

**Aus der Klinik und Poliklinik für Orthopädie
und Orthopädische Chirurgie**

(Direktor: Univ.- Prof. Dr. med. H. R. Merk)
der Medizinischen Fakultät der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald

**Prospektive Untersuchungen zur Propriozeption am
Kniegelenk im Vergleich zu klinischen Parametern
bei Patienten nach Kniearthroskopie**

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung des akademischen Grades

Doktor der Medizin
(Dr. med.)

der

Medizinischen Fakultät

der

Ernst-Moritz-Arndt Universität

Greifswald

2007

vorgelegt von:
Christiane Krempel
geb. am 04.03.1974
in Mannheim

Dekan: Prof. Dr. rer. nat. Kroemer
1. Gutachter: Prof. Dr. med. Merk
2. Gutachter: Prof. Dr. med. Grifka
(3. Gutachter:)
Ort, Raum: Seminarraum der Klinik für Augenheilkunde
Klinikum, Sauerbruchstr., Greifswald
Tag der Disputation: 28.11.2007

Für meine Eltern,
die mich während meines Studiums
und meiner Promotionsarbeit
stets unterstützt haben.

Herzlichen

Dank !

I	Einleitung	7
1.	Anatomie des Kniegelenks	8
2.	Propriozeption	10
3.	Operationsmethode und Operationsindikation	15
3.1	Operationsmethode	15
3.2	Operationsindikation	16
4.	Ziel der Arbeit	21
5.	Fragestellungen	22
II	Material und Methode	23
1.	Datenerhebung und Durchführung der Nachuntersuchungen	23
1.1	Anamnese	23
1.2	Klinische Befunderhebung	24
1.3	Allgemeines zu Scoring-Systemen	25
1.3.1	Knee-Society-Score von Insall et al. 1989	25
1.3.2	Score nach Lysholm und Gillquist 1982	27
1.4	Messung der Kniegelenkskinästhesie	27
2.	Statistische Auswertung	32
3.	Patientengut	32
III	Ergebnisse	35
1.	Klinische Ergebnisse	35
2.	Propriozeptive Fähigkeiten	44
2.1	Allgemein	44
2.2	Propriozeption in Abhängigkeit vom Alter	45
2.3	Propriozeption in Abhängigkeit von Diagnosen und Eingriffe	47
2.4	Propriozeption in Abhängigkeit vom klinischen Bild	51
2.5	Propriozeption in Abhängigkeit von der Nachbehandlung	55
2.6	Propriozeption in Abhängigkeit vom Beruf	59

IV Diskussion	63
1. Wahl des Verfahrens zur Propriozeptionsmessung	63
1.1 Winkelreproduktionstest (Stellungssinnmessung)	63
1.2 Kinästhesiemessung (Bewegungssinnmessung)	64
2. Prä- und postoperative Propriozeptionsveränderung	66
3. Zusammenhang: Präoperativ klinisches Bild und Propriozeption	68
4. Abhängigkeit der Propriozeption vom Patientenalter	69
5. Zusammenhang zwischen Propriozeption und Diagnose	69
6. Zusammenhang zwischen Propriozeption und Eingriff	70
7. Abhängigkeit der Propriozeption vom klinischen Bild	71
8. Abhängigkeit der Propriozeption von der Nachbehandlung	73
9. Anwendbarkeit der Propriozeptionsmessung	76
10. Abhängigkeit der Propriozeption vom Beruf	77
V Zusammenfassung	78
VI Literaturverzeichnis	80
VII Anhang	88
1. Dokumentationsbogen	88
2. Knee-Society-Score von Insall et al. 1989	90
3. Score nach Lysholm und Gillquist	91
Eidesstattliche Erklärung	92
Lebenslauf	93
Danksagung	94

α	alpha
ASK	Arthroskopie
β	beta
BMI	Body-mass-index
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
cm	Zentimeter
d.h.	das heißt
$^{\circ}$	Grad
>	größer
\geq	größer und gleich
γ	gamma
HKB	Hinteres Kreuzband
J	Jahre
<	kleiner
km	Kilometer
KSS	Knee-Society-Score
Lig.	Ligamentum
μm	Mikrometer
Max.	Maximum
mm	Millimeter
Mo	Monat
M.	Musculus
n	Teilmenge
NU	Nachuntersuchung
OATS	Osteochondral Autograft Transfer System
OP	Operation
Pkt.	Punkte
ReASK	Rearthroskopie
S	Wahrnehmungsschwelle
s	Sekunde
t	time (Zeit)
TEP	Totalendoprothese
VKB	Vorderes Kreuzband
VU	Voruntersuchung
WHO	World Health Organization
z.B.	zum Beispiel
Z.n.	Zustand nach
ZNS	Zentralnervensystem

I Einleitung

Knieverletzungen und Knieoperationen haben eine hohe Inzidenz und volkswirtschaftliche Bedeutung. Besonders im Sport zählen sie zu den häufigsten Verletzungen [16].

Die Inzidenz der Kreuzbandrupturen beträgt in Deutschland ca. 32/100000/Jahr. Die vorderen Kreuzbänder bei Fußballspielern, Skiläufern oder Leichtathleten sind hierbei häufig betroffen.

Aktuelle Schätzungen gehen davon aus, dass zumindest 8-10% aller Kniebandschäden die hinteren Kreuzbänder betreffen hiernach müssen allein in Deutschland 4000 bis 5000 HKB-Rupturen behandelt werden.

Etwa 30 bis 90% der HKB-Rupturen sind Folge von Rasantraumen, entsprechend hoch ist der Anteil an weiteren Verletzungen [32; 38; 57; 61; 87].

Trotz der Fortschritte in der Diagnostik, der operativen Versorgung und der physiotherapeutischen Nachbehandlung kommt es nach Traumen und Operationen zu kurz- und langfristigen Veränderungen der Motorik [16].

Bei chronischer Überbeanspruchung des Kniegelenks in der Freizeit z.B. beim Sport und in einigen Berufsgruppen wie Fliesenleger oder Ofensetzer, kann es schon im mittleren Lebensalter zu degenerativen Gelenkveränderungen kommen.

Im höheren Lebensalter sind diese Gelenkveränderungen die Regel. Die primäre Arthrose ist eine Volkskrankheit, die mit der zunehmenden Lebenserwartung in den Industrieländern ein erhebliches Ausmaß erreicht. Das Kniegelenk ist dabei die häufigste Lokalisation [9; 45; 87].

Bereits 1940 veröffentlichte der Schwede Ivar Palmer eine Studie über die propriozeptiven Fähigkeit am Kniegelenk nach vorderer Kreuzbandläsion. Es folgten in den letzten Jahren international zahlreiche anatomische,

biomechanische, neurophysiologische, histologische und klinische Studien, die sich mit der Propriozeption unterschiedlich großer Gelenke befassen [2; 5; 6; 18; 25; 33; 41; 44; 53; 59; 67; 72; 74; 76; 77; 80; 91].

Die klinisch-orthopädischen Studien zeigen hierbei meist einen Zusammenhang zwischen Gelenkpathologie und einer sukzessiv verminderten Propriozeptionsfähigkeit in den betroffenen Gelenken. Darüber hinaus wird zunehmend versucht, Propriozeptionsmessungen zur Beurteilung der Ergebnisse sowohl konservativer und physiotherapeutischer Behandlungen als auch verschiedener Operationsverfahren heranzuziehen. Die meisten Arbeiten konzentrieren sich auf Veränderungen am Kniegelenk, da dort die Messanordnungen zur Bestimmung propriozeptiver Fähigkeiten recht einfach zu verwirklichen sind.

In den letzten 10 bis 15 Jahren ist die Durchführung von Propriozeptionsmessungen am Kniegelenk sprunghaft angestiegen [16; 22; 28; 62; 68].

1. Anatomie des Kniegelenks

Das Kniegelenk, auch *Articulatio genus* genannt, ist das größte Gelenk des Menschen. In ihm artikulieren die beiden konvexen Femurkondylen mit den nahezu planen Gelenkflächen der Tibia.

Meniscus lateralis und medialis unterteilen, wenn auch unvollständig, die Gelenkhöhle und vergrößern die druckübertragende Kontaktfläche zwischen den stark gekrümmten Femurkondylen und der flachen Gelenkpfanne des Tibiakopfes.

Wesentliche Aufgaben der Menisci sind die Stoßdämpferfunktion, die Kongruenzverbesserung, die Wirkung als Stabilisierungselement und die Verteilung der Synovialflüssigkeit [4; 60; 61; 63; 78; 81; 84].

Die *Patella* ist ventral in die Sehne des *M. quadriceps femoris* eingelagert, bei maximaler Beugung befindet sich die Patella in der Gleitrinne zwischen

beiden Femurkondylen, wodurch sie gegen seitliche Verschiebung gesichert ist.

Das Kniegelenk kann zu didaktischen Zwecken untergliedert werden in:

- Gelenkflächenkontakt zwischen Femur und Patella
- Gelenkflächenkontakt zwischen Femur und Tibia:
 - Kontakt zwischen Femur und Meniskus
 - Kontakt zwischen Meniskus und Tibia.

Alle Anteile werden von einer gemeinsamen Capsula articularis umschlossen und durch außerordentlich kräftige Bänder gesichert.

Die Capsula articularis besteht aus:

- Membrana fibrosa, eine äußere Faserschicht
- Membrana synovialis, eine spezifische Innenschicht aus lockerem Bindegewebe mit einem variablen Vorkommen von Fettzellen. Außerdem bildet sie gefäßreiche Plicae synoviales und fettzellhaltige sowie vaskularisierte Villi synoviales. Aufgrund ihrer zahlreichen Nervenfasern und Rezeptoren ist sie äußerst schmerzempfindlich.

Das Kniegelenk ist ein sogenanntes *Bikondylengelenk*, hierbei handelt es sich in stark vereinfachter Betrachtungsweise um ein Dreh-Scharnier-Gelenk bzw. Trochoginglymus mit folgenden zwei Freiheitsgraden: Beugung und Streckung sowie bei gebeugtem Knie Innen- und Außenrotation. Alle Bewegungen sind mit einem Gleiten der Femurkondylen auf dem Tibiakopf bei gleichzeitiger Verschiebung der Menisci verbunden.

Bewegungsanalysen haben gezeigt, dass die Femurkondylen auf der tibialen Gelenkfläche eine Roll-Gleitbewegung ausführen. Daher kann man beim

Lebenden keine starren Achsen festlegen. Während der Bewegung wandern das Drehzentrum und die Achse auf Bahnkurven.

Bei einer Beugebewegung verschieben sich die Femurkondylen mit den Menisci auf dem Tibiakopf nach dorsal und bei einer Streckung nach ventral. Der aktive Bewegungsumfang im Kniegelenk beträgt in Extension/Flexion 5° - 10° / 0° / 120° - 150° , wobei passiv die Flexion auch 160° betragen kann. Die Außen- bzw. Innenrotation beträgt in Beugestellung 40° / 0° / 10° .

Die Kniegelenksstabilität in Streckstellung gewährleisten Bänder, Endsehnen von Oberschenkelmuskeln und in einem geringen Ausmaß direkt anliegende Muskeln. Das Kniegelenk ist das anfälligste Gelenk unseres Körpers. In Beugestellung ist die Stabilität des Kniegelenks geringer als in Streckstellung, daher besteht hier eine erhöhte Gefahr von Meniskus- und Bandschädigungen, z. B. bei Sportverletzungen.

Die *Regio genus posterior*, auch Fossa poplitea genannt, bezeichnet ein rhombenförmiges Feld, das durch die Fascia poplitea bedeckt wird.

Alle wichtigen Leitungsbahnen wie A. und V. poplitea, N. tibialis und N. fibularis communis, die vom Oberschenkel zum Unterschenkel ziehen, durchlaufen die Fossa poplitea.

Entlang der Leitungsbahnen können sich entzündliche Prozesse aus der Fossa poplitea in den Ober- oder Unterschenkel ausbreiten. Bei Frakturen des distalen Femures ist die A. poplitea besonders gefährdet [81; 84].

2. Propriozeption

Der Begriff Propriozeption, auch Tiefensensibilität genannt, bezeichnet die Eigenwahrnehmung des Körpers und leitet sich aus dem lateinischen Wort „proprius“ ab, welches „eigen“ bedeutet [25].

Zur Eigenwahrnehmung des Körpers zählen:

1. Stellungssinn

Darunter versteht man die Wahrnehmung der Stellung der einzelnen Körperteile zueinander. Er ist sehr genau und adaptiert fast nicht. Die Information über die Winkelstellung und Haltung der Gelenke ist auch ohne andere sensorische Signale wie z.B. visuelle, taktile oder ähnliche Information möglich.

2. Bewegungssinn

Er beinhaltet die Wahrnehmung von Bewegungen, d.h. der Richtung und Geschwindigkeit, bei Stellungsänderung eines Gelenks.

Die Wahrnehmungsschwelle ist im Wesentlichen abhängig von der Winkelgeschwindigkeit.

3. Kraftsinn

Hierunter versteht man die Wahrnehmung der Kraft, die für das Halten einer Gelenkstellung oder die Durchführung einer Bewegung erforderlich ist.

In dieser Studie ist die Beurteilung der Resultate nach einer arthroskopischen Behandlung bei unterschiedlichen Kniegelenkerkrankungen wie Chondromalazie, Meniskus-, Synovia-, Patellapathologie, Gonarthrose und komplexen Gelenksschäden von besonderem Interesse [3; 13; 50; 67; 83; 88].

Die Grundlagen der Propriozeption

Die Komplexität des Stellungs-, Bewegungs- und Kraftsinns ergibt sich aus einer Vielzahl verantwortlicher Muskelspindeln, Golgi-Sehnenorganen, Hautsensoren sowie Gelenkkapselorganen.

Aus der zum Großteil unbewussten Verarbeitung aller Afferenzen entsteht mittels komplexen neuronalen Verschaltungen eine schnelle sowie fehlerfreie Wahrnehmungsfähigkeit im primären somatosensorischen Kortex [67].

Muskelspindeln

Muskelspindeln sind Dehnungsrezeptoren und bestehen aus spindelförmigen Bindegewebskapseln, die zwischen 4 und 10 dünne, spezialisierte quergestreifte intrafusale Muskelfasern umschließen. Diese Muskelfasern sind bis zu 20 mm lang sowie ca. 0,2 mm dick.

Als extrafusale Muskelfasern wird die Arbeitsmuskulatur bezeichnet.

Die Intrafusalfasern können wiederum anhand der Anordnung ihrer Zellkerne unterteilt werden in:

- Kernsackfasern bzw. Nuclear-bag-Fasern (1 bis 2 pro Muskelspindel)
Der zentrale Abschnitt ist sackartig erweitert und enthält bis zu 50 Zellkerne.
- Kernkettenfasern bzw. Nuclear-chain-Fasern
Die Kernkettenfasern sind dünn und ihre Zellkerne sind reihenförmig hintereinander angeordnet.

Um die *äquatorialen nichtkontraktilen Anteile der Intrafusalfasern* winden sich spiralförmig die rezeptiven Endigungen afferenter Nervenfasern.

Man unterscheidet zwei Typen von myelinisierte afferenten Nervenfasern:

- Ia-Fasern haben einen Nervendurchmesser von 10 bis 20 μm und eine Leitungsgeschwindigkeit von 60 bis 120 m/s. Sie *umschlingen beide Typen von Intrafusalfasern*.

- II-Fasern sind dünner als die Ia-Fasern und *umschlingen* überwiegend *die Kernkettenfasern*.

Die Gelenkstellung wird über die Muskelspindeln der unterschiedlichen an dem Gelenk angreifenden Muskeln kontrolliert. Eine Muskeldehnung der äquatorialen Teile der Intrafusalmuskeln bzw. eine Änderung der Muskel­länge stellt einen adäquaten Reiz für die Rezeptorendigungen dar. Hierdurch werden Impulse gebildet, die dem ZNS Informationen über die Stellung des Gelenks vermitteln.

Die intrafusalen Muskelfasern verlaufen parallel zu den extrafusalen Muskelfasern ihrer Umgebung. Somit werden sie bei Muskelverkürzung entspannt und reduzieren ihre Impulsrate. Dies wird auch als Spindelpause bezeichnet [50; 82; 83].

Efferente γ -Motoneurone bzw. Fusimotoneurone aus dem Rückenmark, die mit neuromuskulären Synapsen an den quergestreiften, *kontraktilen Außen­zonen bzw. Polen der Intrafusalfasern* ansetzen und ausschließlich die Muskelspindeln versorgen. Bei Entladung der γ -Fasern kontrahieren sich die polaren Zonen der Intrafusalfasern, die Äquatorialzone wird hierdurch gedehnt und die Rezeptorendigung aktiviert.

Insgesamt können γ -Fasern die Empfindlichkeit der Muskelspindeln steuern. Viele Bewegungen werden durch eine primäre Aktivierung dieser efferenten Fasern eingeleitet [48; 50; 81; 83].

Golgi-Sehnenorgane

Die Golgi-Sehnenorgane sind Bindegewebskapseln von ca. 1 mm Länge und 0,1 mm Durchmesser, die von jeweils einer afferenten myelinisierten Nerven­faser der Gruppe Ib mit mehreren rezeptiven Endigungen versorgt werden. Jedes Sehnenorgan liegt seriell zu 20 bis 30 Skelettfasern aus 5 bis 15 motorischen Einheiten, die mit ihren terminalen Sehnen die Kapsel des Sehnenorgans durchdringen und dort mit flächenförmigen Faserbündeln ansetzen. Adäquater Reiz für Ib-Endigungen ist die Muskelspannung bzw. Muskelkraft [48; 50; 81; 82; 83].

Hautsensoren

Hautsensoren sind ein Teil der Propriozeption und dienen der Berührungs-, Druck-, Vibrations-, Schmerz- und Temperaturempfindung.

Im Bereich des Kniegelenks gibt es spezielle Rezeptoren, die es ermöglichen, die Gelenkstellung zu erfassen. Hierbei handelt es sich um freie Nervenendigungen und Mechanorezeptoren, die im periartikulären Gewebe vorkommen [48; 50; 67; 81; 83].

Die Mechanorezeptoren kommen im Kreuzband, in den Menisken, in der Kniegelenkkapsel, im M. vastus medialis, im Lig. patellae und im infrapatellaren Fettkörper vor. Eine Arthroskopie traumatisiert die Mechanorezeptoren geringer als eine offene Operationsmethode [45].

Durch Freeman und Wyk wurde folgende Klassifikation der Mechanorezeptoren anhand von Katzen modifiziert.

Tabelle 1: Klassifikation der Mechanorezeptoren nach Freeman und Wyk [45]

Rezeptortyp	Beschreibung	Funktion	Bezeichnung
I	<i>kugelförmig bis oval</i> eine dünne Kapsel umgibt die fein verzweigenden Nervenenden	<u>afferente</u> langsam adaptierende Mechanorezeptoren mit tiefer Reizschwelle	Ruffini-Endorgan
II	<i>zylindrisch oder konisch</i> von einer laminären Kapsel umgeben	<u>afferente</u> schnell adaptierende Mechanorezeptoren mit tiefer Reizschwelle	Vater-Pacini-Lamellenkörperchen
III	<i>fusiform</i> von einer dünnen Kapsel umgeben	<u>afferente</u> Sehr langsam adaptierende Mechanorezeptoren mit hoher Reizschwelle	Golgi-Endigung
IVa	<i>unmyelinisierte</i> freie Nervenendigungen	<u>afferente</u> Schmerzrezeptoren	Freie Nervenendigungen
IVb	<i>myelinisierte</i> freie Nervenendigungen	<u>efferent</u> vasomotorisch	

Gelenkkapselorgane

Die Gelenkkapselorgane informieren das ZNS über die augenblickliche Stellung eines Gelenks. Es handelt sich dabei um verzweigte dendritische Endigungen afferenter Neurone, die frei oder von einer dünnen Bindegewebshülle umgeben in der Gelenkkapsel liegen.

Die Bedeutung der Gelenkrezeptoren zeigt sich beim Gelenkersatz mit Entfernung der Gelenkkapsel; hier sind Stellungs- und Bewegungssinn erheblich eingeschränkt [48; 50; 81; 83].

3. Operationsmethode und Operationsindikation

3.1 Operationsmethode

Der Rheumatologe Ernst Vaubel führte 1936 in Deutschland die erste Arthroskopie mit Optik durch. In den 50er Jahren wurde im deutschsprachigen Raum von den Sportchirurgen Gottwald Heiss in Stuttgart sowie Reinhold Suckert in Linz die Idee von Ernst Vaubel wieder aufgegriffen und seit den 90er Jahren hat die Arthroskopie eine große Verbreitung erfahren [18; 25; 49].

An der Klinik und Poliklinik für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie der Ernst-Moritz-Arndt Universität Greifswald wurden 2003 ungefähr 601 arthroskopische Eingriffe an unterschiedlichen Gelenken durchgeführt [65].

Heute sind an fast allen Gelenken arthroskopische Eingriffe möglich. Weltweit ist die Arthroskopie nach der Osteosynthese der zweithäufigste operative Eingriff am Stütz- und Bewegungsapparat.

Sie dient sowohl zur Diagnostik als auch zur Therapie und dauert je nach Ausmaß des festgestellten Kniegelenkschadens ca. 10 bis 90 Minuten, meist jedoch 25 Minuten [25; 51; 54; Operationsbericht].

3.2 Operationsindikation

Jede Kniegelenksarthroskopie verläuft standardisiert ab, mit Exploration folgender Kniebinnenraumstrukturen: Synovia, Patella, Knorpel, Menisci und VKB bzw. HKB.

In der vorliegenden Studie besteht eine Indikation zur Durchführung einer Kniegelenksarthroskopie bei Synovia- sowie Patellapathologie, Chondromalazie, Meniskusläsionen, vordere bzw. hintere Kreuzbandruptur und Gonarthrose [Operationsbericht].

1. Synovia

Strukturaufbau und –funktion:

Die Synovia ist eine Gelenkinnenhaut, die alle Gelenke auskleidet, mit Ausnahme des Knorpels und der Menisci. Sie dient dem Kniegelenk als Gleitmittel und zur Ernährung des gefäßlosen Gelenkknorpel.

Die Synovia besteht aus Kollagen Typ I und III.

Die Synoviazellen bestehen aus makrophagenähnlichen A-Zellen, fibroblastenähnlichen B-Zellen und intermediären C-Zellen.

Die synoviale Flüssigkeit bewirkt eine Lubrikation des Knorpels und gewährleistet somit die adhäsiven Eigenschaften und die Gelenkstabilität.

Operationsindikation: Synovitis

Eine Synovitis, d.h. eine chronische Entzündung der Gelenkinnenhaut führt zu einer Verdickung der Synovialmembran und Zottenwucherung. Mit Hilfe eines Shavers wird nach Entnahme einer Probeexzision eine partielle Synovektomie durchgeführt. Im Falle einer fokalen Entzündung mit Ergussbildung wird der seröse Erguss entleert und zur mikrobiologischen Untersuchung eingeschickt [35; 52; 63; Operationsbericht].

2. Patella

Strukturaufbau und –funktion:

Die Patella ist das größte Sesambein des Körpers. Der dreiseitige Knochen ist in die Quadrizepssehne eingelagert und gleitet auf den beiden Femurkondylen. Während der Beuge- und Streckbewegungen verschiebt sich die Patella auf der Facies patellaris femoris um 5 bis 7 cm.

Operationsindikation: Patellasubluxation oder -luxation

Hierbei verlässt die Patella ihr Lager und wandert nach außen. Bei einer Lateralisation der Patella sattelt diese bei einer Flexion von $> 30^\circ$ nicht oder nur mäßig in ihr Gleitlager ein. Daher wird unter Sicht eine Spaltung des lateralen Retinaculum angelegt, ein sogenanntes laterales Release [61; Operationsbericht].

3. Knorpel

Strukturaufbau und –funktion:

Der Knorpel besitzt eine weiche und gleitende Oberfläche, die eine erhebliche Widerstandskraft und Steifigkeit gegen Kompression aufweist. Er ist ein avaskuläres und alymphatisches Gewebe [35].

Operationsindikation: Chondropathie Grad I und II

Zunächst wird der Knorpelstatus retropatellar, am femoralen Patella-gleitlager, am medialen sowie lateralen Femurkondylus und am medialen sowie lateralen Tibiaplateau überprüft.

Chondromalazie-Einteilung: Schema von Fründ (1926) [35]

Grad I Erweichung des Knorpels

Grad II Unregelmäßige Oberfläche mit einzelnen Auffaserungen

Grad III Knorpelulcus bis zum subchondralen Knochen

Mittels Shaver werden bei Chondropathien Grad I und II die Knorpel-auffaserungen reseziert und geglättet [Operationsbericht].

4. Meniskus

Strukturaufbau und –funktion:

Der halbmondförmige mediale Meniskus und der ringförmige laterale Meniskus unterteilen unvollständig die Gelenkhöhle. Ernährt werden die zentralen Zweidrittel der Meniskussubstanz durch Diffusion. Das kapselnahe Drittel ist gefäßversorgt. Die Übergangszone zwischen beiden Bezirken ist gleichzeitig die Prädilektionsstelle für die Ausbildung von Längsrissen.

Man unterscheidet:

- Degenerative Meniskusläsionen:

Ursache ist eine chronische Überbeanspruchung des Kniegelenks. Während physiologischer Kniebewegungen reißen degenerativ vorgeschädigte Menisken, vorwiegend der mediale Meniskus. Arthroskopisch bzw. makroskopisch erscheint der Meniskus aufgelockert, graurot und eingerissen. Bei älteren Läsionen treten auch dystrophische Kalkablagerungen auf. Diese Veränderungen können sich primär entwickeln oder auf dem Boden einer älteren oder wiederholter traumatischer Einwirkungen entstehen.

- Traumatische Meniskusläsionen:

Es handelt sich dabei um eine mechanische Zerreißung infolge eines Sportunfalls meist bei Patienten unter 30 Jahren, oder eines Berufsunfalls oft bei Patienten ¼ber 30 Jahren.

Der st¼rker fixierte mediale Meniskus ist zehnmal h¼ufiger betroffen als der laterale Meniskus. Es kann ein vollst¼ndiger oder teilweiser Meniskusriss vorliegen bzw. ein L¼ngs- oder Korbhenkelriss bestehen. Eine Luxation von Meniskusfragmenten in den Gelenkspalt f¼hrt zur Gelenksperre mit einem akuten Schmerz.

Operationsindikation: Meniskopathie

Aufgrund der schon oben erw¼hnten Ursachen einer Meniskusl¼sion, kommt es hierbei zu L¼ngs- bzw. Querrissen oder degenerativen Aufspaltungen im Meniskus. In diesem Bereich wird eine sparsame Meniskektomie durchgef¼hrt [9; 35; 52; 61; 73; 90; Operationsbericht].

5. Vorderes bzw. hinteres Kreuzband

Strukturaufbau und –funktion:

Die Kreuzb¼nder sichern die Lage der Femurkondylen auf dem Tibiakopf und wirken einer ¼berstreckung entgegen. Das VKB verhindert ein Vorschieben, das HKB ein Zur¼ckgleiten der Tibia gegen¼ber dem Femur.

Operationsindikation: Vordere bzw. hintere Kreuzbandruptur

Aufgrund einer ¼berdehnung kann es zu Dehnungen und kompletten B¼nderrupturen kommen. Die Folge ist eine Instabilit¼t im Kniegelenk und h¼ufiges Einknicken.

Zur ¼berpr¼fung der Bandspannung wird ein Schubladenstress ausge¼bt. Im Falle einer Bandruptur wird das rupturierte Band entfernt und stattdessen ein Transplantat z.B. Semitendinosus- bzw. Patellasehne eingesetzt [62; 63; Operationsbericht].

6. Gonarthrose

Ätiologie

Vor allem im höheren Alter kommt es sehr häufig zu Abnutzungserscheinungen des Kniegelenkknorpels.

Als Folge entwickelt sich eine Arthrose am Kniegelenk, auch Gonarthrose genannt, die zu einer erheblichen Einschränkung der Gelenkfunktion, zu heftigen belastungsabhängigen Beschwerden, Ergussbildungen, Nachtschmerz und Kontrakturen führt. Typisches Merkmal der Gonarthrose ist der Anfangs- bzw. Einlaufschmerz beim Aufstehen.

Die Arthrose wird eingeteilt in:

Primäre Arthrose:

Die primäre Gonarthrose kann ohne äußere Ursache entstehen: allein aufgrund nutritioneller, hormoneller, genetischer und altersabhängiger Faktoren.

Im höheren Alter wird der Stoffwechsel des Gelenkknorpels für die funktionsgerechte Erhaltung des Gewebes unzureichend und unter den funktionellen Belastungen zermürbt. Diese Form der Gelenkdegeneration ist am häufigsten.

Sekundäre Arthrose:

Hierbei kommt es zu einer primären Schädigung des Gelenkknorpels, die sekundär zu einer Degeneration führt.

Die sekundäre Arthrose wird durch traumatische, mechanische, primär entzündliche, metabolische oder neuropathische Faktoren sowie Fehlbelastung ausgelöst.

Belastungsfaktoren wie Adipositas und Schwerarbeit können die sekundäre Gonarthrose verschlimmern [34].

Heute wird die Gonarthrose als multifaktorielles Leiden aufgefasst.

Operationsindikationen: Synovitis, Patellasubluxation oder -luxation,
Chondropathie Grad III und Meniskopathie
[Operationsbericht].

In Abhängigkeit der Kniegelenkerkrankung werden die schon unter 1. bis 5. beschriebenen arthroskopischen Eingriffe vorgenommen [9; 34; 51; 52; 73; 90].

Rearthroskopie

In dieser Studie wurde nach folgenden primären Eingriffen eine zweite Arthroskopie bzw. Rearthroskopie durchgeführt: Z.n. femoropatellaren OATS, partieller oder subtotaler Synovektomie, Meniskektomie, Knorpelabrasio, lateralem Release, patellarer Hyperkompression sowie VKB-Plastik [Operationsbericht].

4. Ziel der Arbeit

In der Vergangenheit gab es zahlreiche Studien zur propriozeptiven Fähigkeit des Kniegelenks, so z.B. bei Patienten mit vorderer oder hinterer Kreuzbandläsion, bei Patienten mit medialer Meniskusruptur, bei Gonarthrosepatienten oder bei Patienten mit Knie-TEP. Dabei strebte man einen Vergleich zu gesunden Kontrollgruppen an, jedoch wurden intra-individuelle Veränderungen präoperativ und im postoperativen Verlauf weitgehend vernachlässigt [1; 7; 8; 11; 12; 14; 15; 17; 19-24; 26; 27; 37; 39; 40; 42; 43; 45-47; 56; 58; 64; 66; 68-71; 75; 79; 85; 92].

In der vorliegenden Arbeit soll die propriozeptive Fähigkeit des arthroskopierte Kniegelenks im prä- und postoperativen Heilungsverlauf quantifiziert werden. Auch sollen belastungsabhängige Veränderungen am gesunden Kniegelenk erfasst werden.

5. Fragestellungen

Für die vorliegende Arbeit ergeben sich konkret folgende Fragestellungen:

1. Welche propriozeptive Fähigkeit besteht präoperativ am Kniegelenk?
2. Wie verändert sich die Propriozeption im Vergleich prä- zu postoperativ
 - a) im arthroskopierten Kniegelenk?
 - b) im nicht arthroskopierten Kniegelenk?
3. Welcher Zusammenhang lässt sich zwischen dem prä- bzw. postoperativen klinischen Bild und der propriozeptiven Fähigkeit erkennen?
4. Wie aussagekräftig ist eine Propriozeptionsmessung zur Beurteilung
 - a) der allgemeinen Leistungsfähigkeit des Patienten?
 - b) des subjektiven Wohlbefindens?
 - c) des objektiven klinischen Befundes des Patienten?
5. Ist die Propriozeption abhängig vom Patientenalter?
6. Lassen sich für die verschiedenen Diagnosen und Eingriffe Unterschiede in der prä- bzw. postoperativen propriozeptiven Fähigkeit beobachten?
7. Welchen Einfluss hat die ambulante Nachbehandlung auf die Propriozeptionsentwicklung?
8. Ist die Propriozeption abhängig vom Beruf des Patienten?

II Material und Methode

1. Datenerhebung und Durchführung der Nachuntersuchungen

An dieser Studie nahmen Patienten teil, bei denen eine minimalinvasive Kniegelenksarthroskopie geplant war. Die prä-, peri- und postoperativen Befunde und klinischen Angaben wurden dem Dokumentationsbogen und den Operationsberichten entnommen. Der Dokumentationsbogen enthält auch Angaben über subjektive Schmerzdauer und -verlauf, postoperativen Verlauf und Heilungsverlauf.

Die standardisierte Durchführung der prä- und postoperativen Untersuchungen beinhalten: Anamnese, klinische Befunderhebung, Erhebung des Knee-Society-Scores von Insall et al. 1989 sowie des Scores nach Lysholm und Gillquist 1982 und Messung der Kniegelenkskinästhesie.

1.1 Anamnese

Bei Erhebung der Anamnese wurden die Körpergröße, das Körpergewicht, der Beruf, die Medikamentenanamnese, die Knieanamnese beidseits, zeitliche Beginn des Knieschmerzes, die Beindominanz und sonstige Erkrankungen wie z.B. Diabetes mellitus und Hypertonus erfasst.

Auf die subjektive Einschätzung der regelmäßigen körperlichen Aktivität der Kniefunktion im Alltag oder während der Freizeit wie z.B. beim Spazierengehen, Fahrradfahren, Treppensteigen und bei der Gartenarbeit wurde ebenfalls eingegangen.

Bei den postoperativen Nachuntersuchungen konnten sich die Patienten zu Fragen über ihr subjektives Schmerzempfinden bzw. Besserung, Heilungsverlauf und die Ausübung ihrer körperlichen Aktivitäten äußern. Die

vorgegebene Punktzahl der Antworten lag zwischen 1 (trifft nicht zu) und 5 (trifft zu).

Auch wurden die Patienten einerseits über evtl. Komplikationen und andererseits über ihre individuelle Durchführung ambulanter physiotherapeutischer Anwendungen befragt.

1.2 Klinische Befunderhebung

Die klinische beidseitige Untersuchung umfasste:

- Die Überprüfung einer möglichen M. quadriceps Atrophie:
Bereits nach wenigen Wochen kann eine M. quadriceps Atrophie aufgrund einer schmerzhaften Kniegelenksaffektion auftreten, daher wurde der Knieumfang 10 cm oberhalb der Patella am in Rückenlage befindlichen Patienten gemessen [31; 52; 63].
- Die Überprüfung: „Tanzende Patella“ bzw. Ballottement:
Zum Nachweis einer intraartikulären Ergussbildung dient die Untersuchung der „Tanzenden Patella“. Bei dem mit gestrecktem Kniegelenk in Rückenlage liegenden Patienten wird der obere Rezessus nach kaudal ausgepresst. Bei einem vorhandenen Erguss hebt sich die Patella vom Femoropatellargelenk ab. Mit dem Zeigefinger der anderen Hand wird die Patella zurückgedrückt, wobei man den federnden Widerstand bzw. die „Tanzende Patella“ in ventrodorsaler Richtung spüren kann [31; 52; 63].
- Die Erfassung einer lokalen Rötung, Schwellung und Überwärmung, im Rahmen einer entzündlichen Knieerkrankung:
Eine Befragung nach den oben genannten Ereignissen gibt Auskunft über Beginn, tageszeitlichem Auftreten und einer Besserung im postoperativen Verlauf [31].

1.3 Allgemeines zu Scoring-Systemen

Der klinische Score entspricht einem numerischen Bewertungssystem, welches den Zustand eines Patienten anhand von Punktwerten für ausgewählte Untersuchungskriterien und einer daraus resultierenden Gesamtpunktzahl zu einem bestimmten Zeitpunkt beschreibt. Mit Hilfe der Scoring-Systeme sind vergleichende Beurteilungen verschiedener Behandlungsverfahren leichter möglich. Die Scores unterscheiden sich in den Untersuchungskriterien und der Gewichtung der Einzelkriterien. Eine Unterscheidung zwischen objektiven Kriterien wie Bewegungsumfang und subjektiven Kriterien z.B. Schmerzen ist möglich [51].

1.3.1 Knee-Society-Score von Insall et al. 1989

John N. Insall et al. entwickelte 1989 den Knee-Society-Score zur Verlaufskontrolle von Knieendoprothesen. An der vorliegenden Studie nahmen auch Patienten mit primärer und sekundärer Gonarthrose teil, um auch diesen Patienten gerecht zu werden, kam es zur Aufnahme des Knee-Society-Scores in die Studie.

Bei dieser Arbeit war jedoch nur der 1. Abschnitt des Scores relevant, wobei die maximale Punktzahl bei 100 Punkten lag, dies entspricht einem gesunden Kniegelenk [51].

Der Knee-Society-Score beinhaltet folgende Kriterien:

- Schmerzanamnese
Die Schmerzskala umfasst die Werte von 0 (starke Schmerzen) bis maximal 50 (keine Schmerzen).
- Objektive Neutral-Null-Methode
Mit der Funktionsprüfung nach der Neutral-Null-Methode kann für das Protokoll die objektive beidseits passive Kniegelenksbeweglichkeit in Gradzahlen genau festgehalten werden [52; 63].

Punkteverteilung

5 Grad entsprechen 1 Score-Punkt, d.h. alle erreichten Grade werden addiert und dann durch 5 dividiert. Die maximal erreichbare Score-Punktzahl beträgt 25 und entspricht einem vollen Bewegungsumfang von 125 Grad.

- Schubladenzeichen

Bei dem in Rückenlage befindlichen Patienten wird die Tibia gegen den Femur bei 90° gebeugtem Kniegelenk verschoben. Das Schubladenzeichen dient zur Überprüfung von Stabilität und Funktion der Kreuzbänder. In Rotationsstellung des Unterschenkels können auch Seitenbänder und Kapselanteile mit überprüft werden. Bei intakten Kreuzbändern sollten keine Bewegungen möglich sein. Die Stabilitätsskala umfasst die Werte von 0 (> 10 mm Bewegung möglich) bis maximal 10 (< 5 mm Bewegung möglich) [31].

- Überprüfung der Stabilität der Knie-Seiten- und Innenbänder

Valgusdehnung: Überprüfung des Knie-Innenbandes.

Varusdehnung: Überprüfung des Knie-Außenbandes.

Die Stabilitätsskala umfasst die Werte von 0 (> 15°) bis maximal 15 (< 5°) [31].

- Überprüfung der Knie-Flexionskontraktur

Kann der in Rückenlage befindliche Patient sein Knie nicht mehr vollständig in die Extensionsstellung bringen, so liegt eine Flexionskontraktur vor. Die Flexionskontraktionsskala umfasst die Werte von -15 (> 20°) bis maximal -2 (5° bis 10°).

- Überprüfung der Haltefunktion
Am in Rückenlage befindlichen Patienten wird überprüft, ob sein angehobenes und ausgestrecktes Bein nach kurzer Zeit absinkt, wie es z.B. bei Muskelatrophie der Fall ist. Die Haltefunktionsskala umfasst die Werte von -15 ($> 20^\circ$) bis maximal -5 ($< 10^\circ$).
- Überprüfung der konstitutionellen Störungen
Die Inspektion beider Kniegelenke erfolgt am stehenden entkleideten Patienten, da so Fehlstellungen wie „Genu varum“ (O-Bein) und „Genu valgum“ (X-Bein) besser erkannt werden.
Die Fehlstellungsskala umfasst die Werte von -20 (andere) bis maximal 0 (0° bis 4° physiologisch) [52; 63].

1.3.2 Score nach Lysholm und Gillquist 1982

Der Score nach Lysholm und Gillquist ist der am weitesten verbreitete Knie-Score, da er sich für allgemeine Anwendungen eignet. Er beruht zu 95% auf subjektiven und zu 5 % auf objektiven Kriterien und zeichnet sich durch einfache Auswertung und Handhabung aus.

Dieser Score beinhaltet unterschiedliche Rubriken wie: Hinken, Treppensteigen, Instabilität, Schwellungen, Stockhilfe, in die Hocke gehen, Atrophie und Schmerzen des Oberschenkels.

Die Fragen beantwortet der Patient subjektiv und der Untersucher ergänzt diese objektiv. Hierbei waren maximal 100 Punkte zu erreichen [51; 55; 64].

1.4 Messung der Kniegelenkskinästhesie

Die Propriozeptionsmessung der Kniegelenkskinästhesie erfolgte bei dieser Studie als Bewegungsdetektion, d.h. als Detektionsbestimmung des Bewegungsbeginns. Der Versuchsaufbau orientierte sich im Wesentlichen an der Géza Pap et al. 1997 erarbeiteten Kinästhesiemessung zur Bestimmung der Wahrnehmungsschwelle für den Bewegungsbeginn.

Bei einer vorgegebenen Winkelgeschwindigkeit von 0,8 °/s der passiven Kniegelenksbewegung wurde die Fähigkeit zur Bewegungsdetektion erfasst [21; 66; 67; 69].

Die Messungen erfolgten mit Hilfe einer in der Klinik entwickelten und etablierten Messanordnung [86; 93; 94]:

- Modifizierte CPM-Bewegungsschiene
Die CPM-Bewegungsschiene, Typ Artromot K2 der Firma Ormed, ist auch zur physiotherapeutischen Nachbehandlung etabliert.
Mit Hilfe dieser PC-gesteuerten Bewegungsschiene wurden passive Extensions- oder Flexionsbewegungen, je nach Bewegung abwärts oder aufwärts, durchgeführt.
- Maus-Taste
Die Detektion des Bewegungsbeginns wurde mittels einer Maus-Taste erfasst und an den PC weitergeleitet.
- Augenbinde
Mit Hilfe einer Augenbinde wurde eine visuelle Abschirmung ermöglicht.
- Kassettenspieler mit Kopfhörer
Zur akustischen Abschirmung bekam der Patient über den Kopfhörer ein Geräuschpegel, sogenanntes „Weißes Rauschen“, appliziert.
- Staumanschette und Luftpolsterfolie
Zur Ausschaltung kutaner Reize wurde der unbedeckte Unterschenkel an der einzigen Auflagefläche mit Hilfe einer Blutdruckmanschette abgepolstert.
Eine gute Durchblutung ist noch bei einem Manschettendruck von 30 mmHg gewährleistet. Die Luftpolsterfolie diente zur Abpolsterung der CPM-Bewegungsschiene.

Die folgende Abbildungen 1 und 2 zeigen die Messanordnung dieser Studie [93]:



Abbildung 1: Messplatz

- 1 - Computer
- 2 - Maus-Taste
- 3 - Luftpolsterfolie
- 4 - Modifizierte CPM-Bewegungsschiene



Abbildung 2: Hilfsutensilien

- 5 - Kassettenspieler mit Kopfhörer
- 6 - Staumanschette
- 7 - Augenbinde

Messablauf prä- und postoperativ

Vor Beginn der Messungen wird der Patient instruiert, die in seiner Hand liegende Maus-Taste erst dann zu betätigen, wenn er einen Bewegungsbeginn bewusst verspürt.

Das zu untersuchende unbekleidete Bein des in entspannter Rückenlage befindlichen Patienten, wird zunächst in einer Startposition von 45° Knieflexion in der CPM-Bewegungsschiene plaziert und mit einer Stau-manschette, in Höhe von 30 mmHg, gepolstert.

Mit Hilfe der Augenbinde und dem Kopfhörer wird der Patient sowohl vor akustischen als auch vor visuellen Reizen abgeschirmt.

Die PC-gesteuerte CPM-Bewegungsschiene wird vom Untersucher gestartet. In der nun folgenden Vorbereitungsphase wird der gesamte Bewegungsumfang von 45° bis 55° Flexion mit der anschließenden Extension bis in die Ausgangslage von 45° durchlaufen.

Der Testlauf dient vor allem der Festlegung der exakten Geschwindigkeiten, mit denen das Kniegelenk in der CPM-Bewegungsschiene bewegt wird. Durch die unterschiedlichen Beingewichte ergeben sich relative Unterschiede.

Die durchschnittliche Bewegungsgeschwindigkeit der Motorschiene beträgt, 0,8 °/s. Der reelle Bewegungsbeginn wird jeweils zufällig vom Computersystem ausgewählt.

An beiden Kniegelenken werden jeweils 4 Messungen pro Messzyklus durchgeführt und jede Messung endet mit einer Extension bzw. einer schnellen Rückstellbewegung.

Die Wahrnehmungsschwelle für den Bewegungsbeginn (S in [°]) wird für jede Bewegung über den Computer direkt bestimmt, indem die zwischen tatsächlichem Bewegungsbeginn und Maus-Tastendruck vergangene Zeit (t in [s]) gemessen und mit der Winkelgeschwindigkeit (0,8 °/s) multipliziert wird:

$$S [^\circ] = t [s] \times 0,8 \text{ } ^\circ/s$$

Erfolgt bis zu einem Winkel von 5° keine Detektion, so wird dies als Detektionsfehler bewertet. Als Grenze für die Klassifikation der Bewegungsdetektion wird 5° als korrekt oder falsch festgelegt, da bei wesentlich größeren Bewegungsumfängen keine eindeutige Trennung von Bewegungs- und Lagesinn mehr möglich ist. Außerdem wird ein zu schwacher oder fehlender Maus-Tastendruck des Patienten nach Beginn der Bewegung, als Bewegungsdetektionsfehler klassifiziert und nicht ausgewertet [67; 68].

Von diesen 4 Messungen pro Messzyklus zählen jeweils nur die 3 besten Ergebnisse. Dadurch werden einmalige Bewegungsdetektionsfehler aus der Wertung ausgeschlossen. Hat jedoch ein Patient innerhalb eines Messzykluses mehr als einen Detektionsfehler, so ist der gesamte Zyklus ungültig und es startet eine neue Messreihe.

Nach 3 bzw. 6 Monaten postoperativ wiederholte sich unter den gleichen standardisierten Messbedingungen an jedem Kniegelenk der gesamte Messzyklus.

Um systematische Fehler zu verhindern, wurde randomisiert festgelegt, dass immer zuerst am rechten Kniegelenk die Kinästhesiemessung durchgeführt wird. Mit dieser Festlegung konnte der systematische Einfluss eines Lerneffekts ausgeschlossen werden [30; 31; 93].

2. Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung der Ergebnisse erfolgte mit dem handelsüblichen Statistikprogramm SAS (Version 9.1). Neben der deskriptiven Statistik (Median, Mittelwert und Standardabweichung) für die erhobenen Parameter wurde eine Korrelationsanalyse nach Pearson zwischen Alter und Detektionsschwelle durchgeführt (Nachweis eines linearen Zusammenhangs zwischen zwei normalverteilten Merkmalen), um zu prüfen, ob in der untersuchten Klientel dieser Studie, die in der Literatur beschriebene Altersabhängigkeit der Detektionsschwelle nachweisbar ist. Mit dem Wilcoxon-Paar-Differenzentest wurde weiterhin geprüft, ob bezüglich der erhobenen Parameter zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten eine unterschiedliche Verteilung und damit ein signifikanter Unterschied bestehen. [86; 94].

3. Patientengut

Alle Studienteilnehmer waren Patienten aus der Klinik und Poliklinik für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald.

In dieser Studie wurden folgende *Ausschlusskriterien* festgelegt:

Offene Technik der Knieoperation, neurologische Erkrankungen wie Morbus Parkinson, Morbus Alzheimer und Demenz, Erkrankungen aus dem rheumatoiden Formenkreis, Vorbehandlung mit Chemotherapeutika bei Tumorpatienten, Drogensüchtige und Alkoholiker.

Zusätzlich wurden folgende *Einschlusskriterien* festgelegt:

Minimalinvasive arthroskopische Eingriffe, ReASK, unter Vorbehalt metabolische Gefäßerkrankungen mit neurologischer Komponente z.B. Diabetes mellitus Typ 2 diätetisch eingestellt und leichte Arteriosklerose [42; 44; 45].

Präoperativ erfasste die vorliegende Studie die Messdaten beider Kniegelenke von 55 Patienten, davon konnten 17 Patienten postoperativ nicht untersucht werden: 9 Patienten wollten oder konnten zu den Verlaufskontrollen nicht kommen, 7 Patienten hatten eine offene Kniegelenksoperation erhalten und ein Patient hatte eine Knie-TEP.

Nach 3 Monaten kamen zur postoperativen Verlaufskontrolle 38 Patienten: 20 Frauen (53%) und 18 Männer (47%).

Nach 6 Monaten postoperativ kamen 37 Patienten: 19 Frauen und 18 Männer. Ein Patient konnte aus beruflichen Gründen nicht zur zweiten Verlaufskontrolle kommen.

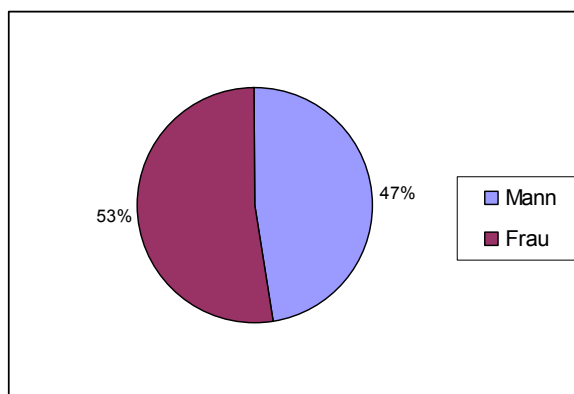


Abbildung 3: Geschlechterverteilung

Das Patientengut wurde nach zwei verschiedenen Aspekten unterteilt: einerseits nach der Schwere der Kniegelenkserkrankung andererseits nach der Anzahl der Eingriffe.

Tabelle 2: Unterteilung der Diagnosen
und der Eingriffe

Diagnose	Anzahl
isolierter Gelenkschaden	21
komplexer Gelenkschaden	17
Eingriffe	Anzahl
ASK (Erstoperation)	30
ReASK	8

Das Durchschnittsalter aller 38 Patienten betrug zum Zeitpunkt der ASK bzw. ReASK 46 Jahre. Der Altersgipfel lag bei 70 Jahren, während das Alter des jüngsten Patient 26 Jahre betrug.

Tabelle 3: Altersverteilung der Geschlechter

	Frau n=20	Mann n=18	Gesamt n=38
Altersmittelwert in Jahre	48	43	46
Altersbereich in Jahre	26-70	28-65	26-70

III Ergebnisse

1. Klinische Ergebnisse

Anhand der körperlichen Untersuchungen sowie der umfangreichen Anamnese wurden die klinischen Ergebnisse evaluiert.

A. Subjektive Empfindung

Von großem Interesse waren die mit Hilfe des Dokumentationsbogens ermittelten subjektiven Empfindungen [Anhang 1.]:

- Aktivitätsempfinden
„Körperliche Aktivitäten fallen mir nach der Arthroskopie leichter“
- Schmerzempfinden
„Ich habe das Gefühl, dass die Schmerzen nach der Arthroskopie geringer sind“
- Heilungsverlauf
„Ich bin mit dem Heilungsverlauf zufrieden.“

Hierbei konnten die Patienten jeweils 5 Punkte für eine volle Übereinstimmung (trifft voll zu) vergeben und bei Nichtübereinstimmung (trifft nicht zu) nur einen Punkt.

1. Aktivitätsempfinden

- Nach 3 Monaten postoperativ verspürten 39% (n=15) der Patienten eine Erleichterung bei körperlichen Aktivitäten.
- Nach 6 Monaten postoperativ empfanden 38% (n=14) der Patienten eine Erleichterung.

Die postoperativ erreichte durchschnittliche Punktzahl stimmte nach 3 sowie nach 6 Monaten annähernd überein. Nach 3 Monaten betrug der Mittelwert 3,3 und nach 6 Monaten 3,5.

2. Schmerzempfinden

- Nach 3 Monaten postoperativ konnten 39% (n=15) der Patienten einer Schmerzabnahme zustimmen.
- Nach 6 Monaten postoperativ bestätigten 32% (n=12) der Patienten eine Abnahme der Schmerzen.

Nach 3 und nach 6 Monaten betrug der durchschnittliche Punktwert 3,4.

3. Heilungsverlauf

- Nach 3 Monaten postoperativ waren 45% (n=17) der Patienten mit dem Heilungsverlauf zufrieden.
- Nach 6 Monaten postoperativ lag die Zufriedenheit bei 40% (n=15).

Nach 3 sowie nach 6 Monaten erreichte die durchschnittliche Punktzahl einen Wert von 3,5.

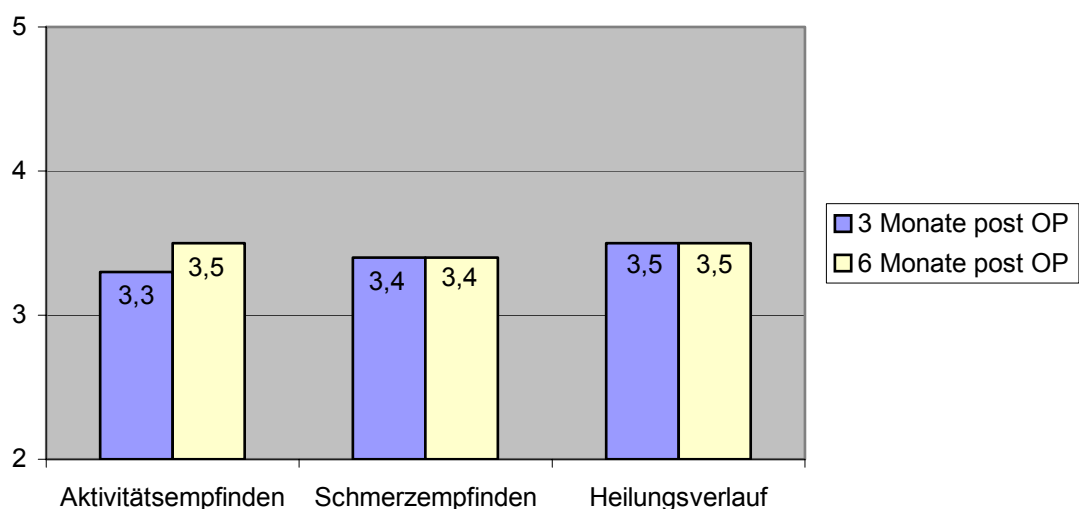


Abbildung 4: Darstellung aller subjektiven Empfindungen nach 3 und 6 Monaten postoperativ

B. Score-Auswertung

Mit Hilfe standardisierter Scores wurden die klinischen Werte zusammengefasst [Anhang 2. und 3.].

1. Knee-Society-Score von Insall et al. 1989

Die maximal erreichte Punktzahl beim KSS lag bei 100 Punkten.

Arthroskopierte Seite:

- Präoperativ erzielten die Patienten eine durchschnittliche Punktzahl von 70 Punkte.
- Nach 3 und 6 Monaten postoperativ stieg der Mittelwert auf jeweils 83 Punkte an.

Gegenseite:

- Präoperativ lag die durchschnittliche Punktzahl bei 92 Punkte.
- Nach 3 und 6 Monaten postoperativ stieg der Mittelwert auf jeweils 96 Punkte an.

Während die durchschnittliche Punktzahl auf der Gegenseite relativ konstant blieb, konnte auf der OP-Seite ein signifikanter Unterschied ($p < 0,001$) im Sinne eines Anstiegs des Mittelwerts von präoperativ 70 Punkte auf 83 Punkte postoperativ nach 3 Monaten verzeichnet werden.

Sowohl auf der OP-Seite, als auch auf der Gegenseite kam es nach weiteren 3 Monaten im Vergleich zur ersten Nachuntersuchung zu keiner Veränderung der durchschnittlich erreichten Punktzahl.

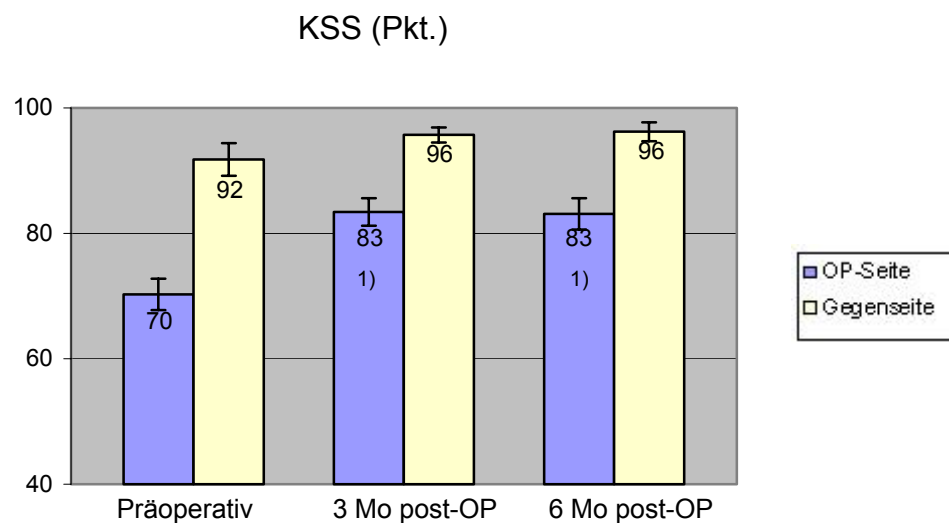


Abbildung 5: Durchschnittliche Punktzahl des KSS zu verschiedenen Untersuchungszeitpunkten, Mittelwert mit Standardfehler

¹⁾ signifikanter Unterschied zur VU ($p < 0,001$)

2. Bewegungsumfang

Innerhalb des Knee-Society-Scores wurde der Bewegungsumfang der Kniegelenke bestimmt.

Arthroskopierte Seite:

- Präoperativ bestand ein Bewegungsumfangsdefizit von 107° .
- Nach 3 Monaten postoperativ betrug der Mittelwert 116° (signifikanter Unterschied zur Voruntersuchung $p < 0,05$).
- Nach 6 Monaten postoperativ wurde das präoperative Defizit mit 121° wieder ausgeglichen (signifikanter Unterschied zur 1. NU $p < 0,05$).

Die Gegenseite:

Die Gegenseite zeigte einen im Durchschnitt konstanten Bewegungsumfang von 124° .

- Präoperativ erreichten die Patienten einen Mittelwert von 123° .
- Nach 3 Monaten postoperativ betrug der Mittelwert 124° .
- Nach 6 Monaten postoperativ lag der Mittelwert bei 125° .

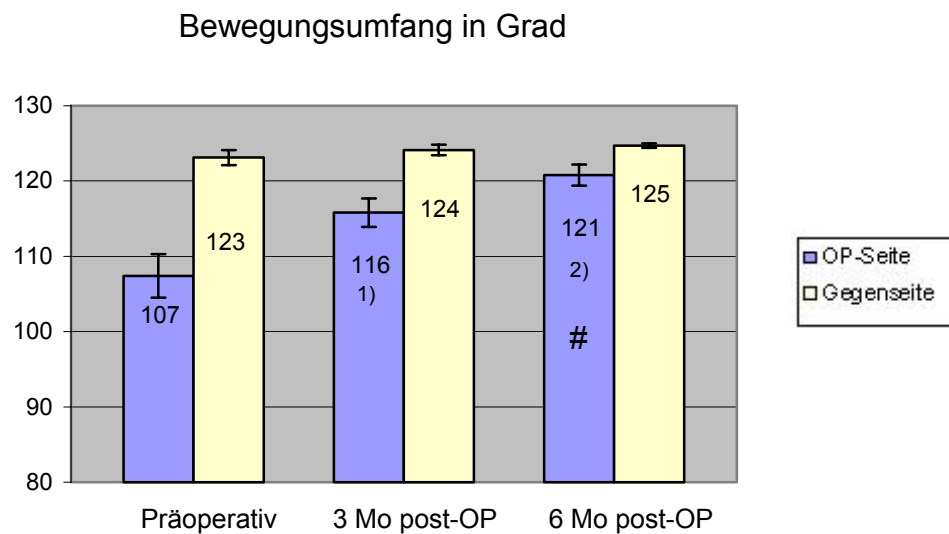


Abbildung 6: Bewegungsumfang (Grad) zu verschiedenen Zeitpunkten, Mittelwert mit Standardfehler

¹⁾ signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) zur VU

²⁾ signifikanter Unterschied ($p < 0,001$) zur VU

signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) zur 1. NU

3. Lysholm-Score

Mit dem Lysholm-Score konnten die Patienten maximal 100 Punkte erreichen.

Sowohl auf der arthroskopierten Seite als auch auf der Gegenseite wurde eine stetige Zunahme der Punktzahl verzeichnet.

Arthroskopierte Seite:

- Präoperativ lag der Durchschnittswert bei 58 Punkte.
- Nach 3 Monaten postoperativ stieg der Mittelwert auf 77 Punkte an (signifikanter Unterschied zur Voruntersuchung $p < 0,001$).
- Nach 6 Monaten postoperativ betrug der Mittelwert 78 Punkte (signifikanter Unterschied zur Voruntersuchung $p < 0,001$).

Die Gegenseite:

- Präoperativ betrug der Durchschnittswert 91 Punkte.
- Nach 3 Monaten postoperativ lag der Mittelwert bei 93 Punkte.
- Nach 6 Monaten postoperativ stieg der Mittelwert auf 95 Punkte an.

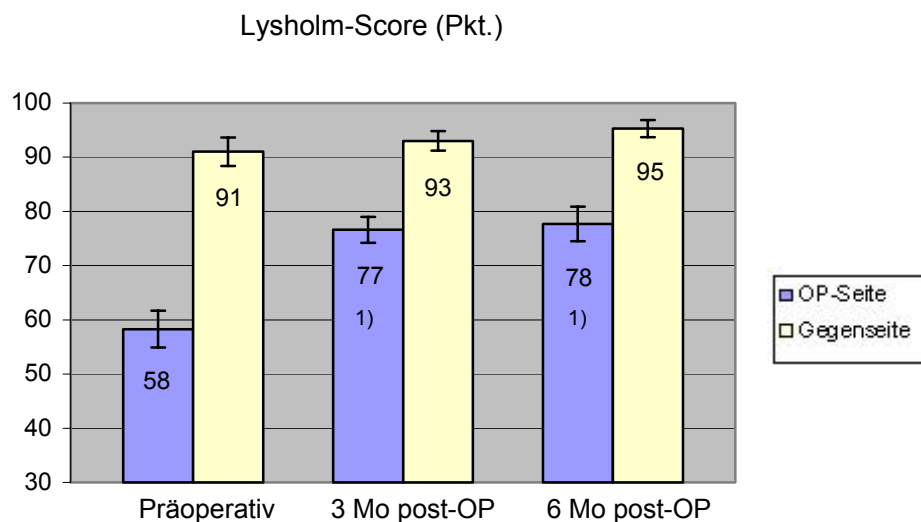


Abbildung 7: Punktwerte des Lysholm-Scores zu verschiedenen Untersuchungszeitpunkten, Mittelwert mit Standardfehler

¹⁾ signifikanter Unterschied ($p < 0,001$) zur VU

4. Schmerzgrad

Innerhalb des Lysholm-Scores wurde der subjektive Schmerzgrad der Patienten evaluiert:

Es konnten bei völliger Schmerzfreiheit maximal 30 Punkte und bei einem Zustand mit ständig schweren Schmerzen hingegen 0 Punkte erreicht werden.

Arthroskopierte Seite

Hier war ein deutlicher Anstieg der durchschnittlichen Punktwerte zu verzeichnen.

- Präoperativ:
Die Patienten erreichten 11 Punkte und spürten erhebliche Schmerzen beim Gehen von > 2 km.
- Nach 3 und 6 Monaten postoperativ:
Bei einer durchschnittlichen Punktzahl von 19 Punkte nach 3 Monaten sowie 18 Punkte nach 6 Monaten, gaben die Patienten Schmerzen im Zusammenhang mit giving away an.

Gegenseite

- Präoperativ:
Bei erreichten 26 Punkte, spürten die Patienten manchmal leichte Schmerzen.
- Nach 3 und 6 Monaten postoperativ:
Zu beiden Zeitpunkten erzielten die Patienten mit 27 Punkte annähernd die maximal erreichbare Punktzahl.

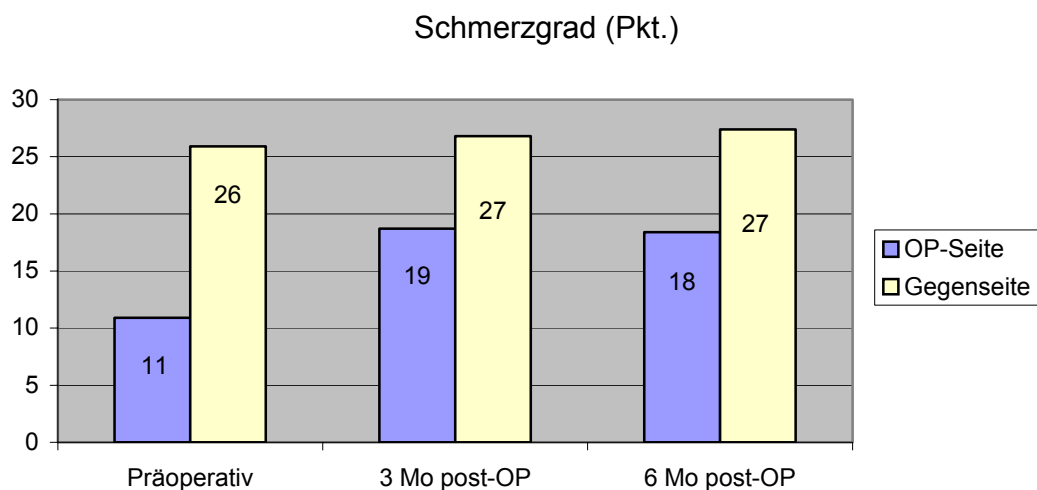


Abbildung 8: Punktwerte des Schmerzgrades zu verschiedenen Untersuchungszeitpunkten, Mittelwert mit Standardfehler

Tabelle 4: Alle klinischen Ergebnisse im zeitlichen Verlauf

	OP-Seite (Mittelwert)			Gegenseite (Mittelwert)		
	VU	1. NU	2. NU	VU	1. NU	2. NU
objektive Empfindungen						
KSS (Pkt.) max. 100	70	83 ¹⁾	83 ¹⁾	92	96	96

¹⁾ signifikanter Unterschied ($p < 0,001$) zur VU

	OP-Seite (Mittelwert)			Gegenseite (Mittelwert)		
	VU	1. NU	2. NU	VU	1. NU	2. NU
objektive Empfindungen						
Bewegungsumfang (Grad) max.125	107	116 ¹⁾	121 ^{2)*}	123	124	125

¹⁾ signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) zur VU

²⁾ signifikanter Unterschied ($p < 0,001$) zur VU

* signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) zur 1. NU

	OP-Seite (Mittelwert)			Gegenseite (Mittelwert)		
	VU	1. NU	2. NU	VU	1. NU	2. NU
objektive Empfindungen						
Lysholm-Score (Pkt.) max. 100	58	77 ¹⁾	78 ¹⁾	91	93	95

¹⁾ signifikanter Unterschied ($p < 0,001$) zur VU

	OP-Seite (Mittelwert)			Gegenseite (Mittelwert)		
	VU	1. NU	2. NU	VU	1. NU	2. NU
objektive Empfindungen						
Schmerzgrad (Pkt.) max. 30 = keine Schmerzen	11	19	18	26	27	27

C. Body-mass-Index (Körpermassenindex)

Der Body-mass-Index (BMI) errechnet sich aus Körpergewicht und Körpergröße mit folgender Formel:

$$\text{BMI} = \text{Körpergewicht (kg)} / \text{Körpergröße (m}^2\text{)}$$

Mit Hilfe des BMI kann die Fettmasse indirekt abgeschätzt werden.

Eine Adipositas besteht, wenn der Anteil der Fettmasse am Körpergewicht bei Frauen 30% und bei Männern 20% übersteigt [10; 36].

In dieser Studie lag der durchschnittliche BMI bei 27,4 kg/m² (40%): laut Gewichtsklassifikation der WHO würde dieser BMI einer *Präadipositas* entsprechen.

Der leichteste Patient erreichte einen BMI von 20,7 kg/m² (Normalgewicht) und der schwerste Patient einen BMI von 39,1 kg/m² (Adipositas Grad 2).

Tabelle 5: Einteilung des Körpergewichts bezogen auf die Gewichtsklassifikation der WHO

Körpergewicht-einteilung	BMI-Bereiche	Frau Anzahl	Mann Anzahl	Gesamt	Gesamt in %
<i>Normalgewicht</i>	18,5 - 24,9	n = 7	n = 6	n = 13	34
Übergewicht	≥ 25	n = 0	n = 0	n = 0	0
Präadipositas	25,0 - 29,9	n = 8	n = 7	n = 15	40
Adipositas					
Grad 1	30,0 - 34,9	n = 4	n = 4	n = 8	21
<i>Grad 2</i>	35,0 - 39,9	n = 1	n = 1	n = 2	5
Grad 3 extreme Adipositas	≥ 40	n = 0	n = 0	n = 0	0
Anzahl		20	18	38	100

2. Propriozeptive Fähigkeiten

2.1 Allgemein

Bei insgesamt 38 Patienten wurde zu drei Untersuchungsterminen die propriozeptive Fähigkeiten qualifiziert.

Die Detektionsschwellen werden als Winkel in Grad angegeben, dabei entspricht eine niedrige Detektionsschwelle einer besseren propriozeptiven Fähigkeit.

Zu allen Zeitpunkten lässt sich auf beiden Seiten eine Abnahme der Schwelle erkennen.

OP-Seite

- Präoperativ lag der durchschnittliche Wert bei 2,3°.
- Nach 3 Monaten postoperativ sank der Mittelwert auf 2,0°.
- Nach 6 Monaten postoperativ sank der Wert weiter auf 1,6° (signifikanter Unterschied zur Voruntersuchung $p < 0,001$).

Gegenseite

- Präoperativ lag die Detektionsschwelle mit 2,1° unter der Schwelle des arthroskopierten Kniegelenks zu diesem Zeitpunkt.
- Nach 3 Monaten postoperativ sank die Detektionsschwelle auf 1,9°.
- Nach 6 Monaten postoperativ betrug der Mittelwert 1,6°.

Nach 6 Monaten waren die Detektionsschwellen der beiden Kniegelenke identisch und lagen insgesamt unter dem präoperativen Wert.

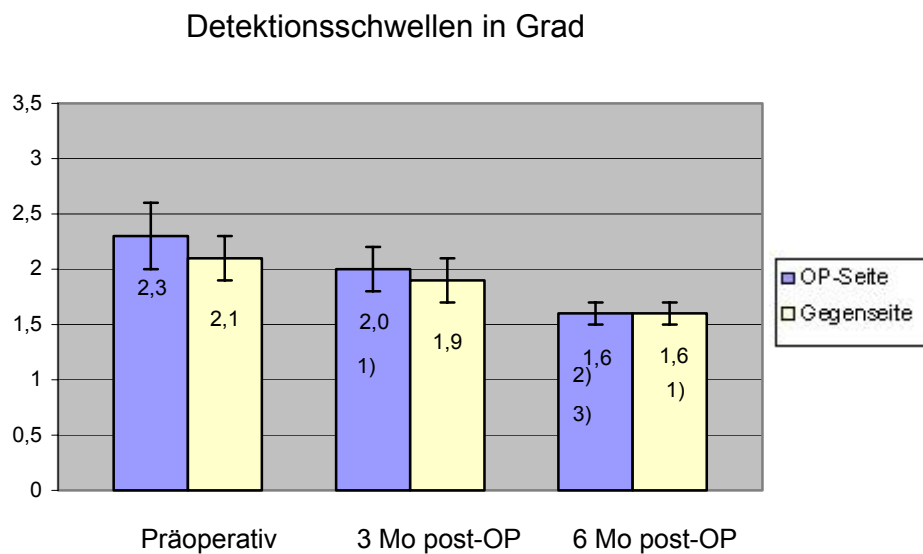


Abbildung 9: Detektionsschwellen (Grad) verschiedenen Untersuchungszeitpunkten, Mittelwert mit Standardfehler

¹⁾ signifikanter Unterschied zur VU ($p < 0,05$)

²⁾ signifikanter Unterschied zur VU ($p < 0,001$)

³⁾ signifikanter Unterschied zur 1. NU ($p < 0,05$)

Tabelle 6: Detektionsschwellen in Grad im zeitlichen Verlauf

Untersuchung	OP-Seite (Mittelwert)			Gegenseite (Mittelwert)		
	VU	1. NU	2. NU	VU	1. NU	2. NU
Detektionsschwelle (°)	2,3	2,0 ¹⁾	1,6 ^{2) 3)}	2,1	1,9	1,6 ¹⁾

¹⁾ signifikanter Unterschied zur VU ($p < 0,05$)

²⁾ signifikanter Unterschied zur VU ($p < 0,001$)

³⁾ signifikanter Unterschied zur 1. NU ($p < 0,05$)

2.2 Propriozeption in Abhängigkeit vom Alter

In der vorliegenden Studie zeigt sich ein Anstieg der präoperativen Detektionsschwelle mit zunehmendem Alter der Patienten sowohl auf der arthroskopierten Kniegelenkseite als auch auf der Gegenseite.

Dieser Anstieg der Detektionsschwelle lässt sich als linearer Zusammenhang darstellen: Auf der OP-Seite wurde ein Korrelationskoeffizient von $r = 0,4279$

($p < 0,01$) und auf der Gegenseite ein Korrelationskoeffizient von $r = 0,3672$ ($p < 0,05$) ermittelt.

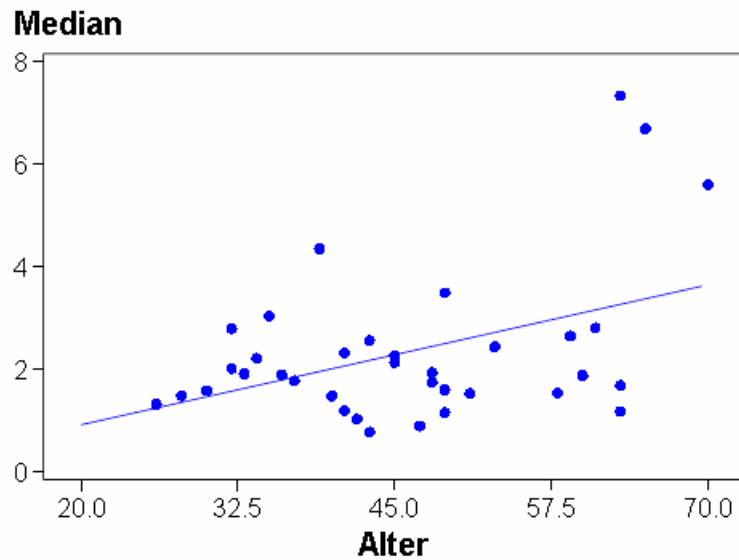


Abbildung 10: **OP-Seite**, präoperative Detektionsschwelle (Median, in Grad) in Abhängigkeit vom Patientenalter, Pearson Korrelationskoeffizient $r = 0,4279$ ($p < 0,01$)

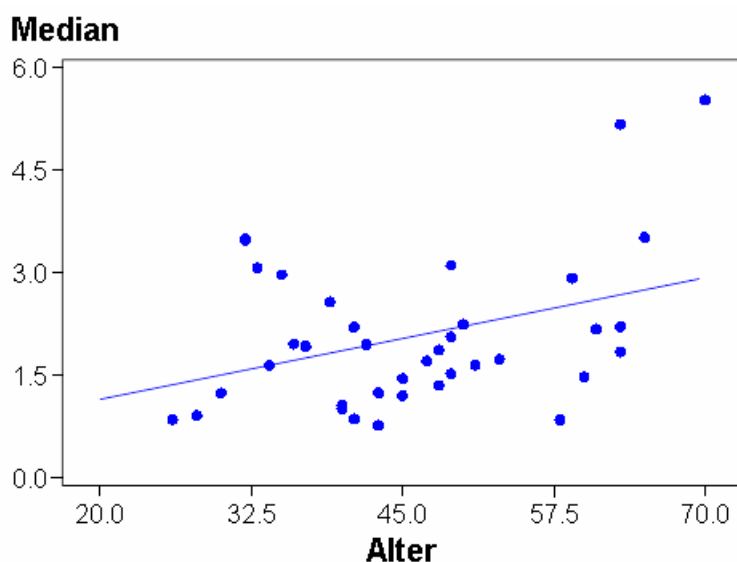


Abbildung 11: **Gegenseite**, präoperative Detektionsschwelle (Median, in Grad) in Abhängigkeit vom Patientenalter, Pearson Korrelationskoeffizient $r = 0,3672$ ($p < 0,05$)

2.3 Propriozeption in Abhängigkeit von Diagnosen und Eingriffe

Um die propriozeptive Fähigkeit in Abhängigkeit von Diagnosen und Eingriffe besser beurteilen zu können, wurden die Detektionsschwellen der Diagnose sowie dem Eingriff zugeordnet.

Jeder der 38 Patienten hat zu Beginn dieser Studie ein gesundes Kniegelenk (Gegenseite). Bei 21 Patienten wird ein isolierter und bei 17 Patienten ein komplexer Kniegelenkschaden diagnostiziert.

1. Diagnosen

Gesundes Kniegelenk: Gegenseite aller 38 Patienten

Gegenseite

- Präoperativ lag der durchschnittliche Schwellenwert bei 2,1°.
- Nach 3 Monaten postoperativ sank der Mittelwert auf 1,9° ab.
- Nach 6 Monaten postoperativ sank der durchschnittliche Wert weiter auf 1,6° ab und lag somit über dem präoperativen Schwellenwert.

Isolierter Kniegelenkschaden

OP-Seite: isolierter Kniegelenkschaden

- Präoperativ betrug der durchschnittliche Schwellenwert 2,0°.
- Nach 3 Monaten postoperativ sank die Schwelle auf 1,8° ab.
- Nach 6 Monaten postoperativ sank der Schwellenwert weiter auf 1,6° und dieser Wert entspricht der Gegenseite zum gleichen Zeitpunkt.

Komplexer Kniegelenkschaden

OP-Seite: komplexer Kniegelenkschaden

- Präoperativ erzielte die Detektionsschwelle mit $2,7^\circ$ am höchsten, d.h. Patienten mit einem komplexen Gelenkschaden hatten zu diesem Zeitpunkt die schlechteste Propriozeption.
- Nach 3 Monaten postoperativ sank der Schwellenwert deutlich auf $2,2^\circ$ ab und dieser Wert lag auch im Vergleich zum isolierten Kniegelenkschaden höher.
- Nach 6 Monaten postoperativ betrug der Mittelwert $1,8^\circ$.

Fazit:

Im zeitlichen Verlauf ist eine deutliche Abnahme der Detektionsschwelle bei allen diagnostizierten Kniegelenkschäden sowie auf der gesunden Gegenseite erkennbar.

Nach 3 Monaten postoperativ lag der mittlere Schwellenwert der isolierten Gelenkschäden mit $1,8^\circ$ leicht unter dem Wert der gesunden Kniegelenkseite von $1,9^\circ$.

Nach 6 Monaten postoperativ sind die Mittelwerte der Gegenseite sowie die isolierten Gelenkschäden identisch und mit $1,6^\circ$ am niedrigsten.

Zu allen Zeitpunkten ist die Detektionsschwelle der komplexen Gelenkschäden am höchsten und die Propriozeption am schlechtesten.

Die komplexen Gelenkschäden benötigen 6 Monate um einen Schwellenwert von $1,8^\circ$ zu erreichen; die isolierten Gelenkschäden erzielen bereits nach 3 Monaten den identischen mittleren Wert.

Die Detektionsschwelle ist bei

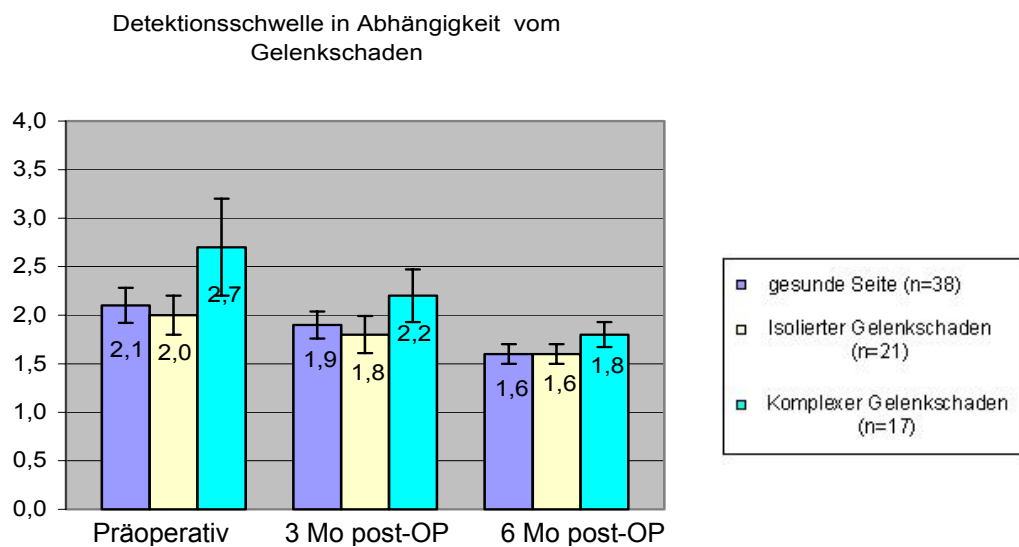


Abbildung 12: Detektionsschwelle (Grad) in Abhängigkeit vom Gelenkschaden, Mittelwert mit Standardfehler

2. Eingriffe

Eine Arthroskopie (ASK)

- Präoperativ betrug der durchschnittliche Schwellenwert $2,4^\circ$.
- Nach 3 Monaten postoperativ sank der Mittelwert auf $2,1^\circ$ ab.
- Nach 6 Monaten postoperativ sank der Wert weiter auf $1,6^\circ$ ab. Dieser Wert ist niedriger als der präoperative Wert, d.h. die Propriozeption ist zu diesem Zeitpunkt am besten.

Rearthroskopie (ReASK)

- Präoperativ betrug der durchschnittliche Detektionswert $2,1^\circ$.
- Nach 3 Monaten postoperativ sank der Mittelwert auf $1,9^\circ$ ab.
- Nach 6 Monaten postoperativ sank der durchschnittliche Detektionsschwellenwert weiter auf $1,7^\circ$ ab, dies entspricht annähernd dem Wert nach einer ASK sowie dem Wert auf der gesunden Kniegelenkseite.

Fazit:

Die durchschnittliche Detektionsschwelle nimmt im Verlauf der Studie auf der gesunden Kniegelenkseite, nach einer ASK sowie nach ReASK stetig ab.

Der Schwellenwert war zum Zeitpunkt der Voruntersuchung und der ersten Nachuntersuchung auf der gesunden Seite und bei der ReASK identisch.

Nach 6 Monaten ist die mittlere Schwelle von einer ASK und der gesunden Kniegelenkseite identisch mit jeweils 1,6°. Der mittlere Schwellenwert von ReASK ist nach einem halben Jahr nur 0,1° höher als bei einer ASK und der gesunden Gegenseite.

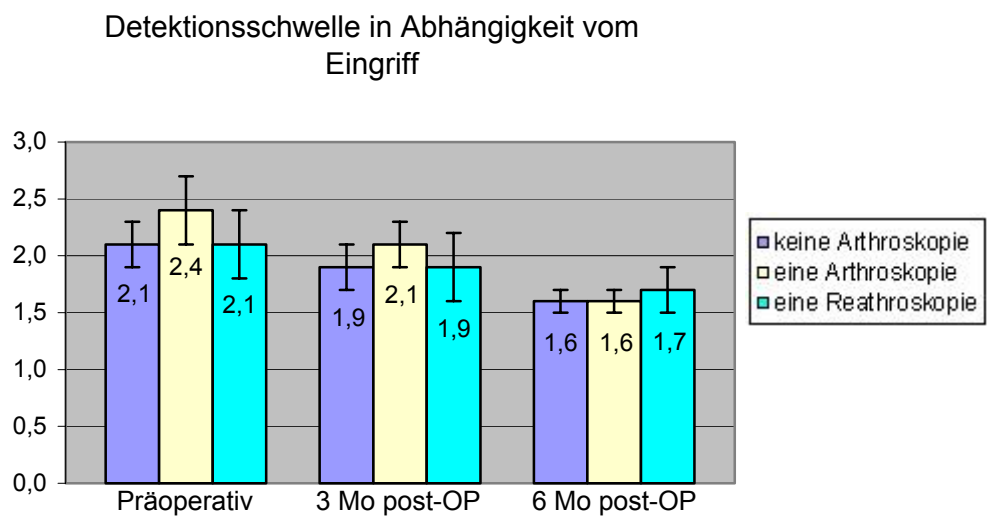


Abbildung 13: Detektionsschwelle (Grad) in Abhängigkeit vom Eingriff, Mittelwert mit Standardfehler

Tabelle 7: Detektionsschwelle der einzelnen Diagnosen und Eingriffe
im zeitlichen Verlauf

Parameter	OP-Seite			Gegenseite		
	Detektionsschwelle (°) Mittelwert			Detektionsschwelle (°) Mittelwert		
	VU	1. NU	2. NU	VU	1. NU	2. NU
gesundes Kniegelenk = keine Arthroskopie				2,1	1,9	1,6
isolierter Gelenkschaden	2,0	1,8	1,6			
Komplexer Gelenkschaden	2,7	2,2	1,8			
eine ASK	2,4	2,1	1,6			
ReASK	2,1	1,9	1,7			

2.4 Propriozeption in Abhängigkeit vom klinischen Bild

Um die propriozeptive Fähigkeit in Abhängigkeit vom klinischen Bild zu beurteilen, wurden die Detektionsschwellen den jeweiligen gruppierten Score und Schmerzgradpunkten zugeordnet.

Lysholm-Score

Hier wurden maximal 100 Punkte für ein uneingeschränktes Alltags- und Bewegungsempfinden erzielt.

Kriterium der Gruppenzuordnung war eine erreichte Punktzahl von ≥ 75 Punkte sowie < 75 .

Gruppe < 75 Punkte

Präoperativ: Die durchschnittliche Detektionsschwelle lag bei $2,6^\circ$.

Nach 3 Monaten postoperativ: Der Mittelwert betrug $2,2^\circ$.

Nach 6 Monaten postoperativ: Die Detektionsschwelle sank auf $1,9^\circ$ ab.

Gruppe ≥ 75 Punkte: guter Scorewert

Präoperativ: Die durchschnittliche Detektionsschwelle betrug $2,0^\circ$.

Nach 3 Monaten postoperativ: Der Schwellenwert sank auf $1,9^\circ$.

Nach 6 Monaten postoperativ: Der Mittelwert sank weiter auf $1,6^\circ$.

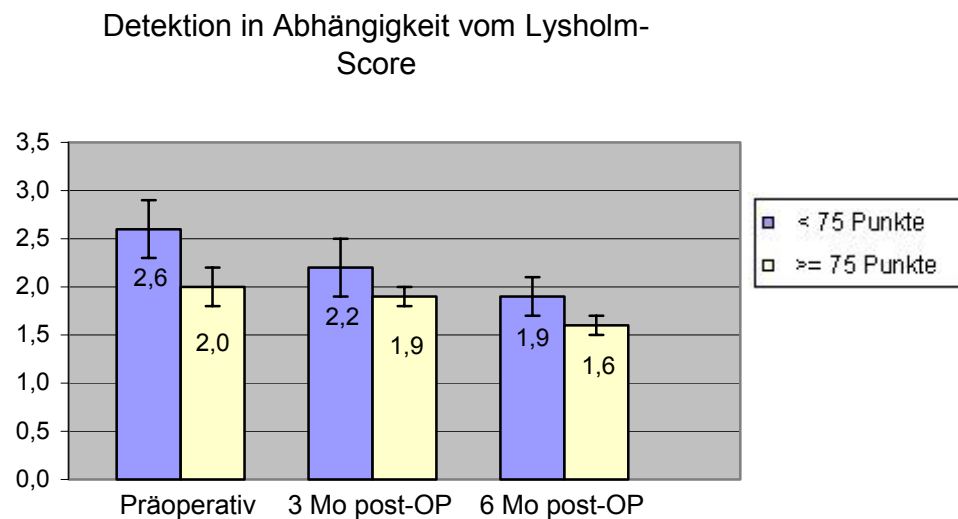


Abbildung 14: Detektionsschwelle (Grad) in Abhängigkeit vom Lysholm-Score, Mittelwert mit Standardfehler

Knee-Society-Score

Die objektivierbaren Bewegungseinschränkungen lassen sich mit Hilfe des Knee-Society-Scores graduieren. Die Patienten konnten maximal 100 Punkte erreichen. Auch hier erfolgte die Gruppierung nach der erreichten Punktzahl von ≥ 75 Punkte und < 75 .

Gruppe < 75 Punkte

Präoperativ: Die durchschnittliche Detektionsschwelle betrug $2,4^\circ$.

Nach 3 Monaten postoperativ: Der Mittelwert lag bei $1,4^\circ$.

Nach 6 Monaten postoperativ: Die Schwelle stieg auf $2,0^\circ$ an.

Gruppe ≥ 75 Punkte: guter Scorewert

Präoperativ: Die durchschnittliche Detektionsschwelle lag bei $2,1^\circ$.

Nach 3 Monaten postoperativ: Der Schwellenwert sank auf $2,0^\circ$.

Nach 6 Monaten postoperativ: Der Mittelwert sank weiter auf $1,6^\circ$.

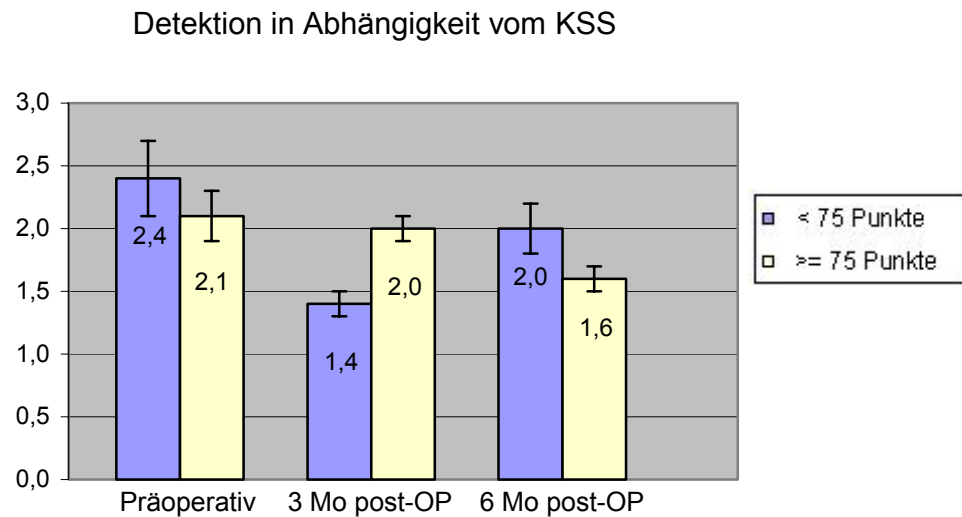


Abbildung 15: Die Detektionsschwelle (Grad) in Abhängigkeit vom Knee-Society-Score, Mittelwert mit Standardfehler

Schmerzgrad

Innerhalb des Lysholm-Scores wurde der Schmerzgrad evaluiert.

Die Punktverteilung war wie folgt:

- keine Schmerzen **30 Punkte**
- manchmal leichte Schmerzen **25 Punkte**
- im Zusammenhang mit giving away **20 Punkte**
- erhebliche Schmerzen bei sportlicher Belastung **15 Punkte**
- erhebliche Schmerzen beim Gehen > 2 km **10 Punkte**
- erhebliche Schmerzen beim Gehen < 2 km **5 Punkte**
- ständig schwere Schmerzen **0 Punkte**

Kriterium der Gruppenzuordnung war eine erreichte Punktzahl von ≥ 25 Punkte sowie < 25 .

Gruppe ≥ 25 Punkte: Keine oder nur manchmal leichte Schmerzen

Präoperativ: Die durchschnittliche Detektionsschwelle betrug $1,9^\circ$.

Nach 3 Monaten postoperativ: Der Schwellenwert lag bei $1,8^\circ$.

Nach 6 Monaten postoperativ: Der Mittelwert sank weiter auf $1,5^\circ$.

Gruppe < 25 Punkte

Präoperativ: Die durchschnittliche Detektionsschwelle lag bei $2,5^\circ$.

Nach 3 Monaten postoperativ: Der Schwellenwert betrug $2,2^\circ$.

Nach 6 Monaten postoperativ: Die Detektionsschwelle sank auf $1,8^\circ$ ab.

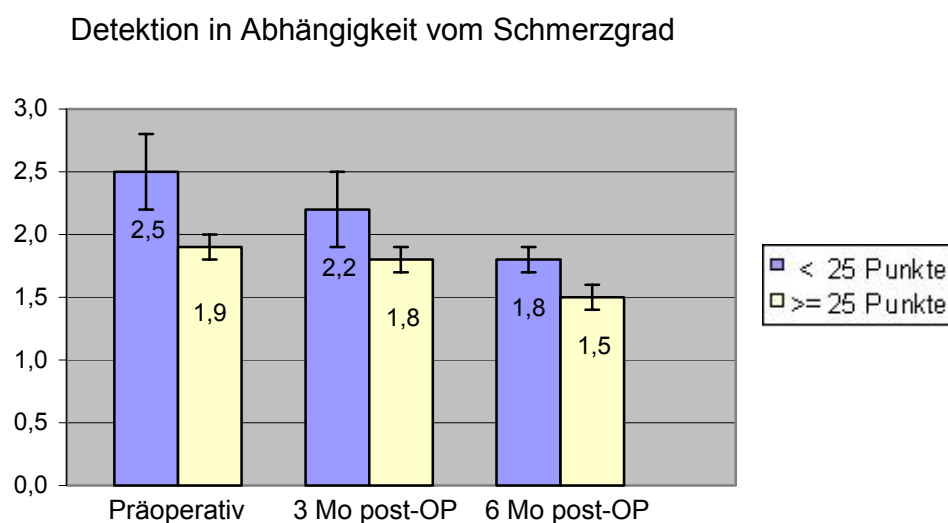


Abbildung 16: Detektionsschwelle (Grad) Detektion in Abhängigkeit vom Schmerzgrad, Mittelwert mit Standardfehler

Tabelle 8: Detektionsschwelle (Grad) in Abhängigkeit von den erreichten klinischen Score-Werten und Schmerzgradpunkten

Parameter	Punkte	Detektionsschwelle in Grad		
		VU	1. NU	2. NU
Lysholm max. 100 Punkte	<75	2,6	2,2	1,9
	≥ 75	2,0	1,9	1,6
KSS max. 100 Punkte	<75	2,4	1,4	2,0
	≥ 75	2,1	2,0	1,6
Schmerzgrad max. 30 Punkte = keine Schmerzen	<25	2,5	2,2	1,8
	≥ 25	1,9	1,8	1,5

2.5 Propriozeption in Abhängigkeit von der Nachbehandlung

Bei 12 der insgesamt 38 Patienten erfolgte nach der Kniegelenksarthroskopie keine Physiotherapie, oder sie machten zu Hause ohne qualifizierte Hilfe selbstständig Übungen. Weitere 12 Patienten waren nach der Kniegelenksarthroskopie in einer ambulanten physiotherapeutischen Nachbehandlung. Zusätzlich zur ambulanten Physiotherapie machten 14 Patienten zu Hause selbstständig Übungen.

Detektionsschwelle in Abhängigkeit von der Nachbehandlung

Nach 3 Monaten postoperativ

Die Detektionsschwelle der Patienten, die neben einer ambulanten Physiotherapie noch selbst eigene Übungen machten betrug 1,6° und war der niedrigste Schwellenwert, der zu diesem Zeitpunkt erreicht wurde.

Bei den Patienten ohne ambulante Physiotherapie oder mit eigenen Übungen sowie bei denjenigen, die nur ambulante Physiotherapie erhielten, war die Detektionsschwelle identisch und betrug 2,2°.

Die Gegenseite hatte zu diesem Zeitpunkt einen durchschnittlichen Schwellenwert von 1,9° und war somit leicht erhöht gegenüber der Patientengruppe mit Physiotherapie und Selbstübungen.

Nach 6 Monaten postoperativ

Die beste propriozeptive Fähigkeit bzw. den niedrigsten Detektionsschwellenwert von 1,5° erzielten Patienten, die in ambulanter Physiotherapie waren und zusätzlich zu Hause eigene Übungen machten.

Die Gegenseite und die übrigen Patienten erreichten zu diesem Zeitpunkt die gleiche durchschnittliche Detektionsschwelle von 1,7°.

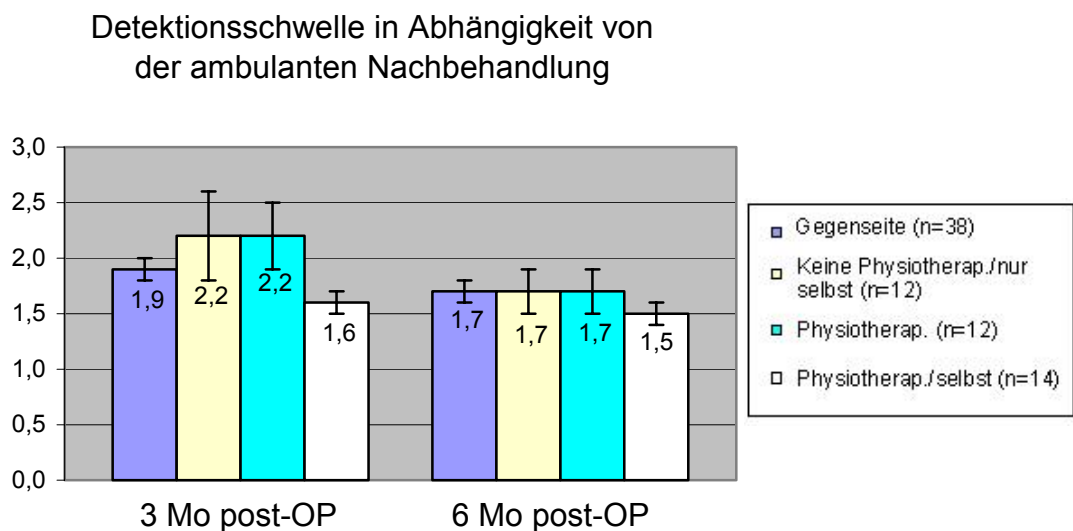


Abbildung 17: Detektionsschwellen (Grad) in Abhängigkeit von der ambulanten Nachbehandlung postoperativ, Mittelwert mit Standardfehler

Tabelle 9: Detektionsschwellen (Grad) in Abhängigkeit von der ambulanten Nachbehandlung postoperativ

Nachbehandlung postoperativ	Detektionsschwelle (Grad)	
	1. NU	2. NU
ohne Physiotherapie <u>oder</u> selbst	2,2	1,7
Physiotherapie	2,2	1,7
Physiotherapie <u>und</u> selbst	1,6	1,5
Gegenseite (= gesunde Seite)	1,9	1,7

Knee-Society-Score in Abhängigkeit von der Nachbehandlung

Nach 3 Monaten postoperativ

Die höchste durchschnittliche KSS-Punktzahl erreichte die gesunde Kniegelenkseite mit 92 von maximal 100 erreichbaren Punkte.

Den gleichen Punktwert von durchschnittlichen 88 Punkte erreichten die Patienten, die keine Physiotherapie oder nur selbst Übungen machten sowie die Gruppe, die in Physiotherapiebehandlung war und selbst Übungen machte.

Die schlechteste Punktzahl von 85 Punkte erzielten die Patienten, die in physiotherapeutischer Behandlung waren.

Nach 6 Monaten postoperativ

Die höchste durchschnittliche KSS-Punktzahl von 93 Punkte erreichten die Patienten, die Physiotherapie erhielten und selbst Übungen machten.

Die Patienten mit Physiotherapie, erreichten 91 Punkte und 90 Punkte erzielten die Patienten, die keine Physiotherapie hatten oder nur zu Hause Übungen machten.

Die schlechteste durchschnittliche KSS-Punktzahl von 88 Punkte erzielte die gesunde Kniegelenkseite, sie verschlechterte sich von 92 auf 88 Punkte.

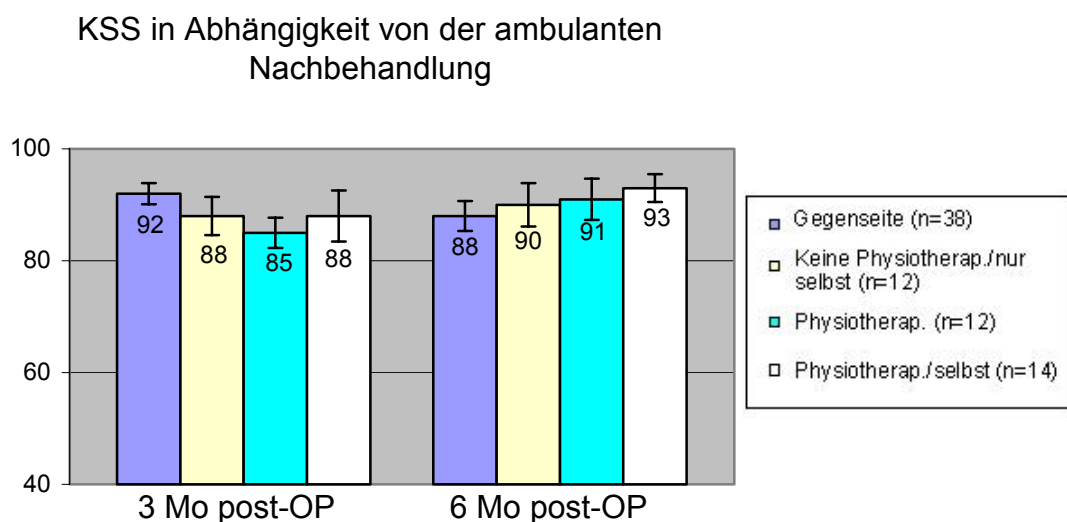


Abbildung 18: Durchschnittliche KSS-Punktzahl in Abhängigkeit von der ambulanten Nachbehandlung postoperativ, Mittelwert mit Standardfehler

Lysholm-Score in Abhängigkeit von der Nachbehandlung

Nach 3 Monaten postoperativ

Die höchste durchschnittliche Lysholm-Punktzahl von 90 Punkte erhielt die gesunde Kniegelenkseite.

Die Patienten, die in Physiotherapiebehandlung waren und darüber hinaus zu Hause selbst Übungen machten, erreichten 85 Punkte. Nur 82 Punkte erzielten die Patienten, die ohne Physiotherapiebehandlung waren oder lediglich selbst Übungen machten. Die niedrigste Punktzahl von 74 Punkte erreichten die Patienten mit ausschließlich Physiotherapie.

Nach 6 Monaten postoperativ

Die höchste durchschnittliche Lysholm-Punktzahl von 92 Punkte erreichten die Patienten mit Physiotherapie.

Die gleiche Punktzahl von 86 Punkte erzielten die gesunde Kniegelenkseite und die Patienten, die keine Physiotherapie erhielten oder lediglich selbst Übungen machten. Die mittlere Punktzahl sank auf der gesunden Kniegelenkseite um 4 Punkte. Die niedrigste Punktzahl mit 83 Punkte erreichten die Patienten, die in Physiotherapiebehandlung waren und darüber hinaus zu Hause noch Übungen machten.

Lysholm-Score in Abhängigkeit von der ambulanten Nachbehandlung

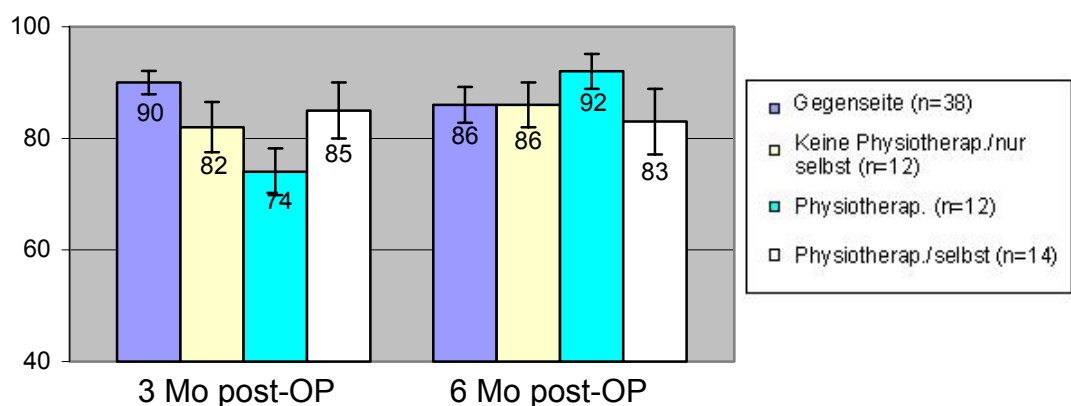


Abbildung 19: Durchschnittliche Lysholm-Punktzahl in Abhängigkeit von der Nachbehandlung, Mittelwert mit Standardfehler

Tabelle 10: Klinische Scores in Abhängigkeit von der ambulanten Nachbehandlung postoperativ

Nachbehandlung postoperativ	KSS (Pkt.)		Lysholm (Pkt.)	
	1.NU	2.NU	1.NU	2.NU
ohne Physiotherapie <u>oder</u> selbst	88	90	82	86
Physiotherapie	85	91	74	92
Physiotherapie <u>und</u> selbst	88	93	85	83
Gegenseite (= gesunde Seite)	92	88	90	86

2.6 Propriozeption in Abhängigkeit vom Beruf

Die Patienten lassen sich in die folgenden Berufsgruppen einteilen:
17 Angestellte, 14 Handwerker und 7 Arbeiter.

Von diesen 38 Patienten befinden sich 6 Patienten bereits im Ruhestand.

Berufsgruppe: Angestellte

Präoperativ erreichte das gesunde Kniegelenk einen durchschnittlichen Detektionsschwellenwert von $2,1^\circ$ und die arthroskopierte Seite einen Wert von $2,3^\circ$.

Nach 3 Monaten postoperativ erzielten beide Kniegelenkseiten den gleichen mittleren Detektionsschwellenwert von $1,9^\circ$.

Nach 6 Monaten postoperativ erreichte das gesunde Kniegelenk mit $1,6^\circ$ einen etwas besseren Schwellenwert als das arthroskopierte Kniegelenk ($1,7^\circ$).

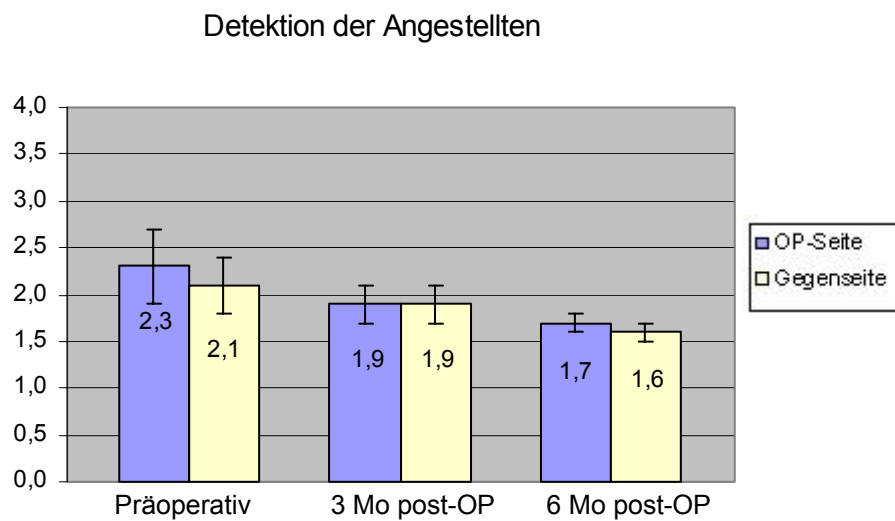


Abbildung 20: Detektionsschwellen (Grad) der Angestellten, Mittelwert mit Standardfehler

Berufsgruppe: Handwerker

Präoperativ erreichte das gesunde Kniegelenk eine mittlere Detektionsschwelle von 1,9° und die OP-Seite einen Wert von 2,2°.

Nach 3 Monaten postoperativ betrug der durchschnittliche Schwellenwert der Gegenseite 1,7° und auf der OP-Seite 1,8°.

Nach 6 Monaten postoperativ sank sowohl die mittlere Detektionsschwelle der Gegenseite weiter auf 1,6° als auch der Wert der OP-Seite auf 1,5°.

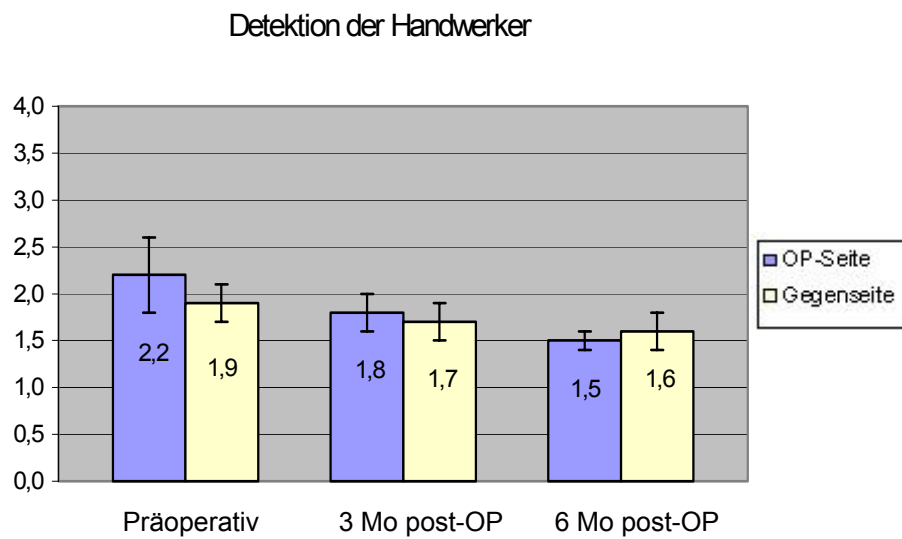


Abbildung 21: Detektionsschwellen (Grad) der Handwerker, Mittelwert mit Standardfehler

Berufsgruppe: Arbeiter

Präoperativ erreichte die Gegenseite einen mittleren Schwellenwert von $2,4^\circ$ und die arthroskopierte Seite einen Wert von $2,8^\circ$.

Nach 3 Monaten postoperativ sank der mittlere Schwellenwert der Gegenseite auf $2,3^\circ$. Die mittlere Detektionsschwelle der OP-Seite blieb unverändert bei $2,8^\circ$.

Nach 6 Monaten postoperativ sank auf der gesunden Kniegelenkseite die mittlere Detektionsschwelle weiter auf $2,0^\circ$. Auf der OP-Seite kam es zu einem extremen Abfall des mittleren Schwellenwertes auf $1,8^\circ$.

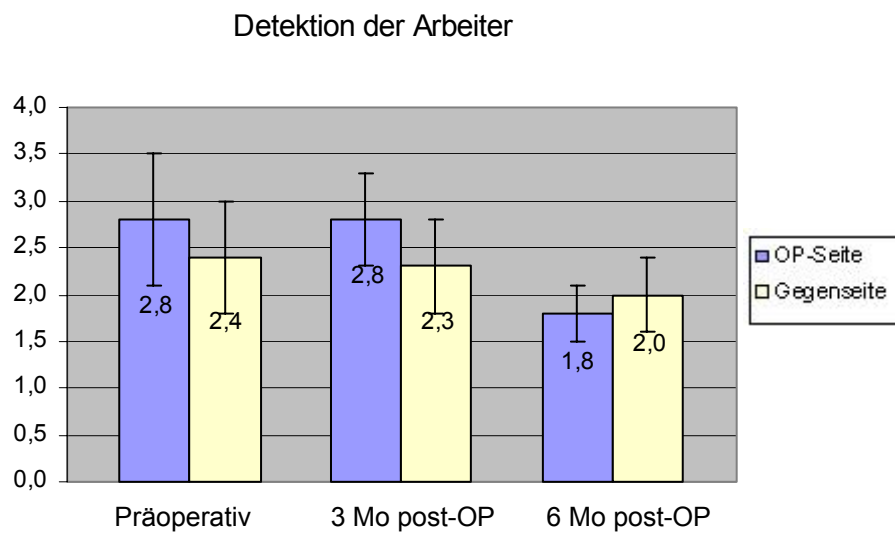


Abbildung 22: Detektionsschwellen (Grad) der Arbeiter,
Mittelwert mit Standardfehler

Tabelle 11: Detektionsschwellen (Grad) in Abhängigkeit vom Beruf

Berufsgruppe (Anzahl)	OP-Seite (Mittelwert)			Gegenseite (Mittelwert)		
	Detektionsschwelle (°)			Detektionsschwelle (°)		
	VU	1. NU	2. NU	VU	1. NU	2. NU
Angestellte (17)	2,3	1,9	1,7	2,1	1,9	1,6
Handwerker (14)	2,2	1,8	1,5	1,9	1,7	1,6
Arbeiter (7)	2,8	2,8	1,8	2,4	2,3	2,0

IV Diskussion

1. Wahl des Verfahrens zur Propriozeptionsmessung

In den vergangenen Jahren beschrieb die internationale Literatur unterschiedliche Messanordnungen zur Durchführung von objektiven Propriozeptionsmessungen, mit denen es ermöglicht werden sollte, jeweils einen der drei propriozeptiven Sinne bzw. eine ganz bestimmte propriozeptive Fähigkeit zu bestimmen [12; 21; 23; 26; 33; 40; 42-45; 58; 66-70; 75; 79; 89].

Dabei haben sich am Kniegelenk in den letzten Jahren zwei Arten von Messansätzen besonders etabliert:

- Winkelreproduktionstest (Stellungssinmessung)
- Kinästhesiemessung (Bewegungssinmessung)

1.1 Winkelreproduktionstest (Stellungssinmessung)

Das Prinzip des Winkelreproduktionstests besteht darin, dass an dem zu testenden Kniegelenk eine bestimmte Winkelstellung passiv eingestellt wird, die dann mit Hilfe des Probanden entweder durch eine aktive Nachstellbewegung im zu testenden Kniegelenk oder an einem Modell ohne Beteiligung des zu testenden Kniegelenks nachgestellt werden muss.

Die Differenz zwischen der passiv eingestellten vorgegebenen Winkelstellung und der durch den Probanden nachgestellten Winkelstellung in Grad wird als Maß für die propriozeptive Leistung genommen.

Die Messanordnung von Barrett ist ohne allzu großen technischen Aufwand realisierbar und daher übernahmen oder modifizierten zahlreiche Arbeitsgruppen diese Messanordnung in folgenden Punkten: Art der Winkelmessung, Winkelreproduktion, Eliminierung von externen Reizen und Oberkörperhaltung [10; 12; 21; 23; 33; 40; 42-45; 58; 67; 79].

Betrachtet man die Stellungssinnesmethode, so lassen sich folgende methodische Probleme aufzeigen:

- Die passive Einstellbewegung der Gelenkwinkel stellt einen propriozeptiven Reiz per se dar.
- Häufig erfolgt nur eine ungenügende Eliminierung von externen Reizen insbesondere von kutanen Reizen.
- Bei der Reproduktion von Winkelstellungen spielt die mangelnde Kurzzeitgedächtnisleistung insbesondere bei älteren Patienten und das ungenügende oder individuelle räumliche Vorstellungsvermögen eine Rolle, was ebenfalls in der Ergebnisbewertung Beachtung finden sollte.
- Die Differenzen in der Winkelreproduktion liegen teilweise an der Messgenauigkeit der Apparatur und sollten auch in der Ergebnisbewertung Beachtung finden [67].

1.2 Kinästhesiemessung (Bewegungssinnesmessung)

In der vorliegenden prospektiven Studie wurde die Kinästhesiemessung durchgeführt. Sie beruht primär auf der Erfassung der Wahrnehmungsschwellen des Bewegungsbeginns. Hierbei wird in einer speziellen Messanordnung das zu testende Kniegelenk passiv mit einer zuvor festgelegten Winkelgeschwindigkeit bewegt, und der Proband signalisiert über Knopfdruck, wann er den Beginn der passiven Gelenkbewegung verspürt.

Als Maß für die propriozeptive Leistung dient der Bewegungsumfang in Grad, der vergeht bis der Proband die Wahrnehmung der Bewegung signalisiert.

Bei Durchführung der Kinästhesiemessung gibt es modifizierte Messanordnungen, die sich in der Körperhaltung, den Winkelgeschwindigkeiten der passiven Gelenkbewegungen und den Ausgangswinkeln der passiven Gelenkbewegungen unterscheiden.

Die Hauptbestandteile der Messanordnung gleichen sich zum größten Teil [26; 33; 66-70; 75; 79; 89].

Die Publikationen beschreiben folgende modifizierte Körperhaltungen:

Pap sowie Swanik et al. wählen die sitzende Körperhaltung, Fridén et al. die Seitenlage, Safran et al. die Bauchlage und Grob et al. die Rückenlage.

Die internationale Literatur berichtet über folgende modifizierte Winkelgeschwindigkeiten:

Pap et al. wählen eine Geschwindigkeit zwischen 0,1 °/s und 0,8 °/s. Swanik et al., Fridén et al., Safran et al. und Grob et al. wählen 0,5 °/s.

Die Ergebnisse von Pap et al. zeigen, dass eine Anhebung der Winkelgeschwindigkeit eine signifikante Senkung der Detektionsschwelle zur Folge hat. In der vorliegenden Studie wird in der Messanordnung eine Winkelgeschwindigkeit von 0,8 °/s gewählt, und diese liegt somit eher im oberen Bereich der in der Literatur beschriebenen Geschwindigkeiten.

Die Arbeitsgruppen unterscheiden sich auch in Bezug auf den gewählten Ausgangswinkel, von dem aus die Messungen gestartet werden:

Pap et al. starten bei 45°, Swanik et al. bei 15° und 45°, Fridén et al. bei 20° und 40°, Safran et al. bei 45° und 110° und Grob et al. bei 60°. Der Ausgangswinkel dieser Studie beträgt 45° [26; 33; 68; 79; 89].

In dieser Studie wurden durch die Medianbildung der Messergebnisse grobe Ausreißer ausgeschlossen.

Methodenkritisch muss angemerkt werden, dass bei Kinästhesiemessungen folgende methodische Probleme auftreten können:

- Die langsamen Winkelgeschwindigkeiten von 0,1 °/s bis 0,8 °/s entsprechen nicht den bei physiologischen Bewegungsabläufen vorkommenden Winkelgeschwindigkeiten, daher sind Rückschlüsse auf physiologische Bewegungsabläufe nur bedingt möglich.
- Bei passiven Gelenkbewegungen kann eine wechselnd starke aktive Muskelkontraktion oft nicht ausgeschlossen werden, so dass deren Einfluss unberücksichtigt bleibt.
- Unterschiede in Detektionsschwellen, die auf unterschiedliche Reaktionszeiten der Probanden zwischen Wahrnehmung des Bewegungsbeginns und der Probandenreaktion durch Tastendruck beruhen, können nicht erfasst werden und bleiben so unberücksichtigt [67].

2. Prä- und postoperative Propriozeptionsveränderung

Die internationale Literatur befasst sich hauptsächlich mit der prä- oder postoperativen Propriozeptionsfähigkeit. Eine Kombination in Form von Verlaufskontrollen vor und nach erfolgtem Eingriff ist in der zugänglichen Literatur kaum zu finden [11; 12; 19; 26; 40; 42; 43; 56; 58; 66; 70; 71; 79; 85; 89].

Aufgrund der erfolgten prä- und postoperativen Patientendatenerhebungen ist es möglich, den individuellen Krankheits- und Heilungsverlauf zu beurteilen.

Folgende Aussagen lassen sich im Einzelnen treffen:

- Im zeitlichen Verlauf sank auf der OP-Seite die Detektionsschwelle ab, d.h. die propriozeptive Fähigkeit nahm zu. Präoperativ bestand auf der OP-Seite eine höhere Detektionsschwelle als auf der Gegenseite. Der Schwellenwert lag präoperativ bei $2,3^\circ$, nach 3 Monaten postoperativ bei $2,0^\circ$ und nach weiteren 3 Monaten bei $1,6^\circ$.
- Auch die gesunde Gegenseite zeigte wie schon auf der OP-Seite im zeitlichen Verlauf eine Abnahme der Detektionsschwelle, d.h. die propriozeptive Fähigkeit nahm zu. Der präoperative mittlere Wert lag bei $2,1^\circ$, nach 3 Monaten postoperativ bei $1,9^\circ$ und nach weiteren 3 Monaten bei $1,6^\circ$.

Nach einem halben Jahr haben sich die propriozeptiven Fähigkeiten beider Kniegelenke einander angeglichen und lagen mit $1,6^\circ$ insgesamt unter den präoperativen Werten.

Der Referenzbereich der Detektionsschwelle für die gesunde Normalbevölkerung reicht in der Literatur von 1° bis hin zu $2,7^\circ$. In dieser Studie bewegen sich bereits zu jedem Zeitpunkt die mittleren Schwellenwerte beider Gelenkseiten mit unterschiedlichen Höhen im Normbereich einer gesunden Normalbevölkerung.

Die Patienten, mit einem Durchschnittsalter von 46 Jahren, zeigten meist Verletzungen auf, die erst seit kurzer Zeit bestanden und auch nur auf kleine Gebiete des Kniegelenks begrenzt waren. Aufgrund der minimal invasiven Arthroskopie wurden die im Gelenkinnern befindlichen Mechanorezeptoren nur gering verletzt.

Aufgrund dieser Tatsachen weist das Kniegelenk ein kleines Propriozeptionsdefizit sowie ein großes Regenerationspotential auf, erkennbar an den mittleren Schwellenwerten, die auf der OP-Seite zu jedem Zeitpunkt im Normbereich einer gesunden Normalbevölkerung liegen [45; 67].

3. Zusammenhang: Präoperativ klinisches Bild und Propriozeption

In der Vergangenheit belegte eine Vielzahl von Studien das Auftreten von Propriozeptionsdefiziten im Rahmen unterschiedlicher Kniegelenkpathologien, so z.B. nach Kreuzbandläsionen, nach einer medialen Meniskusruptur, bei Gonarthrosepatienten oder bei Patienten mit Knie-TEP. Hierbei wurde zur Charakterisierung der Propriozeption der Detektionsschwellenwert herangezogen [12; 21; 40; 43; 45; 56; 68; 69; 79; 89].

Die vorliegende Studie überprüft den Zusammenhang zwischen dem präoperativen klinischen Bild mit unterschiedlichen Gelenkschäden sowie dem begleitenden Propriozeptionsdefizit. Mit Hilfe des KSS und Lysholm-Scores wurde das klinische Erscheinungsbild standardisiert bewertet. Die maximal erreichbare Punktzahl beider Scores betrug jeweils 100 Punkte.

Bei der Auswertung des Knee-Society-Scores wurden zum präoperativen Zeitpunkt auf der zu arthroskopierenden Seite durchschnittlich 70 Punkte und auf der Gegenseite 92 Punkte erreicht.

Beim Lysholm-Score wurden präoperativ im Durchschnitt auf der zu arthroskopierenden Seite 58 Punkte und auf der Gegenseite 91 Punkte erzielt.

Bei einem Vergleich der erreichten präoperativen Score-Werten mit den zeitgleichen Detektionsschwellen auf der OP-Seite von 2,3° sowie auf der Gegenseite von 2,1° ist zu erkennen, dass auf der zu arthroskopierenden Seite die Score-Punkte niedriger sind, während der Schwellenwert höher als auf der Gegenseite ist.

Gründe hierfür können Einflussgrößen wie z.B. die Art der Knieläsion, das Alter und der Beruf des Patienten sein, die auf einer Kniegelenkseite zu einem Propriozeptionsdefizit geführt haben.

4. Abhängigkeit der Propriozeption vom Patientenalter

Die internationale Literatur beschreibt eine mit zunehmendem Patientenalter ansteigende Detektionsschwelle, was in der vorliegenden prospektiven Studie bestätigt wurde. Mit zunehmendem Patientenalter stieg auch die Detektionsschwelle beidseits sowohl auf der OP-Seite als auch auf der gesunden Gegenseite linear an [29; 45].

5. Zusammenhang zwischen Propriozeption und Diagnose

In der vorliegenden Studie wurde zwischen isolierten und komplexen Kniegelenkschäden unterschieden.

Propriozeptionsveränderungen in Abhängigkeit von der diagnostizierten Kniegelenkpathologie zeigten sich bereits präoperativ. Die isolierten Gelenkschäden erzielten einen mittleren Schwellenwert von $2,0^\circ$, während die komplexen Gelenkschäden aufgrund ihrer Komplexität einen höheren Detektionsschwellenwert von $2,7^\circ$ zeigten.

Nach 3 Monaten postoperativ kam es bei den komplexen Gelenkschäden zu einer deutlichen Verbesserung der Detektionsschwelle, dieser Schwellenwert lag jedoch mit $2,2^\circ$ über dem Wert der isolierten Gelenkschäden von $1,8^\circ$; letztere lagen $0,1^\circ$ unter dem mittleren Wert der gesunden Gegenseite.

Aufgrund der minimal invasiven Arthroskopie kam es postoperativ zu einer deutlichen Verbesserung der propriozeptiven Fähigkeit.

Nach 6 Monaten postoperativ lag der durchschnittliche Schwellenwert der komplexen Gelenkschäden mit $1,8^\circ$ etwas höher als der der Gegenseite sowie isolierten Gelenkschäden.

Die komplexen Gelenkschäden benötigten 6 Monate um einen Schwellenwert von $1,8^\circ$ zu erreichen; die isolierten Gelenkschäden erzielten bereits nach 3 Monaten den identischen mittleren Wert.

Nach einem halben Jahr war das Propriozeptionsdefizit komplett bei allen Kniegelenkpathologien behoben.

Im Einzelnen lassen sich aufgrund der vorliegenden Studienergebnisse folgende Aussagen treffen:

1. Die Höhe des Propriozeptionsdefizits ist abhängig von der Komplexität der Gelenkpathologie.
2. Die benötigte Zeit, um eine deutliche Verbesserung der propriozeptiven Fähigkeit zu erreichen, ist abhängig von der Gelenkpathologie. Für isolierte Gelenkschäden werden 3 und für komplexe Gelenkschäden 6 Monate benötigt.
3. Zur kompletten Eliminierung eines Propriozeptionsdefizites, unabhängig von der Diagnose, werden ca. 6 Monate benötigt.

6. Zusammenhang zwischen Propriozeption und Eingriff

In dieser Studie gab es Patienten, die eine ASK oder eine ReASK erhielten. Präoperativ war der mittlere Schwellenwert der ASK-Patienten mit $2,4^\circ$ nur wenig höher als derjenige der ReASK-Patienten sowie der gesunden Gegenseite mit jeweils $2,1^\circ$.

Auch nach 3 Monaten postoperativ lag der mittlere Wert der ASK-Patienten mit $2,1^\circ$ nur wenig höher als der der ReASK-Patienten und der gesunden Gegenseite mit $1,9^\circ$. Patienten mit einer ASK haben ein größeres Propriozeptionsdefizit als Patienten mit einer ReASK. Außerdem zeigen Patienten mit ReASK und die gesunde Gegenseite das gleiche Propriozeptionsdefizit, wahrscheinlich aufgrund der bestehenden einseitigen Schonhaltung der Gegenseite während der präoperativen und drei monatigen postoperativen Phase der ReASK.

Nach 6 Monaten postoperativ erreichten sowohl die ASK-Patienten mit $1,6^\circ$, als auch die ReASK-Patienten mit $1,7^\circ$ annähernd den gleichen mittleren Detektionsschwellenwert von $1,6^\circ$. Beide Eingriffe zeigten im Verlauf eines halben Jahres eine Abnahme des durchschnittlichen Schwellenwertes und,

wie in 5. erwähnt, ist anzunehmen, dass zu einer kompletten Eliminierung des Propriozeptionsdefizites ca. 6 Monate benötigt werden.

7. Abhängigkeit der Propriozeption vom klinischen Bild

Nach der Arthroskopie zeigte die Auswertung der Propriozeptionsmessung eine signifikante Abnahme der Detektionsschwelle sowie eine gesteigerte propriozeptive Fähigkeit.

Aufgrund dieser Beobachtung überprüfte die vorliegende Studie einen möglichen Zusammenhang zwischen der propriozeptiven Fähigkeit sowie dem klinischen Bild. Hierzu wurden die mittleren Detektionsschwellen in Abhängigkeit von den beiden klinischen Scores wie auch vom Schmerzgrad analysiert.

Die vorliegende Studie berücksichtigte auch subjektive Empfindungen wie Aktivitäts-, Schmerzempfinden und Heilungsverlauf.

Die maximal erreichbare Punktzahl betrug bei den Scores jeweils 100 und beim Schmerzgrad 30.

Lysholm-Score

In dieser Studie gab es folgende 2 Gruppen:

Lysholm-Score < 75 Punkte: Die Patienten erreichten präoperativ einen Schwellenwert von 2,6° und nach 3 Monaten postoperativ von 2,2°. Nach einem halben Jahr sank der Wert auf 1,9° ab.

Lysholm-Score ≥ 75 Punkte: Die präoperative Schwelle der Patienten erzielte 2,0° und nach 3 Monaten postoperativ 1,9°. Nach weiteren 3 Monaten lag der Wert mit 1,6° deutlich niedriger als beim Lysholm-Score <75 Punkte.

Beim Lysholm-Score ist die Propriozeption bei guten klinischen Ergebnissen wesentlich besser als bei niedrigen Scorewerten.

Knee-Society-Score

Bei einem KSS < 75 Punkte lag die mittlere Detektionsschwelle der untersuchten Patienten präoperativ bei 2,4° und nach 3 Monaten postoperativ bei 1,4°. Nach weiteren 3 Monaten stieg der Wert auf 2,0° an.

Die durchschnittliche Detektionsschwelle erreichte bei einem KSS ≥ 75 Punkte präoperativ 2,1° und nach 6 Monaten postoperativ 1,6°. Beide liegen deutlich unter den entsprechenden Schwellen des Knee-Society-Scores von < 75 Punkte.

Nach 3 Monaten postoperativ lag der Schwellenwert bei 2,0°, deutlich höher als bei KSS <75. Die Detektionsschwellenwerte lagen jedoch noch im Referenzbereich einer gesunden Normalbevölkerung.

Die Propriozeption ist nur präoperativ und postoperativ nach 6 Monaten bei guten klinischen Ergebnissen deutlich besser als bei KSS < 75.

Schmerzgrad

Beim Schmerzgrad wurden die Patienten in eine Gruppe von < 25 Punkte und eine zweite Gruppe von ≥ 25 Punkte eingeteilt.

Die Gruppe < 25 Punkte, d.h. mit zunehmender Schmerzsymptomatik, erreichte einen präoperativen Schwellenwert von 2,5°. Nach 3 Monaten lag die Detektionsschwelle bei 2,2° und nach weiteren 3 Monaten bei 1,8°.

Die Gruppe ≥ 25 Punkte und nahezu vollständiger Schmerzfreiheit erzielte einen präoperativen Schwellenwert von 1,9°. Nach 3 Monaten lag die Schwelle bei 1,8° und nach weiteren 3 Monaten sank der Wert auf 1,5° ab. Der Detektionsschwellenwert lag zu jeder Messung niedriger als bei der Gruppe < 25 Punkte was auf eine Zunahme der propriozeptiven Fähigkeit bei nahezu vollständiger Schmerzfreiheit hindeutet.

Eine verbesserte propriozeptiven Fähigkeit kann daher das klinische Wohlbefinden deutlich steigern.

Subjektive Empfindung

Das Aktivitätsempfinden erzielte nach 3 Monaten postoperativ 3,3 Punkte und nach weiteren 3 Monaten 3,5.

Das Schmerzempfinden erreichte nach 3 sowie 6 Monaten postoperativ 3,4 Punkte.

Der Heilungsverlauf lag zu beiden Nachuntersuchungen bei 3,5 Punkte.

In der vorliegenden Studie war postoperativ auffällig, dass die Patienten gute klinische Ergebnisse wie auch gute propriozeptive Fähigkeiten verzeichneten aber zugleich wurden die Fragen nach subjektiven Empfindungen wie Aktivitäts-, Schmerzempfinden und Heilungsverlauf durchschnittlich mit 3,3 bis 3,5 Punkte von 5 maximal möglichen Punkte bewertet.

Aufgrund dieses Ergebnisses ist eine Diskrepanz zwischen den subjektiven Empfindungen und objektiv gemessenen Detektionsschwellenwerten sowie dem klinischen Bild deutlich erkennbar.

Eine Ursache dieser Diskrepanz könnte der plötzlich beginnende und kurze Krankheitsverlauf sein, den die Patienten als sehr schmerzhaft empfinden.

Die Patienten haben nach einer Arthroskopie eine sehr hohe Erwartungshaltung hinsichtlich ihrer Genesung. Die Arthroskopie kann aber keine weitreichenden Veränderungen bewirken, dies wird im Vergleich prä- zu postoperativ hinsichtlich der subjektiven Patientenempfindungen deutlich.

8. Abhängigkeit der Propriozeption von der Nachbehandlung

Die Patienten wurden postoperativ in folgende drei Gruppen eingeteilt:

- Patienten, die *keine* ambulante Physiotherapie erhielten *oder* zu Hause *eigenständig ohne qualifizierte Hilfe* Übungen machten
- Patienten *mit* ambulanter Physiotherapie

- Patienten, die eine ambulante Physiotherapie erhielten *und* zu Hause selbst Übungen machten.

Die Detektionsschwelle der Patientengruppe ohne ambulante Physiotherapie aber mit eigenständigen Übungen sowie jene mit Physiotherapie erzielten zu beiden Zeitpunkten gleiche Schwellenwerte: Nach 3 Monaten postoperativ erreichten sie einen Wert von 2,2°, nach weiteren 3 Monaten 1,7°. Die Gruppe mit Physiotherapie und eigenen Übungen erzielte einen Schwellenwert von 1,5°.

Das beste Ergebnis erreichten die Patienten, die sich in ambulanter Physiotherapiebehandlung befanden und zu Hause zusätzlich Übungen machten. Nach 3 Monaten postoperativ erzielten sie einen mittleren Wert von 1,6° und nach weiteren 3 Monaten von 1,5°.

Die vorliegende Studie zeigt, dass die ambulante Physiotherapie sowie die zusätzlichen Übungen zu Hause äußerst wichtig sind zur Regeneration der propriozeptiven Fähigkeit. Eine große Rolle spielt hierbei das soziale Umfeld, das gesteigerte Gesundheitsverständnis sowie die Angst vor einer längeren Invalidität, was insbesondere auf berufstätige Patienten zutrifft.

Unterschiede zwischen den einzelnen Patientengruppen gab es auch beim KSS und Lysholm-Score:

Beim KSS erreichten die Patientengruppe ohne ambulante Physiotherapie oder mit eigenen Übungen sowie die Patientengruppe mit ambulanter Physiotherapiebehandlung und zusätzlichen Übungen zu Hause nach 3 Monaten postoperativ den gleichen mittleren Punktwert von 88 während die Gruppe mit Physiotherapie nur 85 Punkte erzielte.

Nach 6 Monaten erreichten die Patienten mit Physiotherapie und eigenen Übungen die beste mittlere Punktzahl von 93. Die Patienten mit ambulanter Physiotherapie erzielten 91 Punkte während die Patientengruppe ohne Physiotherapie oder mit eigenständigen Übungen 90 Punkte erreichte.

Jede Art der Nachbehandlung hatte ihre durchschnittliche KSS-Punktzahl innerhalb von 6 Monaten verbessert, was insbesondere auf die Patienten-

gruppe zutrifft, die in Physiotherapiebehandlung war und zusätzlich eigenständig Übungen machte. Auffällig ist, dass nach 3 Monaten postoperativ die Score-Werte mit 85 bis 88 Punkte bereits recht hoch waren und diese sich auch nach weiteren 3 Monaten gering mit nur 90 bis 93 Punkte erhöht hatten.

Im Zeitraum zwischen der 1. und 2. Nachuntersuchung zeigte die Patientengruppe mit Physiotherapie den größten Anstieg von 6 Punkte.

Beim Lysholm-Score erzielten nach 3 Monaten postoperativ die Patienten mit Physiotherapie und eigenen Übungen die höchste Punktzahl von 85. Die Patientengruppe ohne Physiotherapie oder mit eigenständigen Übungen erreichten 82 Punkte und die Patienten mit ambulanter Physiotherapie erzielten 74 Punkte.

Nach 6 Monaten erzielten die Patienten mit Physiotherapie die beste Punktzahl von 92 sowie den größten Anstieg von 18 Punkte. Noch 3 Monate zuvor erreichte diese Gruppe die niedrigste Punktzahl. Die Patientengruppe ohne Physiotherapie oder eigenständigen Übungen erzielten 86 Punkte sowie die Patienten mit Physiotherapie und eigenständigen Übungen erreichten 83 Punkte.

Die durchschnittliche Lysholm-Punktzahl sank innerhalb eines halben Jahres bei den Patienten, die in Physiotherapiebehandlung waren und eigenständig Übungen machten.

Bei beiden standardisierten Scores waren die Patienten mit einer ambulanten Physiotherapie nach 3 Monaten am schlechtesten und hatten nach 6 Monaten den größten Anstieg der Punktzahl zu verzeichnen.

Anhand dieser Studie ist zu erkennen, dass die Nachbehandlung postoperativ zu einer Verbesserung sowie Regeneration der propriozeptiven Fähigkeit beiträgt.

9. Anwendbarkeit der Propriozeptionsmessung

Die vorliegende Studie zeigt einen Zusammenhang zwischen Kniegelenkerkrankungen, dem klinischen Bild und einer verminderten propriozeptiven Fähigkeit.

Die Propriozeptionsmessung bietet sowohl den Patienten als auch dem Arzt eine objektive Verlaufskontrolle. Die Quantifizierung einer durch die operative Intervention bzw. durch die physiotherapeutische Nachbehandlung veränderten Detektionsschwelle stellt ein objektives Kriterium für die Beurteilung der Therapie dar und kann ein positives Feedback für den Patienten liefern.

Mit Hilfe der Propriozeptionsmessung können die objektiv erfassten Ergebnisse zur Beurteilung einer konservativ-physiotherapeutischen Behandlung, einer speziellen Trainingsmethoden sowie zu verschiedenen Operationsverfahren herangezogen werden. Aufgrund ihrer Praktikabilität und des relativ geringen Zeitaufwands ist sie klinisch, in der wissenschaftlichen Forschung sowie in der Sporttherapie anwendbar.

Um eine Reihe möglicher Fehlerquellen zu vermeiden, sollte auf genaue und immer gleich bleibende Messbedingungen geachtet werden. Wichtig ist auch, dass immer die gleiche Person die Propriozeptionsmessungen durchführt.

Eine Fehlerminimierung wird erreicht, wenn zu Beginn der Messung der Patient genaue, gut verständliche und ausführliche Instruktionen über die Durchführung der Messung erhält.

Der zeitliche Aufwand beträgt bei der ersten Messung aufgrund der ausführlichen Instruktionen und dem An- und Auskleiden des Patienten ca. 35 Minuten und bei den folgenden Messungen jeweils etwa 20 Minuten [29; 30].

10. Abhängigkeit der Propriozeption vom Beruf

In der vorliegenden Studie werden die Patienten in folgende drei Berufsgruppen eingeteilt: Angestellten, Handwerker und Arbeiter.

Die Angestellten erreichten präoperativ eine mittlere Detektionsschwelle von 2,3°, nach 3 Monaten postoperativ von 1,9° und nach weiteren 3 Monaten von 1,7°.

Die Handwerker erzielten präoperativ einen mittleren Schwellenwert von 2,2°, nach 3 Monaten postoperativ von 1,8° und nach einem halben Jahr von 1,5°.

Die Arbeiter erreichten präoperativ als auch nach 3 Monaten postoperativ einen durchschnittlichen Schwellenwert von 2,8° und nach 6 Monaten einen Wert von 1,8°.

Bei den Angestellten sowie bei den Handwerkern nahm die mittlere Detektionsschwelle im zeitlichen Verlauf der Messungen kontinuierlich ab.

Eine Ausnahme bildeten die Arbeiter, bei denen der mittlere Schwellenwert erst nach einem halben Jahr deutlich sank. Auch hatten die Arbeiter zu allen Zeitpunkten den höchsten mittleren Detektionsschwellenwert.

Gründe hierfür sind das reduzierte Gesundheitsverständnis, das reduzierte Verständnis gegenüber der Umsetzung der zuvor erklärten Durchführung der Propriozeptionsmessung sowie der spätere Arztbesuch.

Den niedrigsten durchschnittlichen Detektionsschwellenwert erzielten in dieser Studie zu allen Zeitpunkten die Handwerker. Dieser Berufsgruppe gehören ausschließlich Männer an, die täglich schwere körperliche Arbeit verrichten. Oftmals sind sie Alleinverdiener in ihrer Familie und streben daher eine kurze Invalidität an. Insofern ist anzunehmen, dass sie über ein besseres Gesundheitsverständnis verfügen und früher einen Arzt aufsuchen als andere Berufsgruppen.

V Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurden 38 Patienten aus der Klinik und Poliklinik für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie in Greifswald nach einer ASK oder ReASK aufgrund unterschiedlicher Kniegelenkerkrankungen präoperativ und nach 3 sowie 6 Monaten postoperativ hinsichtlich ihres klinischen Bildes und ihrer propriozeptiven Fähigkeit untersucht.

Die Propriozeptionsmessung erfolgte in der vorliegenden prospektiven Studie an beiden Gelenkseiten anhand einer etablierten Kinästhesiemessung zur Bestimmung der Wahrnehmungsschwelle des Bewegungsbeginns.

Folgende Feststellungen lassen sich anhand der statistischen Auswertung der erhobenen Daten zum klinischen und propriozeptiven Verlauf vor sowie nach einem arthroskopischen Eingriff treffen:

- Die mittlere Detektionsschwelle ist sowohl prä- als auch postoperativ auf der OP-Seite höher als auf der Gegenseite. Bei beiden Gelenkseiten nimmt der Schwellenwert im zeitlichen Verlauf ab.
Mit zunehmendem Alter steigt die mittlere Detektionsschwelle an.
- In der vorliegenden Studie ist eine deutliche Diskrepanz sowohl zwischen den subjektiven Empfindungen wie Aktivitätsempfinden, Schmerzempfinden sowie Heilungsverlauf als auch den objektiv erfassten Detektionsschwellenwerten und dem klinischen Bild erkennbar.
- Die propriozeptive Fähigkeit ist von der Komplexität der Kniegelenkerkrankung abhängig: So lag der mittlere Detektionsschwellenwert präoperativ bei den komplexen Gelenkschäden im oberen Referenzbereich einer gesunden Normalbevölkerung, während die isolierten Gelenkschäden zu jeder Zeit deutlich zwischen mittleren und

unteren Referenzbereich lagen. Im zeitlichen Verlauf sank bei beiden Diagnosen der post- unter den präoperativen Schwellenwert.

- Die Untersuchungen zeigten, dass die ASK-Patienten präoperativ sowie nach 3 Monaten postoperativ eine höhere mittlere Schwelle erzielten als auf der Gegenseite sowie ReASK- Patienten. Nach einem halben Jahr erreichten die ASK-Patienten, die ReASK-Patienten und die Gegenseite einen annähernd gleichen mittleren Detektionsschwellenwert, der unter dem präoperativen Wert lag. Zu jeder Zeit nahm der jeweilige Schwellenwert ab, und die erreichten Werte lagen im Referenzbereich einer gesunden Normalbevölkerung.
- Nach 3 wie auch nach 6 Monaten postoperativ zeigten die Untersuchungen, dass die ambulante Physiotherapie in Kombination mit eigständigen Übungen zu Hause den niedrigsten sowie besten mittleren Detektionsschwellenwert erreichte. Alle erzielten Werte lagen zu jedem Zeitpunkt im Referenzbereich einer gesunden Normalbevölkerung.
- Die Handwerker erreichten prä- und postoperativ den niedrigsten als auch den besten mittleren Detektionsschwellenwert während die Arbeiter den höchsten sowie schlechtesten Wert erzielten.

Mit Hilfe der Propriozeptionsmessung können die objektiv erfassten Ergebnisse zur Beurteilung einer konservativ-physiotherapeutischen Behandlung, einer speziellen Trainingsmethode sowie unterschiedlicher Operationsverfahren herangezogen werden. Aufgrund ihrer Praktikabilität und des geringen Zeitaufwands ist sie klinisch, in der wissenschaftlichen Forschung sowie in der Sporttherapie anwendbar.

VI Literaturverzeichnis

1. Anders, J.O., Venbrocks, R.A., Weinberg, M., Proprioceptive skills and functional outcome after anterior cruciate ligament reconstruction with a bone-tendon-bone graft, *Int Orthop.* 2007 Jun 6, Epub ahead of print
2. Ashton-Miller, J., Wojtys, E., Huston, L., Fry-Welch, D., Can proprioception really be improved by exercises?, *Knee Surg, Sports Traumatol, Arthrosc* (2001), 9: 128-136
3. Bartels, R., Bartels, H., Jürgens, K., *Physiologie*, Urban & Fischer, 7 (2004), 240
4. Benjamin, M., Toumi, H., Ralphs, J.R., Bydder, G., Best, T.M., Milz, S., Where tendons and ligaments meet bone: attachment sites ("entheses") in relation to exercise and/or mechanical load, *Journal of Anatomy* (2006), Volume 208 Issue 4, 471-490
5. Bennell, K., Wee, E., Crossley, K., Stillman, B., Hodges, P., Effects of experimentally-induced anterior knee pain on knee joint position sense in healthy individuals, *J Orthop Res.* (2005), 23(1): 46-53
6. Bennell, K.L., Hinman, R.S., Effect of experimentally induced knee pain on standing balance in healthy older individuals, *Rheumatology (Oxford)* (2005), 44(3): 378-381
7. Bonsfills, N., Raygoza, J.J., Boemo, E., Garrido, J., Nunez, A., Gomez-Barrena, E., Proprioception in the ACL-ruptured knee: the contribution of the medial collateral ligament and patellar ligament. An in vivo experimental study in the cat, *Knee* (2007), 14(1): 39-45
8. Bosch, U., *Der hintere Kreuzbandriß*, *Trauma Berufskrankh* (2000), Springer Verlag, [Suppl] : 154-156
9. Bühling, K.J., Lepenies, J., Witt, K., *Intensivkurs Allgemeine und spezielle Pathologie*, Urban & Fischer, 2 (2000), 430-434
10. Classen, M., Diehl, V., Kochsiek, K., *Innere Medizin*, Urban & Schwarzenberg, 4 (1998), 786
11. Cooper, R.L., Taylor, N.F., Feller, J.A., A systematic review of the effect of proprioceptive and balance exercises on people with an injured or reconstructed anterior cruciate ligament, *Res Sports Med* (2005), 13(2): 163-178

12. Corrigan, John P., Cashman, William F., Brady, Michael P., Proprioception in the cruciate deficient knee, *The Journal of bone and joint surgery* (1992), 247-250
13. Deetjen, Speckmann, Hescheler, *Physiologie*, Urban & Fischer, 4 (2005), 63-64
14. Diekstall, P., Rauhut, F., Überlegung zur Differentialindikation der vorderen Kreuzbandplastik, *Der Unfallchirurg* (1999), 102(3): 173-181, Abstract
15. Dubljanin-Raspopovic, E., Matanovic, D., Kadija, M., Influence of proprioceptive training in the improvement of neuromuscular performance after ACL reconstruction, *Srp Arh Celok Lek.* (2005), 133(9-10): 429-432
16. Engelhardt, M., Freiwald, J., Reuter, I., Mortier, J., Huth, D., Beeinflussung der Sportfähigkeit durch neuromuskuläre Veränderungen nach Trauma und Operation am Kniegelenk, *Arthroskopie* (2000), 13: 302-306
17. Engelhardt, M., Freiwald, J., Rittmeister, M., Rehabilitation nach vorderer Kreuzbandplastik, *Orthopäde* (2002), 31: 791-798
18. Eriksson, E., Knee ligaments and proprioception, *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, Volume 15, Number 1 / Januar 2007, 1
19. Fischer-Rasmussen, T., Jensen, P.E., Proprioceptive sensitivity and performance in anterior cruciate ligament-deficient knee joints, *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* (2000), Volume 10, Issue 2, 85-89
20. Fonseca, S.T., Ocarino, J.M., Silva, P.L., Guimaraes, R.B., Oliveira, M.C., Lage, C.A., Proprioception in individuals with ACL-deficient knee and good muscular and functional performance, *Res Sports Med.* (2005), 13(1): 47-61
21. Fremerey, R., Lobenhoffer, P., Born, I., Tscherne, H., Bosch, U., Kann die Kniegelenkspropriozeption durch Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes wiederhergestellt werden?, *Der Unfallchirurg* (1998), 101: 697-703
22. Fremerey, R., Lobenhoffer, P., Skutek, M., Zeichen, J., Gerich, T., Bosch, U., Propriozeption nach Rekonstruktion des vorderen Kreuzbands, *Endoskopische vs. Zweikanaltechnik*, *Der Unfallchirurg* (2000), 103: 864-870

23. Fremerey, R., Lobenhoffer, P., Zeichen, J., Skutek, M., Bosch, U., Tscherne, H., Proprioception after rehabilitation and reconstruction in knees with deficiency of the anterior cruciate ligament, A Prospective, Longitudinal Study, The Journal of bone and joint surgery (08/2000), 82-B: 801-806
24. Fremerey, R., Lobenhoffer, P., Skutek, M., Gerich, T., Bosch, U., Proprioception in anterior cruciate ligament reconstruction. Endoscopic versus open two-tunnel technique. A prospective study, Int J Sports Med (2001), 22(2): 144-148
25. Frenzel, G., Wuschech, H., Arthroskopische Gelenkchirurgie Gestern-Heute-Morgen Standortbestimmung, Congress Compact Verlag, (2002), 11-14, 137-140
26. Fridén, T., Roberts, D., Zätterstöm, R., Lindstrand, A., Moritz, U., Proprioceptive defects after an anterior cruciate ligament rupture - the relation to associated anatomical lesions and subjective knee function, Knee Surg, Sports Traumatol, Arthrosc (1999), 7: 226-231
27. Fridén, T., Roberts, D., Ageberg, E., Walden, M., Zätterstöm, R., Review of knee proprioception and the relation to extremity function after an anterior cruciate ligament rupture, J Orthop Sports Phys Ther. (2001), 31(10): 567-576
28. Frosch, K., Habermann, F., Fuchs, M., Michel, A., Junge, R., Schmidtman, U., Stürmer, K., Ist die erweiterte ambulante Physiotherapie (EAP) nach vorderer Kreuzbandersatzplastik indiziert?, Der Unfallchirurg (2001), 104(6): 513-518, Abstract
29. Fuchs, S., Friedrich, M., Effect of patient age on use of the knee joint score, Z Orthop Ihre Grenzgeb. (1999), 137(4): 322-329, Abstract
30. Fuchs, S., Friedrich, M., Possible influence of knee scores, Der Unfallchirurg (2000), 103(1): 44-50, Abstract
31. Fießl, H.S., Middeke, M., Anamnese und klinische Untersuchung, Duale Reihe, Hippokrates Verlag Stuttgart, 1998, 366-368
32. Giza, E., Micheli, L.J., Soccer injuries, Med Sport Sci. (2005), 49: 140-169, Abstract
33. Grob, K., Kuster, M., Higgins, S., Lloyd, D., Yata, H., Lack of correlation between different measurements of proprioception in the knee, The Journal of bone and joint surgery (2001), 84-B: 614-618
34. Groß, F., Fickert, S., Günther, K.P., Übergewicht und Arthrose, Orthopäde (2005), Springer Verlag, 34: 638-644

35. Henne-Bruns, D., Dürig, M., Kremer, B., Chirurgie, Duale Reihe, Georg Thieme Verlag Stuttgart, New York, 1 (2001), 21, 1093-1095, 1207
36. Herold, G., Innere Medizin, Herold Verlag, 2003, 585-586
37. Heroux, ME., Tremblay, F., Weight discrimination after anterior cruciate ligament injury: a pilot study, Arch Phys Med Rehabil. (2005), 86(7): 1362-1368
38. Hochstein, P., Schmickal, T., Grützner, P.A., Wentzensen, A., Diagnostic and incidence of the rupture of the posterior cruciate ligament, Der Unfallchirurg (1999), Volume 102, Number 10/ Oktober, 753-762, Abstract
39. Jensen, T.O., Fischer-Rasmussen, T., Kjaer, M., Magnusson, S.P., Proprioception in poor- and well-functioning anterior cruciate ligament deficient patients, J Rehabil Med.(2002), 34(3): 141-149
40. Jerosch, J., Prymka, M., Castro, WH., Proprioception of knee joints with a lesion of medial meniscus, Acta Orthop Belg.(1996), 62(1): 41-45
41. Jerosch, J., Prymka, M., Proprioception and joint stability, Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. (1996), 4(3): 171-179
42. Jerosch, J., Prymka, M., Propriozeptive Fähigkeiten im Bereich des Kniegelenks bei Patienten nach vorderer Kreuzbandruptur, Der Unfallchirurg (1996), 99: 861-868
43. Jerosch, J., Prymka, M., Propriozeptive Defizite des Kniegelenks nach Ruptur des medialen Meniskus, Der Unfallchirurg (06/1997), 100: 444-448
44. Jerosch, J., Schmidt, K., Prymka, M., Propriozeptive Fähigkeiten bei Patienten mit retropatellarem Knieschmerz unter besonderer Berücksichtigung der Beeinflussung durch eine elastische Kniebandage, Der Unfallchirurg (09/1997), 100: 719-723
45. Jerosch, J., Schmidt, K., Prymka, M., Beeinflussung der propriozeptiven Fähigkeit von Kniegelenken mit einer primären Gonarthrose, Der Unfallchirurg (1997), 100: 219-224
46. Jerosch, J., Schäffer, C., Prymka, M., Proprioceptive abilities in patients with conservative and surgical treatment of ACL tears, Der Unfallchirurg (1998), 101: 26-31, Abstract

47. Jin Hwan Ahn, Kyung Wook Nha, Young Chul Kim, Hong Chul Lim, Hyok Woo Nam, Joon Ho Wang, Arthroscopic femoral tensioning and posterior cruciate ligament reconstruction in chronic posterior cruciate ligament injury, *The Journal of Arthroscopic & Related Surgery* (2006), Vol 22, No 3 (March), 341-344
48. Junqueira, C., Carneiro, J., *Histologie*, Springer Verlag Berlin, 4 (1996), 645-692
49. Kieser, C., Ernst Vaubel, *der deutsche Pionier der Arthroskopie 1902-1989*, *Der Unfallchirurg* (2000), 103: 93-97, Abstract
50. Klinke, R., Silbernagel, S., *Lehrbuch der Physiologie*, Georg Thieme Verlag Stuttgart, New York, 2 (1996), 631
51. Kohn, D., *Das Knie*, Georg Thieme Verlag Stuttgart, 1 (2000), 84-88, 90, 103-105, 221-222, 233
52. Krämer, J., Grifka, J., *Orthopädie*, Springer Verlag, 6 (2002), 59, 398-401, 406-408, 416-419
53. Lin DH, Lin YF, Chai HM, Han YC, Jan MH, Comparison of proprioceptive functions between computerized proprioception facilitation exercise and closed kinetic chain exercise in patients with knee osteoarthritis, *Clinical Rheumatology* (2007), 26(4): 520-528
54. Lysholm, J., Gillquist, J., Liljedahl, S.O., Arthroscopy in the early diagnosis of injuries to the knee joint, *Acta Orthop Scand.* (1981), 52 (1): 111-118
55. Lysholm, J., Gillquist, J., Evaluation of knee ligament surgery results with special emphasis on use of a scoring scale, *The American Journal of Sports Medicine* (1982), 10(3): 150-154
56. Makoto, W., Hideo, K., Seiichiro, S., Tsuyoshi, M., Hisatoshi, B., Joint proprioception before and after total knee arthroplasty, *Clin Orthop* (2002), 403: 161-167, Abstract
57. Mandelbaum, B.R., Silvers, H.J., Watanabe, D.S., Knarr, J.F., Thomas, S.D., Griffin, L.Y., Kirkendall, D.T., Garrett, W., Effectiveness of a neuromuscular and proprioceptive training program in preventing anterior cruciate ligament injuries in female athletes: 2-year follow-up, *Am J Sports Med.*(2005), 33(7): 1003-1010, Abstract
58. Masayoshi Katayama, Hiroshi Higuchi, Masashi Kimura, Atsushi Kobayashi, Kazuhisa Hatayama, Masanori Terauchi, Kenji Takagishi, Proprioception and performance after anterior cruciate ligament rupture, *International Orthopaedics (SICOT)* (08/2004), 28: 278-281

59. Miura, Ishibashi, Tsuda, Okamura, Otsuka, Toh, The effect of local and general fatigue on knee proprioception, *Arthroscopy* (2004), 20(4): 414-418, Abstract
60. Moll, K.J., Moll, M., *Anatomie*, Urban & Fischer München, 16 (2000), 210-267
61. Müller, M., *Chirurgie*, Medizinische Verlags- und Informationsdienste Breisach, 6 (2002/03), 363-370
62. Niess, C., Stumpf, U., Petermann, J., *Anatomie*, Häufigkeit und Verteilung der meniscomemorale Ligamente, *Arthroskopie*(2000), 13(1/2): 11-16, Abstract
63. Niethard, F., Pfeil, J., *Orthopädie*, Duale Reihe, Georg Thieme Verlag Stuttgart, 4 (2003), 496-523
64. Odensten, M., Lysholm, J., Gillquist, J., The course of partial anterior cruciate ligament ruptures, *The American Journal of Sports Medicine* (1985), 13(3): 183-186, Abstract
65. *Operative Statistik, Klinik und Poliklinik für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald*, 2003
66. Pap, G., Machner, A., Awiszus, F., Proprioceptive deficits in anterior cruciate ligament deficient knees: do they really exist?, *Sports Exercise and Injury* (1997), 3: 139-142
67. Pap, G., Machner, A., Awiszus, F., Propriozeptionsmessungen, Möglichkeiten und Grenzen, *Orthopädische Akademie* (04/1998), Ferdinand Enke Verlag, 221-227
68. Pap, G., Machner, A., Awiszus, F., Einfluß der Retropatellararthrose auf die Propriozeptionsfähigkeit von Gonarthrosepatienten, *Orthopäde* (1998), 27(9): 619-624
69. Pap, G., Machner, A., Awiszus, F., Messung der Kniegelenkskinästhesie zur Bestimmung von Propriozeptionsdefiziten bei Varusgonarthrose, *Rheumatologie* (1998), Steinkopff Verlag, 57: 5-10
70. Pap, G., Machner, A., Nebelung, W., Awiszus, F., Detailed analysis of proprioception in normal ACL-deficient knees, *The Journal of bone and joint surgery* (1999), 81(5): 764-768
71. Reider, B., Arcand, M.A., Diehl, L.H., Mroczek, K., Abulencia, A., Stroud, C.C., Palm, M., Gilbertson, J., Staszak, P., Proprioception of the knee before and after anterior cruciate ligament reconstruction, *Arthroscopy* (2003), 19(1): 2-12

72. Ribeiro, F., Mota, J., Oliveira, J., Effect of exercise-induced fatigue on position sense of the knee in the elderly, *European Journal Of Applied Physiology* (2007), 99(4): 379-385
73. Riede, H.E., Schäfer, U.N., *Allgemeine und spezielle Pathologie*, Georg Thieme Verlag, 1 (1999), 1145-1146
74. Risberg, M.A., Holm, I., Myklebust, G., Engebretsen, L., Neuromuscular training versus strength training during first 6 months after anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized clinical trial, *Phys Ther.* (2007), 87(6): 737-750, Epub 2007 Apr 18
75. Roberts, D., Andersson, G., Fridén, T., Knee joint proprioception in ACL-deficient knees is related to cartilage injury, laxity and age, A retrospective study of 54 patients, *Acta Orthop Scand* (2004), 75(1): 78-83
76. Roberts, D., Ageberg, E., Andersson, G., Fridén, T., Effects of short-term cycling on knee joint proprioception in ACL-deficient patients, *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* (2004), 12(5): 357-363
77. Roberts, D., Ageberg, E., Andersson, G., Fridén, T., Clinical measurements of proprioception, muscle strength and laxity in relation to function in the ACL-injured knee, *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* (2007), 15 (1): 9-16
78. Rössler, H., Rütther, W., *Orthopädie und Unfallchirurgie*, Urban & Fischer, 19 (2005), 286-318
79. Safran, M.R., Allen, A., Lephart, S., Borsa, P., Fu, F., Harner, C., Proprioception in the posterior cruciate ligament deficient knee, *Knee Surg, Sports Traumatol, Arthrosc* (1999), 7: 310-317
80. Sankar, W.N., Wells, L., Sennett, B.J., Wiesel, B.B., Ganley, T.J., Combined anterior cruciate ligament and medial collateral ligament injuries in adolescents, *J Pediatr Orthop.* (2006), 26(6): 733-736
81. Schiebler, Schmidt, Zilles, *Anatomie*, Springer Verlag, 8 (1999), 331-356
82. Schmidt, Schaible, *Neuro- und Sinnesphysiologie*, Springer Verlag, 5 (2005), 215-216
83. Schmidt, Thews, *Physiologie des Menschen*, Springer Verlag, 27 (1997), 224-225
84. Schuhmacher, G., Aumüller, G., *Topographische Anatomie des Menschen*, Gustav Fischer, 6 (1994), 374-388

85. Sommerlath, K., Lysholm, J., Gillquist, J., The long-term course after treatment of acute anterior cruciate ligament ruptures. A 9 to 16 year followup, *The American Journal of Sports Medicine* (1991), 19(2): 156-162, Abstract
86. Sperling, J., Mittelfristige Untersuchungen zur Klinik und Propriozeption bei Patienten nach Knieoperationen mit unterschiedlichen Indikationen, Medizinische Dissertation, 2006, Universität Greifswald
87. Steinacker, T., Steuer, M., Holtke, V., Injuries and overload-damages at players of the German lady-soccer-national-team, *Sportverletz Sportschaden* (2005), 19(1): 33-36, Abstract
88. Steinhausen, M., *Medizinische Physiologie*, Gustav Fischer Verlag Stuttgart, Jena, Lübeck, Ulm, 4 (1996), 397
89. Swanik, C.B., Lephart, S.M., Rubash, H.E., Proprioception, kinesthesia, and balance after total knee arthroplasty with cruciate-retaining and posterior stabilized prostheses, *The Journal of bone and joint surgery* (02/2004), 328-334
90. Thomas, C., *Spezielle Pathologie*, Schattauer, 1 (1996), 577-590
91. Weiler, H.T., Awiszus, F., Characterisation of human knee-joint proprioception by means of a signal-detection theory, *Experimental Brain Research* (2001), Volume 138, Number 1/ April, 110-117
92. Wheatley, W.B., Martinez, A.E., Sacks, T., Schurhoff, M.R., Uribe, J.W., Hechtman, K.S., Zvijac, J.E., Arthroscopic posterior cruciate ligament repair, *The Journal of Arthroscopic and Related Surgery* (2002), Vol 18, No 7 (September), 695-702
93. Wissel, H., Wrobel, J., Krempel, Ch., Merk, H.R., Prospektive Verlaufs-untersuchungen zur Propriozeption am Kniegelenk bei verschiedenen Indikationen, Kurzreferate der Vorträge, 52. Jahrestagung der Vereinigung Süddeutscher Orthopäden, 2004, Vortrag Nr. 47
94. Wrobel, J., Prospektive Untersuchung zur Propriozeption am Kniegelenk im Vergleich zu klinischen Parametern bei Patienten mit endoprothetischem Kniegelenkersatz, Medizinische Dissertation, 2005, Universität Greifswald

VII Anhang

1. Dokumentationsbogen

Dokumentationsbogen zur Propriozeptionsmessung bei Patienten mit einem arthroskopischen Eingriff am Kniegelenk

Arthroskopiedatum:

Voruntersuchungsdatum :

1. NU-Datum :

2. NU-Datum :

- Name des Patienten:
- Geburtsdatum des Patienten:
- Anschrift des Patienten:
- Telefonnummer des Patienten:

Patientenangaben:

- Diagnose/ OP-Seite:
- OP-Bericht:
- Körpergröße:
- Körpergewicht:
- Beruf:
- Regelmäßige Aktivitäten: _____ < 3mal / Woche < _____
(Spaziergehen, Radfahren, Gartenarbeit)
- Die Schmerzen im Knie bestehen seit:
- Wurden bereits operative Eingriffe am Kniegelenk vorgenommen?

	rechts	links
falls ja : Wann wurde der Eingriff vorgenommen? Art des Eingriffs?		
nein		

- Kniedominanz: _____ rechts / links
- Sonstige Erkrankungen:
- Medikamente:

Subjektive Empfindungen:

	trifft voll zu				trifft nicht zu
Punkte	5 (max.)	4	3	2	1 (min.)
körperliche Aktivitäten fallen mir leichter					
ich habe das Gefühl, dass die Schmerzen nach der Arthroskopie geringer sind					
ich bin mit dem Heilungsverlauf zufrieden					

- Verlauf postoperativ:
(physiotherapeutische Anwendungen, Komplikationen,...)

Ergebnisse zum Zeitpunkt der Untersuchung:1. Knieumfang

Knieumfang	rechts (cm)	links (cm)
10 cm oberhalb der Patella		

2. Gelenkerguss

	OP-Seite	Gegenseite
falls ja , dann: Zu welcher Tageszeit tritt der Erguss auf? Gibt es eine Besserung ?		
nein		

3. Lokale Überwärmung

	OP-Seite		Gegenseite	
	falls ja : Seit wann besteht die lokale Überwärmung? Gibt es eine Besserung ?	nein	falls ja : Seit wann besteht die lokale Überwärmung? Gibt es eine Besserung ?	nein
lokale Überwärmung				

2. Knie-Society-Score von Insall et al. 1989

	Punkte	
	rechts	links
<u>Schmerzen</u>	<u>max. 50</u>	
keine	50	
leicht oder gelegentlich	45	
beim Treppensteigen	40	
beim Laufen und Treppensteigen	30	
mäßig gelegentlich	20	
mäßig ständig	10	
stark	0	
<u>Bewegungsumfang (5° = 1P)</u>	<u>max. 25</u>	
<u>Stabilität</u>		
<u>anterior-posterior</u>		
< 5 mm		10
5 – 10 mm		5
> 10 mm		0
<u>medio-lateral</u>		
< 5°		15
6° - 9°		10
10° - 14°		5
> 15°		0
<u>Deduction</u>		
Flexion contracture		
5° - 10°		-2
10° - 15°		-5
16° - 20°		-10
> 20°		-15
<u>Extention lag</u>		
< 10°		-5
10° - 20°		-10
> 20°		-15
<u>Achsabweichung</u>		
0° - 4° (physiologisch)		0
5° - 10°	- 3 Punkte pro Grad	
11° - 15°	- 3 Punkte pro Grad	
andere		-20

Gesamtpunktzahl max. 100 Punkte
(jeweils für jedes Knie)

3. Score nach Lysholm und Gillquist

	Punkte	
	rechts	max. 5 links
<u>Hinken</u>		
kein Hinken	5	
zeitweiliges Hinken	3	
dauerndes Hinken	0	
<u>Treppensteigen</u>	<u>max. 10</u>	
keine Probleme	10	
etwas beeinträchtigt	6	
Stufe für Stufe	2	
unmöglich	0	
<u>Instabilität</u>	<u>max. 30</u>	
kein „giving away“	30	
selten beim Sport	25	
häufiger beim Sport/ Sportunfähigkeit	20	
gelegentlich im Alltag	10	
häufig im Alltag	5	
bei jedem Schritt	0	
<u>Schwellungen</u>	<u>max. 10</u>	
keine Schwellungen	10	
nach „giving away“	7	
nach schwerer Belastung (Sport)	5	
nach normaler Belastung	2	
dauernde Schwellung	0	
<u>Stockhilfe</u>	<u>max. 5</u>	
keine Stockhilfe	5	
Gehstützen	3	
Belastung unmöglich	0	
<u>In die Hocke gehen</u>	<u>max. 5</u>	
keine Probleme	5	
etwas beeinträchtigt	4	
nicht über 90° Kniebeuge	2	
unmöglich	0	
<u>Schmerzen</u>	<u>max. 30</u>	
keine Schmerzen	30	
manchmal leichte Schmerzen	25	
im Zusammenhang mit „giving away“	20	
erheblich bei sportlicher Belastung	15	
erheblich beim Gehen über 2 km	10	
erheblich beim Gehen unter 2 km	5	
ständig schwere Schmerzen	0	
<u>Atrophie des Oberschenkels</u>	<u>max. 5</u>	
keine Atrophie	5	
1 – 2 cm im Vergleich zur Gegenseite	3	
mehr als 2 cm im Vergleich zur Gegenseite	0	

Gesamtpunktzahl max. 100 Punkte
(jeweils für jedes Knie)

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre hiermit eidesstattlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst habe.

Ich habe keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt.

Diese Dissertation wurde bisher keiner anderen Fakultät vorgelegt.

Ich habe bisher kein Promotionsverfahren erfolgreich oder erfolglos abgeschlossen.

Bretten, den

Christiane Krempel

Lebenslauf

Persönliche Angaben

Name: Christiane Krempel
Geburtsdatum: 04.03.1974
Geburtsort: Mannheim
Wohnort: Neuwiesenstr. 74
75015 Bretten-Rinklingen
Familienstand: ledig
Nationalität: deutsch

Schulbildung

1980-1984 Grundschule Bretten, Schillerschule
1984-1993 Melanchthon-Gymnasium Bretten

Berufsausbildung

April 1994- März 1995 Ausbildung zur KPH (Krankenpflegehilfe)
im Kreiskrankenhaus Bretten
April 1995 - September 1995 tätig als KPH im Kreiskrankenhaus Bretten

Studium

2001 Physikum an der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald
2003 1. Staatsexamen an der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald
2005 2. Staatsexamen an der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald
2006 3. Staatsexamen an der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg

Zur Zeit tätig als Assistenzärztin in der Klinik für Anästhesie, Intensiv- und Rettungsmedizin, Ev. Diakonissenkrankenhaus Karlsruhe-Rüppurr.

Christiane Krempel

Danksagung

Für die Bereitstellung des interessanten Themas möchte ich mich an dieser Stelle ganz herzlich bei Herrn Prof. Dr. med. H. R. Merk bedanken.

Ganz besonderen Dank gebührt Herrn Dipl.-Ing. Heiko Wissel für die intensive Betreuung und Unterstützung bei der Erstellung der Arbeit.

Weiterhin möchte ich mich bei den Mitarbeitern der Forschungsabteilung der orthopädischen Klinik, insbesondere bei Herrn Priv.-Doz. Dr. med. A. Lahm sowie Frau Julia Nonn, für ihre Hilfsbereitschaft bedanken.

Herzlichen Dank an Herrn Jochen Vogel für das Korrekturlesen meiner Promotion.

An dieser Stelle möchte ich mich auch herzlich bei meinen Eltern für ihre Unterstützung bedanken!