

Aus der Klinik für Unfall- und Orthopädische Chirurgie des
akademischen Lehrkrankenhauses Klinikum Nürnberg der Friedrich-
Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

DISSERTATION

**Postoperatives Outcome nach hoher tibialer öffnender
Umstellungsosteotomie**

zur Erlangung des akademischen Grades
Doctor medicinae (Dr. med.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Matthias Wagner

aus Esslingen

Gutachter/in: 1. Priv.-Doz. Dr. med. H.-J. Bail
 2. Prof. Dr. med. G. Schmidmaier
 3. Priv.-Doz. Dr. med. A.C. Disch

Datum der Promotion: 03.06.2012

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	- 1 -
1.1	Pathophysiologie und Biomechanik der medialen Gonarthrose	- 1 -
1.2	Die Geschichte der hohen tibialen Umstellungsosteotomie (HTO)	- 2 -
1.3	Problem- und Fragestellung.....	- 3 -
2	Material und Methode	- 4 -
2.1	Patientenkollektiv	- 4 -
2.2	Arten der HTO	- 5 -
2.2.1	Die hohe tibiale zuklappende (closing wedge) Osteotomie	- 6 -
2.2.2	Die hohe tibiale aufklappende (open wedge) Osteotomie	- 7 -
2.2.3	Verwendete Methode und Implantat	- 10 -
2.3	Klinische Scores	- 11 -
2.3.1	Der Lysholm-Score	- 12 -
2.3.2	Der Tegner Aktivitätsindex.....	- 12 -
2.3.3	IKDC (International Knee Documentation Committee).....	- 12 -
2.4	Klinisches Vorgehen	- 13 -
2.4.1	Indikation und Patientenselektion.....	- 13 -
2.4.2	Präoperative Planung der HTO	- 14 -
2.4.3	Die Durchführung der HTO	- 16 -
2.4.4	Die Nachbehandlung.....	- 22 -
2.4.5	Kombinationseingriffe.....	- 22 -
3	Ergebnisse	- 24 -
3.1	Auswertung der Patientendaten des Kollektivs.....	- 24 -
3.2	Auswertung der Komplikationen und deren Behandlung.....	- 27 -
3.3	Subjektive Beurteilung durch die Patienten nach Umstellungsosteotomie	- 30 -
3.4	Auswertung des Lysholmscores	- 31 -
3.5	Auswertung des Tegner Aktivitätsindex	- 32 -
3.6	Auswertung des IKDC	- 33 -
4	Diskussion	- 35 -
5	Zusammenfassung	- 40 -
5.1	Hintergrund und Ziele.....	- 40 -
5.2	Methode.....	- 40 -
5.3	Ergebnisse und Beobachtungen.....	- 40 -
5.4	Praktische Schlussfolgerungen	- 41 -
6	Literaturverzeichnis	- 42 -
7	Anhang	- 46 -
7.1	Abbildungsverzeichnis	- 46 -
7.2	Tabellenverzeichnis	- 47 -
7.3	Abkürzungsverzeichnis	- 47 -
7.4	Erklärung Boxplot	- 47 -
7.5	Erhebungsbögen der Kniescores.....	- 48 -
7.5.1	Bogen zur Erhebung des Lysholmscores	- 48 -
7.5.2	Bogen zur Erhebung des Tegner Aktivitätsindex	- 50 -
7.5.3	Bogen zur Erhebung des IKDC	- 52 -
7.6	Lebenslauf	- 55 -
7.7	Erklärung	- 55 -

1. Einleitung

1.1 Pathophysiologie und Biomechanik der medialen Gonarthrose

Die unikompartimentelle Gonarthrose beim jungen Menschen ist, neben der kongenitalen Varusfehlstellung, meist posttraumatisch bedingt. In Folge z.B. einer Bandverletzung, einer Menishektomie oder einer unbehandelten Instabilität des Kniegelenkes resultiert eine sekundäre Varusfehlstellung.

Hierdurch wird der Druck auf die medialen Knorpelflächen erhöht [2], es kommt zu einer subchondralen Perfusionsstörung [25] und damit zu einem Untergang des Knorpels und einer weiteren Zunahme der varischen Beinachse, was zu einer weiteren Schädigung des medialen Kompartimentes führt. Für den jungen, aktiven Patienten stellt dies ein ernst zu nehmendes Problem dar, das für jeden Patienten individuell gelöst werden muss.

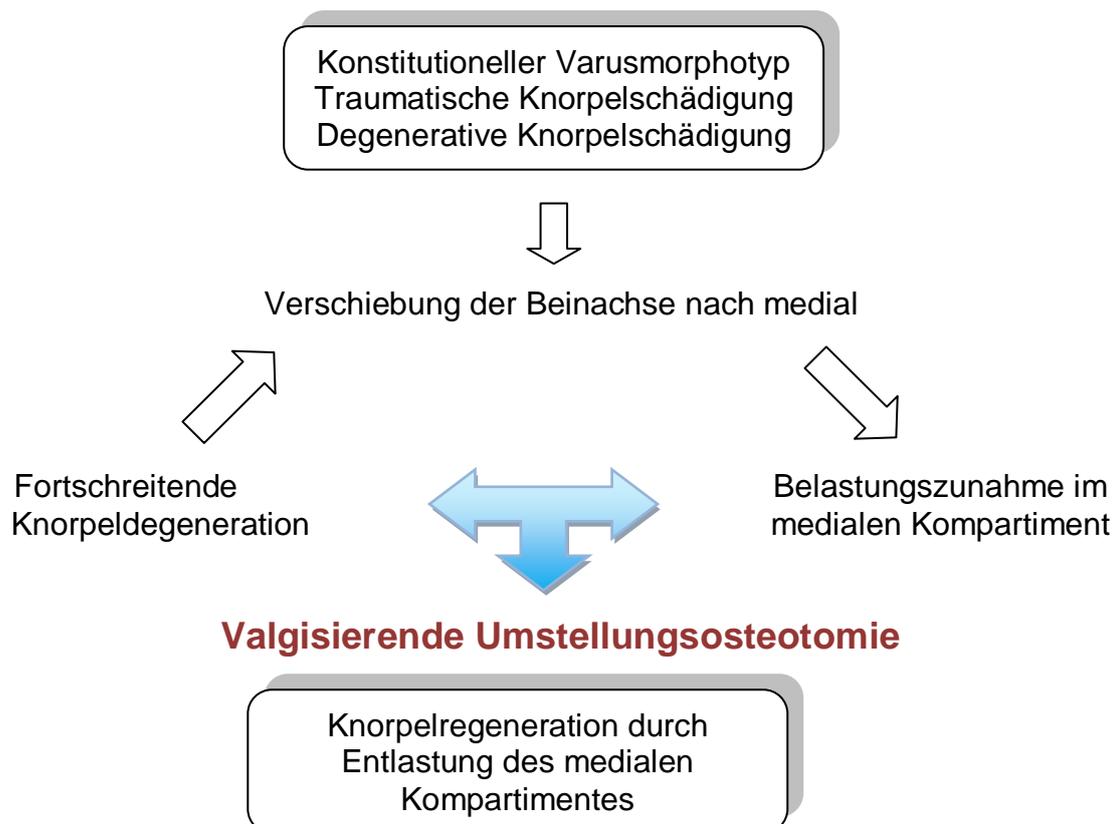


Abbildung 1: Circulus vitiosus und dessen Therapieoption [24]

Die einzige gelenkerhaltende Therapieform, die es ermöglicht diesen Circulus vitiosus zu durchbrechen und die lokale Belastung zu senken, stellt die Korrektur der Beinachse

dar [24]. Eine solche Therapie hat auch eine direkte regenerative Wirkung, was in Studien durch eine Abnahme der subchondralen Sklerosierung und durch Induktion einer spontanen Knorpelregeneration nachgewiesen werden konnte [8, 9, 13, 24, 26, 36, 47]. So konnten Befunde einer Chondromalazie Grad IV nach Outerbridge [38] in eine Chondromalazie Grad III überführt werden. Grad III Läsionen zeigten keine Verbesserung. Es kam jedoch auch nicht zu einer weiteren Verschlechterung [47].

1.2 Die Geschichte der hohen tibialen Umstellungsosteotomie (HTO)

Im Jahr 1854 wurde von Langenbeck [27] erstmals die zuklappende, kniegelenksnahe Umstellungsosteotomie beschrieben. Größere Fallzahlen wurden darauf folgend von Jackson, Gariépy und Coventry in den 50er Jahren veröffentlicht. Lange Zeit galt die zuklappende, hohe tibiale Umstellungsosteotomie nach Coventry als Goldstandard zur Behandlung der medialen Gonarthrose. In den 70er Jahren wurde die HTO durch die Entwicklung der ersten Kniegelenksendoprothesen zunehmend in den Hintergrund gedrängt. Seit Anfang der 90er Jahre jedoch kam es aufgrund deutlich steigender Ansprüche der Patienten, vor allem in der Bevölkerungsgruppe der 40 - 60 jährigen sowie wegen zunehmender Qualität der Implantate, zu einem erneuten Interesse an der HTO vor allem im europäischen Raum [40]. Die verbesserten und weiterentwickelten Techniken der Knorpeltherapie ermöglichten darüber hinaus eine zusätzliche Therapieoption zur fundierten HTO. Diese zusätzlichen Techniken, wie z.B. die autologe Chondrozytentransplantation (ACT) oder –implantation (ACI), eine autogene Knochenknorpeltransplantation (OATS-Plastik) oder das Microfrakturieren werden unter dem Begriff Bioresurfacing [24] zusammengefasst. Allerdings gibt es zu diesen Kombinationstherapien in Zusammenhang mit der Achskorrektur noch wenig klinische Ergebnisse [2,18,24]. Die teils recht hohe Komplikationsrate der zuklappenden Osteotomien konnte durch die Entwicklung der öffnenden hohen tibialen Osteotomie deutlich gesenkt werden. Vor allem die gute Kombinationsmöglichkeit mit anderen Gelenkeingriffen, wie z.B. die Bandersatzplastiken oder die Methoden des Bioresurfacing, macht die öffnende Osteotomie besonders attraktiv. [2,24]

1.3 Problem- und Fragestellung

Die vorliegende Studie wurde konzipiert, um mit Hilfe sowohl klinischer als auch funktioneller Parameter zu untersuchen, ob sich mit unserer Behandlungsmethode der HTO ein Behandlungserfolg einstellt. In den Jahren 2000 bis 2004 wurden im Klinikum Nürnberg insgesamt 34 valgierende open wedge Umstellungsosteotomien an 33 Patienten durchgeführt. Als Implantat nutzten wir die Pudduplatte® der Firma Arthrex. Anhand von Anamneseerhebungen, klinischen Nachuntersuchungen und Dokumentation der drei gängigsten Knie Scores (Lysholm Score, Tegner Aktivitätsindex und IKDC), soll mit dieser Arbeit der Therapieerfolg der HTO an unserem Patientengut ausgewertet und bestätigt werden.

2 Material und Methode

2.1 Patientenkollektiv

In der Klinik für Unfall- und Orthopädische Chirurgie des Klinikum Nürnbergs wurden im Zeitraum von 2000 bis 2004 insgesamt 33 Patienten mit einer hohen tibialen Umstellungsosteotomie im Sinne eines open wedge behandelt. Bei einem Patienten wurde im Abstand von einem halben Jahr beidseits die Beinachse korrigiert.

Die Indikation beruhte auf einer medial betonten Gonarthrose. Die Patienten wurden zuvor arthroskopiert und ein Befund erhoben. Nur wenn das laterale Kompartiment maximal eine Chondromalazie Grad I nach Outerbridge [38] aufwies und das Bein eine varische Achse größer 5° hatte, stellten wir die Indikation zur Umstellungsosteotomie. Die physiologische Beinachse weist einen Valgus von 7° auf [24]. Der Bandhalt war bei fast allen Patienten stabil. Wurde eine Bandinstabilität nachgewiesen, so wurde diese entweder gleichzeitig mit der HTO oder sekundär behandelt.

Viermal wurde die Indikation zur Umstellungsosteotomie auf dem Boden einer Slope-Erhöhung bzw. einer dorsalen Instabilität bei Varusmorphologie gestellt. Ausschlusskriterien waren eine übermäßige Adipositas ($\text{BMI} > 32 \text{ kg/m}^2$), Incompliance, eine Flexion nicht über 120° , die beginnende Arthrose (Chondromalazie $> \text{Grad I}$) im lateralen Kompartiment, eine radiologisch erkennbare Osteoporose und ein Lebensalter über 65 Jahre.

18 Patienten stellten sich für eine klinische Nachuntersuchung zur Verfügung. Ein Patient wurde beidseits umgestellt, so dass die Gesamtzahl der nachuntersuchten Kniegelenke 19 beträgt. Die erste klinische Nachuntersuchung fand acht Wochen postoperativ statt und diente lediglich zur Beurteilung der knöchernen Konsolidierung und damit der Belastungs- und Bewegungsfreigabe. Die zweiten Nachuntersuchungen fanden alle im zweiten und dritten Jahr nach der Umstellungsosteotomie statt. Die zweite Nachuntersuchung umfasste die klinische Begutachtung der Beinachse durch eine klinische Untersuchung und anhand einer Ganzbeinaufnahme. Die Menisken und Bandstrukturen wurden durch klinische Untersuchungen geprüft. Funktionstests, wie z.B. der Einbeinstand und Einbeinsprung, das in die Hocke gehen und die Bestimmung des Bewegungsausmaßes wurden durch den Untersucher quantifiziert.



Abbildung 2: Klinische Untersuchung

Die unten aufgeführten Scores wurden im Rahmen der zweiten Nachuntersuchung zusammen mit dem Patienten durch den Untersucher einheitlich erhoben. 18 Patienten (19 Kniegelenke) stellten sich für eine klinische zweite Nachuntersuchung zur Verfügung. Vier Patienten waren mit einer telefonischen Befragung und Dokumentation der Scores einverstanden. Fünf weitere Patienten stimmten aus unbekanntem Gründen weder einer klinischen Untersuchung, noch einer telefonischen Befragung zu. Sechs Patienten waren nicht erreichbar.

2.2 Arten der HTO

Prinzipiell unterscheidet man bei der hohen tibialen Umstellungsosteotomie zwei Arten. Zum einen gibt es die von Langenbeck entwickelte zuklappende (closing wedge) Osteotomie, zum anderen die aufklappende (open wedge) Osteotomie. Ziel beider Methoden ist es, die varische Beinachse zu neutralisieren oder in eine leicht valgische Achse zu überführen. Das Stabilisieren der Osteotomien kann jeweils mit verschiedensten Implantaten erfolgen. Die gängigsten Verfahren werden im Folgenden erörtert. Raritäten ohne klinische Relevanz stellen die Domeosteotomie [19] und die Boxosteotomie [1] dar.

2.2.1 Die hohe tibiale zuklappende (closing wedge) Osteotomie

Bei der hohen tibialen closing wedge Osteotomie wird über einen lateralen Zugang zum Tibiakopf von lateral eine quere, nach medial leicht ansteigende Osteotomie durchgeführt. Hierbei wird ein präoperativ radiologisch exakt bestimmter Keil, unter Erhalt der medialen Kortikalis, entnommen. Nach einer proximalen Fibulaosteotomie werden nun die Osteotomieflächen zusammengeführt und die Osteotomie mit einem Implantat fixiert. Als Implantate finden hier die gängigsten Osteosyntheseplatten, Fixationsklammern oder Fixateur externe ihre Anwendung. Die Wahl des Implantates entwickelte sich in den letzten Jahren stark zu Gunsten der Osteosyntheseplatte. Grund hierfür ist die immer mehr in den Vordergrund tretende Winkelstabilität, mit der die Gefahr eines Korrekturverlustes minimiert werden konnte. Die zu Beginn der Umstellungsosteotomie benutzten Fixateure und Klammern wurde nahezu verlassen. Eine Auffüllung des Osteotomiespaltes mit Spongiosa oder einem kortikospongiösen Span ist grundsätzlich nicht erforderlich.

Anhänger der closing wedge HTO sehen einen großen Vorteil in der sofortigen Vereinigung der Osteotomieflächen. Eine Auffüllung des Osteotomiespaltes ist deshalb nicht erforderlich und reduziert die Komplikationen durch eine Spongiosaentnahme am Beckenkamm sowie das residuelle Infektionsrisiko bei einer homologen Knochentransplantation. Auch können aufgrund des sofortigen Knochenkontaktes größere Achskorrekturen durchgeführt werden. [6, 10, 11, 23, 42] Bei der zuklappenden Osteotomie wird das patellofemorale Gelenk nur unwesentlich verändert. Außerdem wird der Druck im medialen Kompartiment nicht gesteigert, was für die Regeneration des Knorpels wichtig ist. Korrekturen des Tibiaslopes können zusätzlich durchgeführt werden [29, 30].

Eine Reihe von Nachteilen halten jedoch viele Operateure von der Closing wedge HTO ab. So ist der Nervus peroneus durch die erforderliche Fibulaosteotomie höchst gefährdet. Die Fibulaosteotomie selbst kann zu einer schmerzhaften Pseudarthrose führen. Es resultiert aus der closing wedge HTO immer eine Beinlängenverkürzung. Die Operationszeit ist gegenüber der Open wedge HTO deutlich länger und kann einen Simultaneingriff unnötig erschweren. Mit der einmal festgelegten Osteotomie, ist man intraoperativ auf diesen Korrekturwinkel fixiert. Eine intraoperative Nachkorrektur ist nur schwer zu erreichen. [3, 17, 23, 44, 46]



Abbildung 3: Closing wedge Osteotomie [7]

2.2.2 Die hohe tibiale aufklappende (open wedge) Osteotomie

Bei der open wedge Methode wird ebenfalls, nach exakter radiologischer Planung des Korrekturwinkels, über einen medialen Zugang zum Tibiakopf die Osteotomie von medial nach lateral leicht ansteigend durchgeführt. Zu beachten ist hierbei, dass zum einen die laterale Kortikalis nicht durchtrennt wird, zum anderen sollte die Osteotomie, aufgrund der besseren Heilungstendenz, in der Metaphyse des Tibiakopfes erfolgen. Anfangs wurde unterhalb der Tuberositas tibiae osteotomiert. Aufgrund einer schnelleren Heilung durch den Knochenkontakt und der damit verbundenen besseren primären Stabilität einer zusätzlichen aufsteigenden Osteotomie, verwenden immer mehr Autoren eine biplanare Osteotomie. Hierbei wird die quere Osteotomie nur in den posterioren zwei dritteln des Tibiakopfes durchgeführt. Eine zusätzliche nach ventral absteigende Osteotomie im Winkel von ungefähr 130° , unter Belassen der Tuberositas tibiae am distalen Osteotomiesegment, stabilisiert so additiv die Osteotomie. [29, 30] Als Implantate stehen hier eine Vielzahl zur Verfügung. Die häufigsten verwendeten stellen hierbei die Pudduplatte® (Fa. Arthrex), die Tomofixplatte® (Fa. Synthes) und die Position HTO-Platte® (Fa. Aesculap) dar.

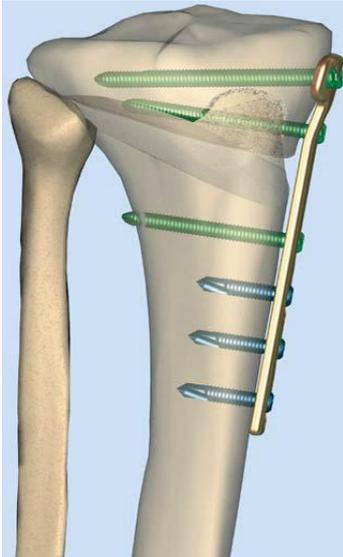


Abbildung 4: Tomofix® (Fa. Synthes) [30]



Abbildung 5: Position HTO Platte® (Fa. Aesculap) [40]

Wie auch bei der closing wedge Osteotomie hat sich auch hier der Trend zur winkelstabilen Platte durchgesetzt. Als winkelstabile Implantate stehen hierbei alle oben aufgeführten Platten zur Verfügung. Die Pudduplatte® ist zudem auch als nicht winkelstabiles Implantat erhältlich.

Einige Autoren favorisieren bei Korrekturen mit größerem Korrekturwinkel einen Fixateur externe. Dies kann dann als akute öffnende HTO oder als kontinuierlich aufklappende Osteotomie durchgeführt werden. Letzteres verfolgt das Ziel einer knöchernen Konsolidierung mittels Kallusdistraktion mit einem Ilizarov-Fixateur. [16, 21] Ebenso kann eine HTO mit großem Korrekturwinkel den Einsatz einer Spongiosaplastik bzw. eines kortikospongiösen Spans erforderlich machen. Hierzu wird aus dem vorderen Beckenkamm ein trikortikaler Span entnommen und in den Osteotomiespalt eingesetzt [14]. In letzter Zeit kam auch vermehrt allogener Knochenersatz zum Einsatz. Dieser kann gegebenenfalls mit aus dem Becken gewonnenem Knochenmark beimpft werden. [14, 26, 32]

Das Auffüllen des Osteotomiespaltens mittels synthetisch hergestellter Knochenersatzstoffe hat sich bei einem Großteil der Autoren nicht durchgesetzt. [29, 30, 39]

Ein ganz klarer Vorteil der open wedge HTO stellt die relative Minimalinvasivität dar. Die Operationszeit ist deutlich kürzer und ermöglicht auch größere Simultaneingriffe [2, 34]. Die Achskorrektur kann intraoperativ variiert werden. Eine oftmals vorkommende

mediale Instabilität wird durch die Distalisierung des tibialen Ansatzes und die damit verbundene Straffung des Ligamentum kollaterale mediale behoben. Korrekturen des tibial slopes können, wie bei der closing wedge HTO, einfach vorgenommen werden. [2, 14, 29, 30]

Nachteile der open wedge HTO stellt unter anderem das Risiko der Verletzung des Ramus infrapatellaris des Nervus saphenus dar. Durch die Distalisierung der Tuberositas tibiae kommt es zu einer Druckerhöhung im patellofemoralem Gleitlager. Im weiteren können durch das Präparieren am medialen Tibiakopf der Pes anserinus und der Ansatz des medialen Seitenbandes zerstört werden. [29, 30] Ein großer Osteotomiespalt kann eine Defektauffüllung mit weiteren Komplikationsmöglichkeiten notwendig machen [14, 32].

Durch Modifikationen der open wedge HTO konnte Lobenhoffer allerdings einigen Komplikationen entgegen wirken. So beugte er einer zu weiten Distalisierung der Tuberositas tibiae und damit der Druckerhöhung im patellofemoralem Gleitlager entgegen, indem er die aufsteigende Osteotomie in einigen Fällen nach distal verlagerte und so der Ansatz des Ligamentum patellae am proximalen Osteotomiesegment verbleibt.

Löst man zudem die am distalen Segment inserierenden Anteile des medialen Kollateralbandes, so kommt es zu keiner Druckerhöhung im medialen Kompartiment [29, 30].

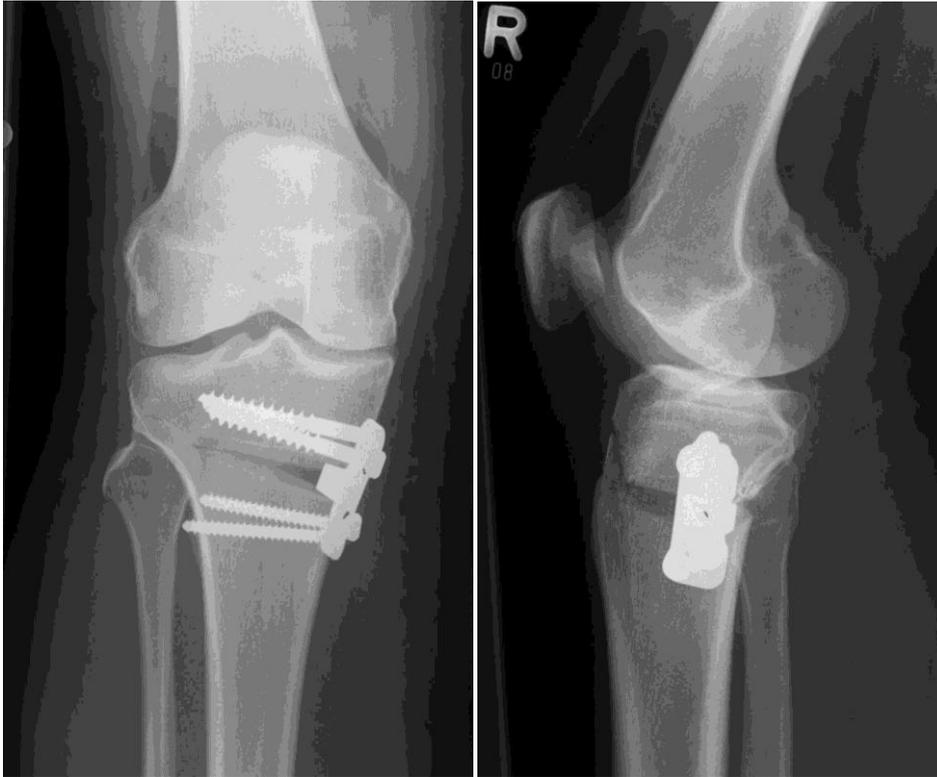


Abbildung 6: Open wedge Osteotomie mit der Pudduplatte®

2.2.3 Verwendete Methode und Implantat

Zwischen 2000 und 2004 führten wir an insgesamt 33 Patienten 34 open wedge HTO durch. Bei einem Patienten wurde die HTO beidseits im Intervall durchgeführt. Als Fixation diente jeweils die nicht winkelstabile Pudduplatte® der Fa. Arthrex. Die Platte ist eine sogenannte Spacerplatte. Durch einen in der Platte integrierten Abstandhalter, der in den Osteotomiespalt eingebracht wird, soll die Korrektur erhalten bleiben. Die Platte wird mit zwei 6,5 mm Spongiosaschrauben proximal der Osteotomie und zwei 4,5 mm Kortikalisschrauben distal davon fixiert.

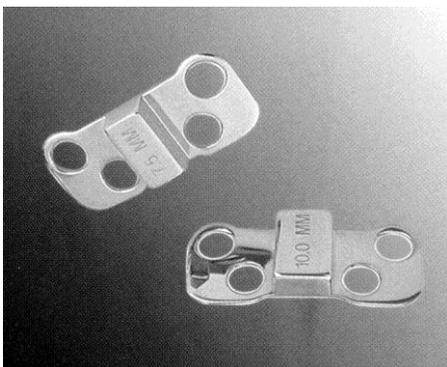


Abbildung 7: Die Pudduplatte® der Fa. Arthrex

Die Achskorrekturen erfolgten bis Mitte 2002 mit der uniplanaren Osteotomie (n = 14). Ab Mitte 2002 erfolgte die Umstellung der Technik auf die biplanare Osteotomie (n = 20).

Nach klinischer Untersuchung, Röntgendiagnostik und Planung der Achskorrektur begann jede Operation mit einer diagnostischen Arthroskopie, um die OP-Indikation nochmals zu überprüfen. Die zuvor berechnete Achskorrektur konnte mittels intraoperativer Durchleuchtungskontrolle und Ausmessen der Beinachse bestätigt und ggf. noch korrigiert werden. Postoperativ wurde ein striktes, einheitliches Nachbehandlungsschema angewandt, das unten näher beschrieben wird.



Abbildung 8: Plattenlage in situ

2.3 Klinische Scores

Klinische Scores sind numerische Bewertungssysteme, die zur Dokumentation, Bewertung und zum Vergleich von Behandlungserfolgen dienen. Die Scores erfassen hierzu den Zustand eines Patienten mittels Punktwerten für ausgewählte Kriterien und eine daraus resultierende Gesamtpunktzahl zu einem bestimmten Zeitpunkt. Erhebt man diese Scores prä- und postoperativ, so kann man an der Differenz der Scores auf den Erfolg rückschließen. Die in der Literatur gängigsten Knie-Scores nach Lysholm, Tegner und IKDC wurden zur Überprüfung unseres Patientengutes herangezogen. Die Erhebungsbögen der Scores sind im Anhang dargestellt.

2.3.1 Der Lysholm-Score

Der Lysholm-Score wurde 1982 von Lysholm und Gillquist ursprünglich für Bandinstabilitäten des Kniegelenkes entwickelt. Er wird allerdings mittlerweile für die gesamte Kniechirurgie herangezogen. Er beinhaltet fast ausschließlich subjektive, patientenbezogene Kriterien, wie z.B. Instabilitätsgefühl, Schmerzen, Belastbarkeit und Schwellung. [31] Der Vorteil dieses Scores liegt in der einfachen Erhebung. So kann man den Erhebungsbogen dem Patienten zuschicken und selbstständig ausfüllen lassen. Allerdings sollte, um Anwendungsfehler zu vermeiden, die Erhebung durch die selbe Person erfolgen. Nachteil des Scores ist allerdings die reine Subjektivität. Meist täuscht der Lysholm Score dadurch eine höhere Funktionalität gegenüber der objektiv ermittelten Leistungsfähigkeit anderer Scores vor.

2.3.2 Der Tegner Aktivitätsindex

Der Tegner Aktivitätsindex wurde 1985 von Tegner und Lysholm entwickelt [45]. Sie stellten fest, dass aufgrund der Subjektivität des Lysholmscores ca. 20% der Patienten zwar einen hohen Wert im Lysholmscore, allerdings eine schlechte Funktion im täglichen Leben zeigten. Um diese Diskrepanz zu eliminieren, ergänzten sie den Score daher durch Fragen bezüglich der Funktion im täglichen Leben. Der Tegner Aktivitätsindex umfasst 11 Aktivitätsgrade, denen sich die Patienten selbst zuordnen müssen. Er reicht von 0 Punkten für Bettlägerigkeit bis 10 Punkten für Fußballspiel auf internationalem Niveau. Ein niedriges Scoreergebnis bedeutet ein niedriges Aktivitätsniveau. [45]

2.3.3 IKDC (International Knee Documentation Committee)

1992 führte das IKDC, unter der Leitung von Prof. Karl-Peter Benedetto, den standardisierten Knieerhebungsbogen für Bandverletzungen ein. Ziel war es, einen standardisierten Erhebungsbogen zu entwickeln, um Vergleiche von Patientenkollektiven zu ermöglichen. Es wurden verschiedene subjektive und objektive Beurteilungen mit unterschiedlichen Wichtungen herangezogen. Der hierbei errechnete Punktwert wird auf eine Skala von 0 bis 100 transformiert. Hohe Scores repräsentieren

eine gute Funktionalität und geringe Beschwerdesymptomatik. Die Bewertung orientiert sich am niedrigsten Grad innerhalb einer Gruppe. Ein weiterer Vorteil dieses Scores ist, dass man auch dann einen Wert berechnen kann, wenn nicht alle Fragen beantwortet werden können. Es müssen nur 90% der Fragen beantwortet sein, um den Bogen auszuwerten. Für die fehlenden Werte kann man den durchschnittlichen Punktwert der Gruppe heranziehen. [4]

2.4 Klinisches Vorgehen

2.4.1 Indikation und Patientenselektion

Eine wichtige Grundlage für gute postoperative Ergebnisse ist die richtige Indikationsstellung und Patientenselektion. Indikationen für eine HTO stellen mediale unikompartimentelle Gonarthrosen bei varischer Beinachse und die ausgebrannte Osteochondrosis dissecans mit entsprechender Achsabweichung dar. [6, 16, 24, 29, 30] Lobenhoffer sieht zudem die Indikation einer dreidimensionalen HTO bei posteriorer, posterolateraler und / oder lateraler Instabilität, sofern ein Varusmorphotyp vorliegt [29]. Hier kann durch Erhöhung des tibialen Slope die Bandstabilisierung erreicht werden. Kontraindikationen sind eine Gonarthrose auch im lateralen Kompartiment (\geq CM II), die übermäßige Adipositas (BMI > 32 kg/m²), ein Beugedefizit unter 120°, ein zu hohes Alter (> 65 Jahre) und eine radiologisch erkennbare Osteoporose. [14, 29, 30] Die bessere Knochenqualität beim sportlich aktiven Patienten führt zu besseren Ergebnissen. Daher kann in dieser Gruppe die Indikation durchaus auch auf über 65 jährige erweitert werden. [14, 29, 30]

Wesentlicher Bestandteil der Indikationsstellung stellt die genaue Anamnese und die klinische Untersuchung dar. So sollten belastungsabhängige Schmerzen über dem medialen Gelenkspalt vorliegen. Diese Schmerzen sollten bei der klinischen Untersuchung durch Bewegung und Varusstress reproduzierbar sein [30]. Schmerzen über dem lateralen Gelenkspalt dürften bei korrekter Indikation nicht auftreten. Vordere und hintere Instabilitäten stellen keine Kontraindikation für die HTO dar [2, 30]. Eine Bandrekonstruktion kann simultan oder zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen. Die bildgebende Diagnostik umfasst ein konventionelles Röntgenbild des Kniegelenkes in 2 Ebenen mit einer Tangentialaufnahme der Patella und einer Ganzbeinaufnahme im Stehen unter Belastung [14, 39].

Belastungsaufnahmen in zwei Ebenen in 45° Flexion lassen Rückschlüsse auf die Gelenkschädigung des medialen Gelenkkompartimentes zu [14, 30]. Bei Instabilitäten des Seitenbandapparates sind gehaltene Aufnahmen unter Varus- bzw. Valgusstress sinnvoll. Eine MRT des Kniegelenkes kann Aufschlüsse über die Knorpelbeschaffenheit und den Bandstatus des Gelenkes bringen, ist aber nicht obligatorisch. Wurde in naher Vergangenheit eine Kniearthroskopie durchgeführt, so ist der damalige intraoperative Befund wichtig, um die Knorpelverhältnisse präoperativ zu kennen. Die Indikation sollte jedoch intraoperativ stets durch eine erneute Kniearthroskopie nochmals überprüft werden. [2, 14, 30, 39]

2.4.2 Präoperative Planung der HTO

Der Erfolg der HTO ist maßgeblich von der genauen Einschätzung der Achsabweichung und der exakten Korrektur der Beinachse abhängig [39]. Voraussetzung hierfür ist eine gute Kenntnis der anatomischen und mechanischen Beinachsen und deren Deutung. Die geometrischen Begriffe variieren in der Literatur. Zum besseren Verständnis wurden Definitionen verwendet, die bei normalen Schaftformen für Femur und Tibia benutzt werden.

Definitionen [39]:

- Das Hüftkopfbzentrum (HKZ) ist der Mittelpunkt des Hüftkopfes und bildet das Drehzentrum. Mit Hilfe der Kreismesslehre aus der Hüftendoprothetik kann dieses bestimmt werden.
- Das Kniegelenkbzentrum (KGZ) ist die Mitte der Verbindungslinie der beiden tibialen Kreuzbandhöcker
- Das Zentrum des oberen Sprunggelenkes (OSGZ) ist die Mitte der größten Ausdehnung des proximalen Talus in der Horizontalebene parallel der osteochondralen Grenzlamelle
- Die mechanische Achse des Femurs ist die Verbindungslinie von HKZ und KGZ
- Die anatomische Achse des Femurs ist die Verbindungslinie vom Mittelpunkt des Femurschaftes am Übergang vom mittleren zum distalen Drittel des Femurs zum KGZ
- Die mechanische und anatomische Achse der Tibia sind annähernd deckungsgleiche Linien vom KGZ zum OSGZ

- Die mechanische Beinachse ist der Winkel zwischen mechanischer Femur- und mechanischer Tibiaachse (physiologisch 0 - 2,3° Valgus) [39]
- Die anatomische Achse ist der Winkel zwischen den anatomischen Achsen von Femur und Tibia (physiologisch 5 - 7° Valgus) [24, 39]
- Die mechanische und anatomische Achse werden in Grad angegeben. Negative Werte kennzeichnen dabei Varus- und positive Werte Valgusstellungen
- Die Traglinie des Beines (Mikulicz-Linie) verbindet das HKZ mit dem OSGZ. Physiologischerweise zieht diese Linie durch das KGZ. Die Abweichung der Traglinie vom KGZ wird hierbei entweder in Millimetern vom KGZ oder als Prozentsatz der Tibiplateaubreite angegeben. Die mediale Kortikalis ist hierbei 0 %, die laterale Kortikalis 100 %.

Abhängig von der Autorengruppe zeigen klinische Studien unterschiedliche Vorschläge für die Achskorrektur. Ein einheitliches standardisiertes Vorgehen zur HTO gibt es nicht. Coventry empfiehlt die anatomische Beinachse zur Berechnung des Korrekturwinkels und sieht diesen bei wenigstens 8° [8, 9]. In der jüngeren Literatur wird die Position der Mikulicz-Linie in Relation zum Tibiplateau zur Berechnung der Korrektur empfohlen. Grundlage hierfür ist eine Arbeit von Fujisawa [13], der die Knorpelverhältnisse vor und nach HTO untersuchte. Zu einer Abheilung der Knorpelulcerationen kam es nur in den Fällen, bei denen die Traglinie bei 30 - 40 % der lateralen Tibiplateauweite in Bezug zum KGZ durchzog [13]. Miniaci empfiehlt in Anlehnung an die Fujisawa-Studie einen Verlauf der Traglinie zwischen 60 und 70 % der Gesamtbreite [33]. Noyes legte sich auf die 62 %-Koordinate fest [34]. Fast man alle Studien zusammen, so scheint die optimale Position der Traglinie in Relation des Tibiplateaus bei der 62 - 66 % Koordinate zu liegen. Die mechanische Achse liegt hierbei idealerweise bei 3 - 5° Valgus und die anatomische Valgusstellung beträgt 8 - 10° [39].

Die Berechnung des Korrekturwinkels erfolgt anhand der Ganzbeinaufnahmen. Hierzu werden mehrere Hilfslinien benötigt. Die Linie 1 zieht vom HKZ durch die zuvor erwähnte 62 - 66 % Koordinate bis in Höhe des OSG-Spaltes. Diese Linie entspricht dem Verlauf der postoperativ gewünschten Traglinie. Die Linie 2 verbindet das Drehzentrum der Osteotomie (Punkt D) mit dem OSGZ. Linie 3 verbindet das Drehzentrum mit dem OSG-nahen Ende der Linie 1. Die Linie 3 sollte die gleiche Länge

wie Linie 2 aufweisen, da der zu öffnende Korrekturwinkel x zwischen den Linien 2 und 3 liegt. Dreht man diesen Winkel im Punkt D so, dass Linie 2 horizontal zum Liegen kommt, kann man an der medialen Kortikalis zwischen den Linien 2 und 3 die Höhe des Korrekturkeils ablesen. (Abbildung 9)



Abbildung 9: Vermessen der Beinachse und Bestimmung der Osteotomiehöhe [30]

2.4.3 Die Durchführung der HTO

Die intraoperative Lagerung des Patienten erfolgt in Rückenlage auf dem Normaltisch. Der Eingriff wird in Vollnarkose oder in Regionalanästhesie durchgeführt. Es wird eine

antibiotische single-shot Prophylaxe mit einem leitliniengerechten Breitbandantibiotikum gegeben. Am proximalen Oberschenkel des zu operierenden Beines wird, nach Schaffen der Blutleere, eine Blutsperre angelegt.

Nach der Desinfektion und dem sterilen Abdecken erfolgt zunächst obligatorisch die diagnostische Arthroskopie des Kniegelenkes über einen hochanterolateralen Zugang zum Kniegelenk. Nur wenn sich intraoperativ eine hochgradige Chondromalazie im medialen Kompartiment bei gleichzeitig gut erhaltenem lateralem Kompartiment bestätigt, wird die HTO anschließend durchgeführt.



Abbildung 10: Intraoperatives Bild der medialen Chondromalazie

Kombinationseingriffe, wie z.B. partielle Meniskusresektionen oder Knorpeltherapien sollten vor einer HTO durchgeführt werden. Bei Kombinationseingriffen mit einer LCA-Ersatzplastik oder mit einer Kunstmeniskusimplantation, empfiehlt es sich zuerst die Achskorrektur vorzunehmen. Diese Thematik ist jedoch nicht Bestandteil dieser Arbeit. Wird die OP-Indikation zur HTO bestätigt, so erfolgt der ca. 5 - 7 cm lange, über dem medialen Tibiakopf knapp oberhalb des Pes anserinus schräg nach dorsocranial verlaufende Hautschnitt.

Nach Durchtrennung des subcutanen Gewebes, unter Schonung des Ramus infrapatellaris des Nervus saphenus, wird die Faszie am Oberrand des Pes anserinus durchtrennt und das mediale Seitenband dargestellt.

Das Seitenband sollte vom Tibiakopf vorsichtig abgehoben werden, bis die posteromediale Kante der Tibia exponiert ist. Diese stellt einen wichtigen Bezugspunkt dar. Die dorsale Tibiafläche muss nicht einzusehen sein. Es sollte aber, zum Schutz der

Weichteile, bei der späteren Osteotomie ein Gewebeschutz eingeführt werden. Im ventralen Wundwinkel wird der Patellarsehnenansatz an der Tuberositas tibiae dargestellt. Das Intervall zwischen Sehne und dorsaler Tibiakante sollte gut einsehbar sein, um eine genaue Orientierung für die biplanare Osteotomie zu erhalten. Das Knie wird nun mit einer Rolle so unterfüttert, dass sich der Gelenkspalt in der Durchleuchtung exakt a.p. einstellen lässt. Zur Festlegung der Osteotomierichtung werden unter radiologischer Kontrolle nun von medial her 2 Kirschnerdrähte in den Tibiakopf eingebohrt. Der erste Draht wird weit dorsal am Oberrand des Pes anserinus eingebohrt. Zielrichtung ist das untere Drittel des tibiofibularen Gelenkes. Der zweite Draht wird exakt parallel dazu ca. 2 - 3 cm ventral eingebohrt. Die Drähte sollten lateral genau mit der Kortikalis abschließen. Die Breite des Tibiakopfes kann nun anhand der Drähte abgemessen werden. Die Werte werden notiert und auf dem Sägeblatt der oszillierenden Säge markiert. [14, 30]

Nun wird mit der elektrischen Nadel die in einem ca. 130°-Winkel aufsteigende Osteotomie dorsal der Tuberositas tibiae markiert. Mit der oszillierenden Säge erfolgt nun die quere Osteotomie am Unterrand der Kirschnerdrähte, die als Führung dienen.

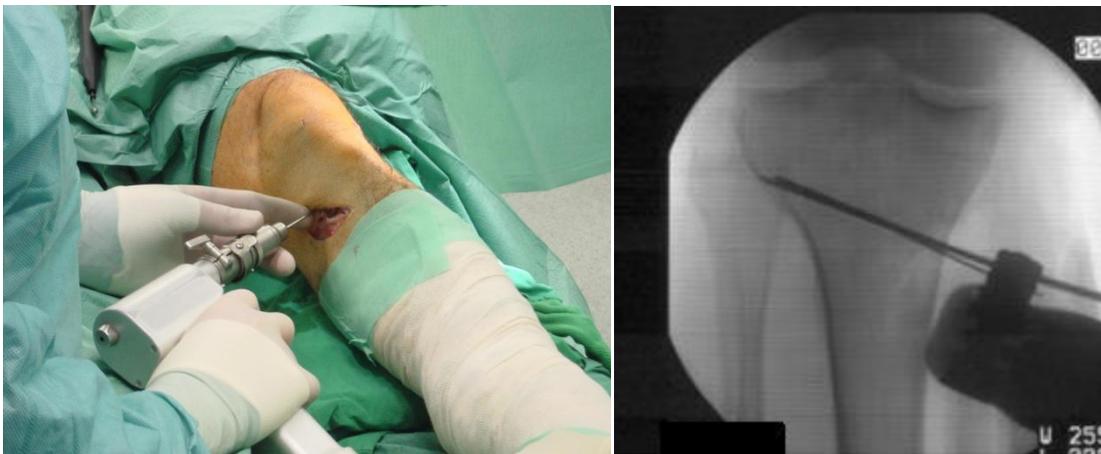


Abbildung 11: Platzierung der K-Drähte und Osteotomie entlang der Drähte

Es muss darauf geachtet werden, dass die laterale Kortikalis nicht durchtrennt wird. Empfehlenswert ist hierbei, dass die Osteotomie in einem Abstand von ca. 10 mm endet. Dies kann an den Markierungen auf dem Sägeblatt abgelesen und unter Durchleuchtung kontrolliert werden. Die posteromediale Kante muss hierbei vollständig durchtrennt werden. Nach der queren Osteotomie, die sich über die dorsalen 2/3 des Tibiakopfes erstreckt, erfolgt nun die ansteigende Osteotomie, die zuvor mit der

elektrischen Nadel markiert wurde. Die laterale Brücke erhält die Stabilität des Tibiakopfes.



Abbildung 12: Biplanare Osteotomie nach Lobenhoffer [30]

Der Sägevorgang sollte, um eine thermische Beeinträchtigung des biologischen Reparaturprozesses zu vermeiden, mehrmals unterbrochen werden [30]. Im Gegensatz zu anderen Darstellungen in der Literatur, wird das angefallene Sägematerial nicht aus der Osteotomie gespült, da dies eventuell nach zu einer schnelleren Knochenheilung beitragen kann. In die Osteotomie werden nun vorsichtig schrittweise nacheinander mehrere Flachmeißel eingeschlagen.

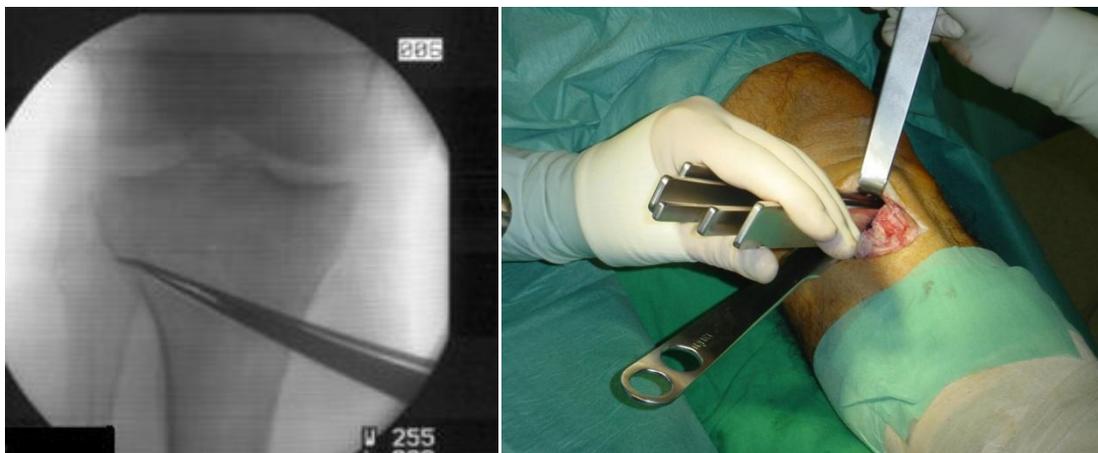


Abbildung 13: Öffnen des Osteotomiespaltes

Dies sollte sehr langsam und über einen Zeitraum von mehreren Minuten erfolgen, um ein Brechen der lateralen Kortikalis und der Tibiagelenkfläche zu vermeiden. Erfolgt die Öffnung des Osteotomiespalt langsam, so kommt es zu einer elastischen Deformierung der lateralen Knochenbrücke und die Stabilität bleibt erhalten. [14, 30] Durch die noch verbliebenen Kirschnerdrähte ist eine Fraktur des proximalen Osteotomiesegmentes und der Gelenkfläche nahezu ausgeschlossen. Nun wird ein Abstandshalter in den Osteotomiespalt eingebracht und die Flachmeißel sowie die Kirschnerdrähte entfernt. Nach Extension des Kniegelenkes erfolgt nun die radiologische Überprüfung der Traglinie. Hierzu kann man das Kabel der elektrothermischen Sonde verwenden. Allerdings ist darauf zu achten, dass das Kniegelenk exakt a.p. eingestellt ist. Das Kabel wird proximal im HKZ und distal im OSGZ positioniert. Im a.p. Bild sieht man nun die Traglinie in Relation zum Tibiaplateau.

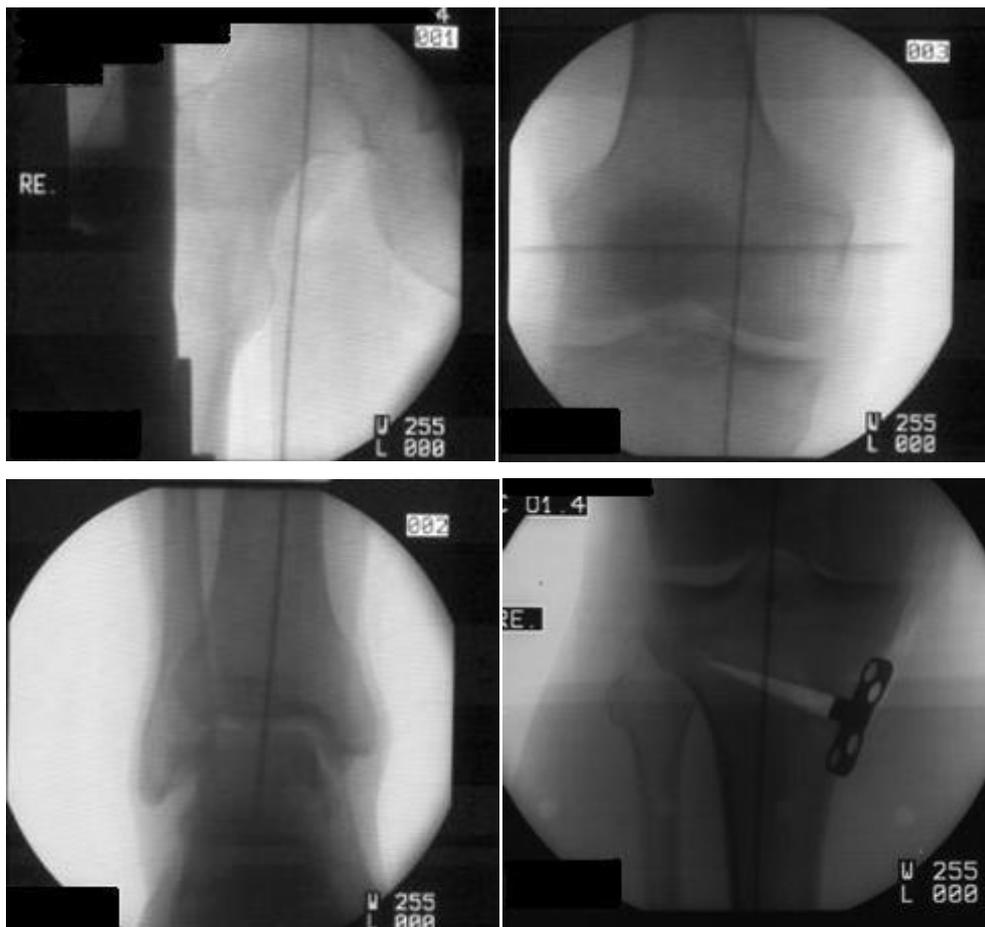


Abbildung 14: Bestimmung der Osteotomieweite unter Durchleuchtungskontrolle

In Anlehnung an einige Autoren sehen wir den idealen Verlauf der korrigierten Traglinie bei einer Weite des Tibiaplateaus von 62 - 66 % [12, 13, 14, 30, 33, 34]. Ist alles korrekt, wird nun die Pudduplatte® mit dem zuvor berechneten, integrierten Abstandhalter auf den Osteotomiespalt aufgebracht. Die Platte sollte dabei mittig in der queren Osteotomie zu liegen kommen.

Die proximalen Plattenlöcher werden jeweils, nach Vorbohren und Ausmessen der Schraubenlänge, mit einer 6,5 mm Spongiosaschraube belegt. Dabei sollte darauf geachtet werden, dass die Schrauben knapp unterhalb der Tibiagelenkfläche an der lateralen Kortikalis enden. Ebenfalls nach Vorbohren und Ausmessen der Schraubenlängen, werden die distalen Schraubenlöcher mit jeweils einer 4,5 mm Kortikalisschraube belegt.



Abbildung 15: Verschraubung der Platte

Das mediale Seitenband wird nun, falls dessen Ablösung erforderlich war, wieder reinseriert und die Platte durch den Faszienschluss bedeckt. Um Hämatome zu vermeiden und das Eindringen von Keimen zu erschweren, sollten die Weichteile idealerweise die Platte vor dem Hautverschluss komplett bedecken. Auf das Einlegen einer tiefen Redondrainage in den Osteotomiespalt wird bewusst verzichtet, um ein Ausaugen des Osteotomiespalt zu verhindern. Subkutan kann eine Redondrainage eingelegt werden. Diese sollte aber weit entfernt der Osteotomie liegen. Die Haut wird erst durch Subkutannähte und anschließend durch eine Hautnaht verschlossen. Es folgt der sterile Verband und die elastokompressive Wickelung. Abschließend wird die Blutsperre aufgehoben.

2.4.4 Die Nachbehandlung

Noch im OP wird eine Kühlmanschette und eine Null-Grad-Schiene angelegt. Die Mobilisation erfolgt ab dem ersten postoperativen Tag mit 20 kg Teilbelastung des operierten Beines. Die Null-Grad-Schiene bleibt maximal 7 Tage angelegt. Die physiotherapeutische Beübung auf einer Motorschiene wird jedoch mehrmals täglich unlimitiert durchgeführt. Falls eine Redondrainage eingelegt wurde, wird diese spätestens am 2. postoperativen Tag entfernt. Eine postoperative Röntgenkontrolle wird vor der Entlassung nach ca. 4 - 5 Tagen angefertigt. Während der Zeit der Teilbelastung sollte, falls keine Kontraindikationen bestehen, die Thromboseprophylaxe mit einem niedermolekularem Heparin erfolgen. Die Teilbelastung mit 20 kg wird für insgesamt acht Wochen fortgesetzt. In dieser Zeit ist die physiotherapeutische Beübung aktiv assistiert erlaubt. Zur Verbesserung des Lymphabflusses kann eine Lymphdrainage erforderlich sein. Nach acht Wochen postoperativ erfolgt die zweite Röntgenkontrolle. Je nach knöcherner Konsolidierung kann nun die Belastung schrittweise innerhalb der nächsten zwei Wochen bis zur Vollbelastung gesteigert werden. Anschließend wird die physiotherapeutische Beübung und der Muskelaufbau forciert. Idealerweise findet diese im Rahmen einer ambulanten Rehabilitation statt. Eine Entfernung der Platte kann nach einem Jahr stattfinden, ist aber nicht zwingend erforderlich.

2.4.5 Kombinationseingriffe

Liegt eine Kniegelenksinstabilität bei gleichzeitiger Varusfehlstellung vor, kommt es zu einer raschen Ausbildung einer medialen Gonarthrose [2]. Dies gilt es mittels einer Bandstabilisierung und einer Achskorrektur zu verhindern. Die open wedge HTO kann, aufgrund der kurzen Eingriffsdauer, gut mit anderen Eingriffen kombiniert werden. Bei Instabilitäten kann problemlos an die HTO eine vordere oder hintere Kreuzbandersatzplastik angeschlossen werden. Ebenso können Knorpeltherapien, wie z.B. eine autologe Chondrozytentransplantation oder eine OATS in Kombination erfolgen. Oftmals resultiert eine mediale Gonarthrose auf dem Boden einer subtotalen Meniskektomie. Steht noch genügend Meniskusgewebe zur Verfügung, so kann in gleicher Sitzung ein Kunstmeniskus aus Kollagen implantiert werden. Auch die

Kombination mit einer allogenen Meniskustransplantation ist im Anschluss an die HTO denkbar. [2, 32, 34]

In dem vorliegenden Patientenkollektiv wurden insgesamt drei solcher Kombinationseingriffe durchgeführt. Zweimal wurde eine vordere Kreuzbandersatzplastik, einmal eine Kollagenmeniskusimplantation an die HTO angeschlossen.

3 Ergebnisse

3.1 Auswertung der Patientendaten des Kollektivs

Es wurden insgesamt 34 hohe tibiale Umstellungsosteotomien als open wedge durchgeführt. Bei einem Patienten wurde, im Intervall von einem halben Jahr, die Achskorrektur beidseits vorgenommen. Das durchschnittliche Alter zum Zeitpunkt der Operation betrug 44,9 Jahre. Der jüngste Patient war 25 Jahre, der älteste 64 Jahre.

Die Geschlechtsverteilung lag mit 26 zu 8 deutlich auf Seiten des männlichen Geschlechtes. Bei den weiblichen Patienten reichte die Altersverteilung von 25 Jahren bis 61 Jahre, bei den männlichen von 30 Jahren bis 64 Jahre. Der Altersdurchschnitt bei den weiblichen Patienten betrug 45,4 Jahre. Bei den männlichen Patienten errechnet sich ein Durchschnittsalter von 44,7 Jahren zum Zeitpunkt der Umstellung.

Insgesamt	Weiblich	Männlich
34 (100 %)	8 (23,5 %)	26 (76,5 %)
Altersdurchschnitt in Jahren		
44,9 (25 - 65)	45,4 (25 - 61)	44,7 (30 - 65)

Tabelle 1: Absolutwerte der Geschlechtsverteilung

Die Seitenverteilung lag mit 20 (58,8 %) rechten im Gegensatz zu 14 (41,2 %) linken, leicht auf der Seite der rechten Kniegelenke.

Von den insgesamt 34 Kniegelenken die operiert wurden, hatten 23 (67,6 %) eine Operationsanamnese. Im Einzelnen waren das fünfmal eine LCA-Plastik (14,7 %), einmal eine LCA- und LCP-Plastik (2,9 %), 14 mal eine partielle Meniskusresektion (41,2 %), einmal eine Pridie Bohrung (2,9 %), einmal eine Microfrakturierung (2,9 %) und eine Außenbandplastik (2,9 %).

Bei vier Patienten ist nach einer Tibiakopffraktur im weiteren Verlauf eine sekundäre, medial betonte Gonarthrose entstanden. Insgesamt fand sich bei 16 (47,1 %) Patienten ein Knie trauma in der Anamnese. In zehn Fällen (62,5 %) handelte es sich um Sportunfälle z.B. beim Fußballspielen, Skifahren oder beim Volleyballspielen. Die

anderen Unfälle (37,5 %) entstanden bei Aktivitäten des täglichen Lebens, z.B. bei einem Verkehrsunfall, Treppensturz oder Sturz von einer Leiter.

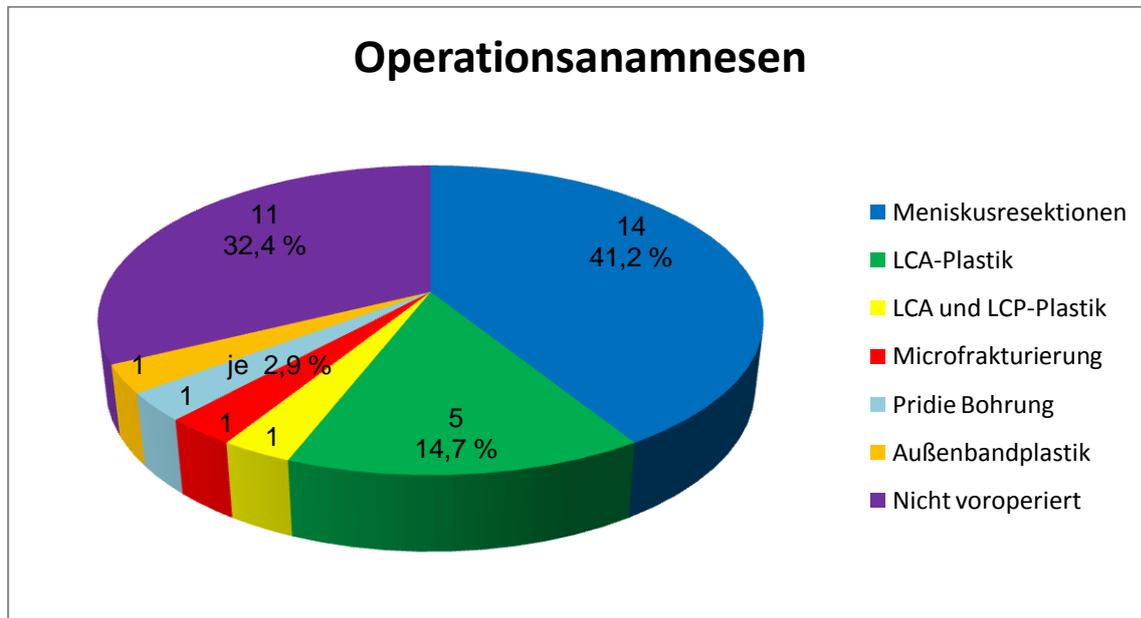


Abbildung 16: Aufteilung der Voroperationen

Bei der vor der HTO durchgeführten Kniegelenksarthroskopie zeigte sich bei 18 Patienten im medialen Kompartiment eine Chondromalazie Grad IV, bei 12 eine Chondromalazie Grad III und bei vier Patienten eine Chondromalazie Grad 0 - II. Bei den letzten vier Patienten bestand die Indikation nicht nur aufgrund einer medialen Schmerzsymptomatik, sondern aufgrund einer Slope-Erhöhung oder einer Insuffizienz des hinteren Kreuzbandes, was die mediale Schmerzsymptomatik verursachte. Im lateralen Kompartiment durfte die Chondromalazie höchstens erstgradig sein, um den Patienten in die Studie einzuschließen.

	CM 0	CM I	CM II	CM III	CM IV
Mediales Kompartiment	1 (2,9 %)	2 (5,9 %)	1 (2,9 %)	12 (35,3 %)	18 (52,9 %)
Laterales Kompartiment	22 (64,7 %)	12 (35,3 %)	0	0	0

Tabelle 2: Grad der Chondromalazie präoperativ

Die Spacerplatten reichten von 7,5 mm bis zu 12,5 mm Höhe. Im arithmetischen Mittel lag die Höhe der Basis des Osteotomiekeils bei 9,4 mm.

Bei elf der 34 HTO wurden Kombinationseingriffe durchgeführt. Das Spektrum hierbei ging von der partiellen Menishektomie (n = 6, 54,5 %), über die Implantation eines Kollagenmeniskus (n = 1, 9,1 %), der Notchplastik (n = 1, 9,1 %) bis hin zur LCA-Plastik (n = 3, 27,3 %).

Kombinations- eingriffe	Meniskus- resektion	LCA-Plastik	CMI (Menaflex®)	Notchplastik
11 (32,4 %)	6 (54,5 %)	3 (27,3 %)	1 (9,1 %)	1 (9,1 %)

Tabelle 3: Anzahl und Art der Kombinationseingriffe

Insgesamt kamen acht Operateure zum Einsatz, wobei ein einzelner 21 (61,8 %) der 34 Operationen durchführte. Dieser assistierte sechs der 13 übrigen Umstellungsosteotomien.

Insgesamt wurden 21 (61,8 %) der 34 Pudduplatten® von uns wieder entfernt. Durchschnittlich war das Intervall zwischen HTO und Materialentfernung 11,2 Monate. Das kürzeste Intervall betrug drei Monate, das längste 26 Monate. Vier dieser Patienten wurden bei der Materialentfernung mit Verdacht auf Meniskusläsion rearthroskopiert. Bei allen kam es zu keiner weiteren Zunahme der Chondromalazie. Bei drei Patienten (8,8 %) musste der Innenmeniskus nachreseziert werden.

Bei der ersten Nachuntersuchung acht Wochen nach HTO waren 30 Osteotomien so weit durchbaut, dass die Belastung freigegeben werden konnte. Vier Osteotomien waren nach dieser Zeit noch nicht ausreichend durchbaut. Zwei konnten aber vier Wochen später freigegeben werden. Bei einem Patienten kam es zu einer Pseudarthrosenbildung mit einem Schraubenbruch. Nach der Entfernung der Platte vier Monate postoperativ, zeigte sich immer noch keine suffiziente Durchbauung, einhergehend mit einer Schmerzsymptomatik an der proximalen Tibia. Bei anhaltender Beschwerdesymptomatik drei Monate nach Entfernung der Platte wurde dieser Patient mit einer winkelstabilen Platte revidiert.

Bei einem Patienten kam es im Rahmen eines iatrogenen Kniegelenksepyems mit Osteitis zu keiner Durchbauung der Osteotomie nach sechs Wochen.

3.2 Auswertung der Komplikationen und deren Behandlung

Postoperativ kam es bei zwei Patienten zu einem oberflächlichen Hämatom, das operativ entlastet und prophylaktisch oral antibiotisch therapiert wurde. Die Weichteilverhältnisse konsolidierten daraufhin.

Bei einem Patienten zeigte sich, wie bereits erwähnt, bei der Materialentfernung nach vier Monaten ein Schraubenbruch bei Pseudarthrosenbildung. Die Osteotomie war zu diesem Zeitpunkt noch nicht ausreichend durchbaut. Der Osteotomiespalt wurde drei Monate nach der Plattenentfernung mit Spongiosa aufgefüllt und eine winkelstabile Platte unter Erhalt der Osteotomiehöhe implantiert (Abbildung 17).

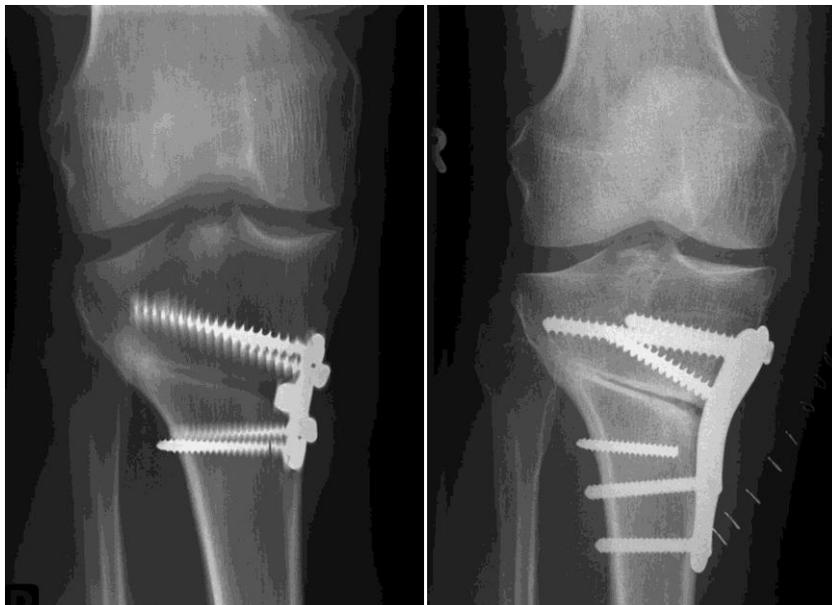


Abbildung 17: Schraubenbruch nach 4 und Reverplattung nach 7 Monaten

Im weiteren Verlauf zeigte sich eine komplette Durchbauung des Osteotomiespalt (Abbildung 18), so dass die Platte schließlich zwei Jahre später entfernt werden konnte.



Abbildung 18: Knöcherner Konsolidierung nach Pseudarthrose bei Schraubenbruch

Bei einem Patienten kam es, wie oben bereits erwähnt, nach mehreren Kortisoninjektionen durch einen externen Kollegen in der postoperativen Nachbehandlung zu einem Kniegelenksempyem und einer Osteitis im Bereich der Osteotomie (Abbildung 19).

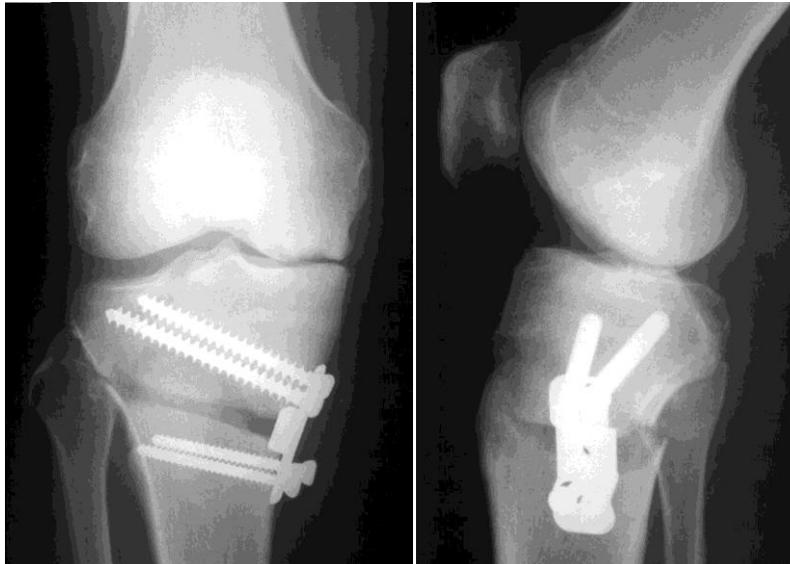


Abbildung 19: Postoperatives Kniegelenksempyem mit Schraubenlockerung

Das Kniegelenksempyem wurde arthroskopisch gespült, synovektomiert und lokal antibiotisch behandelt. Die beginnende Osteitis im Osteotomiespalt wurde, nach dem Entfernen der Platte, ebenfalls lokal mit Gentacoll® antibiotisch behandelt und mit einem Fixateur externe, unter Erhalt der Osteotomiekorrektur, ruhig gestellt (Abbildung 20).



Abbildung 20: Nach Revision und Anlage eines Fixateur externe unter Erhalt der Korrekturosteotomie

Die Komplikation konnte im Fixateur ausbehandelt werden und heilte daraufhin nach sechs Monaten folgenlos aus. Der Osteotomiespalt war zwar nativ radiologisch noch nachweisbar, die Durchleuchtungskontrolle zeigte jedoch die Stabilität der Osteotomie (Abbildung 21).



Abbildung 21: Ausheilungsbild nach Infektion

Die Komplikationsrate liegt demnach bei 11,8 %. Die zwei verfahrensspezifischen Komplikationen (Pseudarthrose und Kniegelenksempyem) liegen bei 5,9 %.

	Komplikationsraten		
Oberflächliches Hämatom	n = 2 (5,9 %)	verfahrensunspezifisch n = 2 (5,9 %)	Gesamtkomplikation n = 4 (11,8 %)
Pseudarthrose	n = 1 (2,9 %)	verfahrensspezifisch n = 2 (5,9 %)	
Kniegelenksempyem und Osteitis	n = 1 (2,9 %)		

Tabelle 4: Verfahrensunspezifische und verfahrensspezifische Komplikationsraten

3.3 Subjektive Beurteilung durch die Patienten nach Umstellungsosteotomie

18 nachuntersuchte Patienten (19 Kniegelenke) und die vier telefonisch befragten Patienten wurden zu dem Erfolg der Umstellungsosteotomie befragt. Hierbei gaben vier (17,4 %) Patienten an, schmerzfrei zu sein. Bei 13 (56,5 %) Patienten kam es zu einer deutlichen Verbesserung der Schmerzsymptomatik. Eine leichte Besserung der Symptomatik stellte sich bei vier (17,4 %) Patienten ein. Bei zwei (8,7 %) Patienten kam es zu keiner Besserung der Beschwerden. Zusammengefasst berichten 17 Patienten (73,9 %) über ein gutes bzw. sehr gutes postoperatives Ergebnis.

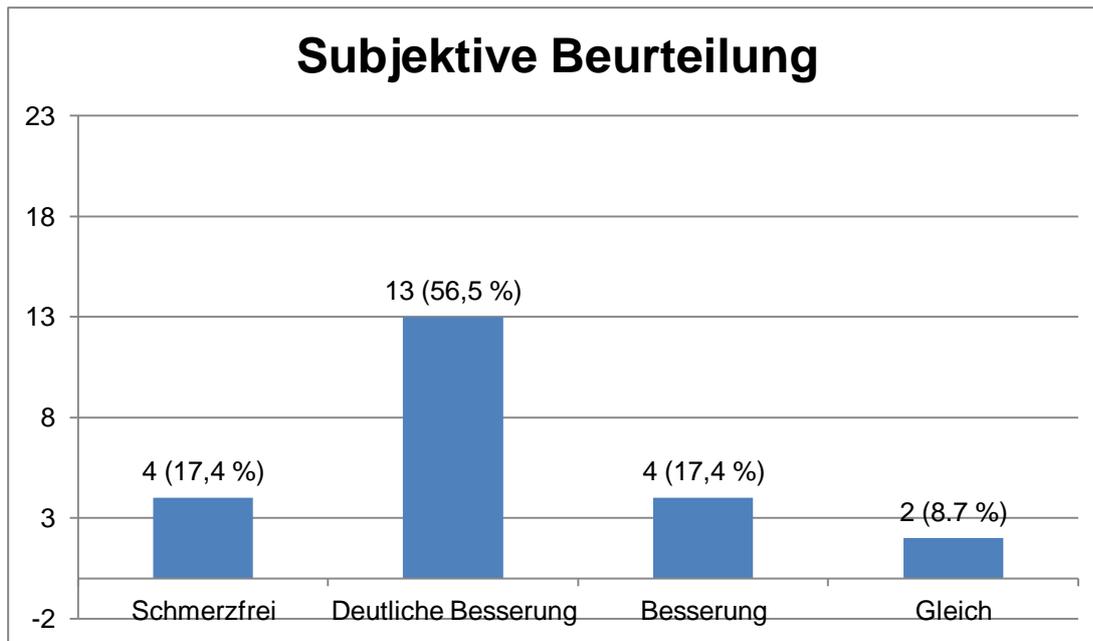


Abbildung 22: Subjektive Beurteilung der Patienten bzgl. des OP-Erfolges

Bei der Beurteilung der schmerzfreien Gehstrecke gaben insgesamt 16 (69,6 %) Patienten an, eine beschwerdefreie Gehstrecke von mehreren Kilometern zu haben; 12 (52,2 %) davon waren gänzlich unlimitiert.

Der Einbeinstand und Einbeinsprung war bei zwei Patienten der Gruppe mit gleichbleibender Symptomatik nicht möglich. Ansonsten konnten diese Übungen alle Patienten durchführen. Das in die Hocke gehen war nur in der Patientengruppe mit deutlicher Besserung und Schmerzfreiheit umsetzbar. Der Patient mit der Pseudarthrosenbildung findet sich in der Gruppe der gleich gebliebenen Symptomatik; ein Patient mit einem postoperativen Hämatom in der Gruppe der deutlich gebesserten. Die beiden übrigen Patienten mit Komplikationen konnten nicht nachuntersucht werden.

3.4 Auswertung des Lysholmscores

Der Lysholmscore betrug vor der Umstellungsosteotomie im Mittel 53,4 Punkte. Das schlechteste Ergebnis lag bei 42 Punkten. Das beste Ergebnis notierte mit 67 Punkten. Nach der Umstellungsosteotomie lag der Durchschnittswert des Scores bei 87,8 Punkten. Das schlechteste Ergebnis war 57 Punkte. Dies wurde von der Patientin angegeben, die bereits vor der Umstellungsosteotomie mit 42 Punkten den schlechtesten Wert erreichte. Der beste postoperative Wert lag bei 100 Punkten. Die

postoperative Verbesserung des Wertes reichte von 15 Punkten bis zu 57 Punkten. Durchschnittlich verbesserten sich die Scores um 34,1 Punkte. Bei den weiblichen Patienten verbesserte sich der Score im Durchschnitt um 36 Punkte, bei den Männern um 33,8 Punkte.

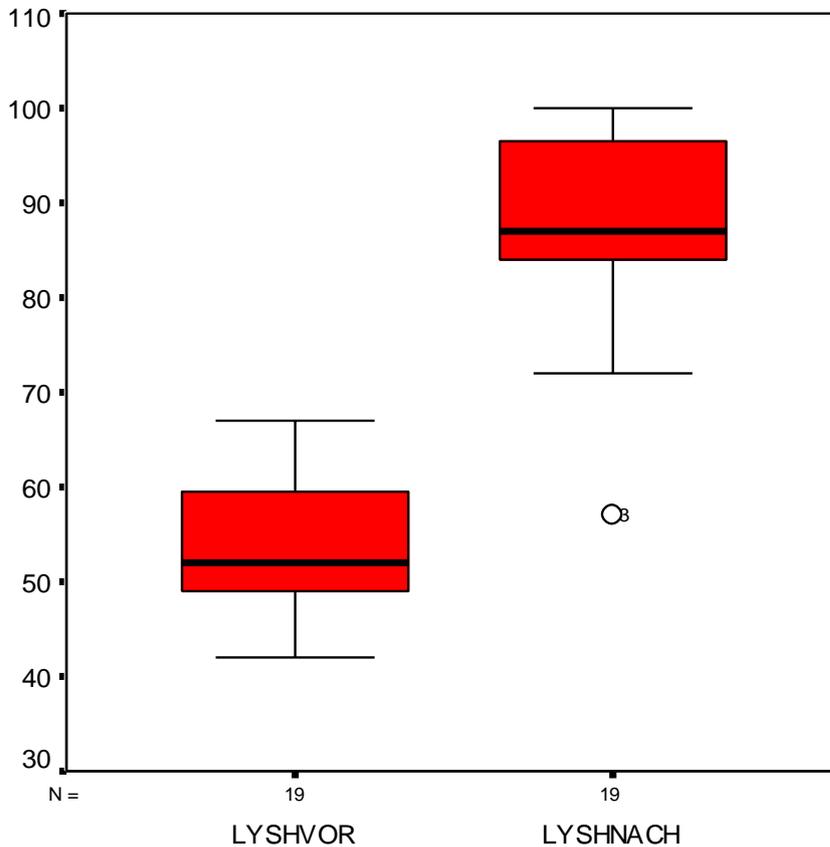


Abbildung 23: Prä- (Lyshvor) und postoperatives (Lsynach) Ergebnis im Lysholmscore (allgemeine Erklärung des Boxplot-Diagramms siehe s. Seite 47)

3.5 Auswertung des Tegner Aktivitätsindex

Der Tegner Aktivitätsindex reichte präoperativ von zwei Punkten bis zu fünf Punkten. Im Mittel lag er bei 3,1 Punkten vor der Umstellungsosteotomie. Postoperativ kam es, bis auf einen Fall, bei allen Patienten zu einer Verbesserung des Scores. Der Wert erhöhte sich im Gesamtdurchschnitt auf 6,3 Punkte. Lediglich der Patient mit dem präoperativ höchstem Wert gab keine Verbesserung an. Die Werte lagen hierbei zwischen drei Punkten und acht Punkten.

Betrachtet man die Geschlechter separat, so ergibt sich für die weiblichen Patienten eine durchschnittliche Verbesserung der Absolutwerte von initial 3 Punkten auf postoperativ 6,4 Punkte (3,4 Punkte im Mittel). Bei den männlichen Patienten

verbesserte sich der Score von durchschnittlich 2,8 Punkten auf 5,7 Punkte (3,1 Punkte im Mittel). Auffällig hierbei ist, dass sportlich aktive Patienten einen besseren Wert erzielten. So kam es bei neun der Patienten (47,4 %) zu einer Steigerung des Scores um durchschnittlich 4 Punkte. Bei Patienten, die weniger sportlich aktiv waren, kam es durchschnittlich zu einer Verbesserung um lediglich 2,5 Punkte.

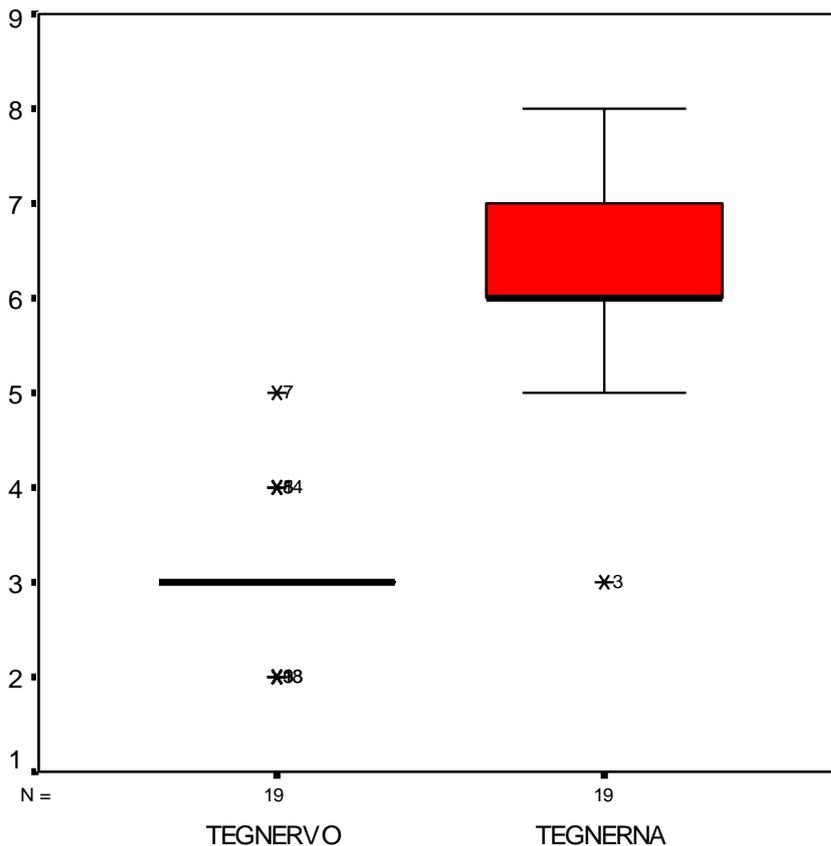


Abbildung 24: Prä- (Tegnervo) und postoperatives (Tegnerna) Ergebnis im Tegner Aktivitätsindex

3.6 Auswertung des IKDC

Der IKDC lag im Durchschnitt präoperativ bei 28,6 Punkten. Die Werte lagen zwischen 13,8 und 43,7 Punkten. Bei allen Patienten kam es zu einer Verbesserung der Werte. Postoperativ erhöhte sich der Score durchschnittlich um 51,4 Punkte auf 80,0 Punkte. Der Durchschnitt der Absolutwerte ist bei 52,7 Punkten und rangiert zwischen 9,2 und 67,8 Punkten.

Nach Geschlecht aufgeteilt ergibt sich für die weiblichen Patienten eine durchschnittliche Erhöhung der Absolutwerte um 46,2 Punkte. Die der männlichen Patienten erhöhte sich um 55,1 Punkte.

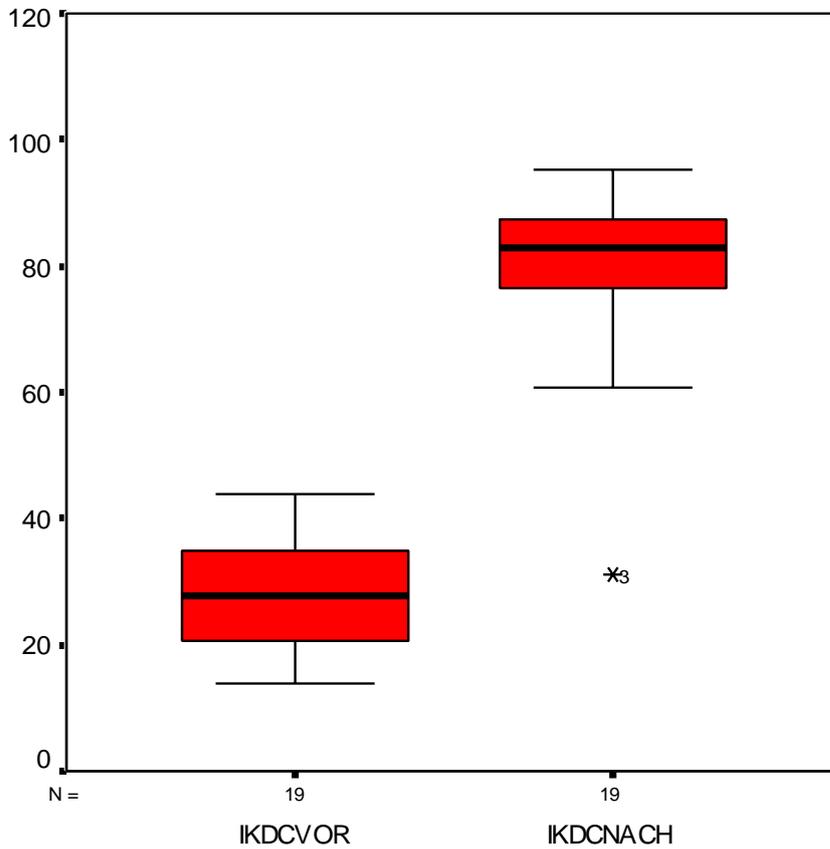


Abbildung 25: Prä- (IKDCVOR) und postoperatives (IKDCNACH) Ergebnis im Knie Score des IKDC

4 Diskussion

In der vorliegenden Studie konnte nachgewiesen werden, dass es bei Patienten mit einer medial betonten Gonarthrose zu einer deutlichen Verbesserung der Schmerzsymptomatik (n = 21) kommen kann. Wichtig ist allerdings die richtige Indikationsstellung. So sollte vor Durchführung der Umstellungsosteotomie die Indikation durch eine Kniearthroskopie überprüft werden. Patienten, die präoperativ einen guten Wert in den Scores erzielen, profitieren nicht in dem Ausmaß, wie Patienten, die einen wesentlich niedrigeren Score aufweisen. Dies belegen auch die Arbeiten von Coventry, Hassenpflug, Insall und Lobenhoffer [11, 20, 22, 29, 30].

Mit dieser Studie konnte zudem gezeigt werden, dass es besonders bei sportlich aktiven Patienten zu einer Verbesserung der Symptomatik kommt. Dies kann mit einer besseren Knochenqualität, einer höheren chondralen Stoffwechselaktivität und damit mit einer besseren Knorpelregeneration erklärt werden [13, 36, 37, 47]. Die vergleichende Interpretation der Ergebnisse mit anderen Autoren ist generell sehr schwer. Nur die wenigsten Autoren bewerteten die Funktionalität ihres Patientenkollektivs objektiv anhand von Scores [2, 6, 35, 37]. Vielmehr wurden die funktionellen Ergebnisse anhand variabler Nachuntersuchungskriterien zu verschiedenen Nachuntersuchungszeiten erhoben.

Im Kollektiv dieser Arbeit berichten 73,9 % der Patienten subjektiv über ein gutes bzw. sehr gutes Ergebnis nach der Umstellung. Der Tegner Aktivitätsindex erhöhte sich durchschnittlich um 3,4 Punkte auf 6,3 Punkte, was auf eine hohe sportliche Aktivität und damit auf ein gutes Ergebnis rückschließen lässt. Im Lysholmscore gaben 68,4 % der Patienten eine Verbesserung von mehr als 30 Punkten an. Ähnlich verhält es sich bei dem IKDC. Hier konnte bei 78,9 % der Patienten eine Verbesserung von 50 Punkten und mehr erzielt werden. Dieses Benefit spiegelt sich in etwa in der subjektiven Zufriedenheit wieder; 73,9 % der Patienten bestätigten ein gutes bzw. sehr gutes postoperatives Ergebnis.

Zu ähnlich guten Ergebnissen kamen Hassenpflug [20], Giagounidis [17] und die Literaturanalyse von Virolainen [46]. Allerdings können diese Ergebnisse weder mit dieser Studie noch untereinander verglichen werden, lassen sie doch die Bewertung anhand eines Scores vermissen.

Bei Hassenpflug waren mit der schließenden Osteotomie 74 % der Patienten mit dem erreichten operativen Ergebnis zufrieden. Giagounidis fand in seinem Patientengut bei

73 % ein gutes bzw. sehr gutes Ergebnis. Virolainen zeigte anhand einer Literaturrecherche, dass es durchschnittlich bei 75,3 % der Patienten zu einem guten oder einem sehr guten postoperativen Ergebnis kam.

Lediglich Bonnin [6] und Odenbring [37] erhoben anhand des Tegner Aktivitätsindex das Aktivitätsniveau der Patienten. Bonnin fand in seiner Studie heraus, dass Patienten, die sportlich aktiv waren, auch nach der Umstellungsosteotomie diese ursprüngliche sportliche Leistungsfähigkeit wieder erlangten. Allerdings konnte nur in den wenigsten Fällen das sportliche Niveau im weiteren Verlauf gehalten werden. Die Nachuntersuchung nach acht Jahren lässt sich jedoch nicht mit unseren Ergebnissen vergleichen, da unsere Nachuntersuchungen nach zwei Jahren stattfanden. Die gleiche Problematik ergibt sich bei der Arbeit von Odenbring. Auch hier wurde zwar der Tegner-Aktivitätsindex erhoben, jedoch ebenfalls erst nach einem wesentlich längeren Intervall von elf Jahren. In dieser Studie ergab sich mit einem durchschnittlichen Wert von 2,8 Punkten ein wesentlich schlechteres Outcome als für das Kollektiv dieser Studie.

Leider ist in der Literatur keine vergleichbare Auswertung anhand des Lysholmscores oder des IKDC zu finden. Nur Agneskircher erhob den Lysholmscore bei der hohen tibialen Umstellungsosteotomie, allerdings immer mit simultaner vorderer Kreuzbandplastik [2]. Der Wert im Lysholmscore erhöhte sich durchschnittlich von 66 (35 - 81) Punkten auf 81 (74 - 95) Punkte nach drei Monaten, 87 (79-99) Punkte nach sechs Monaten und 93 (88 - 99) Punkte nach 12 Monaten. Agneskirchers Ergebnis kann also durch unsere Erfahrungen bestätigt werden, auch wenn sein Patientenkollektiv einen Kombinationseingriff mit einer LCA-Plastik aufweist.

Eine wirklich vergleichbare Arbeit zu dieser Fragestellung findet sich in der Literatur allerdings nicht, sodass unsere Ergebnisse kaum zu vergleichen sind.

Sieht man sich jedoch die wenigen objektiven Ergebnisse der Scores an, so kann man feststellen, dass wir zu ähnlichen Resultaten kommen wie andere Autoren. Darüber hinaus deckt sich die prozentuale Zunahme der Scores mit dem subjektiven Empfinden der Patienten, was ebenfalls als Indiz für ein verbessertes Outcome gewertet werden kann und die Ergebnisse untermauert.

Wie andere Autoren [13, 33, 34, 39] auch, haben wir, mit Korrektur der Traglinie auf die 62 - 66 % Breite des Tibiaplateaus, gute Ergebnisse erzielt. Die Last wird somit auf das laterale Kompartiment verlagert. Es kommt damit zu einer Entlastung des medialen Kompartimentes, was die Knorpelregeneration fördert. Dies wurde in entsprechenden

wissenschaftlichen Studien belegt [5, 11, 13, 26, 35, 37]. Die Arbeiten und guten Ergebnisse von Jackson und Coventry führten zur Verbreitung der Umstellungsosteotomie als therapeutische Option zur Behandlung der Gonarthrose beim Varusmorphotyp. Dies konnte durch eine große Anzahl von Studien [2, 8, 9, 10, 11, 16, 20, 22, 23, 24, 28, 29, 30] nachvollzogen werden. Einigkeit darüber besteht auch, dass es mit Hilfe der Umstellungsosteotomie zu einem zeitlichen Hinauszögern der Knie TEP kommen kann [6, 20, 22, 39]. Uneinigkeit besteht allerdings über die geeignetste Methode. So beharren Anhänger der zuklappenden valgisierenden Osteotomie, aufgrund der längeren Erfahrung und guten Ergebnissen, auf Ihrer Methode [6, 20, 24]. Besonders Lobenhoffer und Agneskircher optimierten die aufklappende valgisierende Osteotomie jedoch in den letzten Jahren und veröffentlichten hierzu sehr gute Ergebnisse [2, 14, 29, 30]. Lobenhoffer meint sogar, dass aufgrund der niedrigen Komplikationsrate und dem einfachen Vorgehen, die öffnende Osteotomie die schließende Osteotomie an der proximalen Tibia abgelöst hat [30]. So muss bei der aufklappenden Osteotomie die Extensorengruppe des Fußes nicht abgelöst werden und keine Fibulaosteotomie durchgeführt werden. Letzteres birgt durch die Nervus peroneus Läsion ein methodenimmanentes OP-Risiko [6, 8, 11, 30].

In der vorliegenden Studie ergab sich eine vergleichsweise hohe Komplikationsrate von 11,8 %. So entwickelten 2 Patienten postoperativ ein revisionsbedürftiges Hämatom. Betrachtet man in diesem Zusammenhang die Osteotomiehöhe, so fällt auf, dass es sich beide Male um 10 mm Pudduplatten® handelte. Da grundsätzlich der komplette Faszienverschluss über der Osteotomie eine wesentliche Rolle für die postoperative Wundheilung spielt, erklärt sich hiermit oben genannte Hämatomentwicklung gerade bei den hohen Pudduplatten. Daher ist in diesen Fällen unter Umständen, ein additive Faszien-schwenkplastik zum Verschluss der Osteotomie zu überlegen. Gallo und Lobenhoffer empfehlen den Verschluss der Osteotomie mit einem Kollagenvlies [14, 30]. Ebenso ist zudem das Einlegen einer Wunddrainage unverzichtbar.

Bei einem Patienten kam es darüber hinaus auch nach vier Monaten postoperativ zu keiner knöchernen Konsolidierung der Osteotomie. Bei diesem Patienten wurde ebenfalls eine 10 mm Pudduplatte® implantiert. Ob man aus diesem Fall auf einen allgemein gültigen Zusammenhang zwischen Plattenhöhe und Pseudarthrosenrate rückschließen kann, lässt sich an dieser Stelle aufgrund unzureichender Datenlage abschließend nicht beurteilen.

Insgesamt kann jedoch davon ausgegangen werden, dass die hohe Komplikationsrate dieser Studie möglicherweise durch vorsichtigeres und genaueres Operieren noch gesenkt werden kann.

Unsere Komplikationsrate mit insgesamt 11,8 % für alle Komplikationen, bzw. 5,9 % für verfahrensspezifische Komplikationen (Pseudarthrosenbildung und Kniegelenks-empyem) liegt weit unter der Zahl, die für die Pudduplatte von Spahn beschrieben wurde (43,6 %) [43, 44]. Die tiefen Infektionen traten allerdings bei Spahn immer im Zusammenhang mit synthetischen Knochenersatzstoffen auf. In der Kontrollgruppe mit Fixierung der Osteotomie durch eine C-Platte wurde kein Knochenersatz eingesetzt. Hier zeigten sich mit 16,7 % deutlich weniger Komplikationen. Die Infektionsrate kann daher vermutlich eher auf den Knochenersatz als auf das Plattensystem zurück geführt werden. Spahn berichtet im Weiteren über eine Hämatombildung in 4,7 % und Infektionen im allgemeinen in ebenfalls 4,7 % der Fälle. Diese Zahl deckt sich mit unseren Ergebnissen.

Die extrem niedrige Komplikationsrate von Lobenhoffer mit insgesamt 3,1 % konnte von uns nicht erreicht werden.

Die Komplikationsrate im Speziellen für die öffnende hohe tibiale Umstellungsosteotomie, wie sie auch für das Kollektiv dieser Arbeit Anwendung fand, wird darüberhinaus in der Literatur unterschiedlich bewertet. Zudem kann man die veröffentlichten Studien aufgrund der unterschiedlichen Fixierungswege kaum miteinander vergleichen. Lobenhoffer berichtet, wie bereits erwähnt, über eine Komplikationsrate von 3,1 % in seinem Patientengut. Er verwendete in allen Fällen den winkelstabilen Plattenfixateur Tomofix® (Fa. Synthes).

Die Komplikationsrate ist in der Literatur bei der schließenden und bei der öffnenden Osteotomie ähnlich. Allerdings sind die Komplikationen der Peroneusläsion mit 3,3 % bis zu 11,9 % [3], der Fibulapseudarthrose [42, 44] und der Korrekturverlust bei der schließenden HTO gravierender, als die Komplikationen bei der öffnenden HTO (Hämatom 0 - 6,6 %, fehlende knöcherne Konsolidierung 1,5 % oder Infektionen 0 % - 7,3 %) [30, 44].

Kritisch anzumerken bleibt, dass anhand unseres Patientenkollektivs über die Überlebensrate der Umstellungsosteotomie keine Aussage getroffen werden kann, da das Follow up in einem zu geringen Intervall von 2 Jahren erhoben wurde.

Hassenpflug berichtet über eine Überlebensrate der Umstellungsosteotomie von 96 % nach zwölf Jahren [20]. Im Schnitt fand sich bei Bonnin eine Überlebensrate von 85 % nach 10 Jahren [6]. Diese Zahlen belegen bereits eine hohe Reliabilität der öffnenden hohen tibialen Umstellungsosteotomie.

Bei 262 Patienten kam es im Zeitraum von 2000 bis 2004 bei Lobenhoffer zu keinem Korrekturverlust [29, 30]. Zurückzuführen ist dies nach Lobenhoffer auf die Verwendung eines winkelstabilen Plattenfixateurs [30].

Durch die vorliegende Studie konnte herausgestellt werden, dass die hohe tibiale Umstellungsosteotomie zur Therapie der medialen Gonarthrose, vor allem beim Patienten bis ca. 50 Jahre ($n = 21$), eine gute Option darstellt, die bevorstehende Knie TEP zumindest für einige Jahre hinauszuzögern. Dies ist vor allem beim jüngeren, sportlich aktiven Patienten anzustreben. Der ideale Patient für eine Umstellungsosteotomie ist nicht übergewichtig [8, 9] und relativ jung [22, 39]. Die Gonarthrose sollte auf das mediale Kompartiment beschränkt sein, einen stabilen Bandhalt aufweisen und die Beinachse nicht mehr als 10° Varus betragen [39].

Wird die OP-Indikation richtig gestellt, präoperativ gut geplant und die Osteotomie durch einen erfahrenen Operateur sehr präzise und vorsichtig durchgeführt, lässt sich ein gutes Ergebnis erzielen. Wegen der leichten Durchführbarkeit und der einfachen Möglichkeit der Kombination mit anderen Band- oder Knorpeltherapien, kann die öffnende Osteotomie als ein probates Verfahren bewertet werden. Auch die niedrige spezifische Komplikationsrate spricht deutlich für die öffnende valgusierende hohe tibiale Umstellungsosteotomie.

Für die Fixierung der Osteotomie sollte man nach den Ergebnissen in der Literatur ein winkelstabiles Plattensystem verwenden. Auf den Einsatz eines synthetischen Knochenersatzes sollte bei hoher Infektquote in den dazu vorliegenden Studien eher verzichtet werden.

In der Hand eines erfahrenen Operateurs stellt dieses Verfahren ein geeignetes Mittel zur Therapie des jungen Menschen mit einer mediale betonten Gonarthrose dar.

5 Zusammenfassung

5.1 Hintergrund und Ziele

Zur Behandlung der medial betonten Gonarthrose beim jungen, ambitionierten Patienten steht mit der aufklappenden valgusierenden hohen tibialen Umstellungsosteotomie eine effiziente Methode zur Verfügung, den Circulus vitiosus der zunehmenden Gelenkschädigung zu durchbrechen. [24, 30] Ziel dieser Arbeit ist es den Behandlungserfolg unseres Patientenkollektivs nach öffnender hoher tibialer Umstellungsosteotomie zu bestätigen.

5.2 Methode

In der vorliegenden Studie wurde ausschließlich die valgusierende öffnende hohe tibiale Umstellungsosteotomie durchgeführt. Zur Fixierung der Osteotomie wurde die nicht winkelstabile Spacerplatte der Firma Arthrex (Pudduplatte®) verwendet. Unser Patientenkollektiv umfasst 33 Patienten (34 Kniegelenke). Die erste postoperative Nachuntersuchung erfolgte nach acht Wochen postoperativ im Rahmen der radiologischen Kontrolle vor der Belastungsfreigabe. Die zweite Nachuntersuchung erfolgte zwischen dem zweiten und dritten postoperativen Jahr nach der Umstellungsosteotomie. 18 Patienten (19 Kniegelenke) stellten sich für die zweite klinische Nachuntersuchung zur Verfügung. Vier weitere Patienten konnten telefonisch befragt werden. Es erfolgte die standardisierte klinische Untersuchung und Erhebung der drei gängigsten Kniescores (Lysholm, Tegner und IKDC).

5.3 Ergebnisse und Beobachtungen

Die subjektive Zufriedenheit des Patientenkollektivs mit dem postoperativen Ergebnis zeigte bei 73,9 % ein gutes bzw. sehr gutes Resultat. Dieser Wert konnte durch die erhobenen Scores bestätigt werden. So zeigte der Lysholmscore bei 68,4 % (n = 13) der Patienten eine Verbesserung von mehr als 30 Punkten (Mittelwert der Scoresteigerung 34,4, $\sigma = 11,7$). Im IKDC konnte bei 78,9 % (n = 15) der Patienten eine Verbesserung von 50 Punkten (Mittelwert der Scoresteigerung 51,9, $\sigma = 14,9$) und mehr ermittelt werden.

Der Tegner Aktivitätsindex erhöhte sich durch die Umstellungsosteotomie bei 84,2 % (n = 16) um mehr als drei Punkte (Mittelwert der Scorsteigerung 3,2, $\sigma = 1,2$) auf durchschnittlich 6,3 Punkte. Die Komplikationsrate wurde mit 11,8 % ermittelt, wobei abzüglich der unspezifischen Komplikationen 5,9 % verfahrensspezifisch waren.

5.4 Praktische Schlussfolgerungen

Mit dieser Arbeit konnte gezeigt werden, dass die valgisierende öffnende hohe tibiale Umstellungsosteotomie und die Fixierung der Osteotomie mit der nicht winkelstabilen Pudduplatte® ein geeignetes Verfahren zur Behandlung der medialen Gonarthrose beim jungen, aktiven Patienten ist. Der ideale Patient für eine Umstellungsosteotomie ist männlich, 30 - 50 Jahre, sportlich aktiv und hat eine medial betonte Gonarthrose bei unauffälligem lateralen Kompartiment. Bei richtiger Indikationsstellung und Patientenselektion können hierdurch gute Ergebnisse erzielt und eine Kniegelenksendoprothese deutlich hinausgezögert werden.

6 Literaturverzeichnis

1. Agarwala S, Sinha Maneesh, Rajesh N. Boxosteotomie - a new technique of proximal tibial osteotomie for osteoarthritis of the knee. Orthopedics and traumatology 2001; Vol 9, 3:218-227
2. Agneskircher JD, Burkart A, Imhoff AB. Achsfehlstellung, Knorpelschaden und Kreuzbandruptur - Begleiteingriffe bei der VKB-Plastik. Der Unfallchirurg 2002; 105:237-245
3. Aydogdu S, Sur H. High tibial osteotomy for varus deformity superior to 20 degrees. Revision Chir Orthop 1997; 83:439-446
4. Benedetto KP. Score des IKDC (International Knee Dokumentation Committee). Mitteilungen der deutschsprachigen Arbeitsgemeinschaft für Arthroskopie (AGA). 1992; Nr 4
5. Bettin D, Karbowski A, Schwering L, et al. Time-dependent clinical and roentgenographical results of Coventry high tibial valgisation osteotomy. Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery. 1997; Vol 117, 1-2:53-57,
6. Bonnin M, Chambat P. Der Stellenwert der valgisierenden, zuklappenden Tibiakopfosteotomie bei der medialen Gonarthrose. Der Orthopäde 2004;33-135-142,
7. Boszotta H. Closing-Wedge-Osteotomie mit winkelstabiler Platte für die Behandlung der Varusgonarthrose. (Accessed 4.08.2011 at <http://orthopaedie-unfallchirurgie.universimed.com/artikel/closing-wedge-osteotomie-mit-winkelstabiler-platte-f%C3%BCr-die-beha>)
8. Coventry MB. Osteotomy of the upper portion of the tibia for degenerative arthritis of the knee: a preliminary report. Journal of Bone and Joint Surgery American Volume. 1965; 47:984-990
9. Coventry MB. Osteotomy about the knee for degenerative and rheumatoid arthritis. Journal of Bone and Joint Surgery American Volume. 1973; 55/1:23-48
10. Coventry MB. Upper tibial osteotomy for gonarthrosis. The evaluation of the operation in the last 18 years and long term results. Orthopedic Clinic North America. 1979; 10:191-210

11. Coventry MB, Ilstrup DM, Wallrichs SL. Proximal tibial osteotomy. A critical long-term study of eightyseven cases. *Journal of Bone and Joint Surgery American Volume*. 1993; 75/2:196-201
12. Dugdale TW, Noyes FR, Styer D. Preoperativ planning for high tibial osteotomy. The effect of lateral tibiofemoral separation and and tibiofemoral length. *Clinical Orthopedics*. 1992; 274:248-264
13. Fujisawa Y, Masuhara K, Shiomi S. The effect of high tibial osteotomy on osteoarthritis of the knee. An arthroscopic study of 54 knee joints. *Orthopedic Clinic North America*. 1979; 10:585-608
14. Galla M, Lobenhoffer P. Achsfehlstellungen-Knie. *Orthopädie und Unfallchirurgie up2date*. 2007; 21-40
15. Gariépy R. Genu varum treated by high tibial osteotomy. In *Proceedings of the joint meeting of Orthopaedic Associations. Journal of Bone Joint Surgery British Volume*. 1964; 46:783-784
16. Geiger F, Sabo D. Tibiakopfumstellung mittels Fixateur externe. *Der Orthopäde Online*. 2003; 10.1007/s00132-003-0587-y
17. Giagounidis EM, Sell S. High tibial osteotomy: factors influencing the duration of satisfactory function. *Archieves of Orthopedic und Trauma Surgery*. 1999; Vol 119, 7-8: 445-449
18. Gross AE. Repair of cartilage defects in the knee. *Journal of Knee surgery*. 2002; 15/3:167-169
19. Hankemeier S, Paley D, Pape HC, et al. Die kniegelenknahe Focal-dome-Osteotomie. *Der Orthopäde*. 2004; 33:170–177
20. Hassenpflug J, von Haugwitz A, Hahne HJ. Langfristige Ergebnisse nach Tibiakopfoosteotomie. *Zeitschrift für Orthopädie und ihre Grenzgebiete*. 1998; 136(2) 154-161
21. Ilizarov GA. *Transosseus osteosynthesis: Theoretical and clinical aspects of the regeneration and growth of tissue*. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York, Tokio 1988
22. Insall JN, Joseph DM, Msika C. High tibial osteotomy for varus gonarthrosis. A longterm follow-up study. *Journal of Bone and Joint Surgery American Volume*. 1984; 66(7) 1040-8
23. Jackson JP, Waugh W. The technique and complications of upper tibial osteotomy. *Journal of Bone and Joint Surgery British Volume*. 1974; 56:236-245

24. Jakob RP, Jacobi M. Die zuklappende Tibiakopfoosteotomie in der Behandlung der unikompartimentären Arthrose. *Der Orthopäde*. 2004; 33:143-151
25. Johnson RJ, Kettelkamp DB, Clark W, et al. Factors effecting late results after meniscectomy. *Journal of Bone and Joint Surgery*. 1974; 56-A 719-729
26. Koshino T, Tsuchiya K. The effect of high tibial osteotomy on osteoarthritis of the knee, Clinical and histological observation. *International Orthopedics*. 1979; 3/1:37-45
27. Langenbeck B. Die subkutane Osteotomie. *Deutsche Klinik*. 1854; 6: 327
28. Leutloff D, Tobian F, Perka C. High tibial osteotomy for valgus and varus deformities of the knee. *International Orthopaedics*. 2001; Vol 25, 2:93-96
29. Lobenhoffer P, Agneskirchner JD. Improvements in surgical technique of valgus high tibial osteotomy. *Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy*. 2003; 11(3):132-8
30. Lobenhoffer P, Agneskirchner JD, Zoch W. Die öffnende valgusierende Osteotomie der proximalen Tibia mit Fixation durch einen medialen Plattenfixateur. *Der Orthopäde*. 2004; 33:153-160
31. Lysholm J, Gillquist J. Evaluation of knee ligament surgery results with special emphasis on use of a scoring scale. *American Journal of Sports Medicine*. 1982; 10(3):150-154
32. Martinek V, Imhoff AB. Tibiale Umstellungsosteotomie am Kniegelenk-Renaissance eines klassischen Verfahrens? *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*. 2003; Jahrgang 54, Nr. 6
33. Miniaci A, Ballmer FT, Ballmer FM, et al. Proximal tibial osteotomy. A new fixation device. *Clinical Orthopedics*. 1989; 246:250-259
34. Noyes FR, Barber SD, Simon R. High tibial osteotomy and ligament reconstruction in varus angulated anterior cruciate ligament-dificient knees. A two- to seven-year follow-up study. *American Journal of Sports Medicine*. 1993; 21:2-12
35. Odenbring S, Egund N, Knutson K, et al. Revision after osteotomy for gonarthrosis: A 10–19 years follow up of 314 cases. *Acta Orthop Scand*. 1990; 61:128–130
36. Odenbring S, Egund N, Lindstrand A, et al. Cartilage regeneration after proximal tibial osteotomy for medial gonarthrosis. An arthroscopic, roentgenographic and histologic study. *Clinical orthopedic*. 1992; 277:210-216
37. Odenbring S, Tjörnstrand B, Egund N, et al. Function after Osteotomy for medial gonarthrosis below aged 50 years. *Acta Orthop Scand*. 1989; 60: 527–53

38. Outerbridge RE. The etiology of chondromalacia patellae. *Journal of Bone and Joint Surgery British Volume*. 1961; 43: 752-757
39. Pape D, Seil R, Adam F, et al. Bildgebung und präoperative Planung der Tibiakopffosteotomie. *Der Orthopäde*. 2004; 33:122-134
40. Produktbeschreibung Position HTO-Platte® B. Braun. Aesculap Orthopaedics. Prospekt Nr. O33801
41. Seil R, Rupp S, Kohn D. Neues Interesse an der Umstellungsosteotomie. *Der Orthopäde*. 2004; 33:121
42. Sherman C, Cabanela ME. Closing wedge osteotomy of the tibia and the femur in the treatment of gonarthrosis. *International Orthopaedics*. 2010; 34:173–184
43. Spahn G, Wittig R. Primary stability of various implants in tibial opening wedge osteotomy, a biomechanical study. *Journal of Orthopaedic Science*. 2002; Vol 7 6:683-6
44. Spahn G. Complications in high tibial (medial opening wedge) osteotomy. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*. 2003; 124:649-653
45. Tegner Y, Lysholm J. Rating systems in the evaluation of knee injuries. *Clinic Orthopaedic*. 1985; 198:43-49
46. Virolainen P, Aru HT. High tibial osteotomy for the treatment of osteoarthritis of the knee : a review of the literature and a meta-analysis of follow-up studies. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*. 2004; 124(4):258-261
47. Wakabayashi S, Akizuki S, Takizawa T, et al. A comparison of the healing potential of fibrillated cartilage versus eburnated bone in osteoarthritic knees after high tibial osteotomy: An arthroscopic study with 1-year follow-up. *Arthroscopy*. 2002; 18/3: 272-278

7 Anhang

7.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Circulus vitiosus und dessen Therapieoption	- 1 -
Abbildung 2: Klinische Untersuchung	- 5 -
Abbildung 3: Closing wedge Osteotomie	- 7 -
Abbildung 4: Tomofix® (Fa. Synthes)	- 8 -
Abbildung 5: Position HTO Platte® (Fa. Aesculap)	- 8 -
Abbildung 6: Open wedge Osteotomie mit der Pudduplatte®	- 10 -
Abbildung 7: Die Pudduplatte® der Fa. Arthrex.....	- 10 -
Abbildung 8: Plattenlage in situ	- 11 -
Abbildung 9: Vermessen der Beinachse und Bestimmung der Osteotomiehöhe	- 16 -
Abbildung 10: Intraoperatives Bild der medialen Chondromalazie	- 17 -
Abbildung 11: Platzierung der K-Drähte und Osteotomie entlang der Drähte.....	- 18 -
Abbildung 12: Biplanare Osteotomie nach Lobenhoffer	- 19 -
Abbildung 13: Öffnen des Osteotomiespaltes.....	- 19 -
Abbildung 14: Bestimmung der Osteotomieweite unter Durchleuchtungskontrolle... -	20 -
Abbildung 15: Verschraubung der Platte	- 21 -
Abbildung 16: Aufteilung der Voroperationen	- 25 -
Abbildung 17: Schraubenbruch nach 4 und Reverplattung nach 7 Monaten	- 27 -
Abbildung 18: Knöchernerne Konsolidierung nach Pseudarthrose bei Schraubenbruch-	28 -
Abbildung 19: Postoperatives Kniegelenksempyem mit Schraubenlockerung	- 28 -
Abbildung 20: Nach Revision und Anlage eines Fixateur externe unter Erhalt der Kor-	rekturosteotomie
	- 29 -
Abbildung 21: Ausheilungsbild nach Infektion	- 29 -
Abbildung 22: Subjektive Beurteilung der Patienten bzgl. des OP-Erfolges	- 31 -
Abbildung 23: Prä- und postoperatives Ergebnis im Lysholmscore	- 32 -
Abbildung 24: Prä- und postoperatives Ergebnis im Tegner Aktivitätsindex.....	- 33 -
Abbildung 25: Prä- und postoperatives Ergebnis im Knie Score des IKDC	- 34 -

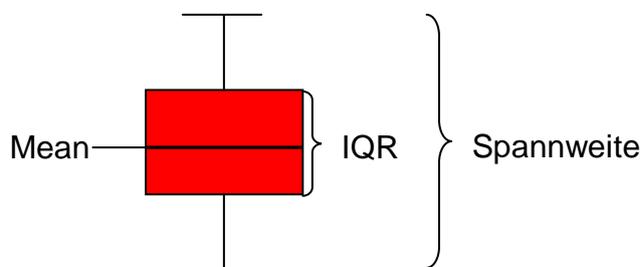
7.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Absolutwerte der Geschlechtsverteilung.....	- 24 -
Tabelle 2: Grad der Chondromalazie präoperativ.....	- 25 -
Tabelle 3: Anzahl und Art der Kombinationseingriffe.....	- 26 -
Tabelle 4: Verfahrensunspezifische und verfahrensspezifische Komplikationsraten	- 30 -

7.3 Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
ACI	autologe Chondrozytenimplantation
ACT	autologe Chondrozytentransplantation
a.p.	anterior-posterior
bzgl.	bezüglich
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
CM	Chondromalazie
CMI	Collagen Meniskus Implantat
Fa.	Firma
HKZ	Hüftkopfbereich
HTO	Hohe tibiale Osteotomie
IKDC	International Knee Documentation Committee
IQR	Interquartilsabstand
KGZ	Kniegelenkzentrum
LCA	Ligamentum cruciatum anterius
LCP	Ligamentum cruciatum posterius
MRT	Magnetresonanztomographie
OATS	Osteochondrales autologes Transfersystem
OSGZ	Oberes Sprunggelenkzentrum
TEP	Totalendoprothese
z.B.	zum Beispiel

7.4 Erklärung Boxplot



Mean = Mittelwert, IQR = Interquartilsabstand (oberer Whisker 75 %, unterer Whisker 25 %)

7.5 Erhebungsbögen der Kniescores

7.5.1 Bogen zur Erhebung des Lysholmscores

Name:

Geburtsdatum:

Geschlecht:

Eingriff: am:

Erhoben am:

Hinken	Nein	5
	wenig oder zeitweise	3
	stark oder immer	1
Belastung	Vollbelastung	5
	Gehstützen oder Stock	3
	Belastung nicht möglich	0
Blockierung	keine Blockierung und kein Gefühl der Einklemmung	15
	Gefühl der Einklemmung aber keine Blockierung	10
	gelentliche Blockierung	6
	häufige Blockierung	2
	blockiertes Gelenk bei Untersuchung	0
Instabilität	Niemals "giving way" Phänomen	25
	"giving way" selten während des Sports oder anderer schwerer Anstrengung	20
	"giving way" häufig während des Sports oder anderer schwerer Anstrengung (oder unmöglich, daran teilzunehmen)	15

Schmerzen	"giving way" gelegentlich während Tätigkeiten des Alltags	10
	"giving way" oft während Tätigkeiten des Alltags	5
	"giving way" bei jedem Schritt	0
	keine	25
	Unregelmäßig, gering während schwerer Anstrengung	20
	deutlich/ausgeprägt während schwerer Anstrengung	15
	deutlich während oder nach dem Gehen von mehr als 2 km	10
Schwellung	deutlich während oder nach dem Gehen von weniger als 2 km	5
	ständig	0
	keine	10
	bei schwere Anstrengung	6
	bei gewöhnlicher Anstrengung	2
Treppensteigen	ständig	0
	kein Problem	10
	ein wenig beeinträchtigt	6
	Schritt für Schritt	2
Hocken	nicht möglich	0
	kein Problem	5
	wenig beeinträchtigt	4
	nicht über 90°	2
	nicht möglich	0

Ergebnis:

7.5.2 Bogen zur Erhebung des Tegner Aktivitätsindex

Name:

Geburtsdatum:

Geschlecht:

Eingriff: am:

Erhoben am:

Wettkampf bzw. Leistungssport	10
Fußball, nationales bzw. internationales Niveau	
Wettkampfsport	9
Fußball, niedrigere Liga, Eishockey, Ringen, Gymnastik	
Wettkampfsport	8
Squash, Badminton, Leichtathletik (Sprungsportarten), Abfahrtsski	
Wettkampfsport	7
Tennis, Leichtathletik (Laufsportarten), Handball, Basketball	
Freizeitsport	7
Fußball, Eishockey, Squash, Leichtathletik (Sprungsportarten), Orientierungslauf, Crosslauf	
Freizeitsport	6
Tennis, Badminton, Handball, Basketball, Abfahrtsski, Jogging (mind. 5 mal wöchentlich)	
Arbeit	5
schwere Arbeit (z.B. Bauarbeiter)	
Wettkampfsport	5
Radfahren, Skilanglauf	
Freizeitsport	5
Jogging auf unebenem Untergrund (mind. 2 mal wöchentlich)	
Arbeit	4
mittelschwere Arbeit (z.B. Fernfahrer)	
Freizeitsport	4

Radfahren, Skilanglauf, Jogging auf ebenem Untergrund (mind. 2 mal wöchentlich)	
Arbeit	3
leichte Arbeit (z.B. Krankenschwester)	
Wettkampf- und Freizeitsport	3
Schwimmen, Gehen im Wald möglich	
Arbeit	2
leichte Arbeit	
Gehen auf unebenem Grund möglich, aber Gehen im Wald unmöglich	
Arbeit	1
sitzende Tätigkeit	
Gehen auf ebenem Untergrund möglich	
Bettlägerigkeit oder Invalidität, Rente wegen Knieproblemen	0

Ergebnis

7.5.3 Bogen zur Erhebung des IKDC

2000
FORMBLATT ZUR SUBJEKTIVEN BEURTEILUNG DES KNIES

Name _____

Heutiges Datum: _____ / _____ / _____ Datum der Verletzung _____ / _____ / _____
Tag Monat Jahr Tag Monat Jahr

SYMPTOME*:

* Wählen Sie zur Beurteilung der Symptome die höchste Aktivitätsstufe, die Sie Ihrer Meinung nach ohne erhebliche Symptome ausüben könnten, selbst wenn Sie auf dieser Stufe keine Aktivitäten ausüben.

1. Was ist die höchste Aktivitätsstufe, die Sie ohne erhebliche Schmerzen im Knie ausüben können?

- Sehr anstrengende Aktivitäten wie Springen oder Drehbewegungen bei einseitiger Fußbelastung (Basketball oder Fußball)
- Anstrengende Aktivitäten wie schwere körperliche Arbeit, Skilaufen oder Tennis
- Mäßig anstrengende Aktivitäten wie mäßige körperliche Arbeit, Laufen oder Joggen
- Leichte Aktivitäten wie Gehen, Haus- oder Gartenarbeit
- Ich kann aufgrund meiner Schmerzen im Knie keine der oben genannten Aktivitäten ausführen.

2. Wie oft hatten Sie in den vergangenen 4 Wochen oder seit dem Auftreten Ihrer Verletzung Schmerzen?

Kreuzen Sie eines der Kästchen in der nachstehenden Skala an. Die Skala beginnt mit 0 (Nie) und geht mit zunehmender Häufigkeit der Schmerzen bis zu 10 (ständig Schmerzen).

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Nie ständig Schmerzen

3. Wie stark sind Ihre Schmerzen?

Kreuzen Sie eines der Kästchen in der nachstehenden Skala an. Die Skala beginnt mit 0 (keine Schmerzen) und geht mit zunehmender Stärke der Schmerzen bis zu 10 (unerträgliche Schmerzen).

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Keine
Schmerzen unerträgliche Schmerzen

4. Wie steif oder geschwollen war Ihr Knie während der vergangenen 4 Wochen oder seit dem Auftreten Ihrer Verletzung?

- überhaupt nicht
- etwas
- ziemlich
- sehr
- extrem

5. Was ist die höchste Aktivitätsstufe, die Sie ohne erhebliches Anschwellen des Knies ausüben können?

- Sehr anstrengende Aktivitäten wie Springen oder Drehbewegungen bei einseitiger Fußbelastung (Basketball oder Fußball)
- Anstrengende Aktivitäten wie schwere körperliche Arbeit, Skilaufen oder Tennis
- Mäßig anstrengende Aktivitäten wie mäßige körperliche Arbeit, Laufen oder Joggen
- Leichte Aktivitäten wie Gehen, Haus- oder Gartenarbeit
- Ich kann aufgrund eines geschwollenen Knies keine der oben genannten Aktivitäten ausführen.

6. Hatten Sie in den vergangenen 4 Wochen oder seit dem Auftreten Ihrer Verletzung ein gesperrtes Knie oder ist Ihr Knie aus- und wieder eingeschnappt?

- Ja Nein

7. Was ist die höchste Aktivitätsstufe, die Sie ohne erhebliche durch Knieschwäche verursachte Gangunsicherheit einhalten können?

- Sehr anstrengende Aktivitäten wie Springen oder Drehbewegungen bei einseitiger Fußbelastung (Basketball oder Fußball)
- Anstrengende Aktivitäten wie schwere körperliche Arbeit, Skilaufen oder Tennis
- Mäßig anstrengende Aktivitäten wie mäßige körperliche Arbeit, Laufen oder Joggen
- Leichte Aktivitäten wie Gehen, Haus- oder Gartenarbeit
- Ich kann aufgrund der Knieschwäche keine der oben genannten Aktivitäten ausführen.

SPORTLICHE BETÄTIGUNG:

8. Was ist die höchste Aktivitätsstufe, an der Sie regelmäßig teilnehmen können?

- Sehr anstrengende Aktivitäten wie Springen oder Drehbewegungen bei einseitiger Fußbelastung (Basketball oder Fußball)
- Anstrengende Aktivitäten wie schwere körperliche Arbeit, Skilaufen oder Tennis
- Mäßig anstrengende Aktivitäten wie mäßige körperliche Arbeit, Laufen oder Joggen
- Leichte Aktivitäten wie Gehen, Haus- oder Gartenarbeit
- Ich kann aufgrund meines Knies keine der oben genannten Aktivitäten ausführen.

9. Wie schwierig sind aufgrund Ihres Knies die folgenden Aktivitäten für Sie?

	schwierig	überhaupt nicht schwierig	minimal schwierig	ziemlich schwierig	extrem	unmöglich
a. Treppensteigen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. Treppe hinuntergehen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. Auf dem vorderen Knie knien	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d. Hockstellung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e. Normal sitzen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f. Vom Stuhl aufstehen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g. Geradeaus laufen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h. Hochspringen und auf dem betroffenen Bein landen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
i. Beim Gehen (bzw. Laufen, wenn Sie Sportler/in sind) schnell anhalten und starten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

FUNKTION:

10. Wie würden Sie die Funktionsfähigkeit Ihres Knies auf einer Skala von 0 bis 10 beurteilen, wobei 10 eine normale und ausgezeichnete Funktionsfähigkeit bezeichnet und 0 die Unfähigkeit, irgendeine Ihrer normalen täglichen Aktivitäten, darunter möglicherweise auch Sport, auszuführen?

FUNKTIONSFÄHIGKEIT VOR DER KNEEVERLETZUNG:

Kann keine
täglichen Aktivitäten
ausführen

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Keine
Einschränkung
der täglichen Aktivitäten
10

DERZEITIGE FUNKTIONSFÄHIGKEIT IHRES KNIES:

Kann keine täglichen
Aktivitäten
ausführen

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Keine
Einschränkung
der täglichen Aktivitäten
10

Berechnungsformel

$$\text{IKDC-Ergebnis} = \frac{\text{Rohergebnis – niedrigstmögliche Punktzahl (18)}}{\text{Punktzahlbereich (87)}} \times 100$$

7.6 Lebenslauf

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.

7.7 Erklärung

„Ich, Matthias Wagner, erkläre, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema: Postoperatives Outcome nach hoher tibialer öffnender Umstellungsosteotomie, selbst verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt, ohne die (unzulässige) Hilfe Dritter verfasst und auch in Teilen keine Kopien anderer Arbeiten dargestellt habe.“

Nürnberg, 17. Oktober 2011

Matthias Wagner