der Tabletteneinnahme pro Patient.
Tabelle 8: KSS Teil 1 (gesamte Arbeit, detailliert).
Tabelle 9: KSS Teil 1 + 2 (gesamte Arbeit, detailliert).
Tabelle 10: Beweglichkeit (gesamte Arbeit, detailliert).

Tabelle 11: Fähigkeit das Bein anzuheben (gesamte Arbeit, detailliert).
Tabelle 12: Katheterdauer (gesamte Arbeit, detailliert).
Tabelle 13: Mittelwert und Standardabweichung der Katheterdauer pro Patient.

8) Danksagung

Bei Herrn **Privatdozent Dr. med. Johannes Beckmann** bedanke ich mich ganz herzlich für die Überlassung des Dissertationsthemas, die hervorragende Betreuung der Arbeit, die unermüdliche Unterstützung und die Zeit und Geduld bei den Arbeitskorrekturen.

Ich möchte mich rechtherzlich beim **Prof. Dr. med. Gerhard J. Bauer** für seine hilfreiche Unterstützung bei der Anfertigung dieser Arbeit bedanken.

Bei Herrn **Jochen Huth** bedanke ich mich für die kompetente Hilfe bei der statistischen Auswertung.

Den **Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern** der Sportklinik Stuttgart danke ich dafür, dass sie mir die Untersuchung der Patienten durch ihr Mitwirken erleichtert haben.

Den untersuchten **Patienten** möchte ich für die Teilnahme danken und dafür, dass sie es mir ermöglicht haben, ihre Daten auszuwerten und in dieser Dissertation zu verwenden.

9) Lebenslauf

Der Lebenslauf wurde aus Gründen des Datenschutzes entfernt.