

Outcome-Analyse navigiert implantierter
Knie totalendoprothesen nach vorheriger kniegelenksnaher
Umstellungsosteotomie

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

der Medizinischen Fakultät
der Eberhard Karls Universität
zu Tübingen

vorgelegt von

Johandl, Sabrina

2016

Dekan: Professor Dr. I. B. Autenrieth

1. Berichterstatter: Professor Dr. B. G. Ochs

2. Berichterstatter: PD Dr. U. Leichtle

Für meine Eltern

I Inhaltsverzeichnis:

I Inhaltsverzeichnis	I
II Abkürzungsverzeichnis	III
1 Einleitung	1
1.1 Anatomie des Kniegelenks.....	1
1.1.1 Knöcherner Strukturen.....	1
1.1.2 Bandapparat.....	3
1.1.3 Gelenksicherung.....	4
1.1.4 Gelenkbeweglichkeit.....	5
1.2 Epidemiologie der Gonarthrose.....	6
1.3 Ursachen.....	7
1.4 Behandlungsmöglichkeiten.....	7
1.5 Fragestellung.....	9
2 Material und Methoden	11
2.1 Patientenkollektiv.....	11
2.2 Operationstechniken.....	13
2.2.1 Knie nahe Umstellungsosteotomie.....	13
2.2.1.1 Hohe tibiale Osteotomie (HTO).....	13
2.2.1.1.1 Closed Wedge Osteotomie tibial.....	14
2.2.1.1.2 Open Wedge Osteotomie tibial.....	15
2.2.1.2 Suprakondyläre varisierende Femurosteotomie.....	16
2.2.1.2.1 Closed Wedge Osteotomie femoral.....	16
2.2.1.2.2 Open Wedge Osteotomie femoral.....	17
2.2.2 Knie totalendoprothese.....	18
2.2.3 Navigationsgestützte Knie totalendoprothese.....	20
2.3 Untersuchungsmethoden.....	23
2.3.1 Oxford Knee Score.....	23
2.3.2 Aktivitätsscore nach Tegner und Lysholm.....	24

2.3.3	Knee Society Score (KSS).....	24
2.3.4	Knee and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS).....	25
2.3.5	Klinische Nachuntersuchung.....	26
2.3.6	Radiologische Nachuntersuchung.....	27
2.4.	Statistische Methoden.....	30
3	Ergebnisse	31
3.1	Allgemeine Zufriedenheit.....	31
3.2	Oxford Knee Score.....	33
3.3	Aktivitätsscore nach Tegner und Lysholm.....	35
3.4	Knee Society Score (KSS).....	37
3.5	Knie and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS).....	42
3.6	Klinische Nachuntersuchung.....	53
3.7	Radiologische Auswertung.....	58
4	Diskussion	62
5	Zusammenfassung	75
III	Literaturverzeichnis	IV
IV	Abbildungsverzeichnis	VIII
V	Anhang	XI
VI	Erklärung zum Eigenanteil der Dissertationsschrift	XXXIV
VII	Danksagung	XXXV
VIII	Lebenslauf	XXXVI

II Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
AFTW	anatomischer femorotibialer Winkel
ALDFM	anatomischer lateraler-distaler Femurwinkel
AMPTW	anatomischer medialer-proximaler Tibiawinkel
a.p.	anterior-posterior
BMI	Body Mass Index
bzgl.	bezüglich
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
HKB	hinteres Kreuzband
HTO	hohe tibiale Osteotomie
KOOS	Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score
KSS	Knee Society Score
KTP	Knietotalendoprothese
LDTW	lateraler-distaler Tibiawinkel
MPTA	medialer proximaler Tibiawinkel
OKS	Oxford Knee Score
VKB	vorderes Kreuzband

1 Einleitung

1.1 Anatomie des Kniegelenks

Das Kniegelenk ist das größte Gelenk des menschlichen Körpers. Es handelt sich um ein Dreh- Scharniergelenk, das heißt es ermöglicht Roll-Gleitbewegungen, also sowohl Streckung und Beugung, sowie begrenzte Innen- und Außenrotation.

1.1.1 Knöcherne Strukturen

Das Kniegelenk wird auch *Articulatio genu* genannt und bildet eine Verbindung aus Femur, Tibia und Patella. Das Femur bildet zwei konvexe Kondylen, die in die flachen Gelenkflächen der Tibia artikulieren. Lateral und medial wird das Zusammentreffen der Kondylen mit der Gelenkfläche durch die beiden Menisken gedämpft.

Diese vergrößern die Kontaktfläche und sind am Rand mit der Gelenkkapsel, durch die sie auch mit Nährstoffen versorgt werden verbunden. Der hintere Anteil des medialen Meniskus ist mit dem Kreuzband verwachsen.

Die Menisken sind verschieblich, ermöglichen Roll- und Gleitbewegungen und können 30-35% der Druckbelastung abfangen. Sie sind mit der Gelenkkapsel verwachsen. Der mediale Meniskus ist sichelförmig und mit dem Lig. collaterale mediale verwachsen. Der laterale Meniskus ist halbrund und im Gegensatz zum medialen Meniskus nicht mit dem Lig. collaterale verbunden. Er ist deshalb verschieblicher und somit weniger verletzungsanfällig.

Ebenso existiert ein patellofemorales Gelenkteil, der die Patellarrückfläche und die Femurkondylen miteinander verbindet. Befestigt wird die Patella über die gemeinsame Sehne der vier Muskelanteile des M. quadrizeps femoris

ventral des Oberschenkels. Circa 5 - 10 cm kranial der Kniescheibe vereinen sich der M. rectus femoris, der M. vastus intermedius, der M. vastus medialis und der M. vastus lateralis zur gemeinsamen Quadrizepssehne, welche über der Patella in das Ligamentum patellae übergeht und dann an der Tuberositas tibiae inseriert.

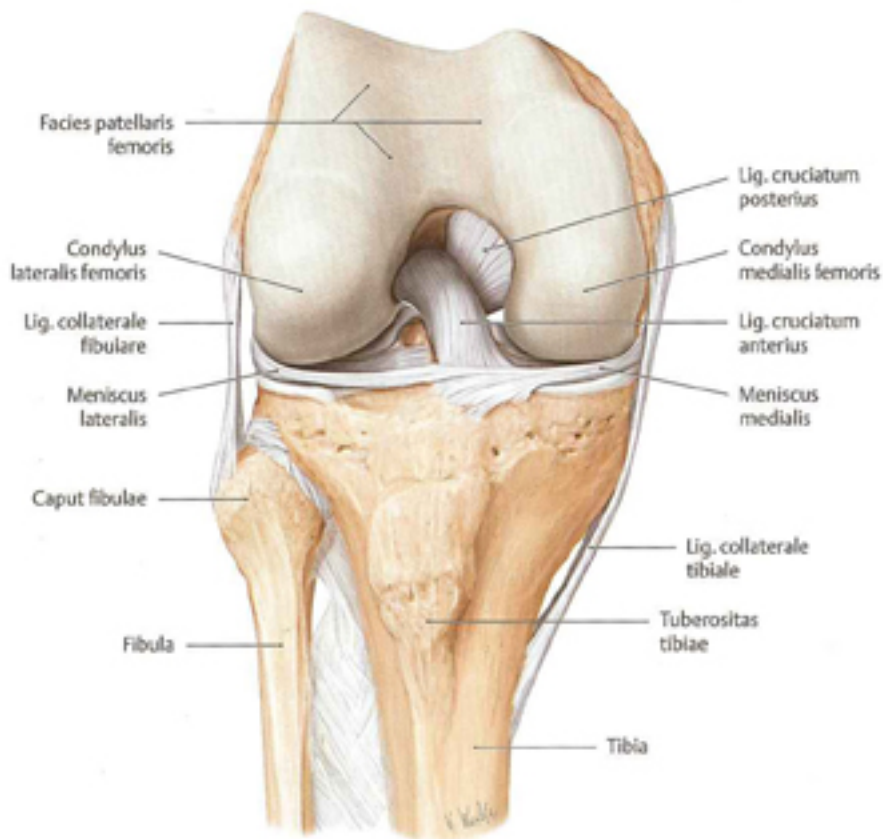


Abb. 1: Knie von frontal mit Menisken

https://www.ortho-care.eu/pics/articlepics/knie_web.jpg,
20.07.2015 15:14 Uhr

Umspannt werden das Kniegelenk und die Patella von der Gelenkkapsel. Diese ist zweischichtig aufgebaut. Die Membrana fibrosa ist eine Faserschicht, die der Stabilisierung des Kniegelenkes dient. Innen befindet sich die Membrana synovialis, die in Falten gelegt ist und somit der Oberflächenvergrößerung dient. Die vergrößerte Oberfläche begünstigt den Stoffaustausch und damit die Versorgung mit Nährstoffen. Zwischen den beiden Kapselblättern befindet sich

der Hoffa'sche Fettkörper. Dieser besteht aus einer bindegewebigen Struktur und ist besonders reich an Fettzellen und Schleim produzierenden Synovialzellen [8,43].

1.1.2 Bandapparat

Stabilisiert wird das Kniegelenk mittels eines ausgeprägten Bandapparats.

Die Seitenbänder stabilisieren im Wesentlichen die Extension. Das medial gelegene Ligamentum collaterale tibiae zieht vom Epicondylus medialis femoris zur Facies medialis tibiae. Es beginnt oberhalb und hinter dem Krümmungsmittelpunkt des Kniegelenkes und ist sowohl mit der Gelenkkapsel, als auch mit dem medialen Meniskus verwachsen.

Auf der lateralen Seite befindet sich das Ligamentum collaterale fibulare, das sich vom Epicondylus lateralis femoris bis hin zum Caput fibulae erstreckt. Das laterale Seitenband ist im Gegensatz zum medialen nicht mit der Gelenkkapsel verwachsen.

Die Kollateralbänder sind in Extension gespannt und verhindern die Ab- und Adduktion. Bei der Beugung ist der hintere Anteil des Lig. collaterale tibiae gespannt, was eine begrenzte Außenrotation ermöglicht.

Die Flexion wird durch die beiden Kreuzbänder stabilisiert. Diese befinden sich innerhalb der Gelenkkapsel, jedoch außerhalb der Membrana synovialis.

Das vordere Kreuzband (Ligamentum cruciatum anterius) reicht von der Area intercondylaris anterior im Bereich der Tibia bis zur Hinterseite des Condylus lateralis femoris. Der vordere Anteil spannt sich bei Extension und Innenrotation, der hintere bei der Flexion.

Das hintere Kreuzband (Ligamentum cruciatum posterius), das von der Area intercondylaris posterior zur medialen Femurkondyle reicht, besitzt ebenfalls einen vorderen und einen hinteren Anteil. Der hintere wird bei maximaler Flexion und endgradiger Extension angespannt, der vordere wird mit dem hinteren Anteil bei der Innenrotation gespannt [8,43].

Die beiden Kreuzbänder halten den Gelenkkörper zusammen und verhindern das Abrutschen der Femurkondylen von den Gelenkflächen. Da sie sich bei der Innenrotation umeinander wickeln, begrenzen sie diese effektiv.

Außerdem erfüllen sie wichtige Aufgaben der Sinnesfunktion, da sie für die Propriozeption zuständig sind.

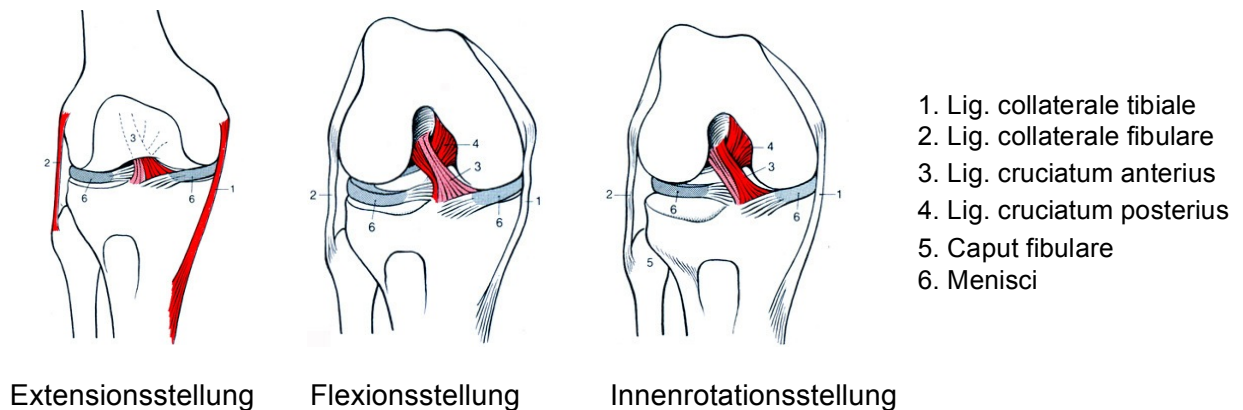


Abb. 2: Bewegungslimitierung durch die ligamentären Strukturen im Kniegelenk.

Die hellrot bzw. dunkelrot eingefärbten Bandstrukturen dokumentieren den jeweiligen Spannungszustand der Struktur. (modifiziert nach PLATZER 1991 in: THORWESTEN 2000) (12.Mai 2014, 14:55 Uhr)

Die Ligg. Politeum obliquum, popliteum arcuatum und das Retinaculum patellae mediale verstärken die rückseitige Kapsel [8,43,46].

1.1.3 Gelenksicherung

Die beste Stabilität bekommt das Kniegelenk im Rahmen der Extension. Ventral wird das Gelenk von der Quadrizepssehne, der Patella, und dem Lig. patellae stabilisiert. Dorsal geben das Lig. popliteum obliquum, der M. popliteus und das Caput mediale und laterale des M. gastrocnemius Stabilität.

Das Lig. collaterale tibiae, das Retinaculum patellae mediale, der M. sartorius und der M. gracilis, sowie die Sehnen des M. semimembranosus und M. semitendinosus stabilisieren das Knie von medial.

Lateral sorgen der Tractus iliotibialis, das Lig. collaterale fibulare, das Retinaculum patellae laterale, sowie die Sehne des M. biceps femoris für Halt.

Eine zentrale Sicherung erfolgt durch die Kreuzbänder.

In Beugstellung lässt die Bänderspannung nach. Das Kniegelenk wird demnach instabiler und verfügt über eine geringere Stabilität [8,43].

1.1.4 Gelenkbeweglichkeit

Das Kniegelenk verfügt nicht über starre Achsen, sondern arbeitet mittels Roll- und Gleitbewegungen der Femurkondylen. Dies wird durch die Verschieblichkeit der beiden Menisken ermöglicht.

Die Rotationsachse entspricht der mechanischen Tragachse des Kniegelenks. Diese wird ausgehend vom Zentrum des Caput femoris bis zur Mitte des Calcaneus definiert. Bei Abweichungen nach lateral spricht man von einer Valgus-, bei Abweichung nach medial von einer Varusfehlstellung.

Im Normalfall wird der Druck gleichmäßig über das gesamte Bein verteilt. Wenn die Tragachse wie bei der Gonarthrose abweicht, kommt es zu einer asymmetrischen Druckverteilung.

In Extension ist der Kontakt der Gelenkflächen am größten und die Stabilität maximal. Die endgradige Extension wird durch eine leichte Außenrotation des Unterschenkels erreicht. Dies ist durch die Anspannung des vorderen Kreuzbandes vor der maximalen Anspannung der Seitenbänder gewährleistet. Nach Neutral-Null-Methode ist eine Streckung von 0° physiologisch, es kann aber auch eine leichte Hyperextension vorkommen. Bei mehr als 10° Hyperextension spricht man von einem Genu recurvatum.

Bei der Flexion handelt es sich um einen Abrollvorgang zwischen den Femurkondylen und dem Tibiakopf, der dann in einer passiven Gleitbewegung der Menisken nach dorsal endet. Dabei verkleinert sich die Kontaktfläche zwischen Femur und Tibia, woraus eine verminderte Stabilität resultiert.

Die Beugung wird bei 120-130° aktiv durch die Weichteilhemmung des Muskelapparats limitiert, kann jedoch mit manuellem Nachdruck auf bis zu 150° erhöht werden.

Die Rotation im rechtwinklig gebeugtem Knie beträgt bei Innenrotation-Außenrotation 10-0-30 Grad. Diese kommt ebenfalls durch die Verschieblichkeit der Menisken auf dem Tibiakopf zustande.

Begrenzt wird die Innenrotation von den Kreuzbändern, die Außenrotation von den Kollateralbändern [8,43].

1.2 Epidemiologie der Gonarthrose

Arthrosen gehören weltweit zu den häufigsten Gelenkerkrankungen. Sie verlaufen progredient und können somit zu den chronischen Erkrankungen des Bewegungsapparats gezählt werden. Dabei ist das Kniegelenk, das am häufigsten betroffene Gelenk. Ihren Höhepunkt erreicht sie aufgrund des fortschreitenden Verlaufs meist im höheren Lebensalter.

In Deutschland sind derzeit circa 5 Millionen Menschen betroffen [52]. Für die Patienten äußert sich die sogenannte Gonarthrose oftmals sehr schmerzhaft. Anfänglich treten die Schmerzen oft nur nach oder während Belastungssituationen auf, später auch im Ruhezustand. Final kann auch die Funktion des Gelenks und die Beinachse stark beeinträchtigt sein [34].

1.3 Ursachen

Eine so genannte Gonarthrose kann viele Ursachen haben. Meist ist sie im fortgeschrittenen Alter idiopathisch und nicht an entzündliche Prozesse gekoppelt. Es wirken hier chronische Abbau- und Umbauprozesse, die sekundär zu Veränderungen des Knorpels, der Kapsel und der Muskulatur führen. [52]

Auch Varus- oder Valgusfehlstellungen, Stoffwechselstörungen, entzündliche Prozesse oder primär traumatische Ereignisse können eine Gonarthrose bedingen.

Ebenfalls können allgemeine Risikofaktoren, wie das Erreichen eines höheren Lebensalters, schwere körperliche Tätigkeiten und vor allem Adipositas die Gefahr an Arthrose zu erkranken erhöhen [10].

1.4 Behandlungsmöglichkeiten

Zu Beginn der symptomatisch werdenden Gonarthrose können konservative Therapiemöglichkeiten mit dem Ziel der Schmerzlinderung wirksam sein.

Bei sehr übergewichtigen Patienten sollte eine Gewichtsreduktion zur Entlastung der Gelenke angestrebt werden. Auch Pufferabsätze oder Schuhranderhöhungen zum Ausgleich von Fehlstellungen sind möglich. Physiotherapeutische Übungsbehandlungen, Kräftigung der Beinachsenmuskulatur sowie physikalische Maßnahmen kommen ebenfalls zum Einsatz in der Behandlung der Gonarthrose [40].

Zusätzlich kann eine suffiziente Schmerztherapie mit Nichtsteroidalen Antiphlogistika, selektiven Cyclooxygenase-2-Hemmer bis hin zu Opiaten eingesetzt werden.

Unterstützend kann auch Hyaluronsäure als Synoviaersatz intraartikulär appliziert werden [34].

Die operative Behandlung besteht im Frühstadium der Gonarthrose in arthroskopischen Débridement oder Spülungen. Bei stark fortgeschrittener Gonarthrose erfolgt meist immer die Implantation einer Knie totalendoprothese (KTP) [15,18,24].

Jüngere Patienten, die aufgrund einer Achsfehlstellung an einer Gonarthrose leiden, können durch eine knienahe Umstellungsosteotomie profitieren. Dafür kommen zwei Methoden in Frage. Die valgusierende Tibiakopfoosteotomie, auch hohe tibiale Osteotomie (HTO) genannt kommt hauptsächlich bei Varusgonarthrosen zum Einsatz. Die suprakondylär varisierende Femurosteotomie wird bei Valgusgonarthrosen häufig durchgeführt.

Ziel der Achskorrektur ist einerseits die Wiederherstellung der größtmöglichen physiologischen Beweglichkeit und dem Erreichen von Schmerzfreiheit [25].

Nach Umstellungsosteotomien sind die Patienten aber meist nur für einige Jahre schmerzfrei. Im Verlauf benötigen viele Patienten eine Oberflächenersatzprothese. In Deutschland wurden 2011 insgesamt 165.000 Knieprothesen implantiert, wobei sich diese Zahl jährlich erhöht [52].

Es gibt einige Studien, die sich mit dem Langzeitverlauf der Patienten nach kniegelenksnaher Umstellungsosteotomie und sekundärer Oberflächenersatzprothese im Vergleich zu Patienten mit alleinigem Oberflächenersatz befasst haben.

So publizierten beispielsweise Karabatsos et al. 2002 dass die funktionellen Ergebnisse der Gruppe der Patienten mit vorangegangener Umstellungsosteotomie vereinzelt schlechter waren als bei der Kontrollgruppe, insgesamt war dies aber nicht signifikant. Die operativen Komplikationen waren allerdings deutlich erhöht. Die OP-Zeiten waren erheblich länger und auch der intraoperative Blutverlust war deutlich erhöht [29].

Auch die Ergebnisse von Farfalli et al., die 2012 veröffentlicht wurden, sind ähnlich. 35 Prozent der Patienten, die eine Knieprothese nach vorangegangener Umstellungsosteotomie implantiert bekamen, hatten im

Verlauf Komplikationen. Vor allem Infektionen, Instabilität und weiterhin anhaltende Schmerzen stellten die Hauptprobleme dar [17].

Kosashvili et al. hingegen veröffentlichten 2011 ihre Studie, bei der kein signifikanter Unterschied im Peri- und Postoperativem Verlauf und ebenfalls kein Unterschied der Funktion oder Haltbarkeit der Prothese festgestellt werden konnte [32].

1.5 Fragestellung

Die Fragestellung lautete, wie sich Patienten mit vorangegangener knienaher Umstellungsosteotomie und sekundär implantierter computernavigierter Knieprothese von den Patienten unterscheiden, die primär eine computernavigierte implantierte Knie totalendoprothese erhalten haben. Diese Fragestellung sollte im Rahmen einer matched-pair Analyse untersucht werden.

Dabei ist vor allem die ligamentäre Stabilität von Bedeutung. Patienten, die sich vorab einer Umstellungsosteotomie unterzogen haben, können durch die vermehrte Belastung und Überdehnung der Seitenbänder eine höhergradige medio-laterale Instabilität aufweisen.

Die nachfolgende Implantation einer Knieprothese ist aufgrund der Vorbelastung der Seitenbänder technisch schwieriger und erfordert eine exakte Planung.

Hieraus ergibt sich unter anderem die Frage, ob zwischen den beiden Patientenkollektiven eine Abweichung bezüglich der ligamentären Stabilität besteht.

Hierfür wurden drei Kategorien untersucht.

Es wurden prä- und postoperative radiologische Befunde erhoben. Das betroffene Kniegelenk wurde klinisch auf Bewegungseinschränkungen und

ligamentäre Stabilität untersucht. Die Patienten wurden mittels spezifischer Fragebögen bezüglich Schmerzen und Alltagsgebrauch befragt.

2 Material und Methoden

2.1 Patientenkollektiv

Die Daten für die retrospektive Studie wurden anhand der Patienten erhoben, die zwischen Juli 2006 und Februar 2012 eine computernavigierte Knieprothese mit vorangegangener knienaher Umstellungsosteotomie an der BG Unfallklinik in Tübingen erhalten haben.

Für die Kontrollgruppe wurden im Rahmen einer matched-pair Analyse selektiv Patienten gesucht, die das gleiche Alter ± 4 Jahre zum Zeitpunkt der KTP-Implantation, einen identischen Nachuntersuchungszeitraum (± 2 Monate), das gleiche Geschlecht und dieselbe OP-Indikation (Varus-/Valgusgonarthrose) wie die entsprechenden Studienpatienten hatten.

Ausschlusskriterien waren das fehlende Einverständnis der Patienten, fehlende Röntgendokumentation oder Krankengeschichte und ein Nichterscheinen zum Nachuntersuchungstermin. Die Nachuntersuchung erfolgte im Rahmen der jährlichen Kontrolluntersuchungen in der Endoprothesensprechstunde der BG Unfallklinik Tübingen.

Insgesamt wurden 51 Patienten von Januar 2013 bis November 2013 untersucht, davon 25 mit knienaher Umstellungsosteotomie. Von diesen 25 Patienten wurde bei vier eine Umstellung mit nachfolgender KTP-Implantation an beiden Beinen durchgeführt. Somit konnten insgesamt 29 Beine mit vorangegangener knienaher Umstellungsosteotomie und anschließender Implantation einer computernavigierten Oberflächenersatzprothese untersucht werden.

Sieben weitere Patienten der Studiengruppe wurden an einem Bein umgestellt und mit einer Knie totalendoprothese versorgt. Das andere Bein wurde primär mit einer KTP ohne vorangegangener Umstellungsosteotomie versorgt. Diese verbundene Gruppe wurde noch einmal separat miteinander verglichen, da sie sowohl Studien- als auch Kontrollgruppe in einem darstellt.

Für die Kontrollgruppe wurden insgesamt 26 Patienten untersucht, da drei von den sieben Patienten der Studiengruppe, die an einem Bein nur eine Versorgung mittels navigiert implantierter KTP erhielten, gut auf andere Patienten der Studiengruppe passten und somit verglichen werden konnten. Somit ergab sich passend zur Studiengruppe eine Kontrollgruppe mit 29 betroffenen Beinen.

Insgesamt wurden für diese Studie somit 58 Beine untersucht. Es wurden 23 Frauen und 35 Männer untersucht.

Das Durchschnittsalter der Studienpatienten bei der Umstellungsosteotomie betrug $49 \pm 8,8$ (18-65) Jahre. Von den 25 Patienten, beziehungsweise 29 Beinen mit vorangegangener Umstellungsosteotomie wurden 23 mit einer hohen tibialen Osteotomie (HTO) versorgt und 6 mit einer supracondylären Umstellungsosteotomie.

Bis zur Implantation der navigations-gestützten Knie totalendoprothese Typ Columbus der Firma Aesculap lagen $115,2 \pm 79,3$ (13-387) Monate. In diesem Zeitraum wurden zwölf der Patienten mit einem arthroskopischen Débridement versorgt, eine Patientin erhielt eine mediale Schlittenprothese vor Prothesenimplantation.

Das Alter der Studienpatienten zum Zeitpunkt der Implantation der Oberflächenersatzprothese lag bei $59,5 \pm 7,5$ (48-76) Jahren.

Die Patienten der Kontrollgruppe waren zum Zeitpunkt der KTP-Implantation $59,1 \pm 7,2$ (49-74) Jahre alt. Hiervon wurden 15 mit einem arthroskopischen Débridement vor Prothesenimplantation versorgt.

Bei den sieben Patienten, die an beiden Beinen eine navigations-gestützte Knie totalendoprothese implantiert bekamen und nur an einem Bein vorab eine kniegelenksnahe Umstellungsosteotomie erfolgte und somit als verbundene Gruppe anzusehen sind, betrug das Alter bei der Umstellung $48,4 \pm 14,4$ (18-65)

Jahre. Im Schnitt vergingen $123,8 \pm 14,4$ (18-65) Monate bis zur KTP-Implantation. Dies ergibt ein Durchschnittsalter von $59,1 \pm 8,1$ (51-76) Jahre zum Zeitpunkt der Endoprothesenimplantation.

Die alleinige KTP-Implantation an der Gegenseite erfolgte im Alter von $58 \pm 7,6$ (51-74) Jahren.

Indikationen für die computergestützte Knie totalendoprothese waren in beiden Gruppen fortschreitende primäre oder posttraumatische Gonarthrosen mit zum Teil erheblichen Varus- oder Valgusabweichungen der mechanischen Beinachse.

2.2 Operationstechniken

2.2.1 Knie nahe Umstellungsosteotomie

Das Ziel der knienahen Umstellungsosteotomie ist eine Korrektur der Beinachse, die zur Schmerzreduktion und Wiederherstellung der Funktionalität des Gelenkes führen soll.

Die Operation, die minimal-invasiv erfolgen kann, wird im Falle einer Varusgonarthrose meist tibial durchgeführt, bei Valgusgonarthrose meist suprakondylär im Bereich des Femurs [25].

2.2.1.1 Hohe tibiale Osteotomie

Die hohe tibiale Osteotomie wird auch valgusierende Tibiakopfoosteotomie genannt und meist bei Varusgonarthrosen durchgeführt. Es bestehen zwei unterschiedliche Verfahren. Die subtraktive oder schließende Tibiakopfoosteotomie (closed Wedge) und die additive Tibiakopfoosteotomie

(open Wedge), die vor allem bei bestehenden Bandinsuffizienzen Mittel der Wahl ist [25].

2.2.1.1.1 Closed Wedge Osteotomie tibial

Bei der subtraktiven Tibiakopfosteotomie erfolgt eine Hautinzision lateral im Bereich des Gelenkspalts auf Höhe der Patellamitte. Mittels stumpfer Präparation und teils scharfer Inzision entlang der Faserrichtung des Tractus iliotibialis kann das Fibularköpfchen dargestellt werden. Mittels Meißel kann dieses nun unter Schutz des Nervus peroneus durchtrennt werden.

Anschließend wird der laterale Anteil des Tibiakopfes durch Anheben des M. tibialis anterior freipräpariert.

Nach Darstellung der Tuberositas tibiae kann nun diese im oberen Drittel osteotomiert werden um ein späteres Gleiten bei Verschluss der Tibiaosteotomie zu ermöglichen.

Anschließend wird ein Kirschner-Draht in den Gelenkspalt eingebracht und ein weiterer parallel zu dem ersten weiter kaudal. Nach Einschlagen der Halbrohrplatte wird bei gleichzeitigem Schutz der Nerven, Gefäße und Bänder nun ein Keil von lateral aufsteigend zu den Kirschner-Drähten entfernt. Nun kann der Osteotomiespalt langsam mit manuellem Valgusstress geschlossen werden. Nach abschließender Achskontrolle kann die geschlossene Osteotomie mittels Zugschraube refixiert werden [22].



Abb. 3: valgisierend Umstellungsosteotomie mittels closed wedge Technik unter Verwendung einer LCP-L Platte ®) bei Varusgonarthrose,
http://www.wheelessonline.com/ortho/closing_wedge_hto_intermedics_plate_fixation
12.09.2015, 16:15

2.2.1.1.2 Open Wedge Osteotomie tibial

Bei der additiven Tibiakopfosteotomie kann eine mediale Gonarthrose mit kombinierter Varusdeformität ausgeglichen werden. Hierbei befindet sich die Hautinzision auf der medialen Seite des Gelenkspaltes, vom Oberrand des Pes anserinus nach dorsokranial ansteigend bis an die posteromediale Gelenkfläche des Tibiakopfes. Im Unterschied zur subtraktiven Tibiakopfosteotomie wird hierbei das Innenband ventral abgelöst. Als Schablone für die geplante Osteotomie dienen Kirschner-Drähte, die am gestreckten Bein unter Röntgenkontrolle vom Pes anserinus zum Fibulaköpfchen vorgeschoben werden. Unter Nerven- und Gefäßschutz kann nun eine Osteotomie bei gebeugtem Bein unterhalb der Drähte erfolgen. Danach erfolgt die ausgemessene ventral aufsteigende Osteotomie.

Nun kann der eingebrachte Schnitt mit Hilfe eines breiten Meißels langsam zu einem Keil vergrößert werden, bis zur Korrektur der Fehlstellung.

Nach abschließender Überprüfung der korrekten Beinachse, kann nun ein Fixateur interner eingebracht werden [23].

Sollte eine Plattenosteosynthese aufgrund des zu großen Spalts nicht möglich sein, kann dieser mittels Spongiosa des Beckens aufgefüllt werden [25].



Abb. 4: valgusierende Umstellungsosteotomie in open wedge Technik mit Stabilisierung mittels winkelstabiler Platte (Tomofix)

http://www.google.de/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fwww.unfallchirurgie-henriettenstiftung.de%2Fupload%2FBeispiel%2525202.2-3.jpg&imgrefurl=http%3A%2F%2Fwww.unfallchirurgie-henriettenstiftung.de%2Fcfscripts%2Fmain_umstellung.cfm&h=395&w=609&tbnid=hanCJzOf4TGUIM%3A&docid=7-kiFb4NL79dTM&ei=fvasVaitDIHZyAOa6JHwCQ&tbn=isch&client=safari&iact=rc&uact=3&dur=2551&page=2&start=21&ndsp=24&ved=0CI8BEK0DMCNqFQoTCKjvKHn6cYCFYEscgodGnQEng, 20.07.2015, 15:56 Uhr

2.2.1.2 Supracondyläre varisierende Femurosteotomie

Die suprakondyläre Umstellungsosteotomie wird vorrangig bei Valgusgonarthrosen durchgeführt. Wie auch bei der hohen tibialen Osteotomie kann zwischen einer schließenden (closed Wedge) und einer aufklappenden varisierenden Femurosteotomie unterschieden werden [25].

2.2.1.2.1 Closed Wedge Osteotomie femoral

Bei der schließenden varisierenden Femurosteotomie kann eine unikompartimentale laterale Gonarthrose, die mit einer Valgusfehlstellung des distalen Femurs kombiniert ist, ausgeglichen werden [21].

Bei der Operation in Rückenlage wird ein medialer Hautschnitt im Bereich des Epicondylus medialis bis circa eine Handbreit über dem oberen Patellapoll durchgeführt. Nach Durchtrennen der Faszie kann bei Absetzen des Muskulus vastus medialis die Diaphyse freigelegt und die Metaphyse dargestellt werden.

Die gewünschte korrigierende Osteotomie, beginnt proximal der medialen Kondyle und im verläuft schräg absteigenden bis zur lateralen Kondyle. Zur Vorbereitung des entsprechenden Sägeschnitts werden Kirschner-Drähte von proximal des Condylus medialis bis hin zum Oberrand der lateralen Kondyle eingebracht. Zwei weitere Drähte werden proximal des Startpunktes der ersten beiden ebenfalls in Richtung Condylus lateralis vorgeschoben. Nun kann ein Keil zwischen den 4 Drähten unter Kontrolle des zu korrigierenden Ausschnittes entfernt werden. Dabei sollten entsprechende Nerven und Gefäße hinter dem Septum intermusculare geschützt werden.

Nach sorgfältiger Entfernung des ausgesägten Knochenkeils, kann der entstandene Spalt mittels Varusstress langsam manuell geschlossen werden. Nach sorgfältiger Achskontrolle kann der distale Femur nun mittels Plattenosteosynthese refixiert werden [21,25].



Abb. 5: varisierende Umstellungsosteotomie in closed wedge Technik unter Verwendung einer winkelstabilen Platte (Tomofix®)

http://www.google.de/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fwww.unfallchirurgie-henriettenstiftung.de%2Fupload%2FBeispiel%2525202.2-3.jpg&imgrefurl=http%3A%2F%2Fwww.unfallchirurgie-henriettenstiftung.de%2Fcfscripts%2Fmain_umstellung.cfm&h=395&w=609&tbnid=hanCJzOf4TGUIM%3A&docid=7-kiFb4NL79dTM&ei=fvasVaitDIHZyAOa6JHwCQ&tbn=isch&client=safari&iact=rc&uact=3&dur=2551&page=2&start=21&ndsp=24&ved=0CI8BEK0DMCNqFQoTCKjvkKHn6cYCFYEscgodGnQEng, 20.07.2015, 15:48 Uhr

2.2.1.2.2 Open Wedge Osteotomie femoral

Die aufklappende varisierende Femurosteotomie kann bei suprakondylären Valgusgonarthrosen mit hierbei resultierender lateraler Gelenkbelastung indiziert sein.

Sie beginnt mit einer lateralen Hautinzision im Verlauf des Femurschafts. Die Fascia lata wird durchtrennt und der M. vastus femoris abgesetzt. Nach Freilegung des Femurkopfes werden zwei Drähte vom Condylus lateralis in Richtung Oberrand der medialen Kondyle eingebracht.

Nach Gefäß- und Nervenschutz kann nun mit einer Säge ein Schnitt gesetzt werden und der gewünschte Knochenkeil entfernt werden [49].

Danach wird der Spalt langsam vergrößert, und mit Spongiosa aufgefüllt. Anschließend wird die nun neu eingestellte Beinachse mittels Plattenosteosynthese fixiert [25].

Alternativ kann auch ein Plattenspanner eingesetzt werden und mit einem Nachschlagbolzen in die gewünschte Position gebracht werden. Zur Fixation werden Kortikalisschrauben in die Platte eingebracht [49].



Abb. 6: varisierende Umstellungsosteotomie in open wedge Technik und Fixation mittels Plattenosteosynthese, hier Einbringen eines Keramikkeils.

http://ff73.s6.domainkunden.de/~upload/behandlungen191_fem5.JPG, 20.07.2015, 16.11 Uhr

2.2.2 Knie totalendoprothese

Der Patient befindet sich in Rückenlage. Zu Beginn erfolgt ein medianer Hautschnitt über dem Patellapol bis unter die Tuberositas tibiae.

Die sich anschließende Arthrotomie erfolgt parapatellär. Bei kontrakten Valgusgonarthrosen kann die Arthrotomie aufgrund des nötigen lateralen

Weichteilrelease auch von lateral erfolgen. Nach Zugang über die Quadrizepssehne wird das Knie in Beugung gebracht und die Patella evertiert. Nach Freilegung des Gelenks können nun Osteophyten abgetragen werden, die Menisken und das vordere Kreuzband entfernt werden. Das hintere Kreuzband wird bei einer nicht achsgeführten Prothese erhalten.

Nun erfolgt die Präparation der Tibia. Dabei können zwei Methoden gewählt werden. Bei der extramedulären Ausrichtung wird das Ausrichtungsinstrument parallel zur Tibiaachse angebracht. Anschließend erfolgt die Ausrichtung der Sagittalebene, Varus-, Valgusformation und die Resektionshöhe.

Bei der intramedullären Ausrichtung wird der Markkanal des Tibiaplateaus aufgebohrt und ein intramedullärer Tibiastab eingeführt. Das anschließend aufgesetzte Ausrichtungsinstrument wird nun entsprechend der präoperativen Planung nach Höhe, sagittaler und Valgus/ oder Varus- Ausrichtung eingestellt. Nun wird der Sägeblock auf die Tibia gesetzt und mit 4 Schraubpins fixiert. Nach Entfernen des Ausrichtungsinstruments kann das Tibiaplateau unterhalb des Defekts unter Schonung des hinteren Kreuzbandes reseziert werden. Die Resektionshöhe und die Achse werden durch Einlegen eines Inlays und einem entsprechenden Messstab überprüft.

Danach erfolgt die Messung des Streck- und Beugespalts. Dies ist nötig, um die zu resezierende Höhe des distalen Femurs zu berechnen. Die Formel hierfür lautet: $9\text{mm} - \text{Streckspalt} + \text{Beugespalt}$

Die 9mm spiegeln den angestrebten Resektionswert am intakten Kondylus wider.

Nun wird der Femurschaft wie bei der intramedullären Ausrichtung der Tibia präpariert und der Sägeblock aufgesetzt. Nach Kontrolle der mechanischen Achse mittels Messstab in Richtung des Hüftkopfzentrums wird die distale Femurresektion durchgeführt.

Durch eine spezielle Messvorrichtung kann jetzt die Größe der zu benutzenden Femurkomponente ermittelt werden. Erst danach erfolgt die vollständige Resektion entsprechend der gewählten Femurkomponente mittels eines Sägeblocks. Die erneute Messung des Beuge- und Streckspalts dient der Auswahl eines passenden Polyethyleninlays.

Die Tibiakomponente die am besten auf die resezierte Fläche passt wird nun gewählt und ausgerichtet.

Anschließend werden die Probekomponenten eingeschlagen und die korrekte Beinachse in Beugung und Streckung überprüft. Bei korrektem Sitz, guter Beweglichkeit und richtiger Achsstellung wird die endgültige Prothese eingesetzt. Dies kann zementiert oder unzementiert erfolgen [1].

2.2.3 Navigationsgestützte Knie totalendoprothese

In unserer Studie wurden alle Patienten mittels navigierter Knie totalendoprothese Columbus® von Aesculap® versorgt. Die Implantation der computernavigierten Prothese erfolgt mit dem sogenannten OrthoPilot®. Dies ist ein Computerturm, der über zwei an Femur und Tibia befestigten Sonden eine genauere Begradigung der Beinachse und Passform der verwendeten Columbus® Prothese ermöglicht.



Abb. 7: OrthoPilot® der Firma Aesculap®

http://www.bbraun.com/images/images_galleries/Press/orthopilot_01.jpg
12. Mai 2014, 14:44

Bei der Operation wird sowohl die Lagerung des Patienten als auch der Zugang entsprechend der manuellen Knieendoprothese übernommen. Die, für den OrthoPilot® benötigten Sonden werden tibial und femoral circa 10 cm ober- bzw. unterhalb des Gelenkspaltes mittels Kortikalis-Schneidschrauben fixiert.

Die Steuerung und Handhabung am Bildschirm wird über ein Fuß-Pedal vom Operateur selbst ausgeführt.

Zu Beginn muss auf die richtige Ausrichtung der Kamera geachtet werden, damit beide Sonden für diese gut sichtbar sind. Bei korrekter Ausrichtung wird der Bildschirm grün umrandet.

Mit Hilfe eines Pointers können die dorsalsten Punkte der medialen und lateralen Kondyle aufgenommen werden. Nach Bestimmung des ventralen Kortikalispunkt des Femurs kann die mediale und laterale Schnitthöhe bestimmt werden. Hierfür eignen sich die Bereiche mit den tiefsten Defekten oder die Gelenkflächen.

Danach wird das Tibiazentrum bestimmt. Dies entspricht dem Ansatzpunkt des vorderen Kreuzbandes. Sollte dieses nicht mehr vorhanden sein, kann hierfür auch die Mitte des medio-lateralen Durchmessers des Tibiakopfes genommen werden.



Abb. 8: Implantation der tibialen und femoralen Sonden, Messung vor Einbringen der Sägelehre mittels Pointer.

Um die gesamte Beinachse zu vermessen, wird nun der mediale und laterale Malleolus vermessen. Mit dem Pointer wird anschließend die Tibiavorderkante Nahe des Sprunggelenks nach distal bestrichen, um so das Sprunggelenkszentrum zu erhalten.

Durch langsame Kreisbewegungen des gestreckten Beins, kann das Hüftgelenkszentrum erfasst werden.

Für das Kniegelenkszentrum wird die Kommunikation von Tibia- und Femursonde bei Extension, Flexion, Innen- und Außenrotation genutzt.

Anschließend erfolgt die Tibiaresektion mittels Sägeblock. Dieser wird so lange hin und her bewegt, bis die entsprechende Achse und Slope angezeigt werden. Nach Fixation mittels Schraubpins, kann das Navigationssystem schon die entsprechende Prothesengröße anzeigen. Mit Hilfe einer Tibiakontrollplatte wird die Resektion anschließend überprüft.

Nun wird durch einen Ausrichtungsblock mit Fußplatten die distale und dorsale Kondyle überprüft und in Sagittalebene ausgerichtet. Der Pointer wird am anterioren Schaft in proximaler beziehungsweise distaler Ebene bewegt, bis die Werte denen des Ausrichtungsblocks entsprechen und die Größe für die Femurkomponente angezeigt wird.

Anschließend wird der Gelenkspalt in Extension und Flexion überprüft. Hierbei zeigt das Gerät neben der Schnitthöhe auch die verbleibenden Beugespalte nach Einbau der Komponenten, die Rotationsstellung und die ventrale Schnitthöhe an.

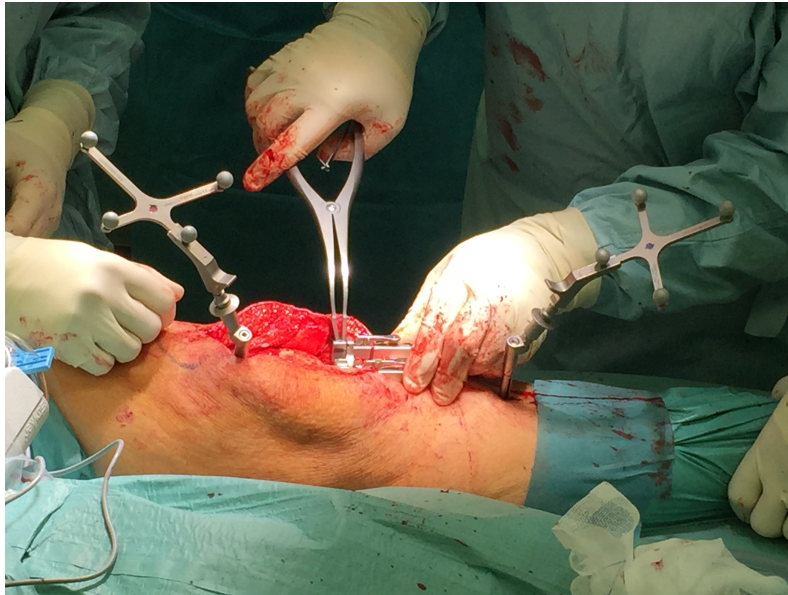


Abb. 9: Ausmessen des Gelenkspaltes in Extension

Der durchgeführten Femurplanung schließt sich die distale Femurresektion an. Auch hier wird der Schneidelock solange bewegt, bis die gewünschten Werte erreicht sind. Nach Resektion und Überprüfung mittels Orientierungsblock können nun die Probeimplantate eingebracht werden.

Es empfiehlt sich schon mit den Probeimplantaten die Beinachse zu messen. Danach können die endgültigen Komponenten implantiert werden und der Wunderschluss erfolgen [1,2].

2.3 Untersuchungsmethoden

2.3.1 Oxford Knee Score

Der Oxford Knee Score ist ein Fragebogen, der die subjektiven Empfindungen der mit einer Endoprothese versorgten Patienten über bestimmte Situationen der Aktivitäten des täglichen Lebens der letzten 4 Wochen widerspiegelt.

Es geht um die Schmerzsituation, aber vor allem um Schwierigkeiten in alltäglichen Situationen wie beispielsweise die eigenständige häusliche Versorgung, das Ein- und Aussteigen in Fahrzeuge und die empfundene

Stabilität des Kniegelenkes. Auch die schmerzfreie Wegstrecke wird erfragt. Dabei haben die Patienten jeweils 5 mögliche Antworten, für die sie die individuell zutreffendste ankreuzen. Pro Frage werden bei keinerlei Beschwerden 1 Punkt und bei maximalen Beschwerden 5 Punkte vergeben. Daraus ergibt sich eine Minimalpunktzahl von 12 bei komplett beschwerdefreien Patienten. Bei extremsten Beschwerden kann ein Maximalwert von 60 erreicht werden.

2.3.2 Aktivitätsscore nach Tegner und Lysholm

Der Aktivitätsscore richtet sich nach der sportlichen Betätigung, die von den einzelnen Patienten wöchentlich betrieben wird.

Dazu zählen sowohl die aktuelle Arbeitssituation als auch die sportlichen Betätigungen die jede Woche zusätzlich unternommen werden.

Von normalem Gehen über schwimmen und joggen werden auch Leistungssportbereiche wie Eishockey oder Fußball abgedeckt.

Zur Auswertung werden Punkte vergeben die von 0 bis 10 reichen. Je höher die wöchentliche Aktivität, desto höher auch die Punktzahl, die der Patient erhält. Bei Arbeitsunfähigkeit oder der Unmöglichkeit des normalen Gehens bekommt der Patient 0 Punkte.

2.3.3 Knee Society Score (KSS)

Der Knee Society Score beinhaltet sowohl die subjektive Schmerzsituation des Patienten als auch objektiv zu untersuchende Bewegungsumfänge.

Er erfasst die aktuelle Schmerzsituation, die maximale Gehstrecke und die tägliche Situation bezüglich Treppensteigen und Gehhilfen.

Der Untersuchungsbefund umfasst neben der passiv möglichen Extension und Flexion vor allem die ligamentäre Situation. Die Kreuzbänder werden bei Instabilität in 5-10 oder über 10 Millimeter Beweglichkeit eingeteilt.

Die Stabilität der Seitenbänder wird über die Abweichung in Grad bemessen. Als weiteren Punkt werden Beugekontraktur und Streckdefizit in Grad beurteilt. Ebenfalls wird die anatomische Beinachse mittels der aktuellen Röntgenbilder bewertet.

Insgesamt können maximal 200 Punkte erreicht werden. Funktionell können 100 Punkte erzielt werden, also maximal 50 für die Gehstrecke und maximal 50 für das Treppensteigen. Bei der Notwendigkeit von Gehhilfen werden Punkte abgezogen.

Weitere 100 Punkte können im Knie-Score vergeben werden. 50 Punkte werden der Schmerzsituation zugeteilt, wobei die volle Punktzahl nur bei Schmerzfreiheit erreicht werden kann. Die letzten 50 Punkte richten sich nach den Bewegungsumfängen des Patienten. Beugekontrakturen, Streckdefizite und Achsabweichungen führen zum Punktabzug.

Hierbei sind 100-80 Punkte hervorragend, 79-70 sehr gut, 69-60 mittelmäßig und unter 60 Punkte unbefriedigend.

2.3.4 Knee and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS)

Der Knee and Osteoarthritis Outcome Score beinhaltet Fragestellungen im Zeitraum der letzten Woche. Dabei werden fünf Überpunkte abgefragt. Symptome und Steifigkeit, Schmerzen, die Aktivitäten des täglichen Lebens, Sport und Freizeit und die Beeinflussung der Lebensqualität.

Aktuellen Symptome wie zum Beispiel Schwellungen, Krepitationen und Funktionseinschränkungen werden erfasst und auch Fragen nach Steifigkeit am Morgen und im Tagesverlauf gestellt.

Danach werden Fragen zu den Aktivitäten des täglichen Lebens gestellt, wie zum Beispiel Schwierigkeiten bei der häuslichen Versorgung, Körperpflege und der Mobilität.

Der KOOS stellt auch explizite Fragen nach Problemen in Sportsituationen, wie beispielsweise beim Rennen oder Hüpfen.

Der letzte Punkt befasst sich mit der Beeinflussung der Lebensqualität durch das endoprothetisch versorgte Knie. Dabei geht es um Veränderungen der Lebensweise und Stabilitätsgefühl bezüglich des Gelenks.

Bezüglich der Symptome werden insgesamt 5 Kategorien abgefragt. Steifigkeit mit 2 Fragen, Schmerzen werden mit 9 Fragen, die Aktivitäten des täglichen Lebens mit 17, Sport und Freizeit mit 5 und die Beeinflussung der Lebensqualität mit 4 Fragen beurteilt.

Jede der Fragen hat 5 unterschiedliche Antwortmöglichkeiten zur Auswahl.

Diesen Antworten ordnet man einen Wert zwischen 0 und 4 zu. 0 Punkte stehen dabei für Beschwerdefreiheit und 4 Punkte stellen die maximalen Beschwerden dar.

Im Anschluss werden die einzelnen Fragen der Untergruppen addiert und auf Werte zwischen 0 und 100 umgerechnet. Je höher der hier umgerechnete Wert ist, desto weniger Beschwerden hat der Patient.

2.3.5 Klinische Nachuntersuchung

Die Patienten wurden im Rahmen der Endoprothesen-Sprechstunde einbestellt. Nach der Erhebung der allgemeinen Krankengeschichte, den Operationsverläufen und der Befragung mittels der oben genannten Fragebögen, erfolgte im Anschluss die körperliche Untersuchung.

Dabei wurden die Beinachse, Beinlänge und die Weichteile inspiziert und nach Schwellungen, Rötungen, Überwärmung des Gelenks oder Reizzustände der Narben gesucht. Ebenso wurde der muskuläre Apparat auf Muskelatrophien untersucht.

Bei der anschließenden Palpation waren gelenksspaltspezifische Druckschmerzen und Ergüsse von besonderer Bedeutung.

Um auch eventuelle kleine Ödeme oder Atrophien zu erkennen, wurden an beiden Beinen die Umfänge in cm gemessen. Hierbei waren 8 Messpunkte nötig. Es wurde sowohl 20cm oberhalb des inneren Gelenkspaltes als auch

10cm darüber, die Kniescheibenmitte, 15cm unterhalb des inneren Gelenkspaltes, der kleinste Umfang des Unterschenkels, der Knöchel, der Rist über dem Kahnbein und der Vorfußballen gemessen. Außerdem wurden die Beinlängen von Spina iliaca anterior superior bis zum Malleolus lateralis gemessen um eventuelle Beinlängendifferenzen zu erfassen.

Das Bewegungsausmaß wurde mittels Extension und Flexion nach der Neutral-Null-Methode beschrieben.

Die ligamentäre Stabilität konnte mittels Varus- und Valgusstress für die Seitenbänder und vorderer und hinterer Schublade zu Überprüfung der Kreuzbänder bewertet werden.

Für die sagittale Stabilität wurden 3 Abstufungen bestimmt. Eine Abweichung von unter 5mm wurde als Grad I, eine Abweichung von 5-10mm als Grad II und eine Abweichung über 10mm als Grad III festgelegt.

Bei der mediolateralen Stabilität wurde die Aufklappbarkeit ebenfalls in drei Stufen eingeteilt. Die erstgradige Aufklappbarkeit wurde mit einer Abweichung von 6-9° bestimmt, zweitgradig mit 10-14° und über 15° galt als drittgradig aufklappbar.

Nach Bewertung der muskulären Kraft im Seitenvergleich wurde die Sensibilität anhand der Dermatome und der Pulsstatus erhoben.

2.3.6 Radiologische Nachuntersuchung

Die radiologische Untersuchung erfolgte für alle Patienten unter Einverständnis der Ethikkommission präoperativ wenige Tage vor der KTP-Implantation und im Rahmen der allgemeinen Nachuntersuchung. Die Nachuntersuchungszeiträume liegen in beiden Gruppen im Rahmen von ein bis 7 Jahre und wurden nach Geschlecht, Alter bei KTP-Implantation, Zeitraum seit der OP und ähnliches Körpergewicht individuell angepasst.

Es wurden dabei Aufnahmen der Patella bei 45 Grad Flexion, des Knies im a.p. und seitlichen Strahlengang und eine Ganzeistandaufnahme angefertigt.

Die radiologische Auswertung erfolgte anhand eines befundungsfähigen Bildschirms mittels IMPAX der Firma AGFA und der klinikinternen Planungssoftware mediCAD der Hectec GmbH.

Die Beurteilung des Patellastandes erfolgt mittels Insall-Salvati-Index. Hierbei wird in der Tangentialaufnahme der Patella die Länge der Patellarsehne vom Unterpol der Patella bis zum Ansatz der Sehne an der Tibia durch den seitlichen Durchmesser der Patella dividiert. Normalwerte entsprechen 0,8-1,2.

Werte unter 0,8 entsprechen einer Patella baja, Werte über 1,2 einer Patella alta.

Ebenso konnte in der tangentialen Aufnahme eine Verkippung, Subluxation oder Luxation detektiert werden.

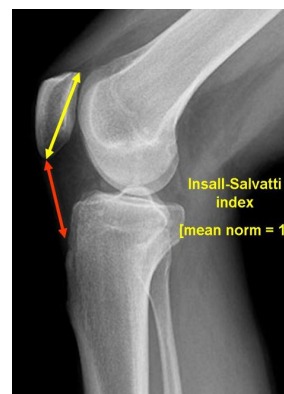


Abb. 10: Insall-Salvati-Index
http://images.radiopaedia.org/images/530176/88d3fad9ca4152b712557d557_big_gallery.JPG 07.November 2014, 14:25

Eine Ganzbeinstandaufnahme von Hüfte bis einschließlich Fuß erfolgte im Stehen im anterior-posteriorem Strahlengang und zeigte Achsabweichungen sehr deutlich anhand der anatomischen und der mechanischen Beinachse.

Die anatomische Beinachse, die auch Bestandteil des Knee Society Scores war wurde jeweils eine Achse durch den Femur und die Tibia gelegt. Der Schnittpunkt liegt im Bereich des Kniegelenks. Der hieraus entstehende Winkel entspricht der anatomischen Beinachse und sollte physiologisch bei 5-10° valgus liegen.

Ebenso wurde die mechanische Beinachse bestimmt. Diese läuft vom Hüftkopfbereich zum Sprunggelenk im Bereich des Talusdome und stellt die Traglinie des Beines dar. Physiologisch verläuft sie 2mm ± 4mm medial des Kniegelenkzentrums. Wenn die Linie lateral des Kniegelenks verläuft spricht man von einem Genu valgum (X-Bein), verläuft sie medial des Kniegelenks von einem Genu varum (O-Bein). Signifikante Achsdeviationen liegen dann vor, wenn eine mediale Abweichung von >15mm, oder eine laterale Abweichung von >10mm vorliegt.

Als weitere Winkel wurden der mechanische laterale distale Femurwinkel (Normwert: $87^\circ \pm 3^\circ$) und der mechanische mediale proximale Tibiawinkel (Normwert: $87^\circ \pm 3^\circ$) bestimmt. Diese beiden Winkel ermöglichen die Ursache einer Achsabweichung genauer zu bestimmen. Ist die Ursache der Varusgonarthrose femoral bedingt liegt eine Vergrößerung des mLDFW vor, wohingegen eine Verkleinerung des mMPTW für eine tibiale Ursache spricht. Bei einer Valgusgonarthrose ist der mLDFW kleiner bei femoraler Ursache und der mMPTW größer als der Normwert wenn eine tibiale Ursache vorliegt.

Der tibiale Slope wurde mit der Methode nach Brazier bestimmt. Hierbei wird eine Gerade an der dorsalen Tibia eingezeichnet und dazu eine Senkrechte erstellt. Der tibiale Slope entspricht dem Winkel zwischen der Senkrechten und dem Tibiaplateau. Dies hat vor allem in Bezug auf die Stabilität Bedeutung. Bei einer Verkippung des Tibiaplateaus nach dorsal kommt es zu einer zusätzlichen Belastung des vorderen Kreuzbandes.

Nach Implantation der computernavigierten Knie totalprothese, wurde analog zur ersten Aufnahme die Beinachse neu bestimmt. Außerdem wurde auf die korrekte Positionierung der tibialen und femoralen Komponente geachtet. Dabei wurden die Röntgenaufnahmen auf periartikuläre Ossifikationen und eventuelle Lockerungszeichen (Radiolucent lines bei Femur, Tibia, Patella) überprüft. Bei den Radiolucent Lines handelt es sich um Lysesäume zwischen dem Gelenkersatz und dem anschließenden Knochen. Sie sind ein wichtiger Indikator für das korrekte Einliegen der Prothese, und detektieren eventuelle Lockerungen. Sie werden in unterschiedliche Zonen und von 0mm bis >2mm eingeteilt.



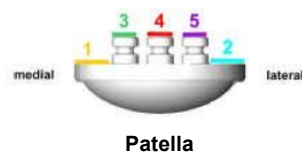


Abb. 11: Einteilung der Radiolucent Lines:

Aus dem Evaluationsbogen der BG Unfallklinik Tübingen, den alle an der Studie teilnehmenden Patienten bekamen.

2.4 Statistische Methoden

Die zusammengetragenen Daten wurden mittels Excel Tabelle sortiert und anschließend auf die Statistik-Software Graph Pad Prism Version 5.0b übertragen und mittels dieser ausgewertet.

Die Art der benutzen Tests wurden mit einer Mitarbeiterin des Instituts für Biometrie der Universität Tübingen abgestimmt. Es wurden two sample t-Tests verwendet, die ligamentäre Stabilität der unverbundenen Gruppe wurde mittels der Bonferroni Test und die der verbundenen Gruppe mittels Fisher's exact Test durchgeführt.

Eine statistische Signifikanz zeigt sich bei p-Werten unter 0,05.

3 Ergebnisse

3.1 Allgemeine Zufriedenheit

9 Patienten der Studiengruppe, also die Patienten mit Umstellungsosteotomie vor KTP Implantation waren bei der Befragung äußerst zufrieden mit ihrer einliegenden Knieprothese. 8 weitere der Studiengruppe seien sehr zufrieden, 9 zufrieden und 3 Patienten bewerten ihre Knie totalendoprothese mit der Note ausreichend.

Interessant ist hierbei die Tatsache, dass trotz des positiven Ergebnisses 6 Patienten unter seit mindestens einem Jahr anhaltenden Schmerzen leiden.

In der Kontrollgruppe, also die Patienten mit einer primären KTP Versorgung waren 11 Patienten bei der Nachsorgeuntersuchung äußerst zufrieden und 9 Patienten sehr zufrieden mit ihrem Gelenkersatz. 6 Patienten waren zufrieden und 3 bewerteten die Knie totalendoprothese mit der Note mangelhaft.

Auch hier gaben einige Patienten an, unter anhaltenden Schmerzen zu leiden. Bei 10 Patienten sei dies seit mindestens einem Jahr der Fall, bei zwei weiteren erst seit wenigen Monaten. Bei 4 der Patienten korreliert die Schmerzsymptomatik jedoch in keiner Weise mit der Zufriedenheit.

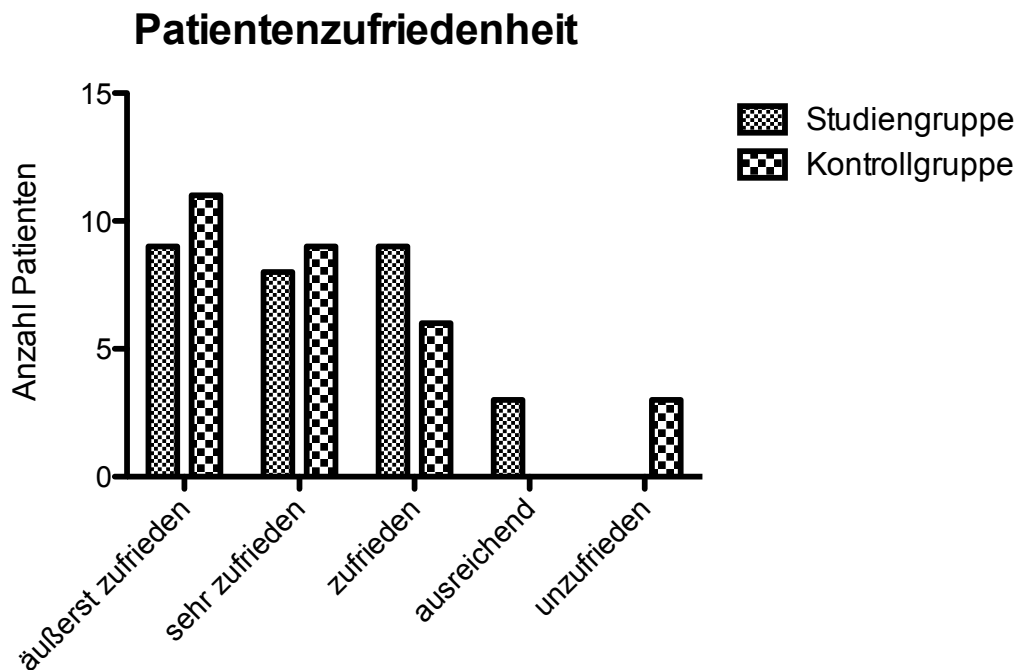


Abb. 12: Patientenzufriedenheit nach KTP- Implantation (ohne und mit vorangegangener kniegelenksnaher Umstellungsosteotomie) - unverbundene Gruppe

Bei einem Vergleich der Patienten, die einseitig mit Umstellungsosteotomie und KTP sowie alleiniger KTP Versorgung andererseits versorgt wurden, zeigte sich folgendes Ergebnis: das betroffene Bein mit vorangegangener Umstellungsosteotomie wurde nur einmal mit sehr zufrieden, fünfmal mit zufrieden und einmal mit ausreichend bewertet.

Die Seite mit der alleinigen KTP wurde einmal mit äußerst zufrieden, und je dreimal mit sehr zufrieden und zufrieden bewertet.

Bei je 2 Beinen der beiden Gruppen wurden Schmerzen seit mindestens einem Jahr angegeben. Hieraus resultiert ein p-Wert von $p=0,115$.

Patientenzufriedenheit verbundene Gruppe

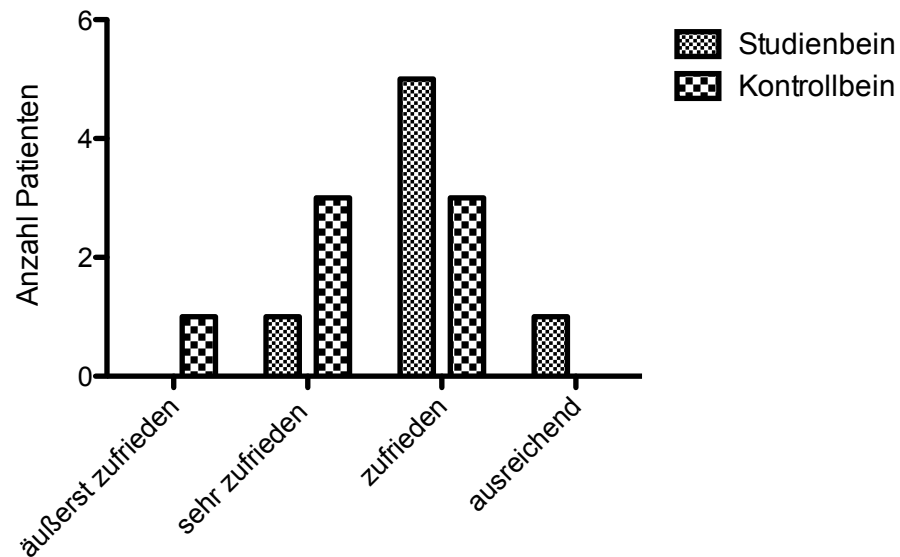


Abb. 13: Patientenzufriedenheit nach KTP Implantation – verbundene Gruppe (7 Patientenbeine)

Auf Nachfrage, ob die Patienten noch einmal eine Umsellungsosteotomie machen lassen würden, verneinten dies alle Patienten. Hieraus ergibt sich ein P- Wert von $p=0,114$.

3.2 Oxford Knee Score

Beim Oxford Knee Score erreichte die Studiengruppe in Bezug auf die aktuelle Situation innerhalb der letzten 4 Wochen eine durchschnittliche Punktzahl von 26,81 Punkten. Hierbei lag die Standardabweichung bei 5,13 Punkten. Die geringste Punktzahl lag bei 20 Punkten, die Maximalpunktzahl bei 42.

Die Patienten der Kontrollgruppe erreichten einen ähnlichen Durchschnittswert von 27,0 Punkten. Die Standardabweichung betrug 6,10 Punkte. Die geringste erbrachte Punktzahl betrug 20, die Maximale 45 Punkte.

Oxford Knee Score unverbundene Gruppe

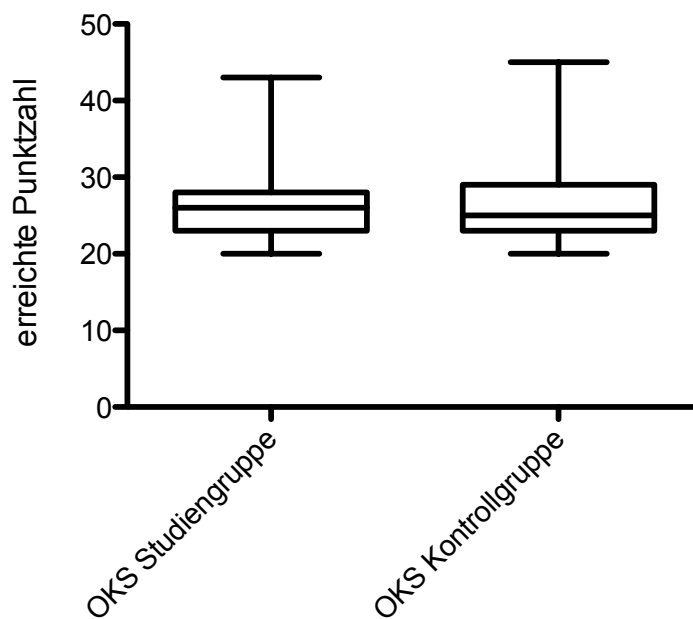


Abb. 14: Ergebnisse Oxford Knee Score nach KTP – Implantation, unverbundene Gruppe (je 29 Beine)

Hieraus ergibt sich ein p-Wert von $p=0,604$.

Ein ähnliches Ergebnis spiegelte sich auch im Direktvergleich der Patienten mit beiden Methoden wieder.

Die betroffene Seite mit vorangegangener Umstellungsosteotomie erzielte einen durchschnittlichen Wert von 27,28 Punkten. Hierbei zeigte sich eine Standardabweichung 5,37 Punkten. Der niedrigste Einzelwert lag bei 21, der Höchste bei 36 Punkten.

Auf der Gegenseite, die mit primärer KTP versorgt wurde, ergab sich ein vergleichbarer Durchschnittswert von 26,14 Punkten mit einer Standardabweichung von 4,81 Punkten. Der kleinste Wert lag ebenfalls bei 21 Punkten, der Höchste bei 35. Hieraus resultiert ein p-Wert von $p=0,602$.

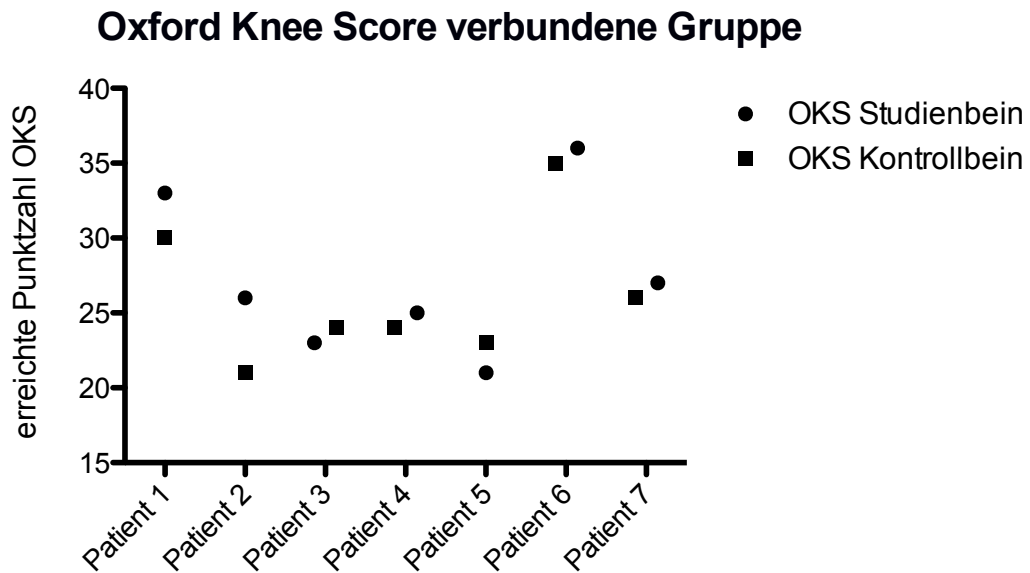


Abb. 15: Ergebnisse nach KTP Implantation - verbundene Gruppe

3.3 Aktivitätsscore nach Tegner und Lysholm

Die Patienten der Studiengruppe erreichten im Durchschnitt 3 Punkte mit einer Standardabweichung von 1,13. Die minimale Punktzahl betrug 0, die maximale Punktzahl lag bei 5.

Das Ergebnis in der Kontrollgruppe ist vergleichbar. Hier beträgt der Mittelwert 3,12 Punkte mit einer Standardabweichung von 1,12. Hier wurden ebenfalls minimal 0 Punkt und maximal 5 Punkte vergeben. Hieraus ergibt sich ein P-Wert von $p=0,331$.

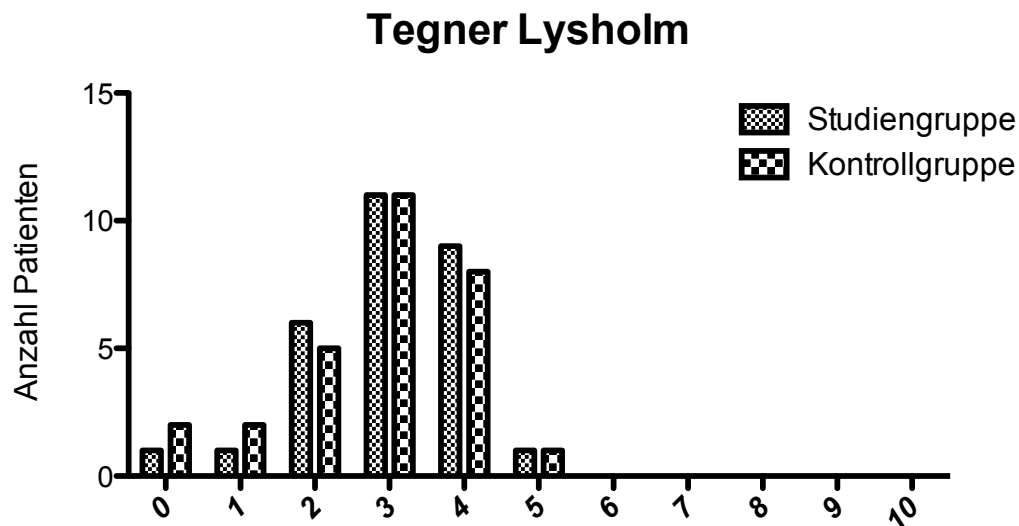


Abb. 16: Aktivitätenscore nach Tegner und Lysholm – unverbundene Gruppe

Bei einem Vergleich der Patienten mit Umstellungsosteotomie und KTP an einem und KTP am anderen Bein spiegelt sich dieses Ergebnis ebenfalls wieder.

Hierbei versuchten die Patienten die Beine einzeln zu bewerten. Bei den Studienbeinen ergab sich eine Durchschnittspunktzahl von 2,28 mit einer Standardabweichung von 0,75. Die Kontrollbeine bekamen im Schnitt 2,14 Punkte mit einer Standardabweichung von 0,69. Bei beiden Beinen wurden mindestens 1 Punkt und maximal 3 Punkte vergeben. Daraus berechnet sich ein p-wert von 0,288.

Tegner Lysholm verbundene Gruppe

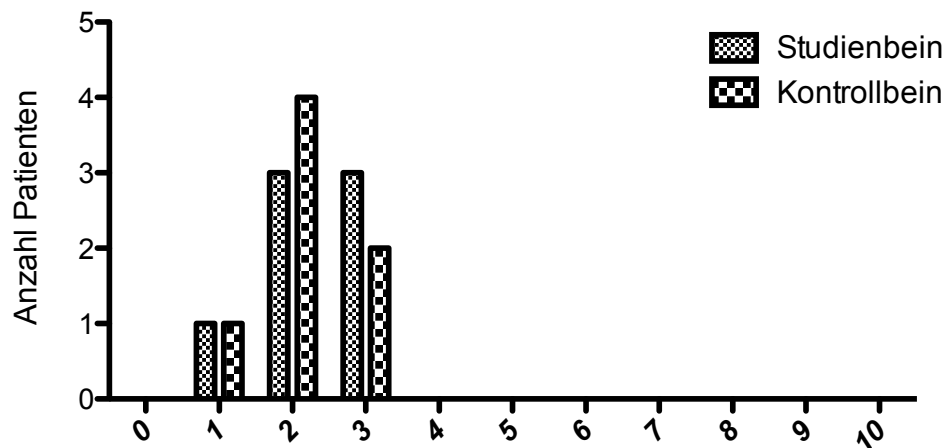


Abb. 17: Aktivitätenscor nach Tegner und Lysholm – verbundene Gruppe (Patienten mit Umstellungsosteotomie und KTP an einem Bein und KTP am anderen)

3.4 Knee Society Score (KSS)

Die Studiengruppe erreichte im Bereich des Knie-Scores eine durchschnittliche Gesamtpunktzahl von 67,75 Punkten. Die Standardabweichung lag bei 15,08 Punkten. Die geringste Punktzahl lag bei 36, die höchste Punktzahl bei 95 Punkten. Die Kontrollgruppe erreichte hierbei eine Durchschnittspunktzahl von 72,78 Punkten bei einer Standardabweichung von 19,07 Punkten. Der kleinste erreichte Wert lag bei 33 Punkten, der Höchste bei 100. Daraus resultiert ein p-Wert von $p= 0,116$.

KSS- Knie Score unverbundene Gruppe

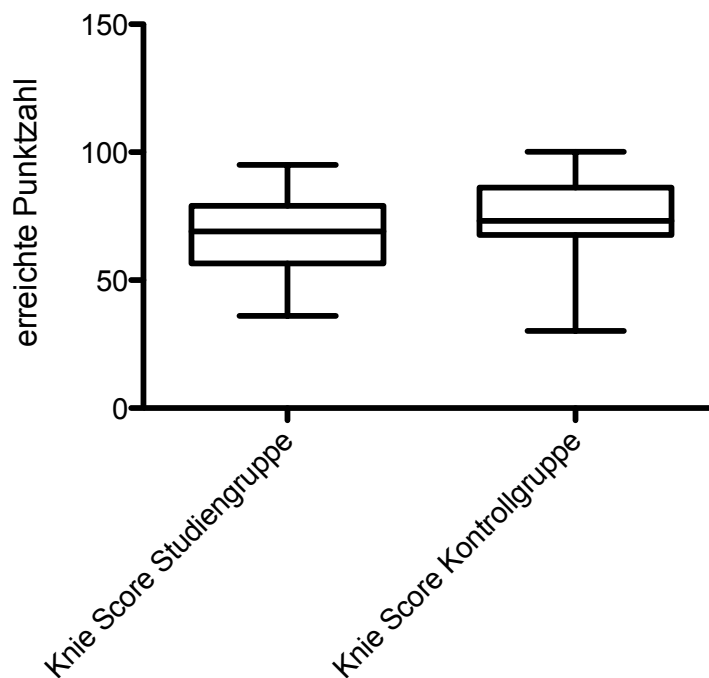


Abb. 18: Ergebnisse Knie-Score (Knee-Society-Score) nach KTP Implantation – unverbundene Gruppe

Im Funktionsscore wurden 84,84 Punkte bei einer Standardabweichung von 16,96 Punkten innerhalb der Studiengruppe erreicht. Die niedrigste Punktzahl lag bei 45, die Maximale bei 100 Punkten. In der Kontrollgruppe lag der Durchschnittswert bei 85,46 Punkten mit einer Standardabweichung von 14,10 Punkten. Der niedrigste Wert hierbei lag bei 50, der Höchste bei 100 Punkten. Hieraus ergibt sich ein p-Wert von 0,982.

KSS Funktions-Score unverbundene Gruppe

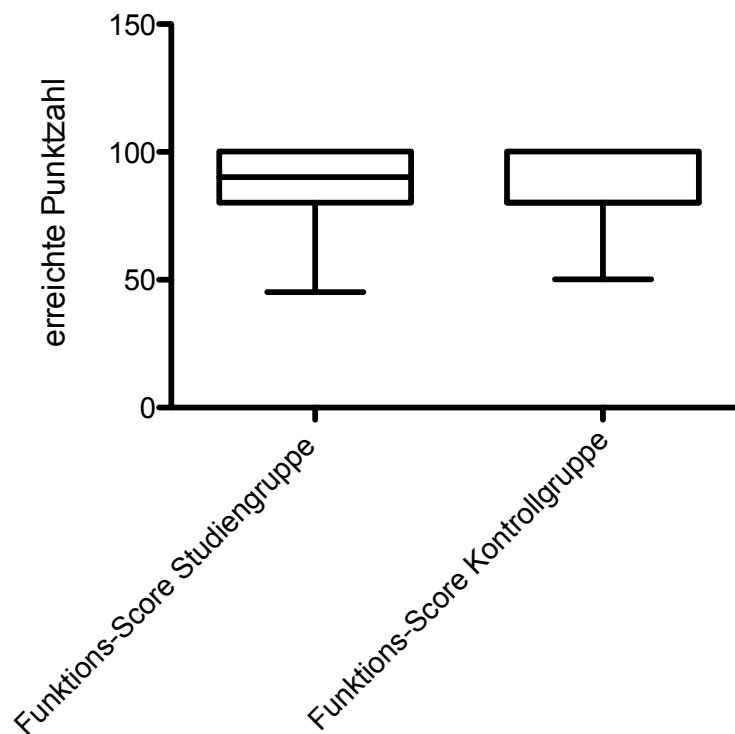


Abb. 19: Ergebnisse Funktions-Score (Knee-Society-Score) nach KTP Implantation – unverbundene Gruppe

Bei Addition der zwei Scores ergab sich ein Gesamtwert von 153,87 Punkten für die Studiengruppe. Die Standardabweichung lag bei 26,69 Punkten. Die kleinste Punktzahl betrug 89, die Höchste 193 Punkte.

Die Kontrollgruppe erreichte eine Gesamtpunktzahl von 158,24 Punkten mit einer Standardabweichung von 28,15 Punkten. Der kleinste Wert lag bei 83 Punkten, der Höchste bei 193. Es resultiert ein p-Wert von $p=0,632$.

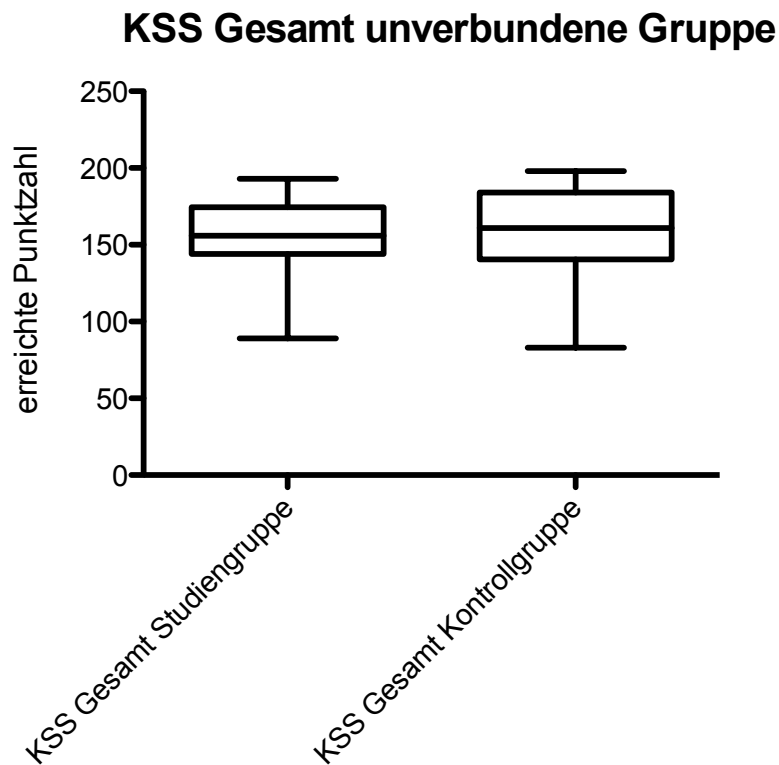


Abb. 20: Ergebnis Knee-Society-Score – unverbundene Gruppe

Einen deutlicheren Unterschied zeigte hierbei der direkte Vergleich der verbundenen Gruppe von Patienten die beide Verfahren bewerten konnten.

Das Studienbein erreichte einen durchschnittlichen Wert von 62 Punkten mit einer Standardabweichung von 13,89 Punkten im Knie-Score. Der kleinste Wert lag bei 46 Punkten, der Höchste bei 77. Das Kontrollbein erzielte eine durchschnittliche Punktzahl von 74,28 bei einer Standardabweichung von 21,47 Punkten. Niedrigster Wert waren 30 Punkte, höchster Wert 95 Punkte. Daraus resultiert ein p-Wert von $p=0,113$.

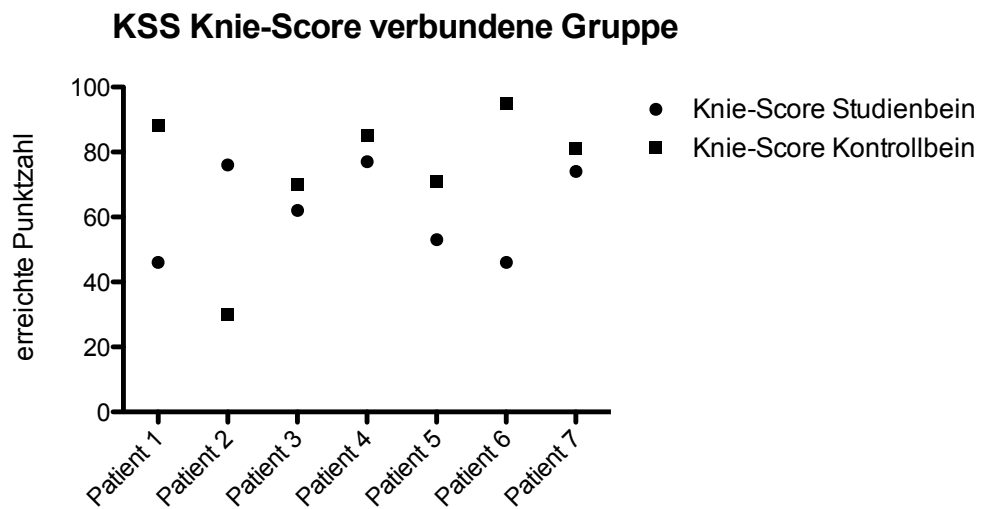


Abb. 21: Ergebnisse Knie-Score (Knee-Society-Score) – verbundene Gruppe

Im Funktionsscore liegt der Durchschnittswert der Studienbeine bei 75,71 Punkten mit einer Standardabweichung von 17,18 Punkten. Hier beträgt der kleinste angegebene Wert 50 Punkte, der Höchste 100 Punkte. Die Kontrollbeine erreichten einen Durchschnittswert von 88,57 Punkten mit einer Standardabweichung von 14,63 Punkten. Hier lag der kleinste Wert bei 70 Punkten und der höchste bei 100. Somit ergibt sich ein p-Wert von $p=0,632$.

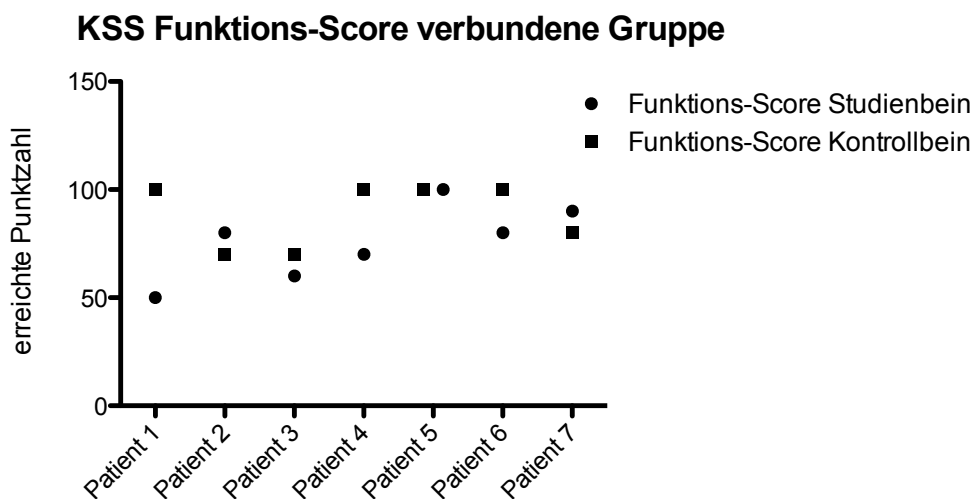


Abb. 22: Ergebnisse Funktion-Score (Knee-Society-Score) – verbundene Gruppe

Daraus resultiert ein Gesamtscore von 137,71 Punkten. Die Standardabweichung beträgt 24,04 Punkte. Der kleinste Wert lag bei 96, der Höchste bei 164 Punkten.

Die Beine, die die Kontrollgruppe widerspiegeln, erreichten einen Gesamtscore von 157,14 Punkten bei einer Standardabweichung von 40,61 Punkten. Der niedrigste Wert lag hierbei bei 100 Punkten, der Höchste bei 198. Daraus ergibt sich ein p-Wert von 0,213.

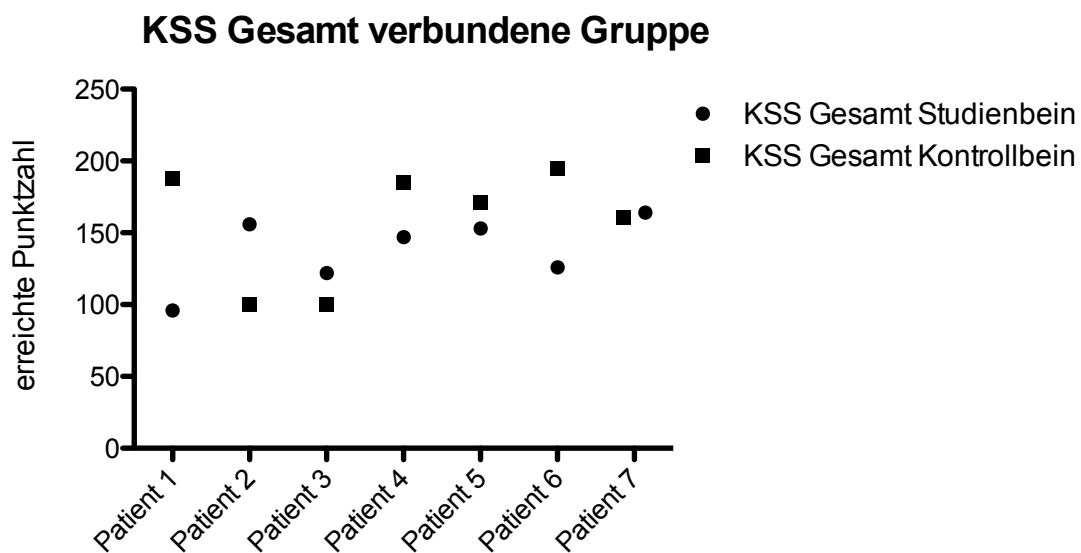


Abb. 23: Ergebnis Knee-Society-Score – verbundene Gruppe

3.5 Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS)

Bei diesem Fragebogen wurden die Patienten über das subjektive Empfinden und eventuelle Probleme mit ihrem Oberflächenersatz in mehreren Teilbereichen befragt.

Hierbei handelte es sich um die allgemeine Symptome, Schmerzsymptomatik, Aktivitäten des täglichen Lebens, Sport, Freizeit und die Beeinflussung der Lebensqualität.

Die Ergebnisse der einzelnen Unterpunkte wurden in Prozentwerte umgerechnet. Je geringer der erreichte Prozentrang, desto größer waren die Beeinträchtigungen.

Die Studiengruppe erzielte im Teilbereich Symptome einen durchschnittlichen Prozentrang von $79,87 \pm 17,37$ (14,28-100). Die Kontrollgruppe war hier mit $83,11 \pm 12,18$ (50-100) Prozent minimal besser ($p=0,166$).

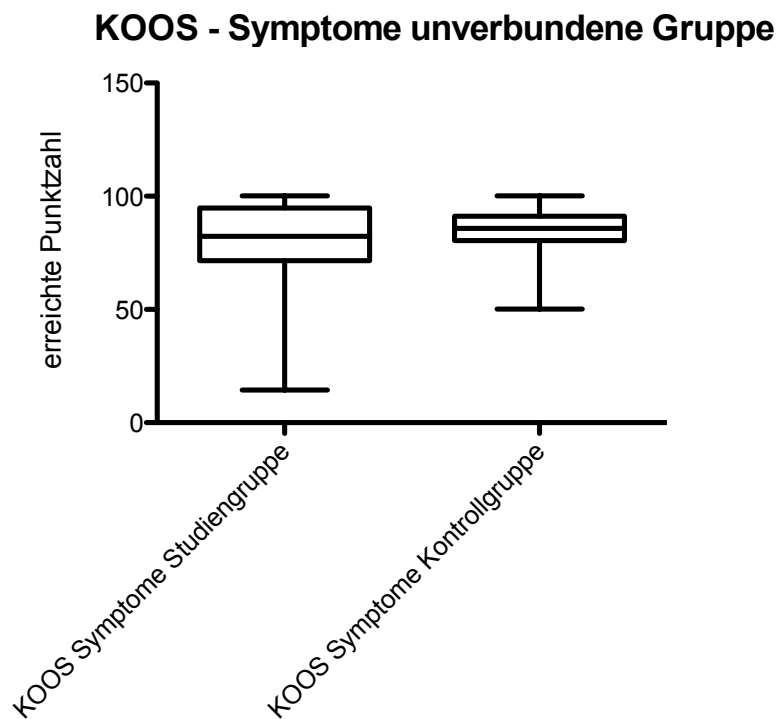


Abb. 24: Symptomkomplex I (KOOS) unverbundene Gruppe

Im Bereich der Schmerzhaftigkeit erreichte die Studiengruppe im Schnitt $85,43 \pm 16,15$ (25-100) Prozent. Die Kontrollgruppe erreichte hier einen vergleichbaren Wert von $84,17 \pm 16,05$ (38,88-100) Prozent ($p=0,213$).

KOOS - Schmerzen unverbundene Gruppe

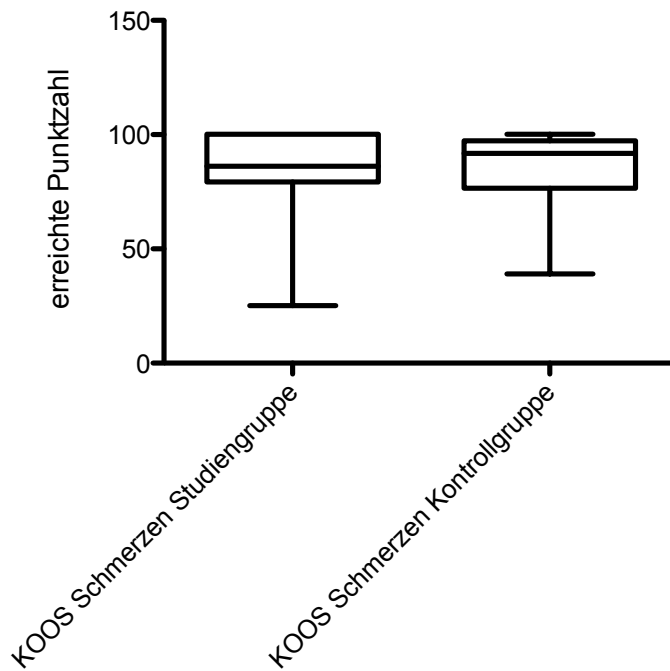


Abb. 25: Symptomkomplex II (KOOS) unverbundene Gruppe

Bei den Aktivitäten des alltäglichen Lebens erreichte die Studiengruppe durchschnittlich $82,48 \pm 15,19$ (33,83-100) Prozent. Auch hier schnitt die Kontrollgruppe mit einem ähnlichen Ergebnis von $81,32 \pm 15,01$ (50-100) Prozent ab ($p=0,014$).

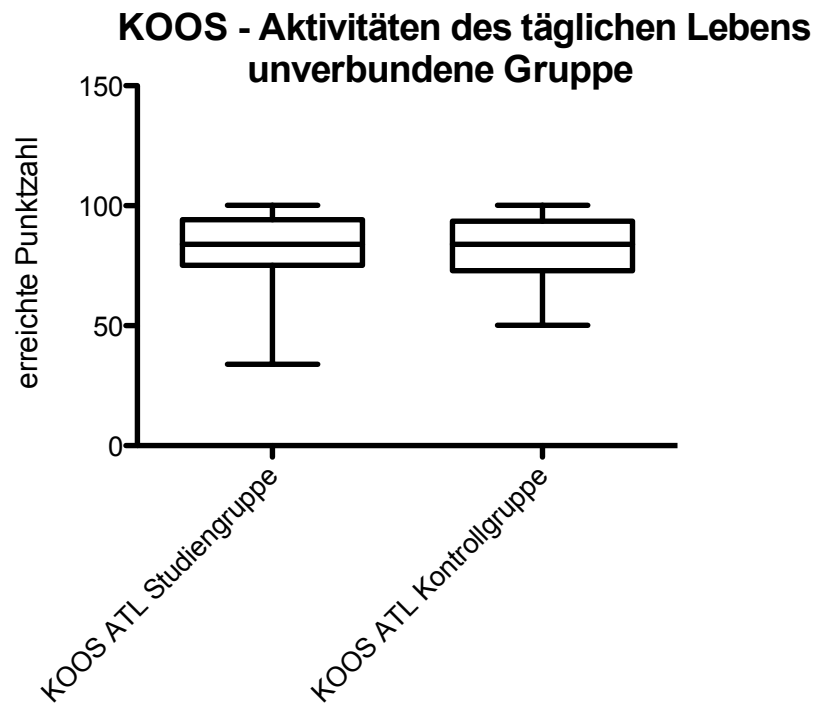


Abb. 26: Aktivitäten des alltäglichen Lebens (KOOS) unverbundene Gruppe

Im Teilbereich Sport und Freizeit erzielte die Studiengruppe im Schnitt $45,45 \pm 33,92$ (0-100) Prozent. Die Kontrollgruppe war innerhalb dieses Teilbereiches deutlich schlechter und erreichte nur einen durchschnittlichen Prozentrang von $39,54 \pm 30,29$ (0-100). Daraus ergibt sich ein p-Wert von 0,166.

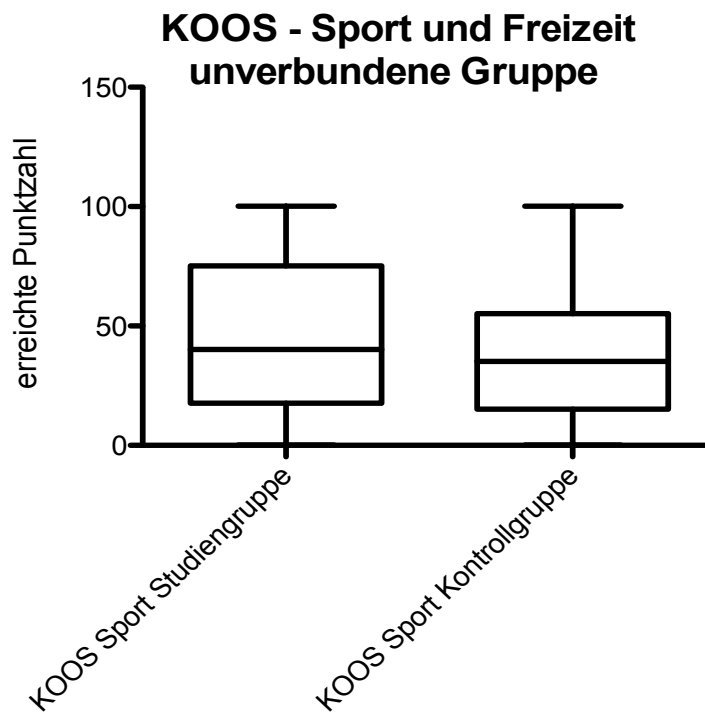


Abb. 27: Sport und Freizeit (KOOS) unverbundene Gruppe

Der letzte Teilbereich stellte spezifische Fragen zur Lebensqualität mit der Oberflächenersatzprothese. Hier erreichte die Studiengruppe einen Wert von durchschnittlich $74,05 \pm 19,14$ (18,75-100) Prozent. Mit $76,51 \pm 15,31$ (43,75-100) Prozent ist das Ergebnis der Kontrollgruppe vergleichbar ($p=0,266$).

KOOS - Lebensqualität unverbundene Gruppe

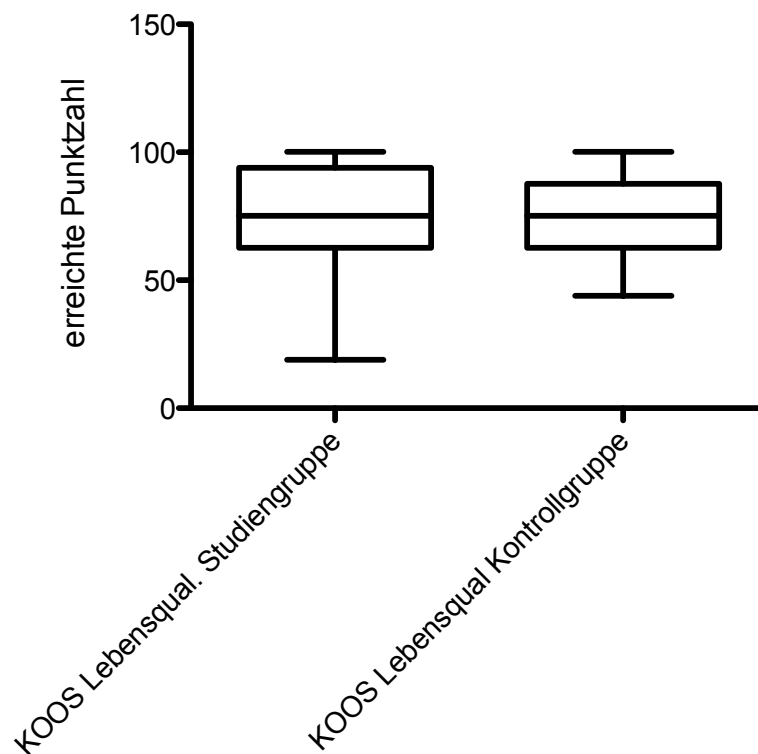


Abb. 28: Lebensqualität (KOOS) unverbundene Gruppe

Summiert man die einzelnen Teilbereiche und erstellt daraus den Gesamt-Score ergibt sich ein Gesamtprozentrang von $73,46 \pm 25,73$ (0-100) innerhalb der Studiengruppe.

Die Kontrollgruppe erreichte insgesamt $72,93 \pm 25,21$ (0-100) Prozent.

Daraus resultiert ein p-Wert von 0,224.

KOOS Gesamtpunktzahl unverbundene Gruppe

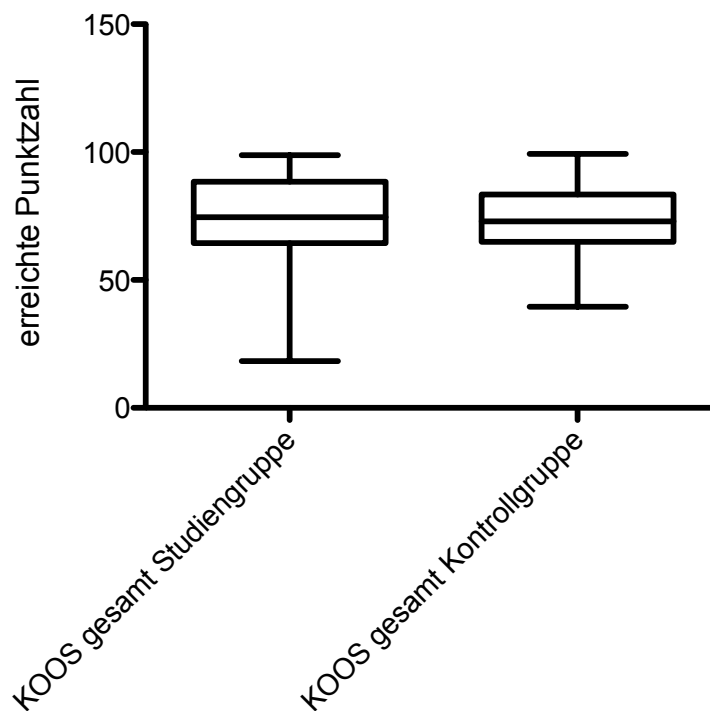


Abb. 29: KOOS – Gesamtpunktzahl unverbundene Gruppe

Auch innerhalb dieses Scores wurde wieder ein spezielles Augenmerk auf diejenigen Patienten gelegt, die sowohl eine Umstellungsosteotomie und sekundär eine KTP erhielten, als auch eine primäre Versorgung mittels KTP.

Hierbei zeigte sich innerhalb der Studiengruppe im Teilbereich der Symptome ein durchschnittlicher Wert von $77,55 \pm 10,45$ (60,71-85,71) Prozent. Das Kontrollbein der betroffenen Patienten erzielte hierbei einen deutlich besseren Wert von $83,16 \pm 7,05$ (75-96,42) Prozent.

Daraus ergibt sich ein p-Wert von 0,163.

KOOS - Symptome verbundene Gruppe

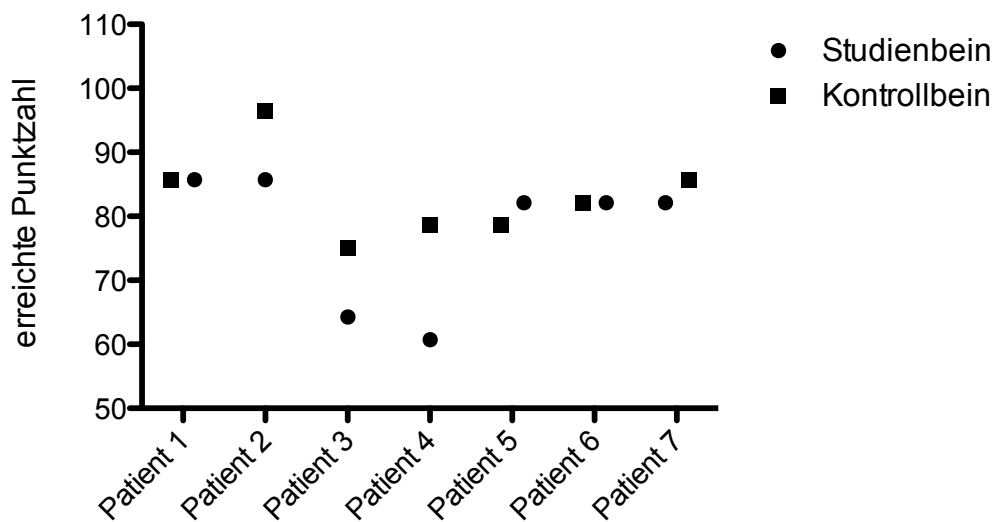


Abb. 30: Symptomkomplex I (KOOS) verbundene Gruppe

Auch im Teilbereich Schmerzen schnitt das Kontrollbein mit durchschnittlich $85,71 \pm 10,68$ (66,66-100) Prozent besser ab als die Studiengruppe ($82,14 \pm 14,05$ (55,55-100) Prozent), $p=0,116$.

KOOS - Schmerzen verbundene Gruppe

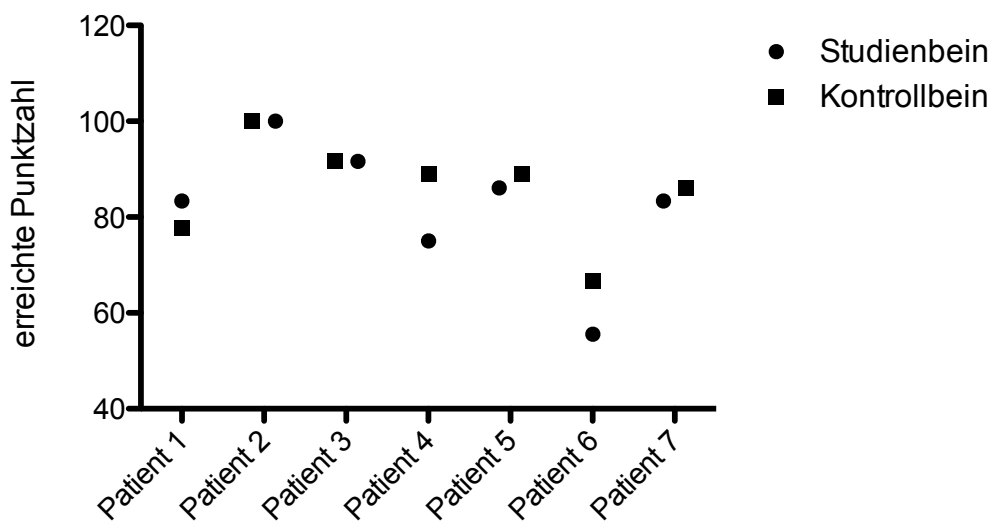


Abb. 31: Symptomkomplex II (KOOS) verbundene Gruppe

Bei den Aktivitäten des täglichen Lebens erreichte die Studiengruppe im Schnitt $76,47 \pm 14,82$ (50-95,58) Prozent. Das Kontrollbein war auch in diesem Teilbereich mit $81,72 \pm 16,17$ (50-97,95) Prozent besser ($p=0,235$).

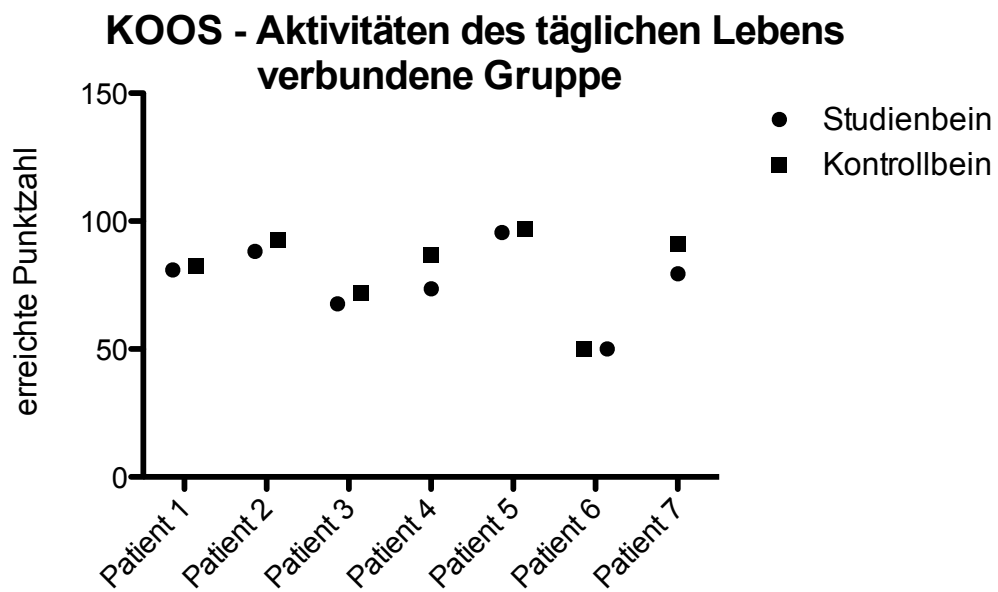


Abb. 32: Aktivitäten des alltäglichen Lebens (KOOS) verbundene Gruppe

Vergleichbare Werte erreichten die beiden Beine der betroffenen Patienten im Bereich Sport und Freizeit. Die Studiengruppe erreichte hier im Schnitt $16,42 \pm 12,48$ (0-30) Prozent. Die Kontrollgruppe lag hier bei $17,85 \pm 17,76$ (0-40) Prozent ($p=0,211$).

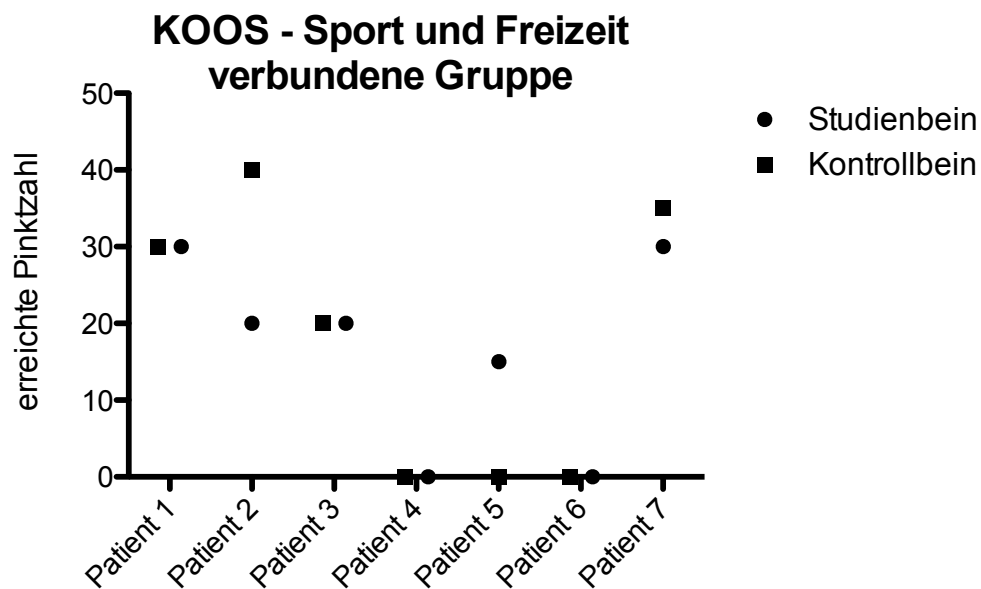


Abb. 33: Sport und Freizeit (KOOS) verbundene Gruppe

Bei dem Unterpunkt Beeinflussung der Lebensqualität erzielte das Studienbein einen durchschnittlichen Prozentrang von $68,75 \pm 17,30$ (56,25-93,75). Das Kontrollbein erreichte hier einen minimal besseren Wert von $71,42 \pm 14,36$ (56,25-100) Prozent ($p=0,168$).

KOOS - Lebensqualität verbundene Gruppe

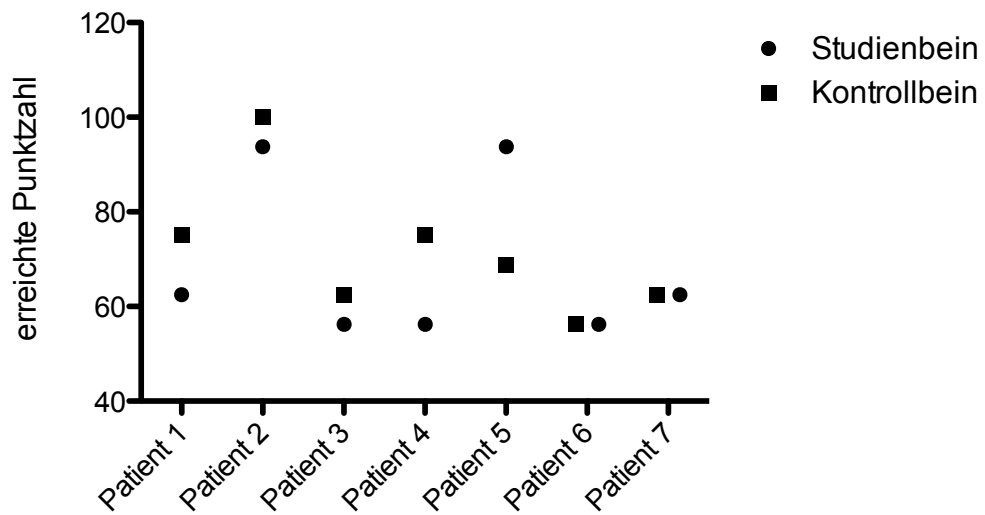


Abb. 34: Beeinflussung der Lebensqualität (KOOS) verbundene Gruppe

Auch bei diesen Patienten wurde aus allen Teilbereichen, ein Gesamt-Score errechnet. Das Studienbein der betroffenen Patienten erreichte einen Gesamt-KOOS von $64,26 \pm 27,95$ (0-100) Prozent. Das Kontrollbein erreichte einen durchschnittlichen Wert von $67,97 \pm 28,94$ (0-100) Prozent ($p=0,143$).

KOOS Gesamtpunktzahl - verbundene Gruppe

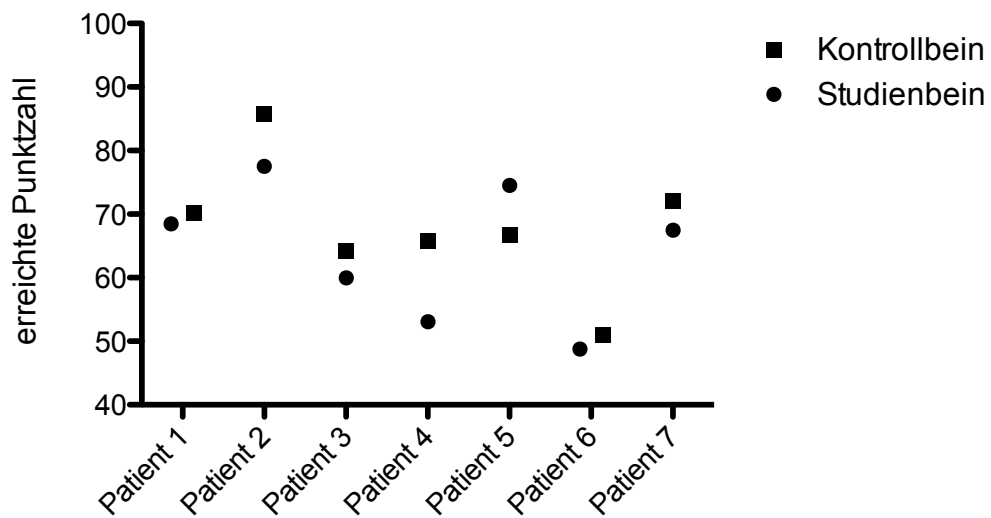


Abb. 35: KOOS - Gesamtpunktzahl verbundene Gruppe

3.6 Klinische Nachuntersuchung

Bei Betrachtung der Haut und Narben zeigten zwei Patienten der Studiengruppe eine deutliche Keloidbildung. Ein Knie zeigte Entzündungszeichen, in diesem Fall eine deutliche Überwärmung und Rötung. Laut dem Patienten passiere dies öfters im Rahmen einer Überbelastung des Gelenkes.

In der Kontrollgruppe waren sowohl die Hautbeschaffenheit als auch die Narbenbildung unauffällig.

Optisch zeigte sich bei 3 Patienten der Studiengruppe eine deutliche Valgusstellung. Die Beinachse eines weiteren Patienten der Studiengruppe zeigte eine deutliche Varusstellung. Alle weiteren untersuchten Beine zeigten optisch keine Fehlstellungen.

In der Kontrollgruppe hatten bis auf einen Patienten alle inspektorisch eine gerade Beinachse. Ein Patient zeigte eine deutliche Valgusfehlstellung.

Bei der Untersuchung klagten 2 Patienten der Studiengruppe über einen deutlichen Druckschmerz im Bereich des medialen Gelenkspaltes, in der Kontrollgruppe gab ein Patient Druckschmerz im Bereich des lateralen und ein weiterer im Bereich des medialen Gelenkspaltes an.

6 Patienten der Studiengruppe zeigten eine leichte Ergussbildung im Bereich des Kniegelenkes, in der Kontrollgruppe war dieser bei fünf Patienten palpabel.

Vier Patienten der Studiengruppe zeigten eine signifikante Seitendifferenz der Oberschenkelmuskulatur von über 3cm.

In der Kontrollgruppe zeigten nur zwei Patienten eine Differenz des Oberschenkelumfanges über 3cm.

Eine signifikante Umfangsdifferenz von über 3cm im Bereich des Unterschenkels kam weder in der Studiengruppe noch in der Kontrollgruppe vor.

In der Studiengruppe zeigte sich innerhalb der Kraftprüfung bei 9 Patienten eine verminderte Kraft in den betroffenen Beinen. In der Kontrollgruppe war dies bei 6 Patienten der Fall. Bei einem Vergleich der kleinen verbundenen Patientengruppe mit beidseits behandelten Beinen zeigte ein Bein der Studiengruppe eine verminderte Kraft, die Kontrollbeine zeigten keine verminderte Kraftentwicklung.

Bei Kontrolle der Motorik gab es weder innerhalb der Studien- noch in der Kontrollgruppe Auffälligkeiten.

Bei 2 Patienten der Studiengruppe und einem der Kontrollgruppe zeigten sich leichte Einschränkungen der Sensibilität im Bereich von circa 2cm um die Narbe.

Die Beinlängendifferenz lag innerhalb der Studiengruppe im Durchschnitt bei 0,71cm bei einer Standardabweichung von 0,64. Im Einzelfall lag die geringste Beinlängendifferenz bei 0cm, die größte Differenz lag bei 2cm.

In der Kontrollgruppe lag die Differenz im Schnitt bei 0,69cm mit einer Standardabweichung von 0,51. Auch hier verteilte sich die Beinlängendifferenz von 0 bis 2cm.

Bei einem direkten Vergleich der Patienten der verbundenen Gruppe zeigten sich ähnliche Ergebnisse. Hier liegt eine Differenz des Studienbeines von durchschnittlich 1cm bei einer Standardabweichung von 0,81 vor. Die einzelnen Werte zeigen ein Minimum von 0cm und eine maximale Differenz von 2cm. Bei den Kontrollbeinen beträgt die Beinlängendifferenz im Schnitt 0,85cm bei einer Standardabweichung von 0,69. Auch hier beträgt der kleinste Wert 0cm und die maximale Differenz 2cm.

Im Rahmen der klinischen Nachuntersuchung wurde ein besonderes Augenmerk auf die ligamentäre Stabilität gelegt.

In der Studiengruppe zeigte sich im Bereich der sagittalen Stabilität bei 21 Patienten eine Abweichung von unter 5mm, bei 7 Patienten eine Abweichung zwischen 5-10mm und nur bei einem Patient eine Abweichung von über 10mm. In der Kontrollgruppe zeigten 18 Patienten sagittal eine Abweichung unter 5mm. 10 zeigten eine Abweichung bis 10mm und nur ein Patient über 10mm (p=0,163).

sagittale Bandstabilität unverbundene Gruppe

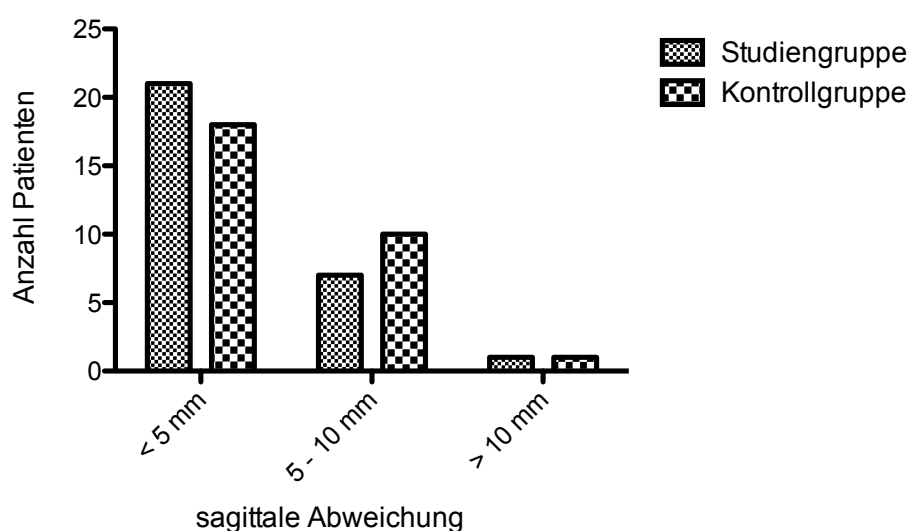


Abb. 36: sagittale Bandstabilität in der unverbundenen Gruppe nach erfolgter KTP-Implantation

Die mediolaterale Stabilität war bei 3 Patienten der Studiengruppe stabil bei unter 5°. 1 Patient zeigte eine Abweichung von 6-9°, 12 Patienten bis 14° und 13 weitere Patienten hatten eine Abweichung von über 15°.

Hierbei zeigten sich deutliche Unterschiede in der Kontrollgruppe. 14 Beine waren stabil bei unter 5°. 9 Patienten zeigten eine Abweichung bis 9° und 5 weitere bis 14°. Nur ein einziger Patient zeigte eine deutliche Instabilität bei über 15°. Hierbei resultiert nach Bonferroni Korrektur ein statistisch relevanter p-Wert <0,001.

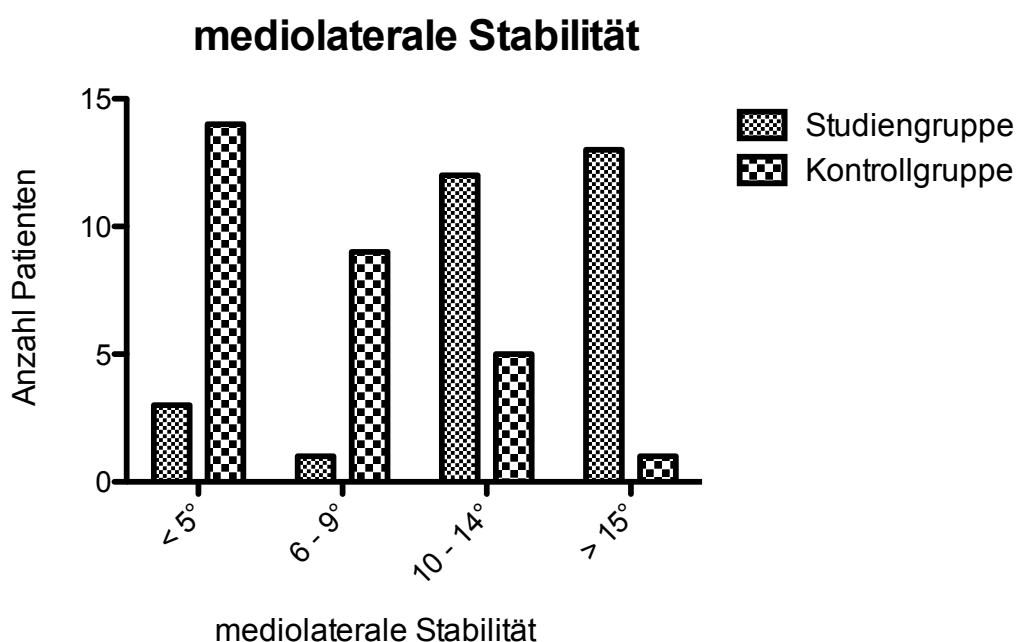


Abb. 37: mediolaterale Bandstabilität in der unverbundenen Gruppe nach erfolgter KTP-Implantation

Der Vergleich innerhalb der verbundenen Gruppe spiegelt ein ähnliches Ergebnis wieder.

Sagittal zeigten an den Studienbeinen 3 Patienten eine Abweichung unter 5mm und 4 bis zu 10mm. An den Kontrollbeinen weichen 5 Patienten unter 5mm, und je 1 Patient bis zu 10mm und über 10mm ab (p=0,113).

sagittale Bandstabilität verbundene Gruppe

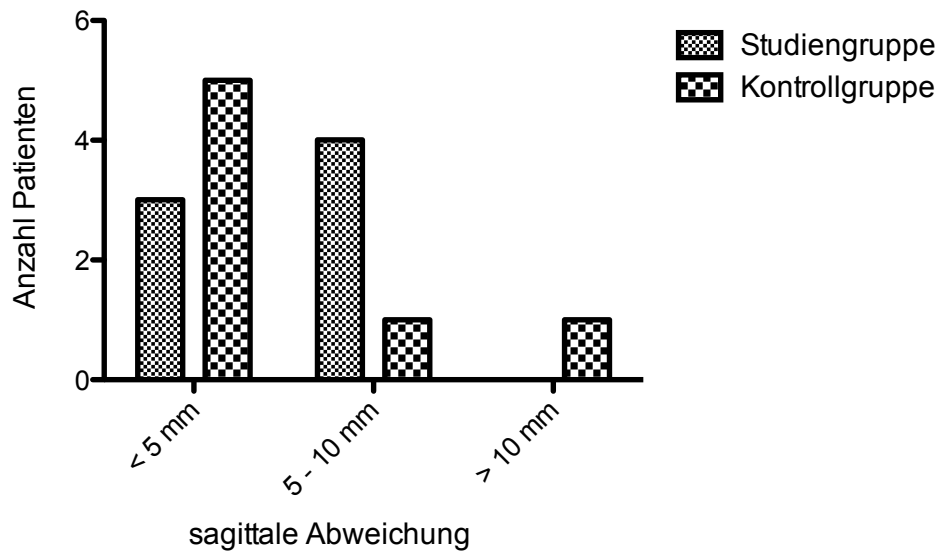


Abb. 38: sagittale Bandstabilität nach KTP-Implantation – verbundene Gruppe

Mediolateral ist kein Bein der Studien-Gruppe stabil bei einer Abweichung unter 5°.

Es gibt ebenfalls kein Knie, das eine Abweichung von unter 9° zeigt. 2 Beine weichen bis zu 14° und 5 sogar über 15° ab.

Bei den Kontrollbeinen ist ebenfalls kein Knie stabil bei einer Abweichung unter 5°.

Zwei Patienten zeigen eine Abweichung bis maximal 9°, 4 weitere bis 14°. Hier ist nur ein Patient deutlich eingeschränkt mit einer Abweichung von über 15°.

Hieraus ergibt sich ein, mittels Fisher's exact Test berechneter, statistisch signifikanter p-Wert von 0,001.

mediolaterale Stabilität - verbundene Gruppe

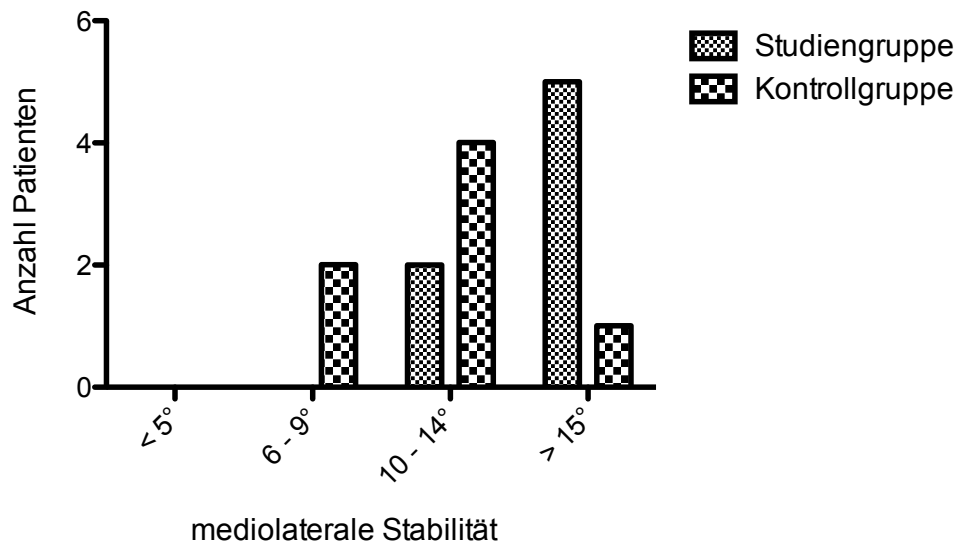


Abb.: 39 mediolaterale Bandstabilität in der verbundenen Gruppe nach erfolgter KTP-Implantation

3.7 Radiologische Auswertung

In beiden Gruppen wurden die Achsen vor und nach der KTP-Implantation gemessen. Hier war besonders die Achsabweichung vom Alignment entscheidend.

Präoperativ zeigte die Studien-Gruppe eine Varus- Valgus- Abweichung von durchschnittlich $4,22 \pm 2,74$ ($0-11$) $^\circ$ vor KTP Implantation. Die Kontroll-Gruppe zeigte größere Abweichungen von $5,30 \pm 3,57$ ($1-14$) $^\circ$ ($p=0,153$).

Nach Implantation der Knieprothese konnte sowohl in der Studien-Gruppe als auch in der Kontroll-Gruppe eine deutliche Verbesserung erfolgen. Die Studien-Gruppe lag nun bei $3,03 \pm 2,32$ ($0-10$) $^\circ$. Die Kontroll-Gruppe erzielte hier durchschnittlich $3,43 \pm 3,1$ ($0-10$) $^\circ$ ($p=0,816$).

Innerhalb der Studien-Gruppe erfolgte eine Achskorrektur von präoperativ $4,22 \pm 2,74$ ($0-11$) $^\circ$ auf $3,03 \pm 2,32$ ($0-10$) $^\circ$. Dies stellt eine signifikante Verbesserung dar ($p=0,001$). Die Kontroll-Gruppe zeigte eine Achskorrektur von präoperativen $5,30 \pm 3,57$ ($1-14$) $^\circ$ auf postoperative $3,43 \pm 3,1$ ($0-10$) $^\circ$. Dies ergibt einen signifikanten p-Wert von $p<0,001$

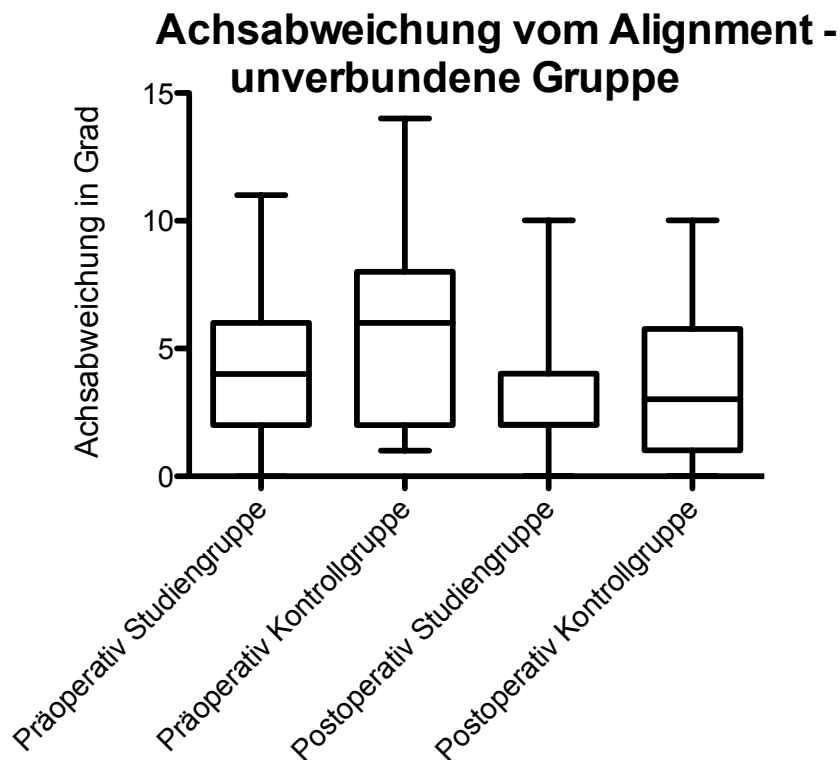


Abb. 40: Prä- und Postoperative Varus – Valgus – Abweichung von der neutralen mechanischen Beinachse in Grad innerhalb der unverbundenen Gruppe

Ebenso wurde die kleine verbundene Gruppe verglichen. Die Studienbeine dieser Patienten zeigten eine durchschnittliche Achsabweichung von $4,83 \pm 3,65$ ($0-10$)°. Die Seite ohne vorangegangener Umstellungsosteotomie betrug im Schnitt $6,42 \pm 3,55$ ($0-12$)° ($p=0,642$).

Postoperativ konnte die Achsabweichung des Studienbeines auf durchschnittlich $3,0 \pm 2,33$ ($0-7$)° verbessert werden. Eine deutliche Verbesserung zeigte auch die postoperative Auswertung der Kontrollbeine. Hier zeigte sich ein identischer Durchschnittswert von $3,0 \pm 2,33$ ($0-7$)° Valgus-Varus- Abweichung ($p=0,011$).

Innerhalb der Studiengruppe erfolgte eine Korrektur von $4,83 \pm 3,65$ ($0-10$)° auf $3,0 \pm 2,33$ ($0-7$)° ($p=0,001$). In der Kontrollgruppe konnte die Achskorrektur von $6,42 \pm 3,55$ ($0-12$)° auf $3,0 \pm 2,33$ ($0-7$)° erfolgen. Dabei zeigte sich ebenfalls eine Signifikanz ($p<0,001$).

Achsabweichung vom Alignment- verbundene Gruppe

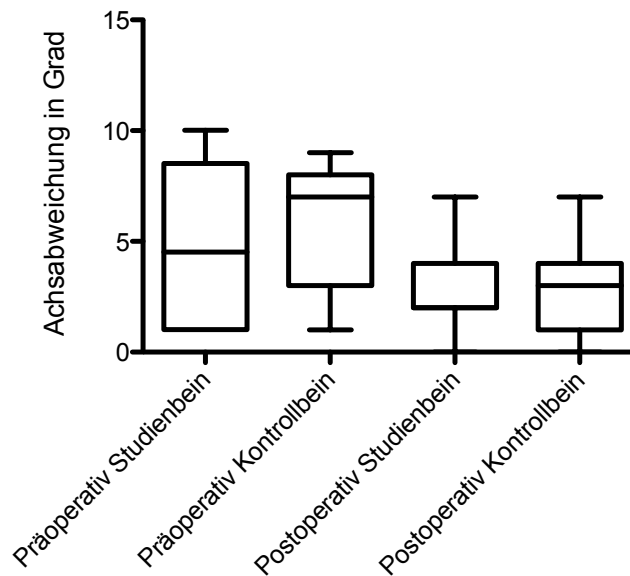


Abb. 41: Prä- und postoperative Varus – Valgus – Abweichung von der neutralen mechanischen Beinachse in Grad innerhalb der verbundenen Gruppe

Im Hinblick auf das Auftreten von Radiolucent lines zeigte sich bei 16 Patienten der Studiengruppe vor allem ein Auftreten im Bereich der medialen Tibia von 1-2mm. Im Bereich der lateralen Femurkomponente hatten 2 Patienten eine 1-2 mm sichtbare Linie.

Innerhalb der Kontrollgruppe zeigten im Bereich der medialen Tibia 12 Patienten Radiolucent lines von 1-2 mm Größe ($p=0,618$). Femoral gab es nur einen Patienten mit Lockerungssäumen von 1-2 mm ($p=0,533$).

Innerhalb der verbundenen Gruppe zeigten sich medial jeweils 2 tibiale Lockerungssäume von 1-2 mm ($p=0,611$). Femorale Radiolucent lines bestanden nicht.

Innerhalb der Studiengruppe gab es präoperativ vor der KTP Implantation keine Patella alta oder Patella baja. In der Kontrollgruppe hatten 5 Patienten eine Patella baja. Postoperativ konnten zwei Patienten der Kontrollgruppe auf

Normwerte verbessert werden. Nur noch 3 Patienten zeigten eine Patella baja. In der Studiengruppe trat postoperativ bei zwei Patienten eine Patella baja auf. Innerhalb der verbundenen Gruppe traten weder eine Patella baja noch eine Patella alta auf.

4 Diskussion

Die knienahen Umstellungsosteotomien finden vor allem bei jüngeren Patienten unter 50 Jahren mit unilateraler Gonarthrose immer mehr Anwendung. Hierbei steht vor allem die Vermeidung einer KTP-Implantation oder Verzögerung dieser im Vordergrund.

Meist entsteht aber im Laufe der Zeit eine erneute Achsfehlstellung mit wiederkehrender Gonarthrose die dann im Verlauf meist nur durch eine Implantation einer Knieendoprothese therapiert werden kann. Es gibt diesbezüglich viele Studien, die sehr unterschiedliche Ergebnisse liefern. Einige beschreiben deutlich verbesserte Beinachsen innerhalb der Studiengruppe wie zum Beispiel bei Bae et al. [5]. Andere Studien, wie die von Meding et al. [35] konnten keinen Unterschied im Outcome zwischen der Studiengruppe und der Kontrollgruppe feststellen.

In anderen Studien zeigte sich eine zunehmende Komplikationsrate. So bemerkten Karabatsos et al. und van Raaij et al. [29,48] eine Zunahme der OP-Dauer innerhalb der Studiengruppe und damit verbundene Komplikationen, wie zum Beispiel höheren Blutverlust. Innerhalb dieser Studie wurde eine längere OP-Dauer von durchschnittlich 25 Minuten erfasst. Van Raaij et al. dokumentierten ebenfalls einen erhöhten Blutverlust bei den Studienpatienten und Komplikationen wie Tuberositas-Ausriss und vermehrtes laterales Release. Längere OP-Zeiten bedeuten auch eine längere Narkosedauer. Gerade bei älteren Patienten sollte die OP- und Narkosedauer jedoch möglichst kurz gehalten werden, um Durchgangssyndrome und weitere Komplikationen zu vermeiden. Ein weiterer Punkt ist die Infektionsgefahr. Diese steigt mit der Dauer einer Operation [53]. Bei einer infizierten Endoprothese muss diese im schlimmsten Fall ausgebaut und durch einen antibiotikahaltigen Spacer ersetzt werden. Mit diesem Spacer kann der Patient das betroffene Gelenk nur sehr eingeschränkt oder gar nicht belasten. Es kommt zur eingeschränkten bis hin zur fehlenden Mobilisation und damit zu einer erhöhten Thrombose- und Emboliegefahr. Erst nach mehreren Wochen Antibiotikatherapie kann eine

Punktion, ein Abstrich und eventueller Wiedereinbau der Knieprothese erfolgen. Im Sinne einer Reduktion der Infektionsgefahr sollte deshalb neben der Hygiene auch auf eine angemessene OP-Dauer geachtet werden.

Diese Studie ist die erste Studie, die sich mit dem Outcome von Patienten nach kniegelenksnaher Umstellungsosteotomie und Implantation einer computer-navigierten Knie totalendoprothese befasst. In den vorangegangenen Studien wurde die KTP manuell implantiert. Ebenso wurden die Patienten der Kontrollgruppe individuell für die Studiengruppe im Hinblick auf das Alter zum Zeitpunkt der KTP-Implantation, das Geschlecht, dem Nachuntersuchungszeitraum und der Indikation gematched um optimale Vergleiche erzielen zu können.

Die Ergebnisse der hier angelegten Studie entsprechen in den meisten Punkten anderen Studien bezüglich dieses Themenbereiches.

Die subjektive Zufriedenheit der Patienten mit dem Kunstgelenk lieferte ähnliche Ergebnisse innerhalb der Studien- und Kontrollgruppe. 3 Patienten der Studiengruppe und 3 Patienten der Kontrollgruppe waren unzufrieden mit ihrem Kunstgelenk. Die Gründe hierfür waren vor allem anhaltende Schmerzen und die dadurch eingeschränkte Lebensqualität. Ein Patient der Studiengruppe beschrieb rezidivierende Entzündungsreaktionen des betroffenen Kniegelenks. Er berichtete über Schmerzen und Entzündungszeichen bei körperlicher Belastung. Diese waren so intensiv, dass er Bettruhe einhalten musste und seine Arbeit als Handwerker nicht mehr ausführen konnte.

Auch die verbundene Gruppe zeigte ein ähnliches Ergebnis. Erstaunlicherweise bewerteten die meisten Patienten der verbundenen Gruppe im Direktvergleich das Studienbein insgesamt als minimal schlechter als das Kontrollbein. Gründe hierfür waren Probleme vor allem bei Drehungen und gelegentliches Wegknicken des Studienbeins. Insgesamt empfanden die Patienten diese Probleme als nicht störend oder alltagseinschränkend, aber im Direktvergleich zu dem Kontrollbein fielen Ihnen diese Instabilitätszeichen auf.

Im Hinblick auf die Aktivität der Patienten gab der Aktivitätenscore nach Tegner und Lysholm Aufschluss. Es zeigten sich sehr ähnliche Ergebnisse innerhalb der Studien- und der Kontrollgruppe. Hierbei war ebenfalls wieder die verbundene Gruppe von besonderer Bedeutung, da diese Patienten einen direkten Vergleich der beiden Methoden hatten. Die Ergebnisse waren durchaus vergleichbar und auch auf Nachfrage hatte keiner der Patienten das Gefühl, dass ein Bein im Alltagsgebrauch und im Sport besser oder schlechter funktioniere.

In der klinischen Nachuntersuchung zeigte sich bei 3 Patienten der Studiengruppe inspektorisch eine deutliche Valgusdeformität, bei einem weiteren eine Varusdeformität. Diese Patienten klagten auch über persistierende Schmerzen. Innerhalb der Kontrollgruppe war nur eine Valgusdeformität sichtbar, alle anderen Patienten zeigten inspektorisch eine anatomische Beinachse. Bei Bonutti et al. [11] zeigte sich ein ähnliches Bild. Auch hier konnte kein signifikanter Zusammenhang festgestellt werden.

Bereits während der klinischen Nachuntersuchung konnte eine deutliche ligamentäre Instabilität innerhalb der Studiengruppe bemerkt werden. Sagittal näherten sich die Studien- und Kontrollgruppe mit 7 bzw. 10 zweitgradig und je einem drittgradig instabilen Patienten an.

Ein signifikanter Unterschied wurde bei Testung der mediolateralen Stabilität deutlich. Hier waren nur 3 Studienpatienten stabil mit einer Abweichung von unter 5° . In der Kontrollgruppe waren 14 Patienten stabil. 1 Patient der Studiengruppe wies eine erstgradige Instabilität mit einer Abweichung von $6-9^\circ$. In der Kontrollgruppe waren 9 Patientenbeine erstgradig aufklappbar. 12 Patienten der Studiengruppe wiesen eine zweitgradige ($10-24^\circ$), 13 sogar eine drittgradige ($>15^\circ$) Instabilität auf. In der Kontrollgruppe waren nur 5 Patienten zweitgradig und einer drittgradig instabil. Ursache hierfür ist die vermehrte Dehnung der Seitenbänder bei der Umstellungsosteotomie. Durch Aufspreizen (open wedge) des Knochens entsteht eine große Zuglast auf das ipsilaterale Ligament. Bei dem Schließen eines Knochenspaltes (closed-wedge) kommt

eine Zuglast auf das kontralaterale Ligament. In beiden Fällen kann das nun überbeanspruchte Ligament insuffizient werden. Dieses Ergebnis korreliert mit dem Ergebnis von anderen Studien wie zum Beispiel Nelson et al., Karabatsos et al. und Noda et al. [29,35,36]. Auch in diesen Studien zeigte sich eine deutliche ligamentäre Instabilität innerhalb der Studiengruppe, allerdings konnte hier keine statistische Signifikanz gezeigt werden. Subjektiv fühlten die betroffenen Patienten keine Instabilität. Erst bei genauerer Nachfrage beschrieben alle ein gelegentliches Wegknicken des betroffenen Beines. Zu Stürzen oder Rupturen des Bandapparats kam es jedoch nur bei einem Patienten.

In unserer Studie wurde die ligamentäre Stabilität allerdings nur klinisch gemessen. Für eine objektivere Befundung der sagittalen Bandstabilität wäre beispielsweise die Anwendung eines Rolimeters besser geeignet gewesen. Hierbei wird eine Messvorrichtung oberhalb des Sprunggelenks angebracht und die obere Spitze des Gerätes an den unteren Patellapol gelegt. Nun kann der Lachmann-Test durchgeführt werden. Bei Beweglichkeit der Tibia aufgrund sagittaler Instabilität kann die Abweichung in mm abgelesen werden. Ähnliche Ergebnisse liefern auch der TK-1000 oder der Knee Laxity Test.

In den anderen vergleichbaren Studien wurde die ligamentäre Instabilität ebenfalls mittels klinischer Untersuchung getestet. Die Einteilung der Instabilitätsgrade entsprach bei Karabatsos et al. [29], van Raaij et al. [48] denselben Werten wie in unserer Studie. Die Einteilung richtet sich nach den Vorgaben des Knee Society Scores. Beide beschrieben eine deutliche ligamentäre Instabilität, die allerdings keine Signifikanz erzielen konnte. Bei Karabatsos war ein Patient der Studiengruppe permanent auf eine Schiene angewiesen, um ein Wegknicken zu vermeiden.

Ein Beispiel für die ligamentäre Instabilität zeigte eine 48 jährige Patientin, die bei medialer Gonarthrose tibial umgestellt wurde. Retrospektiv beschrieb sie eine Reduktion der Schmerzen, jedoch keine Schmerzfreiheit. Nach 69 Monaten und progredienten arthrotischen Beschwerden und Instabilitätsgefühl

erfolgte die Implantation einer computer-navigierten Knie totalendoprothese. Die Beinachse war seit der Umstellungsosteotomie unverändert bei 1° Varus. Die KTP-Implantation erfolgte komplikationslos innerhalb von 99 Minuten. Die Achse wurde auf 0° Valgus eingestellt. Die Wundheilung gestaltete sich problemlos. Seit Implantation der KTP war die Patientin schmerzfrei. Die Beweglichkeit war mit Ext-Flex 0-0-120° gut. Einschränkungen im Alltag bestanden nicht. Bei drittgradiger mediolateraler Instabilität bemerkte sie lediglich ein gelegentliches Wegknicken des Knies.

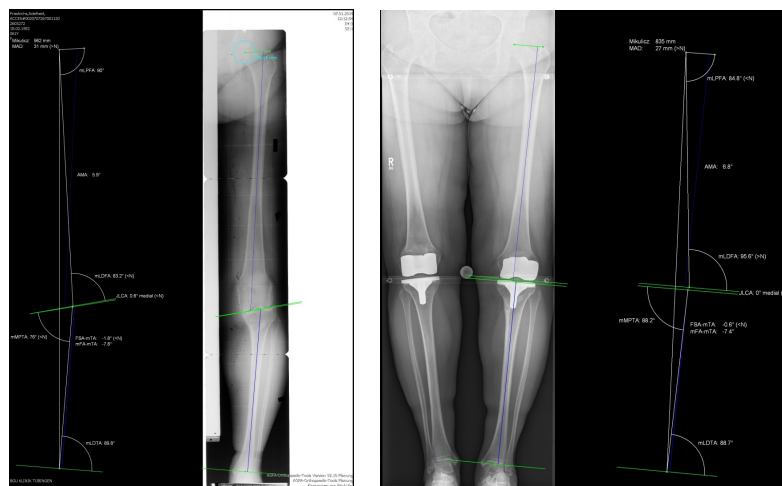


Abb. 42: Ganzbeinstandaufnahme vor und nach KTP- Implantation

Bei einem Vergleich zu einer Patientin der Kontrollgruppe mit primär navigiert implantierter Knie totalendoprothese zeigte diese eine deutlich stabilere ligamentäre Situation.

Sie bekam im Alter von 57 Jahren bei arthrossetypischen Beschwerden und einer Achsfehlstellung von 7° Varus eine computer-navigierte KTP implantiert. Eine Umstellungsosteotomie erfolgte nicht. Intraoperativ zeigte sich ein regelrechter Verlauf mit einer OP-Dauer von 103 Minuten. Postoperativ traten keine Komplikationen auf. Die Patientin ist bis heute schmerzfrei, ligamentäre Instabilitäten bestehen nicht. Die aktuelle Beinachse beträgt 3° Varus.

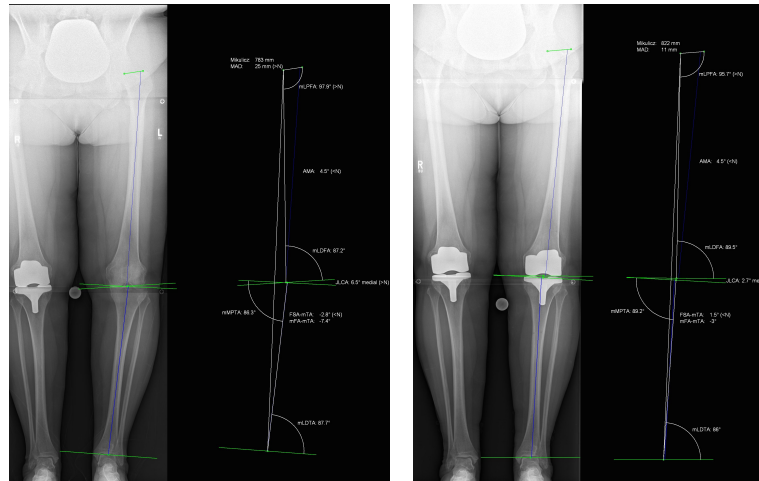


Abb. 43: Ganzbeinstandaufnahme prä- und postoperativ nach navigierter KTP bei Varusgonarthrose.

Diese Beispiele zeigen exemplarisch, dass in unserem Studienkollektiv die Umstellungsosteotomie auf Kosten der ligamentären Stabilität erfolgte, vor allem im mediolateralen Bereich. Objektiv zeigte sich in diesen Beispielen eine deutlich instabilere ligamentäre Situation innerhalb der Studiengruppe. Subjektiv verneinte Patientin 1, wie die meisten Patienten der Studiengruppe ein Instabilitätsgefühl.

Ein weiterer Patient der Studiengruppe wurde im Alter von 50 Jahren bei medialer Gonarthrose tibial mittels open wedge umgestellt. Er hatte starke Belastungsschmerzen und zunehmend auftretende Ruheschmerzen. Nach erfolgter Umstellungsosteotomie und komplikationsfreier Wundheilung waren die Schmerzen wenige Wochen bezüglich der Intensität reduziert. Danach kam es wieder zur Progression der Schmerzen und auch die Beinachse variierte sich wieder leicht (4° Varus).

Nach 35 Monaten folgte die Entscheidung zur Implantation einer navigierten Knie totalendoprothese. Intraoperativ zeigte sich eine OP-Dauer von 136 Minuten, bei instabilem Ligamentum collaterale mediale. Die Beinachse konnte hierbei auf 1° Varus begründet werden.

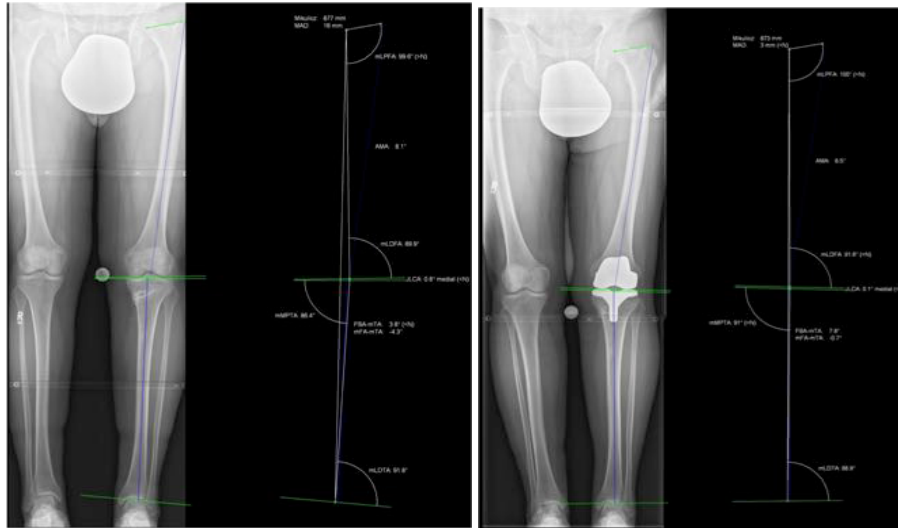


Abb. 44: Ganzbeinaufnahme nach erfolgter Umstellungsosteotomie und nach Implantation einer navigierten KTP.

Nach komplikationsfreiem Verlauf und abgeschlossener Wundheilung klagte er jedoch weiterhin über starke Schmerzen im Bereich des medialen Gelenkspaltes. Aufgrund der schmerzbedingten Schonhaltung reduzierte sich auch die Kniegelenksbeweglichkeit von Extension-Flexion 0-0-120° auf 0-0-100°.

Außerdem knickte ihm das Knie aufgrund des instabilen Innenbandes immer wieder weg. Dies hatte auch mehrere Stürze zur Folge. Schließlich musste ihm eine achsgeführte Knieendoprothese implantiert werden, um die Schmerz- und instabile Situation zu beherrschen.

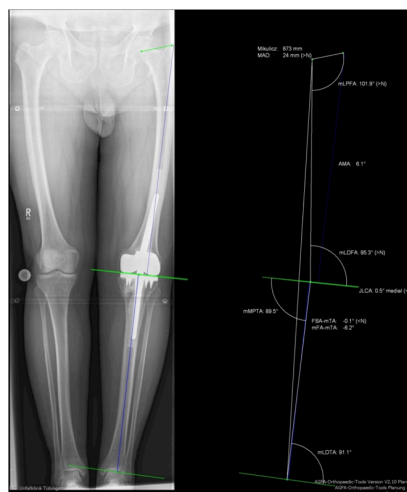


Abb. 45: Implantation einer achsgeführten KTP nach Oberflächenersatz

Diesen Unterschied bezüglich der ligamentären Instabilität bemerkten auch die Patienten der verbundenen Gruppe. Während die sagittale Stabilität subjektiv als gleichwertig beschrieben wurde, zeigten die Knie mediolateral deutliche Unterschiede. 5 Patienten waren drittgradig instabil, während das Bein der Gegenseite einmal erstgradig und viermal zweitgradig instabil war. Die Patienten bemerkten zwar objektiv eine größere Instabilität des Beines mit der vorangegangenen Umstellungsosteotomie, subjektiv störte es sie jedoch im Alltag nur selten.

Die signifikanten Ergebnisse bezüglich der Instabilität sind wie bereits oben beschrieben subjektive Untersuchungsbefunde. Für objektivere Verfahren müssten hier maschinelle Methoden wie das Rolimeter eingesetzt werden. Trotzdem stellt sich bei der signifikanten Instabilität auch die Frage nach einer großzügigeren Indikation für den Einsatz achsgeführter Knie totalendoprothesen. Von Vorteil wäre die Vermeidung einer instabilen Situation durch die mechanische Koppelung von Femurschild und Tibiaplateau. Allerdings ist ein achsgeführtes Modell ein durchaus größeres Modell, das eine tiefere Verankerung in Tibia und Femur bedingt. Im Falle von Lockerungen des Femurschildes oder Tibiaplateaus würden schnell chirurgische Grenzen erreicht werden.

Im Falle einer Lockerung der Oberflächenersatzprothese können längere Ersatzprothesen oder eben ein achsgeführtes Modell benutzt werden. Ein großzügiger Einsatz von achsgeführten Oberflächenersatzprothesen als primäre Lösung muss deshalb sehr kritisch diskutiert werden, vor allem weil die betroffenen Studienpatienten trotz klinischer Instabilität das Knie als stabil empfanden. Van Raaij et al. [48] wählten die Prothesenmodelle entsprechend der intraoperativen Bandsituation. So wurde bei einem Patienten ein Modell gewählt, das eine Insuffizienz des hinteren Kreuzbandes ausgeglichen hat. Doch auch trotz dieser Anpassung konnten die ligamentären Instabilitäten der Studiengruppe nicht an die niedrigere Zahl innerhalb der Kontrollgruppe angeglichen werden.

Die Studiengruppe erreichte im Teilbereich Sport des Knee injury and Osteoarthritis Outcome Scores bessere Werte als die Kontrollgruppe. Ein signifikanter Unterschied bestand nicht. Hierzu zählten Fragen nach Schwierigkeiten in die Hocke zu gehen, zu hüpfen, zu rennen, sich im Knie zu drehen und sich hinzuknien. Die Studiengruppe war hierbei deutlich aktiver als die Kontrollgruppe. Die meisten Patienten der Kontrollgruppe haben seit ihrer KTP Implantation noch nie versucht sich hinzuknien oder zu hüpfen. Sie wollten keine Bewegungen machen, die eventuell der Prothese schaden könnten. Die Patienten der Studiengruppe zeigten sich aufgrund der 2. Operation des betreffenden Kniegelenkes deutlich entspannter und mutiger. Viele sagten, sie müssen das Knie jetzt optimal ausnutzen, da die vorherige Umstellungsosteotomie nie zur kompletten Schmerzreduktion führte und somit eine kontinuierliche Einschränkung der Lebensqualität bestand. Seit der Implantation der KTP sind die meisten Patienten komplett schmerzfrei und versuchen nun alle Aktivitäten, auf die in den letzten Jahren verzichtet werden musste, nachzuholen.

Innerhalb der verbundenen Gruppe zeigte sich ein besseres Ergebnis für das Kontrollbein im Bereich der Aktivitäten des alltäglichen Lebens. Dies ist vermutlich dadurch bedingt dass die Patienten beide Beine im Vergleich betrachteten und aufgrund der ausgeprägteren ligamentären Instabilität des Studienbeines gerade beim Treppensteigen und beim Einsteigen in ein Auto das Kontrollbein als belastbarer einschätzten.

Dieses Ergebnis korreliert auch mit den anderen Studien, wie Meding et al. [33] und Karabatsos et al.[29], die ebenso keinen signifikanten Unterschied aber bessere Ergebnisse der Kontrollgruppe zeigten.

Ein deutlicher, aber nicht signifikanter Unterschied zwischen Kontroll- und Studiengruppe bestand im Knee Society Score. Die Studiengruppe erreichte nur 67,75 von 100 Punkten. Das stellt ein mittelmäßiges Ergebnis dar. Die Kontrollgruppe erzielte ein gutes Ergebnis mit durchschnittlich 72,78 Punkten. Im Funktions-Score und im Gesamt-Score unterschieden sich die beiden Gruppen nicht. Dies ist dadurch bedingt, dass der Knie-Score auch objektive

Punkte wie Bandstabilität beinhaltet. Die Bandstabilität der Studiengruppe war deutlich schlechter als in der Kontrollgruppe, was zu diesem Teilergebnis führte. Da der Funktions-Score nur subjektive Fragestellungen beinhaltet nähern sich hier beide Gruppen wieder an.

Radiologisch wurden die Röntgenbilder vor und nach der KTP-Implantation verglichen. Eine genauere radiologische Auswertung war aufgrund vieler fehlender Röntgenbilder von vor und nach den Umstellungsosteotomien leider nicht möglich. Bilder die nach 2007 entstanden wurden digital abgespeichert, alle früheren Aufnahmen mussten im Röntgenarchiv und zum Teil von anderen Kliniken zusammengetragen werden. Aufgrund von fehlenden Voraufnahmen konnte die radiologische Auswertung nur mit Röntgenbilder von vor und nach der KTP-Implantation erfolgen. Hierbei zeigte sich präoperativ vor KTP-Implantation eine größere Abweichung vom Alignment der Kontrollgruppe im Vergleich zur Studiengruppe. Dies ist durch die vorangegangene Achsbegradigung zu erklären.

Postoperativ war die Abweichung vom Alignment der Kontrollgruppe ($p < 0,001$) nur minimal größer als bei der Studiengruppe ($p = 0,001$).

Innerhalb der verbundenen Gruppe konnte präoperativ eine deutlich ausgeprägtere Achsabweichung der Kontrollgruppe gezeigt werden.

Postoperativ konnte eine im Mittel identische Achse gemessen werden.

So ergab sich sowohl innerhalb der Studiengruppe eine signifikante Achsverbesserung von $p = 0,011$ als auch innerhalb der Kontrollgruppe $p < 0,001$.

Hier zeigt sich ein deutlicher Unterschied im Vergleich zu anderen Studien, die eine manuelle KTP-Implantation nach kniegelenksnaher

Umstellungsosteotomie durchführten. Bei van Raaij et al. [48] erreichte die

Studiengruppe im Schnitt eine Abweichung vom Alignment um ca $5,0^\circ$ ($-4 - 14^\circ$), die Kontrollgruppe erreichte Werte um 6° ($-4 - 9^\circ$). In unserer Studie

konnte die Studiengruppe dank navigations-gestützter KTP-Implantation Werte von $3,03^\circ \pm 2,32$ ($0-10^\circ$) erreichen. In der Kontrollgruppe lag die Abweichung

vom Alignment bei $3,43 \pm 3,1$ ($0-10^\circ$). Hier zeigt sich eine deutliche

Verbesserung der Beinachse mittels der navigierten KTP-Implantation.

Auffallend war das Auftreten der Radiolucent lines im medialen Bereich der Tibia. 16 Patienten der Studiengruppe und 12 Patienten der Kontrollgruppe hatten 1-2mm große Radiolucent lines. Dies ist interessanterweise auch deutlich häufiger als bei der manuell implantierten Knie totalendoprothese in der Studie von Efe et al. [16]. Von den 41 Studienpatienten zeigten nur 10 femoral dezente Radiolucent lines, und 5 weitere tibial. In der Kontrollgruppe, die ebenfalls 41 Patienten umfasste zeigten nur 6 Patienten femorale und 5 tibiale Radiolucent lines.

Durch die Gonarthrose kommt es zur Abnutzung des medialen Meniskus und Knorpel bis schließlich tibiale und femorale Anteile aufeinander reiben. Aufgrund dieser Reibemechanismen kommt es zu Umbauprozessen im Knochen. Der Knochen nutzt sich ab, wird härter und ebonisiert schließlich. Die trabekuläre Struktur wird so verdichtet. Bei Implantation einer Knie totalendoprothese kann der Zement nicht so dicht in die spongiösen Trabekel eindringen. Dies könnte eine mögliche Erklärung für die Radiolucent lines sein. Da die meisten Patienten an einer medialen Gonarthrose litten, zeigten sich die Radiolucent lines ebenfalls medial, als Folge der medialen Umbauprozesse.

Eine vermehrte Anzahl der medialen Radiolucent lines innerhalb der Studiengruppe könnte auch als Folge der Umstellungsosteotomie zu deuten sein. Bei medialen Operationszugängen kommt es durch den Eingriff zur Knochenheilung. Dieser wird aufgrund des neu gebildeten Knochens ebenfalls härter und dichter. Ein Einbringen der Knie totalendoprothese ist möglich, der Zement könnte sich aber anhand der verdickten Tabekelstruktur nicht gleichermaßen verankern, was zu Auftreten von Radiolucent lines führen könnte.

Abschließend wurde jedem Patienten der Studiengruppe die Frage gestellt, ob er noch einmal eine Umstellungsosteotomie machen lassen würde. Alle Patienten der Studiengruppe verneinten dies sofort. Diese Frage wurde in anderen Studien nie gestellt, aufgrund des eindeutigen Ergebnisses wurde sie hier aufgenommen.

Die Entscheidung zur knienahen Umstellungsosteotomie und gegen eine Knie totalendoprothese hatte für alle Studienpatienten dieselben Gründe. Eine Prothese bedeutete für die meisten Patienten eine große Operation und die Vorstellung ein künstliches Gelenk zu besitzen erschreckte sehr viele. Die Umstellungsosteotomie interpretierten fast alle Patienten als die „harmlosere“ Operation. Diese Einschätzung korrelierte nach Angaben der Patienten erstaunlicherweise nicht mit der Aufklärung über den Ablauf der Operation sondern allein mit der Größe des Hautschnittes.

Im Rückblick berichteten alle Patienten von einer extrem langen Rehabilitationsphase nach Umstellungsosteotomie, die trotz erfolgter Aufklärung der Patienten als unverhältnismäßig lang eingeschätzt wurde. So kam es vor allem aufgrund der 6 wöchigen Entlastung des betroffenen Beines zu deutlichen Einschränkungen im beruflichen und privaten Umfeld. Bei 2 Patienten erfolgte ein Débridement bei Infektverlauf. Die Rehabilitationsphase mit Entlastung verlängerte sich dadurch noch einmal um 2 Wochen. Eine Schmerzverbesserung konnten alle Patienten bestätigen. Eine komplette Schmerzreduktion beschrieb allerdings kein Patient.

Nach Implantation der Oberflächenersatzprothese beschrieben alle Patienten der Studiengruppe eine sehr große Zufriedenheit. Sie konnten nach eigenen Angaben von Tag zu Tag immer deutlichere Erfolge sehen. Die Beweglichkeit wurde verbessert, die Schmerzen verschwanden nach abgeschlossener Wundheilung komplett und die Patienten konnten erstmals wieder Tätigkeiten wie zum Beispiel Fahrrad fahren oder wandern durchführen, die bis dahin unmöglich waren.

Efe et al. [16] beschrieben eindrücklich die vermehrten postoperativen Komplikationen innerhalb der Studiengruppe nach KTP-Implantation. Während es innerhalb der Kontrollgruppe zwei oberflächliche Infektionen gab, die gut mit Antibiotika therapiert werden konnten, zeigten sich innerhalb der Studiengruppe bei 4 Patienten Hautnekrosen, die eine operative Revision nötig machten. 2 weitere Patienten der Studiengruppe zeigten deutliche Einschränkungen der Beweglichkeit, die nur mit einer Narkosemobilisation beseitigt werden konnte.

Ein weiterer Patient entwickelte im Verlauf eine tiefe Beinvenenthrombose, ein anderer ebenfalls eine oberflächliche Infektion.

Van Raaij et al. [48] beschrieben ebenfalls endgradige Einschränkungen der Beweglichkeit innerhalb der Studiengruppe.

Gründe für diese Komplikationen können die verlängerten OP-Dauer und die technisch anspruchsvollere und aufwendigere Operation sein, mit eventuell längerer Immobilisation.

5 Zusammenfassung:

In einer matched-pair Studie wurden 51 Patienten mit insgesamt 58 intervenierten Beinen für eine Outcome-Analyse nach KTP- Implantation mit vorangegangener kniegelenksnaher Umstellungsosteotomie im Vergleich zu primär implantierten navigierten Knie totalendoprothese an der BG Unfallklinik in Tübingen untersucht.

Insgesamt wurden 25 Patienten der Studiengruppe, wovon 4 eine Umstellungsosteotomie und KTP-Implantation beidseits hatten mit 26 Patienten der Kontrollgruppe und 3 Patienten der Studiengruppe, welche am anderen Bein mit einer normalen KTP versorgt wurden verglichen.

7 Patienten der Studiengruppe wurden an einem Bein mit einer kniegelenksnahen Umstellungsosteotomie und anschließender KTP versorgt und am anderen Bein primär mit einer KTP. Diese 7 Patienten wurden zudem als verbundene Gruppe miteinander verglichen.

Der Zeitraum zwischen der Umstellungsosteotomie und der KTP-Implantation, das Alter bei KTP-Implantation und der Nachuntersuchungszeitraum wurden innerhalb der Studiengruppe und der Kontrollgruppe miteinander abgeglichen und gematched.

Die Untersuchungsergebnisse zeigten sehr ähnliche Ergebnisse. Sowohl die Ergebnisse des KSS, Oxford Knee Score, KOOS, Tegner-Lysholm, radiologische Outcome und die allgemeine Zufriedenheit der Patienten zeigte keinen signifikanten Unterschied in der verbundenen (7 Patienten mit Umstellungsosteotomie und KTP an einem Bein und alleiniger KTP am anderen Bein) oder unverbundenen (Studiengruppe vs. Kontrollgruppe) Gruppe. Auch die Nachuntersuchung beider Gruppen zeigte ähnliche Ergebnisse, mit Ausnahme der mediolateralen Bandstabilität. Hierbei zeigte sich ein signifikanter Unterschied.

Innerhalb der Studiengruppe waren 13 Beine mediolateral drittgradig instabil mit einer Abweichung von über 15° , in der Kontrollgruppe nur einer ($p < 0,001$). Auch in der verbundenen Gruppe zeigte sich ein ähnliches Resultat. Hier waren 5 der 7 Studienbeine drittgradig instabil, bei den Kontrollbeinen war nur eines derart instabil ($p = 0,001$). Interessanterweise empfanden die Patienten das klinisch instabile Bein subjektiv als stabil. Erst auf gezielte Nachfrage beschrieben sie ein gelegentliches Wegknicken des betroffenen Beines und sogar Stürze.

Auf die Frage, ob die Patienten noch einmal eine kniegelenksnahe Umstellungsosteotomie durchführen lassen würden, antworteten alle mit nein.

Insgesamt sollte die Durchführung der kniegelenksnahen Umstellungsosteotomie individuell bedacht und gut geplant werden. Auch im Hinblick auf eine eventuell nachfolgende Implantation der Knie totalendoprothese sollten bezüglich der ligamentären Stabilität Überkorrekturen unbedingt vermieden werden. Längere OP-Zeiten sollten aufgrund von Komplikationen wie einer steigenden Infektionsgefahr, Durchgangssyndrome und vermehrter Blutverlust vermieden werden.

III Literaturverzeichnis

- [1] Aesculap-a.B.Braun company; Aesculap Columbus, Knieendoprothesen-System, Prospekt Nr: 025401 1110/0,5/4
- [2] Aesculap-a.B.Braun company; Aesculap OrthoPilot, OrthoPilot KneeSuite-TKA, Primärversorgung mit e.motion, Columbus, VEGA System
Prospekt Nr: 046701 08/3/0,5/1
- [3] Akasaki, Y., et al. (2009). "Total knee arthroplasty following failed high tibial osteotomy: mid-term comparison of posterior cruciate-retaining versus posterior stabilized prosthesis." *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 17(7): 795-799.
- [4] Amendola, L., et al. (2010). "Knee joint arthroplasty after tibial osteotomy." *Int Orthop* 34(2): 289-295.
- [5] Bae DK, Song SJ, Yoon KH. Total knee arthroplasty following closed wedge high tibial osteotomy. *Int Orthop* 2010; 34 283-7
- [6] Bathis, H., et al. (2004). "Flexion gap configuration in total knee arthroplasty following high tibial osteotomy." *Int Orthop* 28(6): 366-369.
- [7] Bertsch C, Holz U, Konrad G, et al. [Early clinical outcome after navigated total knee arthroplasty. Comparison with conventional implantation in TKA: a controlled and prospective analysis]. *Orthopade* 2007; 36 739-45
- [8] Benninghoff A., Drenckhahn D. (2004) *Anatomie*. Berlin: Urban & Fischer
- [9] Blauth W, Hassenpflug J. [Hinge endoprosthesis of the knee joint. Long-term results based on the Blauth prosthesis]. *Orthopade* 1991; 20 206-15
- [10] Boecker W., Denk H., Heitz P. (2004) *Pathologie*, 3.Auflage. München: Urban & Fischer 1069-1070
- [11] Bonutti PM, Dethmers D, Ulrich SD, et al. Computer navigation-assisted versus minimally invasive TKA: benefits and drawbacks. *Clin Orthop Relat Res* 2008; 466 2756-62
- [12] Brin YS, Nikolaou VS, Joseph L, et al. Imageless computer assisted versus conventional total knee replacement. A Bayesian meta-analysis of 23 comparative studies. *Int Orthop* 2011; 35 331-9
- [13] Callaghan JJ, Liu SS, Warth LC. Computer-assisted surgery: a wine before its time: in the affirmative. *J Arthroplasty* 2006; 21 27-8
- [14] Carr AJ, Morris RW, Murray DW, Pynsent PB. Survival analysis in joint replacement surgery. *J Bone Joint Surg Br* 1993; 75 178-82
- [15] Cerha O, Kirschner S, Gunther KP, Lutzner J. [Cost analysis for navigation in knee endoprosthetics]. *Orthopade* 2009; 38 1235-40

- [16] Efe T, Heyse TJ, Boese C, et al. TKA following high tibial osteotomy versus primary TKA--a matched pair analysis. *BMC Musculoskelet Disord* 2010; 11 207
- [17] Farfalli, L. A., et al. (2012). "Complications in total knee arthroplasty after high tibial osteotomy." *Orthopedics* 35(4): e464-468.
- [18] Fehring TK, Mason JB, Moskal J, et al. When computer-assisted knee replacement is the best alternative. *Clin Orthop Relat Res* 2006; 452 132-6
- [19] Fehring TK, Odum S, Griffin WL, et al. Early failures in total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 2001 315-8.
- [20] Franklin J, Malchau H. Risk factors for periprosthetic femoral fracture. *Injury* 2007; 38 655-60.
- [21] Freiling D, Lobenhoffer P; die varisierende Closed-Wedge-Osteotomie am distalen Femur zur Behandlung der unikompartimentalen lateralen Arthrose am Kniegelenk; *Oper Orthop Traumatol* 2010 Nr.3, Urban & Vogel, S. 317-334
- [22] Frey P, Munzinger U; Modifizierte zuklappende tibiale Valgisationsosteotomie nach Weber; *Oper Orthop Traumatol* 2008 Nr.1, Urban & Vogel, S.75-88
- [23] Galla M, Lobenhoffer P. High Tibial Open Wedge Valgus Osteotomy Stabilized with the TomoFix Plate Fixateur; *Operat Orthop Traumatol* 2004 Nr. 4, Urban & Vogel S. 397-417
- [24] Haaker RG, Stockheim M, Kamp M, et al. Computer-assisted navigation increases precision of component placement in total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 2005 152-9
- [25] Imhoff A., Linke R., Baumgartner R., *Checkliste Orthopädie 2.Auflage*. Georg Thieme Verlag Stuttgart (2010), 553-557
- [26] Jenny JY, Miehke RK, Giurea A. Learning curve in navigated total knee replacement. A multi- centre study comparing experienced and beginner centres. *Knee* 2008; 15 80-4
- [27] Kalairajah Y, Simpson D, Cossey AJ, et al. Blood loss after total knee replacement: effects of computer-assisted surgery. *J Bone Joint Surg Br* 2005; 87 1480-2
- [28] Kamat YD, Aurakzai KM, Adhikari AR, et al. Does computer navigation in total knee arthroplasty improve patient outcome at midterm follow-up? *Int Orthop* 2009; 33 1567-70
- [29] Karabatsos, B., et al. (2002). "Functional outcome of total knee arthroplasty after high tibial osteotomy." *Can J Surg* 45(2): 116-119.

- [30] Kazakos, K. J., et al. (2008). "Mid-term results of total knee arthroplasty after high tibial osteotomy." *Arch Orthop Trauma Surg* 128(2): 167-173.
- [31] Konig DP, Michael JW, Eysel P, et al. [Computer-assisted joint replacement surgery. Financial and clinical impact for a specialised orthopaedic hospital]. *Z Orthop Unfall* 2009; 147 669-74
- [32] Kosashvili, Y., et al. (2011). "Total knee arthroplasty after failed distal femoral varus osteotomy using selectively stemmed posterior stabilized components." *J Arthroplasty* 26(5): 738-743.
- [33] Meding, J. B., et al. (2011). "Does high tibial osteotomy affect the success or survival of a total knee replacement?" *Clin Orthop Relat Res* 469(7): 1991-1994.
- [34] Michael, J. W., et al. (2009) "The Epidemiology, Etiology, Diagnosis and Treatment of Osteoarthritis of the Knee; *Dtsch Arztebl Int* 2010; 107(9): 152-62; DOI: 10.3238/arztebl.2010.0152
- [35] Nelson, C. L., et al. (2003). "Total knee arthroplasty after varus osteotomy of the distal part of the femur." *J Bone Joint Surg Am* 85-A(6): 1062-1065.
- [36] Noda, T., et al. (2000). "Clinico-radiological study of total knee arthroplasty after high tibial osteotomy." *J Orthop Sci* 5(1): 25-36.
- [37] Novak EJ, Silverstein MD, Bozic KJ. The cost-effectiveness of computer-assisted navigation in total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 2007; 89 2389-97
- [38] Orban H, Mares E, Dragusanu M, Stan G. Total knee arthroplasty following high tibial osteotomy - a radiological evaluation. *Maedica (Buchar)* 2011; 6 23-7
- [39] Piedade, S. R., et al. (2012). "TKA outcomes after prior bone and soft tissue knee surgery." *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.*
- [40] Pollard H, Ward G, Hoskins W, Hardy K: The effect of a manual therapy knee protocol on osteoarthritis knee pain: a randomised controlled trial. *J Can Chiropr Assoc* 2008; 52: 229–42.
- [41] Rand JA, Ilstrup DM. Survivorship analysis of total knee arthroplasty. Cumulative rates of survival of 9200 total knee arthroplasties. *J Bone Joint Surg Am* 1991; 73 397-409
- [42] Robertsson O, Ranstam J, Lidgren L. Variation in outcome and ranking of hospitals: an analysis from the Swedish knee arthroplasty register. *Acta Orthop* 2006; 77 487-93
- [43] Schiebler, T.; *Anatomie-Histologie, Entwicklungsgeschichte, makroskopische und mikroskopische Anatomie, Topographie*. Springer-Verlag, 9. Auflage 2004, S.330-S.337

[44] Schwitalle M, Salzmann G, Eckardt A, Heine J. [Late outcome after implantation of the PFC modular knee system]. Z Orthop Ihre Grenzgeb 2001; 139 102-8

[45] Steckel H, Klinger HM, Baums MH, Schultz W. [Long-term results of the Blauth knee prosthesis--current status of hinged knee prostheses]. Z Orthop Ihre Grenzgeb 2005; 143 30-5

[46] Thorwesten L.: Veränderungen ausgewählter ganganalytischer Parameter in der Rehabilitation operativ versorgter Kreuzbandläsionen. Dissertation Deutsche Sporthochschule Köln (2000) (12.Mai 2014 14:55 Uhr)

[47] Tingart M, Luring C, Bathis H, et al. Computer-assisted total knee arthroplasty versus the conventional technique: how precise is navigation in clinical routine? Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2008; 16 44-50

[48] van Raaij, T. M., et al. (2007). "The effect of high tibial osteotomy on the results of total knee arthroplasty: a matched case control study." BMC Musculoskelet Disord 8: 74.

[49] Wagner, M; The supracondylar Femur Osteotomy for the Correction of a Genu Valgum; Operat Orthop Traumatol 2003, Nr 4, Urban & Vogel S.387-401

[50] Weng YJ, Hsu RW, Hsu WH. Comparison of computer-assisted navigation and conventional instrumentation for bilateral total knee arthroplasty. J Arthroplasty 2009; 24 668-73

[51] Wilson, A. J., et al. (2012). "TKA after clamshell osteotomy for femoral diaphyseal malunion." Orthopedics 35(6): e969-972.

Internetseiten:

[52] <http://gesundheit-zahlen-daten-fakten.blogspot.de/2011/12/endoprothesen-wie-viele-deutsche.html> 11.11.2013, 15:10Uhr

[53] https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Krankenhaushygiene/Kommission/Downloads/Empf_postopWI.pdf?__blob=publicationFile, 02.08.2015, 08:04

IV Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Knie von medial mit Menisken.....	2
Abb. 2: Bewegungslimitierung durch die ligamentäre Strukturen im Kniegelenk.....	4
Abb. 3: varisierende Umstellungsosteotomie mittels closed wedge Technik unter Verwendung einer winkelstabilen Platte (LCP-L Platte ®).....	15
Abb. 4: valgisierende Umstellungsosteotomie in open wedge Technik mit Stabilisierung mittels winkelstabiler Platte (Tomofix®).....	16
Abb. 5: varisierende Umstellungsosteotomie in closed wedge Technik unter Verwendung einer winkelstabilen Platte (Tomofix®).....	17
Abb. 6: varisierende Umstellungsosteotomie in open wedge Technik und Fixation mittels Plattenosteosynthese, mit Einbringung eines Keramikkchells.....	18
Abb. 7: Orthopilot® der Firma Aesculap®.....	20
Abb. 8: Implantation der tibialen und femoralen Sonden, Messung vor Einbringen der Sägelehre mittels Pointer.....	21
Abb. 9: Ausmessen des Gelenkspaltes in Extension.....	23
Abb. 10: Insall-Salvati-Index.....	28
Abb. 11: Einteilung der Radiolucent Lines.....	29
Abb. 12: Patientenzufriedenheit nach KTP-Implantation (ohne und mit vorangegangener kniegelenksnaher Umstellungsosteotomie) – unverbundene Gruppe.....	32
Abb. 13: Patientenzufriedenheit nach KTP-Implantation – verbundene Gruppe (7 Patientenbeine).....	33
Abb. 14: Ergebnisse Oxford Knee Score nach KTP-Implantation – unverbundene Gruppe (je 29 Beine).....	34
Abb. 15: Ergebnisse Oxford Knee Score nach KTP-Implantation – verbundene Gruppe.....	35
Abb. 16: Aktivitätsscore nach Tegner und Lysholm – unverbundene Gruppe.....	36
Abb. 17: Aktivitätsscore nach Tegner und Lysholm – verbundene Gruppe.....	37
Abb. 18: Ergebnis Knie-Score (Knee Society Score) nach KTP-Implantation – unverbundene Gruppe.....	38
Abb. 19: Ergebnis Funktions-Score (Knee Society Score) nach KTP-Implantation – unverbundene Gruppe.....	39

Abb. 20: Ergebnis Knee Society Score – unverbundene Gruppe.....	40
Abb. 21: Ergebnis Knie-Score (Knee Society Score) – verbundene Gruppe.....	41
Abb. 22: Ergebnis Funktions-Score (Knee Society Score) – verbundene Gruppe.....	41
Abb. 23: Ergebnisse Knee Society Score – verbundene Gruppe.....	42
Abb. 24: Symptomkomplex I (KOOS) – unverbundene Gruppe.....	43
Abb. 25: Symptomkomplex II (KOOS) – unverbundene Gruppe.....	44
Abb. 26: Aktivitäten des alltäglichen Lebens (KOOS) – unverbundene Gr...	45
Abb. 27: Sport und Freizeit (KOOS) – unverbundene Gruppe.....	46
Abb. 28: Lebensqualität (KOOS) – unverbundene Gruppe.....	47
Abb. 29: KOOS-Gesamtpunktzahl – unverbundene Gruppe.....	48
Abb. 30: Symptomkomplex I (KOOS) – verbundene Gruppe.....	49
Abb. 31: Symptomkomplex II (KOOS) – verbundene Gruppe.....	49
Abb. 32: Aktivitäten des alltäglichen Lebens (KOOS) – verbundene Gr.....	50
Abb. 33: Sport und Freizeit (KOOS) – verbundene Gruppe.....	51
Abb. 34: Beeinflussung der Lebensqualität (KOOS) – verbundene Gr.....	52
Abb. 35: KOOS – Gesamtpunktzahl verbundene Gruppe.....	53
Abb. 36: sagittale Bandstabilität in der unverbundenen Gruppe nach erfolgter KTP-Implantation.....	55
Abb. 37: mediolaterale Bandstabilität in der verbundenen Gruppe nach erfolgter KTP-Implantation.....	56
Abb. 38: sagittale Bandstabilität nach KTP-Implantation – verbundene Gr...	57
Abb. 39: mediolaterale Bandstabilität in der unverbundenen Gruppe nach erfolgter KTP-Implantation.....	58
Abb. 40: Prä- und postoperative Varus- Valgus- Abweichung von der neutralen mechanischen Beinachse in Grad innerhlab der unverbundenen Gruppe.....	59
Abb. 41: Prä- und postoperative Varus- Valgus- Abweichung von der neutralen mechanischen Beinachse in Grad innerhalb der verbundenen Gruppe.....	60
Abb. 42: Ganzbeinstandaufnahme vor und Nach KTP-Implantation.....	66
Abb. 43: Ganzbeinstandaufnahme prä- und postoperativ nach navigierter KTP bei Varusgonarthrose.....	67
Abb. 44: Ganzbeinstandaufnahme nach erfolgter Umstellungsosteotomie und nach Implantation einer navigierten KTP.....	68

Abb. 45: Implantation einer achsgeführten KTP nach Oberflächenersatz69

V Anhang: Frage- und Untersuchungsbogen BG Unfallklinik Tübingen

Anlage 3: Frage- und Evaluationsbogen

BERUFGENOSSENSCHAFTLICHE UNFALLKLINIK TÜBINGEN

Schnarrenbergstr. 95, 72076 Tübingen
Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie
Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. U. Stöckle



Studienkoordinator: FÄ Dr. V. Fröhlich
Telefon: 07071-6060
Email: vfroehlich@bgu-tuebingen.de

Laufende Nr. des Patienten:

Frage- und Evaluationsbogen zur Studie:

**" Outcome-Analyse navigiert implantierter Knie totalendoprothesen
nach vorheriger kniegelenksnaher Umstellungsosteotomie "**

- Teil I: Vorgeschichte**
- Teil II: Fragebogen**
- Teil III: Klinischer Nachuntersuchungsbefund**
- Teil IV: Radiologischer Nachuntersuchungsbefund**

Anlage 3: Frage- und Evaluationsbogen

Teil I: Vorgeschichte

Internistische Begleiterkrankungen:

Orthopädisch/unfallchirurgische Begleiterkrankungen:

Voroperationen betroffenes Kniegelenk:

Operation: Umstellungsosteotomie: ja nein
Datum: _____

Osteotomie distaler Femur: open wedge closed wedge
Osteotomie proximale Tibia: open wedge closed wedge
Osteotomiehöhe: _____ mm

Komplikationen intraoperativ: ja nein

Umstellungsosteotomie mit Navigation: ja nein

Anlage 3: Frage- und Evaluationsbogen

Nachbehandlung nach Umstellungsosteotomie:

Heilverlauf: ungestört [] gestört []

Stat. Aufenthalt (Tage): _____

Physiotherapie: Beginn: _____ Tage Post-OP

 Dauer: _____ Tage

Komplikationen: keine []

 Infektion [] Keim: _____ [] Tage Post-OP

 Therapie der Infektion: _____

 Gelenkinstabilität [] Metallbruch []

 Nervenirritation [] Fraktur []

 Ausbleibende Knochenheilung [] _____ Monate

 Korrekturverlust [] _____ Monate

Folgeeingriffe am betroffenen Kniegelenk: [] ja [] nein

Funktion des Gelenkes:

Vor OP: rechts ___ / ___ / ___ (Extension-Flexion)

 links ___ / ___ / ___ (Extension-Flexion)

Post OP: rechts ___ / ___ / ___ (Extension-Flexion)

 links ___ / ___ / ___ (Extension-Flexion)

Anlage 3: Frage- und Evaluationsbogen

Operation KTP-Implantation:

KNEE FOR SURGERY <input type="checkbox"/> right <input type="checkbox"/> left		SURGEON'S INITIALS (FIRST NAME / LAST NAME) <input type="text"/>																									
DATE OF SURGERY (DD/MM/YYYY) <input type="text"/>		SURGICAL TECHNIQUE <input type="checkbox"/> Orthopilot <input type="checkbox"/> manual																									
KNEES INDICATED FOR SURGERY <input type="checkbox"/> unilateral <input type="checkbox"/> bilateral		SKIN INCISION <input type="checkbox"/> medial <input type="checkbox"/> central <input type="checkbox"/> lateral																									
ARTHROTOMY <input type="checkbox"/> anteromedial - parapatellar <input type="checkbox"/> anterolateral - parapatellar <input type="checkbox"/> others: _____																											
OPERATION TIME (SKIN TO SUTURE) <input type="text"/> min		TOURNIQUET USED FOR CEMENTATION <input type="checkbox"/> yes, please give time <input type="text"/> min <input type="checkbox"/> no																									
ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT <input type="checkbox"/> normal <input type="checkbox"/> weak <input type="checkbox"/> absent		POSTERIOR CRUCIATE LIGAMENT <input type="checkbox"/> normal <input type="checkbox"/> weak <input type="checkbox"/> absent																									
FEMORAL COMPONENTS USED <input checked="" type="checkbox"/> cemented SIZE: <input type="checkbox"/> F1 <input type="checkbox"/> F2 <input type="checkbox"/> F3 <input type="checkbox"/> F4 <input type="checkbox"/> F5 <input type="checkbox"/> F6 <input type="checkbox"/> F7																											
TIBIAL COMPONENTS USED <input checked="" type="checkbox"/> cemented SIZE: <input type="checkbox"/> T1 <input type="checkbox"/> T1+ <input type="checkbox"/> T2 <input type="checkbox"/> T2+ <input type="checkbox"/> T3 <input type="checkbox"/> T3+ <input type="checkbox"/> T4 <input type="checkbox"/> T4+ <input type="checkbox"/> T5																											
PE GLIDING SURFACE - DEEP DISH <input type="checkbox"/> 10 mm <input type="checkbox"/> 12 mm <input type="checkbox"/> 14 mm <input type="checkbox"/> 16 mm <input type="checkbox"/> 18 mm <input type="checkbox"/> 20 mm																											
PATELLA COMPONENT IMPLANTED <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> yes, please specify size <input type="checkbox"/> P1 <input type="checkbox"/> P2 <input type="checkbox"/> P3 <input type="checkbox"/> P4																											
SOFT TISSUE INTERVENTION <input type="checkbox"/> none <input type="checkbox"/> med. coll. release <input type="checkbox"/> lat. coll. release <input type="checkbox"/> lat. patella release <input type="checkbox"/> med. coll. release <input type="checkbox"/> med. patella reefing <input type="checkbox"/> others: _____																											
OTHER ADDITIONAL INTERVENTIONS <input type="checkbox"/> none <input type="checkbox"/> tuberositas tibiae medialization <input type="checkbox"/> synovectomy <input type="checkbox"/> others, please specify _____																											
DEFECT RECONSTRUCTION		RANGE OF MOTION WITH TRIAL IMPLANTS - BEFORE CLOSING WITH PATELLA IN PLACE max. extension <input type="text"/> ° max. flexion <input type="text"/> °																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>none</th> <th>autograft</th> <th>synthetic</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>femur - medial</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>femur - lateral</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>tibia - medial</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>tibia - lateral</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>patella</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>			none	autograft	synthetic	femur - medial	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	femur - lateral	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	tibia - medial	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	tibia - lateral	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	patella	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	FLEXION CONTRACTURE WITH TRIAL IMPLANTS <input type="checkbox"/> none (0° in passive ext. or any hyperext.) <input type="checkbox"/> yes (any degree of flexion contracture)	
	none	autograft	synthetic																								
femur - medial	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																								
femur - lateral	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																								
tibia - medial	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																								
tibia - lateral	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																								
patella	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																								
ORTHOPILOT PROBLEMS <input type="checkbox"/> none <input type="checkbox"/> hardware problems <input type="checkbox"/> system breakdown <input type="checkbox"/> non-plausible results <input type="checkbox"/> manual completion of operation <input type="checkbox"/> other: _____		OTHER PER-OPERATIVE COMPLICATIONS <input type="checkbox"/> none <input type="checkbox"/> yes → please specify on the right:																									
		OTHER PER-OPERATIVE COMPLICATIONS, SPECIFY <input type="checkbox"/> injury to nerve(s) <input type="checkbox"/> injury to vessel(s) <input type="checkbox"/> injury to ligament(s) <input type="checkbox"/> adverse reaction to anaesthesia <input type="checkbox"/> fissure of femur <input type="checkbox"/> fissure of tibia <input type="checkbox"/> fracture of femur <input type="checkbox"/> fracture of tibia <input type="checkbox"/> fracture of patella <input type="checkbox"/> other: _____																									

Anlage 3: Frage- und Evaluationsbogen

Nachbehandlung nach KTP Implantation:

Heilverlauf: ungestört [] gestört []
Stat. Aufenthalt (Tage): _____
Physiotherapie: Beginn: _____ Tage Post-OP
Dauer: _____ Tage
Komplikationen: keine []
Infektion [] Keim: _____ [] Tage Post-OP
Therapie der Infektion: _____

Gelenkinstabilität [] Metallbruch []
Nervenirritation [] Fraktur []
Lockerung [] _____ Monate Post-OP

Folgeeingriffe am betreffenden Gelenk:

Prothesenwechsel [] _____ Monate Post-OP
Sonstige [] Art: _____

Funktion des Gelenkes:

Vor OP: rechts ___ / ___ / ___ (Extension-Flexion)
links ___ / ___ / ___ (Extension-Flexion)
Post OP: rechts ___ / ___ / ___ (Extension-Flexion)
links ___ / ___ / ___ (Extension-Flexion)

Radiologischer Untersuchungsbefund vor Umstellungsosteotomie:

1.1 Datum der Röntgenbilder

				2	0	1		
t	t	m	m	j	j	j	j	

1.2 Ganzbeinstandaufnahme

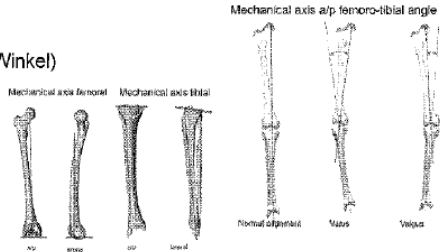
° mechan. Achse a/p (femoro-tibialer Winkel)

- valgus
 varus

° mechan. Achse a/p - femoral

° mechan. Achse a/p - tibial

° mechan. Achse lateral- tibial



1.3 Patella Probleme bei 45° Flexion

- keine
 Verkipfung
 Subluxation, bitte spezifizieren: mm
 Dislokation
 andere, bitte spezifizieren _____

1.4 Stand der Patella

Insall-Salvati-Index: _____

Radiologischer Untersuchungsbefund nach Umstellungsosteotomie:

1.1 Datum der Röntgenbilder

				2	0	1		
t	t	m	m	j	j	j	j	

1.2 Ganzbeinstandaufnahme

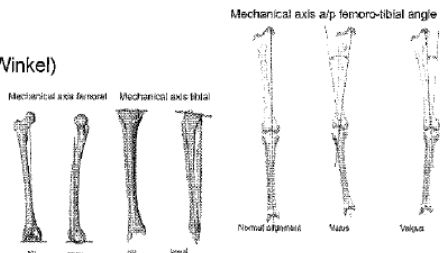
° mechan. Achse a/p (femoro-tibialer Winkel)

- valgus
 varus

° mechan. Achse a/p - femoral

° mechan. Achse a/p - tibial

° mechan. Achse lateral- tibial



1.3 Patella Probleme bei 45° Flexion

- keine
 Verkipfung
 Subluxation, bitte spezifizieren: mm
 Dislokation
 andere, bitte spezifizieren _____

1.4 Stand der Patella

Insall-Salvati-Index: _____

Radiologischer Untersuchungsbefund vor KTP Implantation:

1.1 Datum der Röntgenbilder

				2	0	1	
t	t	m	m	j	j	j	j

1.2 Ganzbeinstandaufnahme

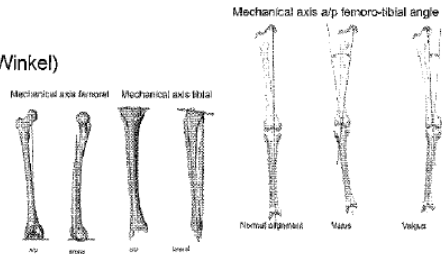
° mechan. Achse a/p (femoro-tibialer Winkel)

- valgus
- varus

° mechan. Achse a/p - femoral

° mechan. Achse a/p - tibial

° mechan. Achse lateral- tibial



1.3 Patella Probleme bei 45° Flexion

- keine
- Verkipfung
- Subluxation, bitte spezifizieren: mm
- Dislokation
- andere, bitte spezifizieren _____

1.4 Stand der Patella

Insall-Salvati-Index: _____

Anlage 3: Frage- und Evaluationsbogen

Teil II: Fragebogen

Geschlecht weiblich männlich

Zuletzt ausgeübter Beruf: _____

Geburtsdatum _____

Bitte nennen Sie Ihre ungefähre Körpergröße
und Ihr ungefähres Körpergewicht

in cm _____

in kg _____

Wie zufrieden sind Sie mit ihrem Künstlichen Kniegelenk?

(Bitte Noten von 1-5 vergeben)

	äußerst zufrieden	sehr zufrieden	zufrieden	ausreichend	unzufrieden
	1	2	3	4	5
Künstliches Kniegelenk rechts:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Künstliches Kniegelenk links:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Wie weit können Sie schmerzfrei gehen?

Uneinge- schränkt	ca. 500m	ca. 300m	nur im Haus	gar nicht (Bett oder Stuhl)
<input type="checkbox"/> 11 P.	<input type="checkbox"/> 8 P.	<input type="checkbox"/> 5 P.	<input type="checkbox"/> 2 P.	<input type="checkbox"/> 0 P.

Nehmen Sie aufgrund Ihrer Schmerzen Medikamente ein?

regelmäßig bei Bedarf nein

Seit wann haben Sie Schmerzen?

Mind. 1 Jahr	10-12 Mon.	7-9 Mon.	4-6 Mon.	1-3 Mon.	wenige Wochen
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Anlage 3: Frage- und Evaluationsbogen

Oxford Knee Score

*Sehr geehrter Patient,
sehr geehrte Patientin,*

*bitte füllen Sie diesen Fragebogen aus. Er dient dazu Informationen zu sammeln,
inwieweit Ihre Knieprobleme Ihre Fähigkeit, im Alltag zurechtzukommen, beeinträchtigt
haben.*

*Bitte beantworten Sie **jede Frage**.*

*Es gibt keine richtigen oder falschen Antworten. Kreuzen Sie zu jeder Frage nur **EIN**
Kästchen an, das am besten auf Ihre **Situation in den vergangenen 4 Wochen**
zutrifft.*

Vom Patienten auszufüllen

1. Während der letzten 4 Wochen ...
Wie würden Sie den Schmerz beschreiben, den Sie für gewöhnlich in Ihrem Knie verspürten?
 - Keinen
 - Sehr gering
 - Gering
 - Mäßig
 - Stark

2. Während der letzten 4 Wochen ...
Hatten Sie wegen Ihres Knies Schwierigkeiten sich selbständig zu waschen und abzutrocknen (den ganzen Körper)?
 - Überhaupt keine Schwierigkeiten
 - Sehr geringe Schwierigkeiten
 - Mäßige Schwierigkeiten
 - Extreme Schwierigkeiten
 - Es war unmöglich

3. Während der letzten 4 Wochen ...
Hatten Sie wegen Ihres Knies irgendwelche Schwierigkeiten beim Ein- oder Aussteigen aus einem Auto oder bei der Benutzung öffentlicher Verkehrsmittel (je nach dem was Sie eher benutzen)?
 - Überhaupt keine Schwierigkeiten
 - Sehr geringe Schwierigkeiten
 - Mäßige Schwierigkeiten
 - Extreme Schwierigkeiten
 - Es war unmöglich

4. Während der letzten 4 Wochen ...
Wie lange konnten Sie gehen, bevor Sie starke Schmerzen in Ihrem Knie verspürten (mit oder ohne Stock)?
 - Keine Schmerzen / > 30 min
 - 16 bis 30 min
 - 5 bis 15 min
 - Nur um das Haus herum
 - Überhaupt nicht – sehr starke Schmerzen beim Gehen

5. Während der letzten 4 Wochen ...
Wie schmerzhaft war es für Sie aufgrund Ihres Knies nach einer Mahlzeit (im Sitzen eingenommen) vom Stuhl aufzustehen?
 - Überhaupt nicht schmerzhaft
 - Etwas schmerzhaft
 - Mäßig schmerzhaft
 - Sehr schmerzhaft
 - Unerträglich

Anlage 3: Frage- und Evaluationsbogen

6. Während der letzten 4 Wochen ...
Haben Sie wegen Ihres Knies beim Gehen gehinkt?
- Selten / nie
 - Manchmal oder nur zu Anfang
 - Oft, nicht nur zu Anfang
 - Meistens
 - Immer
7. Während der letzten 4 Wochen ...
Konnten Sie sich hinknien und anschließend wieder aufstehen?
- Ja, leicht
 - Mit geringen Schwierigkeiten
 - Mit mäßigen Schwierigkeiten
 - Mit extremen Schwierigkeiten
 - Nein, unmöglich
8. Während der letzten 4 Wochen ...
Wurden Sie nachts im Bett durch Knieschmerzen gestört?
- Keine Nacht
 - Nur 1 oder 2 Nächte
 - Einige Nächte
 - Die meisten Nächte
 - Jede Nacht
9. Während der letzten 4 Wochen ...
Wie stark störten Sie Knieschmerzen bei Ihrer täglichen Arbeit (Hausarbeit eingeschlossen)?
- Überhaupt nicht
 - Ein bisschen
 - Mäßig
 - Sehr
 - Völlig
10. Während der letzten 4 Wochen ...
Hatten Sie das Gefühl, dass Ihr Knie plötzlich nachgab oder Sie stürzen ließ?
- Selten / nie
 - Manchmal oder nur zu Anfang
 - Oft, nicht nur zu Anfang
 - Meistens
 - Immer
11. Während der letzten 4 Wochen ...
Konnten Sie die Haushaltseinkäufe selbst erledigen?
- Ja, leicht
 - Mit geringen Schwierigkeiten
 - Mit mäßigen Schwierigkeiten
 - Mit extremen Schwierigkeiten
 - Nein, unmöglich
12. Während der letzten 4 Wochen ...
Konnten Sie eine Treppe hinuntergehen?
- Ja, leicht
 - Mit geringen Schwierigkeiten
 - Mit mäßigen Schwierigkeiten
 - Mit extremen Schwierigkeiten
 - Nein, unmöglich

Western Ontario and McMasters Universities Arthroindex (WOMAC)

A) Schmerzfragen

Wie starke Schmerzen hatten Sie in dem betroffenen (ggf. operierten) Gelenk in den letzten 2 Tagen beim:

- 1.) **Gehen auf ebenem Boden**
keine Schmerzen extreme Schmerzen
- 2.) **Treppen hinauf- oder hinuntersteigen**
keine Schmerzen extreme Schmerzen
- 3.) **Nachts im Bett**
keine Schmerzen extreme Schmerzen
- 4.) **Sitzen oder liegen**
keine Schmerzen extreme Schmerzen
- 5.) **Aufrecht stehen**
keine Schmerzen extreme Schmerzen

B) Fragen zur Steifigkeit

Wie stark war die Steifigkeit d.h. Einschränkung oder Langsamkeit in der Beweglichkeit in dem betroffenen (ggf. operierten) Gelenk in den letzten 2 Tagen?

- 1.) **Morgens nach dem Erwachen**
keine Steifigkeit extreme Steifigkeit
- 2.) **Nach Sitzen, Liegen oder Ausruhen im späteren Verlauf des Tages**
keine Steifigkeit extreme Steifigkeit

C) Fragen zur körperlichen Tätigkeit

Wie schwierig war es für Sie in den letzten 2 Tagen aufgrund des betroffenen (ggf. operierten) Gelenkes sich im Alltag zu bewegen und sich um sich selbst zu kümmern?

- 1.) **Treppen hinuntersteigen**
keine Schwierigkeiten extreme Schwierigkeiten
- 2.) **Treppen hinaufsteigen**
keine Schwierigkeiten extreme Schwierigkeiten
- 3.) **Aufstehen vom Sitzen**
keine Schwierigkeiten extreme Schwierigkeiten

Anlage 3: Frage- und Evaluationsbogen

- 4.) **Stehen**
keine Schwierigkeiten extreme Schwierigkeiten
- 5.) **Sich zum Boden bücken**
keine Schwierigkeiten extreme Schwierigkeiten
- 6.) **Gehen auf ebenem Boden**
keine Schwierigkeiten extreme Schwierigkeiten
- 7.) **Einsteigen ins Auto / Aussteigen aus dem Auto**
keine Schwierigkeiten extreme Schwierigkeiten
- 8.) **Einkaufen gehen**
keine Schwierigkeiten extreme Schwierigkeiten
- 9.) **Socken / Strümpfe anziehen**
keine Schwierigkeiten extreme Schwierigkeiten
- 10.) **Aufstehen vom Bett**
keine Schwierigkeiten extreme Schwierigkeiten
- 11.) **Socken / Strümpfe ausziehen**
keine Schwierigkeiten extreme Schwierigkeiten
- 12.) **Liegen im Bett**
keine Schwierigkeiten extreme Schwierigkeiten
- 13.) **Ins Bad / aus dem Bad steigen**
keine Schwierigkeiten extreme Schwierigkeiten
- 14.) **Sitzen**
keine Schwierigkeiten extreme Schwierigkeiten
- 15.) **Sich auf die Toilette setzen / Aufstehen von der Toilette**
keine Schwierigkeiten extreme Schwierigkeiten
- 16.) **Anstrengende Hausarbeiten**
keine Schwierigkeiten extreme Schwierigkeiten
- 17.) **Leichte Hausarbeiten**
keine Schwierigkeiten extreme Schwierigkeiten

Anlage 3: Frage- und Evaluationsbogen

Aktivitätsscore nach Tegner und Lysholm

(Tegner Y, Lysholm J (1985): Rating systems in the evaluation of knee injuries. Clin Orthop 193:43-49)

Bitte nur **EIN Kreuz** setzen!

Bitte **MOMENTANEN** Zustand angeben!

KREUZ	AKTIVITÄTSSCORE	TÄTIGKEIT	PUNKTE
<input type="checkbox"/>	Leistungssport	Fußball	10
<input type="checkbox"/>	Leistungssport	Eishockey, Ringen, Gymnastik, Fußball (untere Klassen)	9
<input type="checkbox"/>	Leistungssport	Skifahren, Badminton, Squash, Leichtathletik (Weitsprung)	8
<input type="checkbox"/>	Leistungssport	Handball, Tennis, Basketball, Leichtathletik (Laufen), Querfeldeinlauf	7
<input type="checkbox"/>	Freizeitsport	Eishockey, Fußball, Squash, Weitsprung, Querfeldeinlauf	7
<input type="checkbox"/>	Freizeitsport	Badminton, Tennis, Handball, Basketball, Skifahren, Joggen bis 5x die Woche	6
<input type="checkbox"/>	Leistungssport	Radfahren, Skilanglauf	5
<input type="checkbox"/>	Freizeitsport	Joggen auf unebenem Boden mind. 2x die Woche	5
<input type="checkbox"/>	Arbeit	Schwerarbeit (z.B. Bauarbeiter, Waldarbeiter)	5
<input type="checkbox"/>	Freizeitsport	Skilanglauf, Radfahren, Joggen auf ebenem Boden mind. 2x die Woche	4
<input type="checkbox"/>	Arbeit	Zeitweise schwere Arbeit (z.B. LKW-Fahrer, Bodenreinigung)	4
<input type="checkbox"/>	Leistungssport	Schwimmen	3
<input type="checkbox"/>	Freizeitsport	Schwimmen	3
<input type="checkbox"/>	Arbeit	Leichte körperliche Arbeiten (z.B. Verkäufer)	3
<input type="checkbox"/>	Gehen	Gehen auf unebenem Boden, z.B. im Wald	3
<input type="checkbox"/>	Arbeit	Überwiegend im Stehen	2
<input type="checkbox"/>	Gehen	Gehen im Wald unmöglich	2
<input type="checkbox"/>	Arbeit	Überwiegend sitzend	1
<input type="checkbox"/>	Gehen	Gehen nur auf ebenem Boden möglich	1
<input type="checkbox"/>	Arbeit	Arbeitsunfähigkeit aufgrund des betroffenen Kniegelenks	0
<input type="checkbox"/>	Gehen	Normales Gehen nicht möglich	0

Knee Society Score (KSS)

1.0 Datum der Untersuchung

				2	0	1
t	t	m	m	j	j	j

2.0 Knee Society Score (KSS)

2.1 Schmerzen

- keine
- leicht/ gelegentlich: beim Treppensteigen
- leicht/ gelegentlich: Treppensteigen und Gehen
- mäßig: gelegentlich
- mäßig: dauernd
- stark

**2.2 Bewegungsumfang (passiv)
Extension**

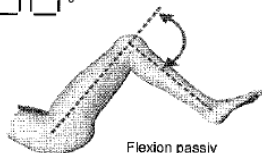
□ □ □ °



Passive maximale Extension = 0°

**2.3 Bewegungsumfang (passiv)
Flexion**

□ □ □ □ °



Flexion passiv

2.4 Beugekontraktur (passiv)

- keine (bei 0° passiver Extension oder bei Hyperextension)
- < 5°
- 5° - 10°
- 11° - 15°
- 16° - 20°
- > 20°



Extension (passiv) = 0°
Flexionskontraktur = keine



Hyperextension (passiv) = 10°
Flexionskontraktur = keine



Max. extension (passiv) = 10°
Flexionskontraktur = 10°

2.5 Streckdefizit (aktiv)

- keines
- < 10°
- 10° - 20°
- > 20°



aktive max. Extension = 0°



Aktive max. Extension = 10°
Extension lag = 10°

2.6 Stabilität anterior-posterior

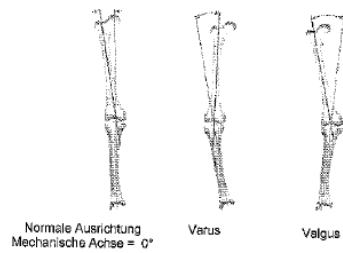
- < 5 mm
- 5 - 10 mm
- > 10 mm

2.7 Stabilität medio-lateral

- ≤ 5°
- 6° - 9°
- 10° - 14°
- ≥ 15°

2.8 Anatomische Beinachse (Radiographie)

- jeglicher varus Winkel
- 0° valgus
- 1° valgus
- 2° valgus
- 3° valgus
- 4° valgus
- 5° - 10° valgus (anatomisches Alignment)
- 11° valgus
- 12° valgus
- 13° valgus
- 14° valgus
- 15° valgus
- > 15° valgus



2.9 Gehstrecke

- unbegrenzt
- 1000 m -2000 m
- 500 – 1000 m
- < 500 m
- innerhalb Wohnung
- gehunfähig

2.10 Treppen

- normal hoch und runter
- normal hoch, runter mit Geländer
- hoch und runter mit Geländer
- hoch mit Geländer, runter unmöglich
- unmöglich

2.11 Gehhilfe

- keine
- ein Stock
- 2 Stöcke oder eine Unterarm-Gehstütze
- 2 Unterarm-Gehstützen oder Gehwagen

Knee and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS)

1.0 Knee and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS)

1.1 Datum der Befragung

		2	0	1	
t	t	m	m	j	j

1.2 Symptome I

Diese Fragen beziehen sich auf Beschwerden von Seiten Ihres Kniegelenkes in der vergangenen Woche.

	niemals	selten	manchmal	oft	immer
S1. Haben Sie Schwellungen an Ihrem Knie?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
S2. Fühlen Sie manchmal ein Mahlen, hören Sie manchmal ein Klicken oder irgendein Geräusch, wenn Sie ihr Knie bewegen?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
S3. Bleibt ihr Knie manchmal hängen, oder blockiert es, wenn Sie es bewegen?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

1.3 Symptome II

	immer	oft	manchmal	selten	nie
S4. Können Sie Ihr Knie ganz ausstrecken?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
S5. Können Sie Ihr Knie ganz beugen?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

1.4 Steifigkeit

Die nachfolgenden Fragen betreffen die Steifigkeit Ihres Kniegelenkes während der letzten Woche. *Unter Steifigkeit versteht man ein Gefühl der Einschränkung oder Verlangsamung der Fähigkeit Ihr Kniegelenk zu bewegen.*

Für jede der nachfolgenden Aktivitäten sollen Sie das Ausmaß der Schwierigkeiten angeben, welche Sie durch Ihr Kniegelenk innerhalb der letzten Wochen erfahren haben.

	keine	schwach	mäßig	stark	sehr stark
S6. Wie stark ist Ihre KniestEIFigkeit morgens direkt nach dem Aufstehen?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
S7. Wie stark ist Ihre KniestEIFigkeit nach dem Sie saßen, lagen oder sich ausruhten im Verlauf des Tages?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

1.5 Schmerzen I

	niemals	monatlich	wöchentlich	täglich	immer
P1. Wie oft tut Ihnen Ihr Knie weh?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

1.6 Schmerzen II

Wie ausgeprägt waren Ihre Schmerzen in der vergangenen Woche als Sie z.B.:

	keine	schwach	mäßig	stark	sehr stark
P2. sich im Knie drehen?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
P3. Ihr Knie ganz ausstrecken?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
P4. Ihr Knie ganz beugen?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
P5. auf eben Boden gehen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
P6. Treppen herauf oder heruntergehen?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
P7. nachts im Bett liegen?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
P8. saßen oder lagen z.B. auf der Couch?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
P9. aufrecht standen?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

1.7 Aktivitäten des täglichen Lebens

Die nachfolgenden Fragen beziehen sich auf Ihre körperliche Leistungsfähigkeit. Hierunter verstehen wir Ihre Fähigkeit sich selbstständig zu bewegen bzw. sich selbst zu versorgen.

Für jede der nachfolgenden Aktivitäten sollen Sie das Ausmaß der Schwierigkeiten angeben, welche Sie durch Ihr Kniegelenk innerhalb der letzten Wochen erfahren haben.

Welche Schwierigkeiten hatten Sie letzte Woche, als Sie z.B.:

	keine	wenig	einige	große	sehr große
A1. Treppen herunterstiegen?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A2. Treppen heraufstiegen?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A3. vom Sitzen aufstanden?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A4. standen?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A5. sich bückten um z.B. etwas vom Boden aufzuheben?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A6. auf ebenen Boden gehen?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A7. ins Auto ein- oder ausstiegen?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A8. einkaufen gehen?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A9. Strümpfe/ Socken anziehen?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A10. vom Bett aufstanden?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A11. Strümpfe/Socken ausziehen?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A12. im Bett liegen und sich drehen ohne das Knie dabei zu beugen?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A13. in oder aus der Badewanne kamen?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A14. saßen?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A15. sich auf die Toilette setzten oder aufstanden?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A16. schwere Hausarbeit verrichteten (schrubben, Garten umgraben...)?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A17. leichte Hausarbeit verrichteten (Staub wischen, kochen...)?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

1.8 Sport und Freizeit

Die nachfolgenden Fragen beziehen sich auf Ihre körperliche Belastbarkeit im Rahmen eher sportlicher Aktivitäten. Für jede der nachfolgenden Aktivitäten sollen Sie das Ausmaß der Schwierigkeit angeben, welche Sie durch Ihr Kniegelenk innerhalb der letzten Wochen erfahren haben.

Hatten Sie Schwierigkeiten letzte Woche als Sie z.B.:

	keine	wenig	einige	große	sehr große
SP1. in die Hocke gingen?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
SP2. rannten?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
SP3. hüpfen?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
SP4. sich auf Ihrem kranken Knie drehten?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
SP5. sich hinknieten?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

1.9 Beeinflussung der Lebensqualität durch das betroffene Knie

Q1. Wie oft spüren Sie Ihr erkranktes Knie?

nie monatlich wöchentlich täglich immer
Q1

Q2. Haben Sie Ihre Lebensweise verändert um eventuell Ihrem Knie schadende Tätigkeiten zu vermeiden?

nicht wenig etwas stark vollständig
Q2

Q3. Wie macht es Ihnen zu schaffen, dass Ihr Knie nicht stabil ist?

gar nicht wenig einiges schlimm sehr schlimm
Q3

Q4. Wie würden Sie insgesamt die Schwierigkeiten bewerten, die Sie durch das Knie haben?

keine wenig etwas große sehr große
Q4

Anlage 3: Frage- und Evaluationsbogen

Teil III: Klinischer Nachuntersuchungsbefund

Nachuntersuchung:

Datum siehe Seite 1

Zeitraum seit OP (Monate): _____

Erwerbsfähigkeit ja nein
alte Tätigkeit Umschulung

Gelenkkonfiguration: anatomisch verschoben
varus valgus
sonst. Deformität _____

Standbein links rechts

Muskelatrophie: keine
Oberschenkel Unterschenkel
Ober- und Unterschenkel

Beinumfangmaße in cm:	re	li
20 cm ob. inn. KG-Spalt	_____	_____
10 cm ob. inn. KG-Spalt	_____	_____
Kniescheibenmitte	_____	_____
15 cm unterh. inn. KG-Spalt	_____	_____
US, kleinster Umfang	_____	_____
Knöchel	_____	_____
Rist über Kahnbein	_____	_____
Vorfußballen	_____	_____

Beinlängendifferenz in cm (operiertes Bein): _____

Haut/Narben:	gerötet <input type="checkbox"/>	überwärmt <input type="checkbox"/>
	verschieblich <input type="checkbox"/>	Narbenkeloid <input type="checkbox"/>
	druckempfindlich <input type="checkbox"/>	Hyperkeratose <input type="checkbox"/>
Druckschmerz:	kein <input type="checkbox"/>	gesamtes Gelenk <input type="checkbox"/>
	medialer Gelenkspalt <input type="checkbox"/>	lateral Gelenkspalt <input type="checkbox"/>
	Narbenbereich <input type="checkbox"/>	

Anlage 3: Frage- und Evaluationsbogen

Gelenkguss: kein [] tastbar []

Grobe Kraft:

Streckung seitengleich [] vermindert []

Beugung seitengleich [] vermindert []

Sensibilität: keine Einschränkung [] Einschränkung _____

Motorik: keine Einschränkung [] Einschränkung _____

Funktionstests und Instabilitäten: (1+ / 2+ / 3+) (1+ / 2+ / 3+)

Schubladenphänomen nach vorne [] hinten []

Aufklappbarkeit medial [] lateral []

Teil IV: Radiologischer Nachuntersuchungsbefund

2.1 Datum der Röntgenbilder

t	t	m	m	2	0	1	j	j	j

2.2 Ganzbeinaufnahme

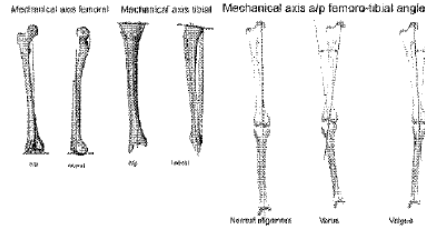
° mechan. Achse a/p (femoro-tibialer Winkel)

- valgus
- varus

° mechan. Achse a/p - femoral

° mechan. Achse a/p - tibial

° mechan. Achse lateral- tibial



2.3 Patella Probleme bei 45° Flexion

- keine
- Verkippung
- Subluxation, bitte spezifizieren: mm
- Dislokation
- andere, bitte spezifizieren _____

2.4 Stand der Patella

Insall-Salvati-Index: _____

2.5. Position der femoralen und tibialen Implantatkomponente:

Femorale Komponente: α-Winkel: _____ γ-Winkel: _____

Tibiale Komponente: β-Winkel: _____ ρ-Winkel: _____

2.6. Radiolucent lines

Tibia a/p	none	<= 1 mm	> 1 mm, <= 2 mm	> 2 mm
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tibia lateral	none	<= 1 mm	> 1 mm, <= 2 mm	> 2 mm
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Femur lateral	none	<= 1 mm	> 1 mm, <= 2 mm	> 2 mm
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Patella	none	<= 1 mm	> 1 mm, <= 2 mm	> 2 mm
1	<input type="checkbox"/>			
2	<input type="checkbox"/>			
3	<input type="checkbox"/>			
4	<input type="checkbox"/>			
5	<input type="checkbox"/>			

2.6. Sonstiges

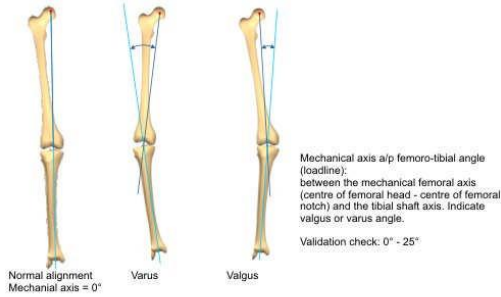
Periart. Ossifikation: keine [] wo: _____

Lockerungszeichen: keine [] wo: _____

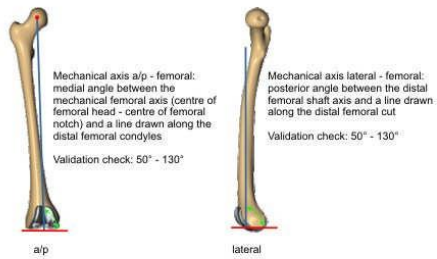
Sonstiges: _____

Anhang I: Radiologische Auswertung: Achsbestimmungen

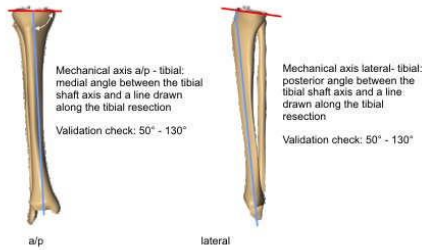
Mechanical axis a/p femoro-tibial angle (load line)



Mechanical axis femoral



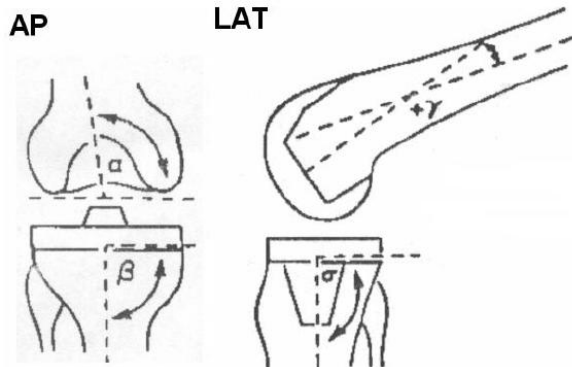
Mechanical axis tibial



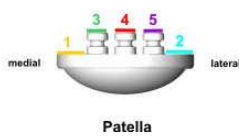
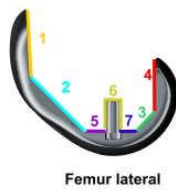
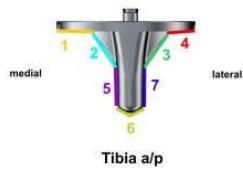
Anlage 3: Frage- und Evaluationsbogen

Anhang II: Radiologische Auswertung: Position der Prothese

(Slope und a.p.-Achse jeweils der femoralen und tibialen Komponente)



Anhang III: Radiologische Auswertung: Radiolucent lines



VI Erklärung zum Eigenanteil der Dissertationsschrift

Die Arbeit wurde in der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen unter der Betreuung von Herrn PD Dr. med. B.G. Ochs durchgeführt.

Die Konzeption der Studie erfolgte durch Herrn PD Dr. med. B.G. Ochs, Oberarzt Sektion Endoprothetik und Frau Dr. med. V. Fröhlich, Oberärztin Sektion Rehabilitation.

Sämtliche Nachuntersuchungen wurden von mir in Zusammenarbeit mit Herrn PD Dr. med. B.G. Ochs und Frau Dr. med. V. Fröhlich durchgeführt.

Die statistische Auswertung erfolgte nach Beratung durch Frau Dipl. Statistikerin A. Naumann vom Biometrischen Institut der Universität Tübingen.

Ich versichere, das Manuskript selbstständig verfasst zu haben und keine weiteren als die von mir angegebenen Quellen verwendet zu haben.

Tübingen, den

.....

Sabrina Johandl

VII Danksagung

Zu allererst möchte ich mich herzlich bei meinem Doktorvater, Herrn PD Dr. B.G. Ochs für das Thema meiner Dissertation und die Betreuung, vor allem die Unterstützung bei den Nachuntersuchungen und der radiologischen Auswertung bedanken. Das Interesse an meiner Arbeit, die Beantwortung all meiner Fragen und die gute Zusammenarbeit haben das Gelingen der Dissertation überhaupt erst möglich gemacht.

Herrn Prof. Dr. Stöckle möchte ich herzlich für die Bereitstellung der Untersuchungsräume und die Möglichkeit der apparativen Diagnostik, die parallel zum normalen Tagesablauf stattfand danken.

Ein besonderer Dank gilt Frau Dr. V. Fröhlich, die während der gesamten Zeit immer für mich erreichbar war und stets ein offenes Ohr für mich hatte. Jede Phase der Dissertation wurde von ihr stets mit Interesse, Engagement und Freude begleitet.

Für die Hilfe bei der statistischen Auswertung möchte ich mich bei Frau Dipl. Statistikerin A. Naumann vom biometrischen Institut der Universität Tübingen bedanken.

Ebenso möchte ich mich ganz herzlich bei meinen Eltern bedanken, die mir mein Studium überhaupt erst ermöglichten. Die Unterstützung und Wertschätzung waren mir während meines gesamten Studiums und der Dissertation stets Ermutigung und Ansporn zugleich.

VIII Lebenslauf:

Persönliche Daten:

Name: Sabrina Johandl

Berufserfahrung und Praktika:

Praktisches Jahr:

06/2015 – 09/2015	Prof. Dr. Schunkert – Kardiologie Deutsches Herzzentrum München Prof. Dr. Peschel – Hämatologie und Onkologie - Klinikum Rechts der Isar (Universität München)
03/2015 – 06/2015	Prof. Dr. Wülker – Orthopädie Universitätsklinik Tübingen
11/2014 – 03/2015	Prof. Dr. Königsrainer – Allgemeine, Visceral- und Transplantationschirurgie Universitätsklinik Tübingen Prof. Dr. Stöckle – Unfallchirurgie BG Unfallklinik Tübingen

Famulaturen:

08/2013 – 09/2013	Dr. Seebauer – Orthopädie Städtisches Klinikum München (Bogenhausen)
02/2013 – 03/2013	Prof. Dr. Stöckle – Unfallchirurgie BG Unfallklinik Tübingen
08/2012 – 09/2012	Prof. Dr. Friederich – Anästhesiologie und Intensivmedizin Städtisches Klinikum München (Bogenhausen)
02/2012 – 03/2012	Dr. Badersbach – Allgemeinmedizin Praxis Taufkirchen

Akademische Laufbahn:

10.10.2014 – 10.12.2015	Studium der Humanmedizin an der Universität Tübingen 3. Abschnitt der ärztlichen Prüfung
-------------------------	--

15.09.2011 – 09.10.2014 Studium der Humanmedizin an der
Universität Tübingen
2. Abschnitt der ärztlichen Prüfung
10.07.2009 – 14.09.2011 Studium der Humanmedizin an der
Universität Tübingen
1. Abschnitt der ärztlichen Prüfung

Promotion:

Seit 11/2013 Outcome – Analyse navigiert implantierter
Kniegelenkstotalendoprothese nach
vorheriger kniegelenksnaher Umstellungs-
osteotomie

Berufsausbildung:

01.10.2008 – 04.08.2009 Ausbildung zur Gesundheits- und
Krankenpflegerin an der
Staatlichen Berufsfachschule für
Krankenpflege am Klinikum der Universität
München, Großhadern

Schulbildung:

1998-2007 Edith-Stein-Gymnasium München
Abschluss: Allgemeine Hochschulreife
1994-1998 Grundschule Neukeferloh

Besondere Kenntnisse:

Sprachen: Englisch in Wort und Schrift
Grundkenntnisse in Französisch
EDV: Microsoft Word, Microsoft Excel, Graph Pad
Prism