

Aus der orthopädischen Universitätsklinik

des Universitätsklinikums Magdeburg

Direktor: Prof. Dr. med. Ch. H. Lohmann

Themenvergabe und Betreuung: Prof. Dr. med. R. Becker

Zentrum für Orthopädie und Unfallchirurgie, Klinikum Brandenburg

**„Der Einfluss der Femurkomponentenrotation auf das klinische und funktionelle Ergebnis nach
Knieendoprothesenersatz“**

D i s s e r t a t i o n

zur Erlangung des Doktorgrades Dr. med. (doctor medicinae)

an der Medizinischen Fakultät

der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Datum der Verteidigung : 19.11.2014

vorgelegt von Katharina Bäker

aus Magdeburg

Hamburg 2013

Dokumentationsblatt

Bäker, Katharina:

Der Einfluss der Femurkomponentenrotation auf das klinische und funktionelle Ergebnis nach Knieendoprothesenersatz. - 2013. – 66 Bl. : 10 Abb., 11 Tab., 3 Anl.

Die Zahl der Implantationen von Knieendoprothesen steigt in Deutschland stetig an. Trotz fortwährender Verbesserung der Implantate und Operationstechniken sind bis zu 20% der Patienten mit dem Ergebnis nur eingeschränkt zufrieden. Hierfür sind patellofemorale Dysfunktionen und daraus resultierend postoperativ verbleibender Schmerz eine der Hauptursachen. Zahlreiche Untersuchungen belegen einen Zusammenhang zwischen diesen Faktoren und einer Malrotation der Prothesenkomponenten. Besonders eine in Innenrotation eingebrachte Femurkomponente scheint prädisponierend für ein schlechteres klinisches und funktionelles Ergebnis nach der Prothesenimplantation zu sein. Unklar ist jedoch bis heute, ab welchem Grad der Malrotation auch signifikante Auswirkungen auf das klinische Ergebnis zu erwarten sind und welcher Bereich die Rotation betreffend als tolerabel zu definieren ist. Die vorliegende Studie konnte aufzeigen, dass eine Malrotation der Femurkomponente keinen signifikanten Einfluss auf das Ergebnis hat. Für die Analyse wurden klinische Scores (WOMAC, SF-36, KSS) sowie funktionelle Parameter wie die Beuge- und Streckfähigkeit mit den Messdaten aus CT- und Röntgenbildern eines jeden Patienten verglichen. Die Evaluation der Patienten erfolgte präoperativ sowie sechs und 24 Monate postoperativ.

Schlüsselwörter

- Knieendoprothese
- Femurkomponentenrotation
- Klinische Ergebnisse
- Short-Form-36 Gesundheitsfragebogen (SF-36)
- Western Ontario and McMaster Universities Arthroseindex(WOMAC)
- Knee Society Score (KSS)

Inhaltsverzeichnis

Dokumentationsblatt	I
Abkürzungsverzeichnis	IV
Abbildungsverzeichnis	VI
Tabellenverzeichnis	VII
1 Einführung	1
2 Zielsetzung der Arbeit	5
3 Material und Methoden	6
3.1 Studiendesign	6
3.1.1 Prä- und postoperative Evaluation der Patienten	6
3.1.2 Ein- und Ausschlusskriterien der Patienten	6
3.1.3 Konventionelles Operationsverfahren	7
3.1.4 Navigiertes Operationsverfahren	7
3.2 Postoperative Behandlung	8
3.3 Untersuchungsmethoden	9
3.3.1 Klinische Untersuchung	9
3.3.2 Röntgenuntersuchung	12

Inhaltsverzeichnis

3.3.3	Computertomografische Untersuchung.....	12
3.4	Statistik	14
4	Ergebnisse	15
4.1	Demographische Daten	15
4.1.1	Begleiterkrankungen der Studienteilnehmer	17
4.1.2	Medikamenteneinnahme der Studienteilnehmer.....	18
4.2	Analyse der Implantatdaten	18
4.3	Klinische und radiologische Auswertung	20
4.3.1	Femurkomponentenposition.....	20
4.3.2	Radiologische Auswertung der Beinachse.....	24
4.3.3	Bewegungsausmaß.....	24
4.3.4	Knee Society Score (KSS)	25
4.3.5	Western Ontario and McMaster Universities Arthroseindex (WOMAC)	25
4.3.6	Short-Form-36 Gesundheitsfragebogen (SF-36)	26
5	Diskussion.....	28
6	Zusammenfassung.....	36
7	Literaturverzeichnis.....	37

Inhaltsverzeichnis

Danksagungen	VIII
Ehrenerklärung	IX
Bildungsweg.....	X
Anlagen.....	XII
Knee Society Score (KSS)	XII
Western Ontario and McMaster Universities Arthroseindex(WOMAC).....	XIV
Short-Form- 36 Gesundheitsfragebogen (SF-36)	XIX
Aufklärungsbögen der Patienten.....	XXIV

Abkürzungsverzeichnis

3D.....dreidimensional

BMI.....Body-Mass-Index

bzw.....beziehungsweise

ca.....circa

CT.....Computertomographie

Kg.....Kilogramm

KSS.....Knee Society Score

m.....Meter

n.s.....nicht signifikant

NU.....Nachuntersuchung

p.....Irrtumswahrscheinlichkeit

r.....Korrelationskoeffizient

SF-36.....Short-Form-36 Gesundheitsfragebogen

TEA.....Transepikondylarachse

VAS.....Visuelle Analogskala

WHO.....World Health Organization

WOMAC.....Western Ontario and McMaster Universities Arthroseindex

z. B.....zum Beispiel

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	3D-CT im axialen Schnittbild vom distalen Femur.....	13
Abbildung 2	Alter des Gesamtkollektives und der männlichen und weiblichen Studienteilnehmer in Jahren	15
Abbildung 3	Körpergewicht des Gesamtkollektives und der männlichen und weiblichen Studienteilnehmer in kg	16
Abbildung 4	Körpergröße des Gesamtkollektives und der männlichen und weiblichen Studienteilnehmer in m.....	16
Abbildung 5	Body-Mass-Index des Gesamtkollektives und der männlichen und weiblichen Studienteilnehmer in kg/m ²	17
Abbildung 6	Verteilung der Femurkomponentengrößen der Größe C-G.....	19
Abbildung 7	Verteilung der Tibiakomponentengrößen der Größe 1-7	19
Abbildung 8	Graphische Darstellung der Femurkomponentenposition in Bezug zur Epikondylenlinie jedes Patienten.	20
Abbildung 9	Darstellung der Femurkomponentenposition in Rotation gegenüber der Kniebeugung.....	21
Abbildung 10	Darstellung der 8 Skalen des SF-36 präoperativ sowie zur Nachuntersuchung 1 und 2.....	26

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Anzahl der Patienten, die eine verstärkte Innen- oder Außenrotationsstellung der femoralen Komponente aufwiesen.....	21
Tabelle 2:	Knieflexion der Außenrotationsgruppe und Innenrotationsgruppe mit mehr als 2° Abweichung vor der Operation und zur 1. und 2. Nachuntersuchung.....	22
Tabelle 3:	Knieflexion der Außenrotationsgruppe und Innenrotationsgruppe mit mehr als 3° Abweichung vor der Operation und zur 1. und 2. Nachuntersuchung.....	22
Tabelle 4:	Knie- und Funktionswerte des KSS der Patienten mit einer Femurkomponentenposition von >2° in Innen- oder Außenrotation.....	22
Tabelle 5:	WOMAC der Patientengruppen mit einer Femurkomponentenposition von >2° in Innen- oder Außenrotation.....	23
Tabelle 6:	Vergleich der Femorotibialwinkel in Grad.....	24
Tabelle 7:	Mittelwerte, Standarddeviation und Range der Kniebeugung in Grad.....	24
Tabelle 8:	Prozentuale Angabe der Patienten mit unterschiedlichen Streckdefiziten.....	24
Tabelle 9:	Mittelwerte und Standardabweichungen des Kniescores und Funktionsscores in Punkten.....	25
Tabelle 10:	Mittelwerte und Standardabweichungen der 3 Kategorien des WOMAC in Punkten.....	25
Tabelle 11:	Mittelwerte und Standardabweichungen der acht Skalen des SF-36.....	27

1 Einführung

Die Anzahl der Implantation von Endoprothesen ist in den vergangenen Jahren kontinuierlich gestiegen. Derzeit werden in Deutschland jährlich 175.000 Knieprothesen implantiert. Durch den künstlichen Kniegelenksersatz werden arthrosebedingte Beschwerden wie Schmerz, Schwellung und Bewegungseinschränkung beseitigt. Somit wird die Lebensqualität verbessert und die Mobilität im Alltag wieder hergestellt. Bis zu 20% der Patienten klagen jedoch über persistierende Beschwerden nach Knieprothesenimplantation [1–4]. Die Hauptursachen hierfür sind Instabilität, Bewegungseinschränkungen und anhaltende postoperative Schmerzen. Nach der aseptischen Lockerung ist die Instabilität der zweithäufigste Grund für Revisionsoperationen [5,6]. Das frühe Versagen der Prothese wird durch eine inkorrekte Beinachse, falsche Stellung der Prothesenkomponenten oder eine nicht optimale Weichteilbalanzierung begünstigt [7,8].

Das klinische Ergebnis nach Prothesenimplantation wird von patientenabhängigen und patientenunabhängigen Faktoren bestimmt. Zu den patientenabhängigen Faktoren zählen Alter, Körpergewicht und -größe, soziales Umfeld, allgemeiner Gesundheitszustand, Begleiterkrankungen, aber auch psychische Verfassung, Emotionen und Erwartungshaltung an die Operation. Zu den patientenunabhängigen Faktoren zählen die Implantatwahl und die operative Implantation einschließlich der jeweiligen operativen Technik. Eine erfolgreiche Prothesenimplantation hängt zum großen Teil sowohl von der Achsausrichtung in frontaler und seitlicher Ebene und in Rotation als auch von der Weichteilbalanzierung ab [7].

Eine optimale mechanische Beinachse wird in der Literatur mit $180^\circ \pm 3^\circ$ angegeben [9]. Dieser Wert wird laut Literatur nur in 40-70% der Fälle erreicht [10–16]. Jeffrey et al beschreiben eine Abweichung vom Idealmaß von über 3° als stark erhöhtes Risiko hinsichtlich der Lockerungsrate [9].

Die Stellung der Prothesenkomponenten steht ebenso in engem Zusammenhang mit der Balanzierung der Weichteile. So hat das Release des oberflächlichen medialen Seitenbandes und des Musculus Semimembranosus die geringsten Auswirkungen auf die Rotation und zeigt eine geringe Tendenz zur Außenrotationsstellung der Femurkomponente, wohingegen das Release der lateralen posterioren Kapsel eher mit außenrotierten Femurkomponenten in Verbindung gebracht werden konnte [17].

In den letzten Jahren richtete sich das Augenmerk zunehmend auf die Positionierung der einzelnen Prothesenkomponenten und deren biomechanischen Auswirkungen auf das Operationsergebnis.

Einführung

Patellofemorale Komplikationen zeigen sich bei 1-12% der Patienten nach Implantation einer Knieendoprothese und werden als einer der Hauptgründe für Revisionsoperationen angesehen [18–31]. Zahlreiche Untersuchungen zeigten, dass Patellaprobleme besonders Folge einer Fehlposition der tibialen und / oder femoralen Prothesenkomponente sein können und hierbei eine fehlerhafte Innenrotation offenbar wesentlich schlechter toleriert wird als eine fehlerhafte Außenrotation [19,28,29,32,33]. Die Malrotation ändert den Kraftvektor am Kniegelenk und übt daher übermäßigen Stress auf die Patella und die gelenkumspannenden Weichteile aus [20]. Die Folgen können Patellafehlgleiten, Patellasubluxationen /-luxationen /-dislokationen oder auch Patellafrakturen sein [22,32,33]. Diese patellaren Dysfunktionen münden in einen vorderen Knieschmerz, welcher mit einer Häufigkeit von bis zu 20% angegeben wird [20,22,34–36]. Korrelationen zwischen der Komponentenrotation (tibiale Innenrotation und kombinierte Innenrotation) und dem vorderen Knieschmerz sind bereits dokumentiert worden [20].

Eine in leichter Außenrotation eingesetzte Femurkomponente zeigte eine physiologischere Artikulation der Patella [37]. Eine in Innenrotation eingebrachte Femurkomponente hingegen führte zur Subluxation der Patella besonders zwischen 20° und 80° der Beugung des Kniegelenks und zusätzlich zu einem asymmetrischen Gelenkspalt in Beugung [28]. Hoffmann et al beschrieben bei innenrotierter Fehlpositionierung der Femurkomponente drei verschiedene Beugespaltpyten mit entsprechend unterschiedlichen klinischen Symptomen bei symmetrischem Streckspalt. Der Typ A ist durch eine schmerzhafte laterale Beugespaltestabilität gekennzeichnet, zeigt jedoch eine normale Beugefähigkeit. Durch das Öffnen des lateralen Gelenkspaltes kommt es zur Überlastung des Streckapparates und damit zu lateralem sowie vorderem Knieschmerz, hier jedoch nicht verbunden mit einem Patellafehlgleiten. Beim Typ B zeigt sich eine schmerzhafte Bewegungseinschränkung durch vorzeitiges Blockieren im medialen Gelenkspalt zwischen 60° und 80° Beugung. Der Patient beklagt besonders im medialen Kompartement Schmerzen. Als Typ C wird der Mischtyp beider Formen bezeichnet [7].

Sowohl im Design der Prothese als auch in der Operationstechnik entwickelten sich unterschiedliche Ansätze zur Optimierung der Prothesenimplantation. Es wird unter anderem diskutiert, ob konventionelle oder navigierte Operationsverfahren postoperativ bessere Ergebnisse erzielen. Durch die Navigation können gewisse anatomische Landmarken korrekter erfasst werden, jedoch müssen diese zuvor vom Operateur bestimmt werden [7]. Es werden von einigen Autoren bessere Ergebnisse bezüglich der Beinachse und auch der Stellung der Femurkomponente berichtet, wenn eine navigierte Operationstechnik gewählt wird [10]. Andere Autoren fanden wiederum in

Einführung

Vergleichsstudien zwischen navigiertem und konventionellem Operationsverfahren keine signifikanten Unterschiede [13].

Es besteht weiterhin Uneinigkeit bezüglich der optimalen Form der intraoperativen Orientierung zur Einbringung der Prothesenkomponenten, das heißt, ob besser weichteilorientiert in der sogenannten balanced-gap-Technik oder knochenorientiert anhand anatomischer Landmarken vorgegangen werden soll [38,39].

Bei der weichteilorientierten Operationstechnik findet zunächst die Präparation der proximalen Tibia statt (tibia-cut-first). Daraufhin schließt sich die korrekte Balancierung der Bänder bzw. Weichteile an, um einen symmetrischen Streckspalt zu erzielen. Es folgt die Beugung des Gelenks auf 90°, um bei nun symmetrischem Beugespalt und gespannten Seitenbändern die Femurkomponente parallel zum Tibiaplateau zu platzieren. Für die korrekte Positionierung müssen sowohl Streck- als auch Beugespalt exakt ausbalanciert sein, hierfür werden jeweils entsprechende Bandspanner oder Spacer genutzt [7,40]. Hoffmann et al geben zu bedenken, dass eine asymmetrische Bandführung im Beugespalt eine Rotationsfehlstellung der femoralen Komponente zur Folge haben kann. Außerdem beschreiben die Autoren, dass bei Varus- oder Valgusdeformitäten der Femurkondylen diese erst nach bereits ausbalanciertem Streckspalt präpariert werden. So können wiederum Asymmetrien entstehen, welche auch durch nachfolgende Weichteilbalancierung oft nicht mehr ausgeglichen werden können. Ein gleichmäßiger Beuge- und Streckspalt kann nur in 50% der Fälle erreicht werden [41–43].

Bei der knochenorientierten Operationstechnik ist die möglichst exakte Bestimmung anatomischer Landmarken und daraus resultierend die Festlegung von vier anatomischen Referenzlinien von entscheidender Bedeutung. Die posteriore Kondylenlinie verbindet die beiden dorsalsten Punkte der medialen und der lateralen Femurkondyle [44–46]. In Bezug zur posterioren Kondylenlinie wird der femorale Schnittblock bei der Präparation in 3° Außenrotation positioniert [47]. Die anatomische Transepikondylarachse (TEA) entsteht aus der Verbindung der beiden höchsten Punkte des medialen und des lateralen Epikondylus. Zu dieser Achse sollte der femorale Schnittblock parallel platziert werden [44,47]. Die Achse zwischen wiederum dem höchsten Punkt des lateralen Epikondylus und jedoch dem Sulcus der medialen Epikondyle wird als chirurgische Transepikondylarachse bezeichnet [32,44,48]. Als vierte wichtige anatomische Referenz bildet der tiefste Punkt der femoralen Trochlea mit dem Zentrum der Notch die trochleare anteroposteriore Achse, auch Whiteside-Line genannt [49,50]. Der Schnittblock wird im rechten Winkel zum Lot dieser Linie angebracht [47].

Einführung

Um die Validität und Reliabilität der einzelnen Achsen zu überprüfen, wurde unter anderem der „posterior condylar angle“ als Winkel zwischen der chirurgischen Transepikondylarachse und der posterioren Kondylenlinie definiert und für diesen Richtwerte von $3,5^\circ$ bei Männern und $0,3^\circ$ bei Frauen mit einer jeweiligen Standardabweichung von $1,2^\circ$ festgelegt [32]. Der „posterior condylar angle“ wurde bei Kniegelenken in Valgusfehlstellung als vergrößert dargestellt, somit konnte bei dieser Deformität die posteriore Kondylenlinie als unzuverlässig gewertet werden [48]. Ist die Palpation intraoperativ gut möglich, so stellt die Transepikondylarachse eine zuverlässige Referenz dar und führt mit hoher Wahrscheinlichkeit zu einem symmetrischen Beugespalt [48]. Arima und Whiteside sahen jedoch eine zu große Spannweite in der Nutzung der anatomischen Transepikondylarachse und der posterioren Kondylenachse und fanden bessere Ergebnisse bei Orientierung an der trochlearen anteroposterioren Achse [49,50]. Andere Autoren beschrieben für die Whiteside-Line jedoch große Variabilitäten [44,51]. Die Rotation betreffend sind für die alleinige Nutzung der posterioren Kondylenlinie am wenigsten zuverlässige Ergebnisse gefunden worden [43,47,48]. Diese führt wie auch die Whiteside-Line unter Umständen zu Innenrotationsfehlpositionierung und Valgus-Fehlstellung [7,51]. Die posteriore Kondylenlinie liegt in 3° Innenrotation relativ zur chirurgischen Transepikondylarachse, in 5° Innenrotation relativ zur anatomischen Transepikondylarachse und in 4° Innenrotation zur Whiteside-Line [44]. Es zeigt sich, dass bezüglich der Operationstechnik und intraoperativen Orientierung kein Konsens besteht. Einigkeit über einen sogenannten „Gold-Standard“ herrscht nicht.

Es konnten in den bisherigen Untersuchungen keine definitiven Grenzwerte bezüglich der maximal tolerablen Innen- und auch Außenrotation der Femurkomponente aufgestellt werden. So ist nicht eindeutig geklärt, ab welchem Grad der Malrotation auch signifikante Auswirkungen auf das klinische Ergebnis zu erwarten sind.

Basierend auf der bisherigen Literatur wurde in der vorliegenden Studie die Hypothese aufgestellt, dass eine Malrotation der femoralen Komponente zu einer Einschränkung der Beweglichkeit und einer Verschlechterung des klinischen Ergebnisses führt.

2 Zielsetzung der Arbeit

In der vorliegenden Arbeit wird ein prospektiv evaluiertes Kollektiv von 88 Patienten untersucht, die eine Knieendoprothese vom Typ „NexGen“ der Firma Zimmer® (Zimmer Inc. Warsaw, IN) erhalten haben. Der Zusammenhang zwischen der Rotationsstellung der femoralen Komponente und dem klinischen und funktionellen Ergebnis nach Knieendoprothesenoperation wird analysiert.

Die Hypothese lautet, dass eine Malrotation der Femurkomponente das Bewegungsausmaß und die klinischen und funktionellen Ergebnisse basierend auf dem WOMAC, KSS und SF-36 verschlechtert.

3 Material und Methoden

3.1 Studiendesign

Im Rahmen der vorliegenden prospektiven Studie wurden in der Zeit von Oktober 2008 bis April 2010 insgesamt 560 Patienten mit Gonarthrose im Klinikum Brandenburg untersucht und endoprothetisch versorgt. Aufgrund der nachfolgend aufgeführten Ein- und Ausschlusskriterien konnten davon 88 Patienten in die Studie eingeschlossen werden. Die Patienten wurden mündlich zur Teilnahme an der Studie und schriftlich zu den postoperativ folgenden Nachuntersuchungen eingeladen. Vor dem operativen Eingriff wurden die Patienten hinsichtlich der Studie aufgeklärt. Die schriftliche Einverständniserklärung wurde vom Patienten gegeben.

3.1.1 Prä- und postoperative Evaluation der Patienten

Präoperativ sowie 6 Monate und 24 Monate postoperativ erfolgten die klinische Untersuchung der Patienten sowie die Befragung der Patienten anhand der Evaluationsbögen. Es wurden der Short-form -36 Gesundheitsfragebogen (SF-36), der Western Ontario Mc Master Universities Arthroseindex (WOMAC) und der Knee Society Score (KSS) verwendet. Alle Patienten erhielten präoperativ eine Röntgenaufnahme des Kniegelenkes in zwei Ebenen und eine Ganzbein-Röntgenaufnahme im Stand. Diese Röntgenuntersuchungen wurden zwischen dem fünften und zehnten postoperativen Tag wiederholt. Des Weiteren wurden postoperativ zur Bestimmung der Rotation der femoralen Komponente computertomografische Schnitte vom operierten Kniegelenk angefertigt.

3.1.2 Ein- und Ausschlusskriterien der Patienten

In die Studie wurden weibliche und männliche Patienten eingeschlossen, die eine Knieendoprothese aufgrund einer primären Arthrose im Zeitraum von Oktober 2008 bis April 2010 erhielten. Für die Auswertung wurden nur die Patienten herangezogen, die einen vollständigen Datensatz bezüglich beider Nachuntersuchungen und ein postoperativ auswertbares CT vorwiesen. Die CT-Auswertung erforderte die Darstellung des höchsten Punktes der lateralen Femurepikondyle und des Sulcus am medialen Epikondylus der medialen Femurkondyle. Diese anatomischen Landmarken wurden benötigt, um die femorale Rotation der Komponente bestimmen zu können.

Patienten mit einem anderen Prothesentyp als vom Typ „NexGen“ der Firma Zimmer® (Zimmer Inc. Warsaw, IN) wurden von der Studie ausgeschlossen.

3.1.3 Konventionelles Operationsverfahren

Nach Lagerung des Patienten in Rückenlage gefolgt vom Abwaschen und sterilem Abdecken des OP-Feldes wurde ein medialer Standardzugang zum Kniegelenk gewählt.

Es schloss sich die Präparation des Femurkondylus entsprechend der Femur-first-Technik an. Die intramedulläre Achsausrichtung wurde eingebracht und die distale Resektion am Femur bestimmt. Die Resektionsgrenzen wurden entsprechend der knochenreferenzierten Operationstechnik festgelegt. Für die Positionierung der Femurkomponente wurde eine standardmäßige Außenrotation von 3° zur posterior referenzierten Kondylenlinie verwendet. Für die Darstellung des Tibiaplateaus wurden die restlichen Meniskusanteile entfernt. Die extramedulläre Achsausrichtung wurde am Unterschenkel befestigt und die Resektionshöhe unter Ausrichtung nach Varus/Valgus, Neigung und Rotation festgelegt, woraufhin das Tibiaplateau mit einer posterioren Neigung (Slope) von 7° reseziert werden konnte. Im Anschluss wurden die Probekomponenten in der entsprechenden Größe eingesetzt. Der Probelauf sollte daraufhin eine freie Beweglichkeit bei guter Bandstabilität und ein regelrechtes Patellagleiten ohne Subluxationstendenz ergeben. Anschließend erfolgte das Einzementieren der tibialen und femoralen Komponente in einer Sitzung unter Verwendung von Knochenzement (Palacos, Heraeus-Medical GmbH, Wehrheim D). Es schloss sich das Einbringen des Polyethyleninlays und das Aushärten des Zementes in Streckstellung an. Bei einer Patientin wurde ein Retropatellarersatz vorgenommen.

Abschließend wurde die Wunde schichtweise verschlossen, gefolgt von einem sterilen Kompressionsverband und einer elastischen Wicklung der gesamten operierten Extremität.

3.1.4 Navigiertes Operationsverfahren

Bei 23 Patienten erfolgte eine navigierte Prothesenimplantation mit dem Leibinger-Navigationssystem (Firma Leibinger, Kalamazoo, MI, USA). Die Lagerung, die Desinfektion und das Abdecken sowie der Zugang zum Kniegelenk erfolgten bei dem navigierten Operationsverfahren analog zum zuvor beschriebenen konventionellen Operationsverfahren. Nach der Präparation von distalem Femur und proximaler Tibia wurden die Tracker für die Navigation am distalen Femur und der proximalen Tibia mittels zweier Pins fixiert. Die anatomischen Landmarken des Kniegelenkes wurden mittels Einzelpunkt digitalisierung und Erfassung der Oberflächendefekte aufgenommen. Es schloss sich eine Kinematikanalyse an. Je nach den vom Navigationssystem errechneten Achsen richtete sich die mit einem Tracker besetzte Sägelehre aus. Die Größe der Femurkomponente konnte

Material und Methoden

mittels der Navigation bestimmt werden. Nach der Präparation des distalen Femurs wurden die Sägeschnitte durch die Navigation bestätigt. Es folgte die Bohrung der femoralen Fixationslöcher für die Verankerung der femoralen Komponente. In Analogie zum Femur wurde die proximale Tibia präpariert. Der Sägeschnitt wurde entsprechend der Navigation in Varus/Valgus, posterioem Slope und der Innen-/Außenrotation ausgerichtet. Es erfolgte der subchondrale Schnitt am Tibiaplateau. Der Schnitt wurde mit der Navigation bestätigt. Die tibiale Basisplatte wurde in geeigneter Größe auf das Tibiaplateau gesetzt. Nach dem Einbringen beider Probeimplantate wurden die Beweglichkeit, die mediolaterale Bandstabilität, der Patellalauf und die Beinachse überprüft. Diese kinematische Analyse wurde aufgezeichnet und im System gespeichert. Je nach Ergebnis der Analyse konnten eventuelle Korrekturen vorgenommen werden. War die Analyse schlussendlich normgerecht, konnten die Originalimplantate in der entsprechenden Größe unter Verwendung von Knochenzement (Palacos, Heraeus-Medical GmbH, Wehrheim D) eingebracht werden. Nach der Aushärtung des Zementes erfolgte eine abschließende Aufzeichnung einer kinematischen Kurve. Der Wundverschluss und das Verbinden des Beines erfolgten daraufhin wieder wie bei dem zuvor beschriebenen konventionellen Operationsverfahren.

3.2 Postoperative Behandlung

Die Nachbehandlung aller Studienteilnehmer erfolgte nach einem hausinternen Nachbehandlungsschema. Im Vordergrund standen hierbei Gangschulung, die Kräftigung der Quadrizeps-, Hamstring- und Glutealmuskulatur sowie die Verbesserung der Gelenkfunktion.

Ab dem ersten postoperativen Tag erfolgte Physiotherapie mit Spannungs- und Bewegungsübungen. Nachdem am zweiten postoperativen Tag die Redon-Drainagen entfernt und ein Verbandswechsel erfolgen konnte, schloss sich eine kontinuierliche passive Mobilisation (CPM) auf der Motorschiene zur Verbesserung der passiven Beugefähigkeit an. Schmerz- und befundabhängig wurde diese Mobilisation im stationären Verlauf auf eine Beugung von 90° gesteigert, auch die volle Streckbarkeit wurde schrittweise hergestellt. Der Patient erlernte unter dessen durch den Physiotherapeuten isometrische Übungen. Die Extremität wurde hochgelagert und mittels Kryotherapie behandelt, sofern größere Schwellungen im operierten Kniegelenk auftraten. Relevante Ergüsse wurden durch physikalische Therapie oder Punktion unter sterilen Bedingungen gemindert.

Ab dem zweiten postoperativen Tag wurde die Mobilisation im Dreipunktgang an Unterarmgehstützen begonnen, welche im Verlauf auf den Vierpunktgang gesteigert wurde. Eine Beugefähigkeit von 90° war das Ziel für die Entlassung aus der stationären Behandlung. Es wurde

dem Patienten angeraten, die Unterarmgehstützen für insgesamt 6 Wochen zu nutzen. Alle an der Studie teilnehmenden Patienten wurden nach dem stationären Aufenthalt in eine Anschlussheilbehandlung entlassen.

3.3 Untersuchungsmethoden

3.3.1 Klinische Untersuchung

Zu Beginn jeder der insgesamt drei Untersuchungen (präoperativ sowie nach 6 Monaten und nach 24 Monaten postoperativ) erfolgte die Weichteilinspektion des Kniegelenks, postoperativ zusätzlich die Beurteilung der Narbenverhältnisse. Besonders wurde hierbei auf Kriterien wie Rötung, Schwellung oder Hyperthermie des Kniegelenkes geachtet. Es wurde die maximal mögliche passive Beugung und Streckung bestimmt und mit der Null-Durchgangsmethode dokumentiert. Dabei konnte auch die Zentrierung der Patella und deren Lauf bewertet werden. Zusätzlich erfolgte die Untersuchung der Bandstabilität mittels manuellem Varus- und Valgusstress.

Im Rahmen der Aufnahmeuntersuchung zur Versorgung mit einer Kniegelenksendoprothese wurde der präoperative Status des Patienten erhoben. Neben der klinischen Untersuchung wurden die im Folgenden detailliert beschriebenen klinischen Scores (Knee Society Score, WOMAC-Arthroseindex und Short-Form-36 Gesundheitsfragebogen) eruiert. Zusätzlich erhielt jeder Patient die in 3.3.2 und 3.3.3 näher erläuterte Bildgebung der zu operierenden Extremität.

Alle Untersuchungen der Studienteilnehmer fanden im Städtischen Klinikum Brandenburg statt und wurden von einem unabhängigen Untersucher standardisiert durchgeführt, welcher keine der sich anschließenden Operationen der teilnehmenden Patienten selbst durchführte.

Für die Studie zusätzlich relevante oder fehlende Patientendaten konnten mit Hilfe der elektronisch archivierten Patientenakten gewonnen werden.

Short-Form-36 Gesundheitsfragebogen (SF-36 Health Survey)

Ware et al. entwickelten für eine Medical Outcome Studie in der Zeit von 1985 bis 1992 das SF-36 Health Survey zur Beurteilung sowohl der körperlichen als auch der psychischen Gesundheit. Bullinger übersetzte den Fragebogen zum allgemeinen Gesundheitszustand aus dem Amerikanischen in die deutsche Sprache. Der Score dient besonders der Therapiekontrolle und Verlaufsmessung. Der SF-36 beinhaltet einen Wertebereich von Null bis Hundert, wobei jede der Fragen die gleiche Wichtigkeit besitzt [52,53]. Er gliedert sich in folgende acht Dimensionen:

- Körperliche Funktionsfähigkeit
- Körperliche Rollenfunktion
- Körperliche Schmerzen
- Allgemeine Gesundheitswahrnehmung
- Vitalität
- Soziale Funktionsfähigkeit
- Emotionale Rollenfunktion
- Psychisches Wohlbefinden

Aus diesen acht Subskalen ergibt sich eine mentale und eine physische Komponente des SF-36. Die Subskalen „körperliche Funktionsfähigkeit“, „körperliche Rollenfunktion“, „körperliche Schmerzen“ und „allgemeine Gesundheitswahrnehmung“ ergeben die physische Komponente. Die mentale Komponente setzt sich aus den Subskalen „Vitalität“, „soziale Funktionsfähigkeit“, „emotionale Rollenfunktion“ und „psychisches Wohlbefinden“ zusammen.

Die Subskalen „körperliche Funktionsfähigkeit“, „körperliche Rollenfunktion“ und „körperliche Schmerzen“ zeigten hierbei besonders hohe Korrelationen zur physischen Komponente, die Subskalen „soziale Funktionsfähigkeit“, „emotionale Rollenfunktion“ und „psychisches Wohlbefinden“ hingegen zur mentalen Komponente des Scores. [53]

Knee Society Score (KSS)

Der Knee Society Score aus dem Jahre 1989 nach Insall et al modifiziert im Jahre 1993 wird nochmals in einen Knie-Score und einen Funktions-Score unterteilt [54]. Der Funktions-Score beinhaltet hierbei die zwei Parameter „Fähigkeit zu gehen“ und „Fähigkeit Treppen zu steigen“. Er beschreibt demnach die Funktionalität bei Aktivitäten. Die Gehfähigkeit ist ab einer Gehstrecke von mindestens 100 Metern zufriedenstellend. Die volle Fähigkeit des Treppensteigens ist erreicht, wenn der Patient die Treppe auf- und absteigen kann, ohne sich dabei am Geländer festhalten zu müssen. Diese beiden Parameter machen jeweils 25% der maximal möglichen Gesamtpunktzahl aus. Der Knie-Score wird dagegen in drei Bereiche unterteilt - Schmerz, Bewegungsfähigkeit und Stabilität - und beinhaltet damit klinische Parameter für die eigentliche Gelenkfunktion. Der Parameter Schmerz geht zu 25% in die Gesamtbewertung ein, Beweglichkeit und Stabilität zu je 12,5%. Zusätzlich können bei bestimmten Zuständen auch Punkte vom Gesamtergebnis abgezogen werden. Bei Beuge- oder Streckdefiziten können bis zu 15 Punkte im Knie-Score abgezogen werden, bei der noch fortwährenden Nutzung von Unterarmgehstützen oder gar einem Rollator werden bis zu 20 Punkte vom Funktions-Score abgezogen. Eine volle Punktzahl ist zu erreichen, wenn eine gute Achsausrichtung, ein normgerechter Bewegungsumfang und eine ausreichende Stabilität sowohl antero-posterior als auch medio-lateral vorliegen.

Western Ontario and McMaster Universities Arthroseindex (WOMAC)

Der WOMAC-Index (Western Ontario and McMaster Arthroseindex) dient der subjektiven Bewertung von Cox- oder Gonarthrose durch den Patienten. Dieser Score wurde von Ballamy, Buchanan et al. im Jahre 1988 entwickelt und im Jahre 1996 von Stucki, Meier et al. modifiziert [55,56]. Die primären visuellen Analogskalen wurden durch Likert-Skalen ersetzt. Der WOMAC- Arthroseindex setzt sich aus drei Komplexen zusammen. Fünf Fragen zu Schmerzen (maximal 50 Punkte), zwei Fragen zur Steifigkeit (maximal 20 Punkte) und 17 Fragen zur Alltagsaktivität (maximal 170 Punkte) ergeben insgesamt 24 Fragen mit einer Höchstpunktzahl von 240. Alle Antworten werden jeweils in einer Kästchenreihe mit Werten von Null bis Zehn angekreuzt. Es gilt zu beachten, dass die Funktion des Gelenkes umso schlechter ist, je höher der Gesamtpunktwert ist.

3.3.2 Röntgenuntersuchung

Sowohl präoperativ als auch 7-10 Tage nach der Operation erfolgte bei allen Patienten eine standardisierte Röntgenuntersuchung des endoprothetisch versorgten Kniegelenkes in zwei Ebenen und eine Ganzbeinaufnahme im Stand.

Die präoperativen Aufnahmen im antero-posterioren und lateralen Strahlengang wurden mit einer Referenzkugel (30 mm) angefertigt. Diese Aufnahmen dienten zur Planung der Prothesengröße und Position (Planungssoftware mediCAT der Firma HECTEC-GmbH, Deutschland). Für die Bestimmung der Beinachse erfolgte die Ganzbeinaufnahme mit Hüftgelenk und Sprunggelenk im Stand. Für das Ausmessen der Beinachse stand die PACS (Picture Archiving and Communication System) Auswertesoftware zur Verfügung. Die Femurachse bildete die Gerade zwischen Hüftkopfbereich und der Mitte der Femurkondylen, die Tibiaachse eine Linie von der Mitte des Tibiaplateaus zur Mitte der Talusrolle. Aus diesen Achsen, der Femurachse und der Tibiaachse, errechnete das PACS-System den Femorotibialwinkel. Der physiologische Femorotibialwinkel liegt zwischen 173° und 175°. Bei Werten über 175° handelt es sich demnach um eine Varusfehlstellung, bei Werten unter 173° um eine Valgusfehlstellung des Kniegelenkes.

3.3.3 Computertomografische Untersuchung

Zusätzlich zu den Röntgenuntersuchungen erfolgte bei allen Patienten zwischen den 7. und 10. postoperativen Tag eine computertomografische Untersuchung des operierten Kniegelenkes.

Bezüglich der computertomografischen Untersuchungen liegt ein positives Votum der Ethikkommission der Landesärztekammer Brandenburg unter dem Aktenzeichen AS 67 (bB) / 2014 vor.

Die Rohdaten wurden mit dem Programm Philips MX 16 (16 x 0,75 mm) und Brilliance 10 (10 x 0,75 mm) ausgewertet bei einer Schichtdicke von 1 mm und einer sekundären Rekonstruktion von 2 mm.

Anhand des CT-Bildes wurde die chirurgische Transepikondylenachse (*TEA*) bestimmt. Diese verbindet die prominenteste Stelle der lateralen Femurepikondyle mit der tiefsten Stelle des Sulcus an der medialen Epikondyle (Abbildung 1).

Material und Methoden

In der 3D-CT-Aufnahme lässt sich der mediale und laterale Epikondylus auf der Innen- und Außenseite vom axialen Femur erkennen. Im Gegensatz zum lateralen Epikondylus weist der mediale Epikondylus zwei prominente Punkte auf. Die obere Prominenz wird durch einen Sulcus von der unteren Prominenz getrennt. Abbildung 1 zeigt die obere Prominenz, welche der Insertionsstelle des Innenbandes entspricht, und die untere Prominenz, welche die Insertion des Ligamentum patellofemorale mediale darstellt.

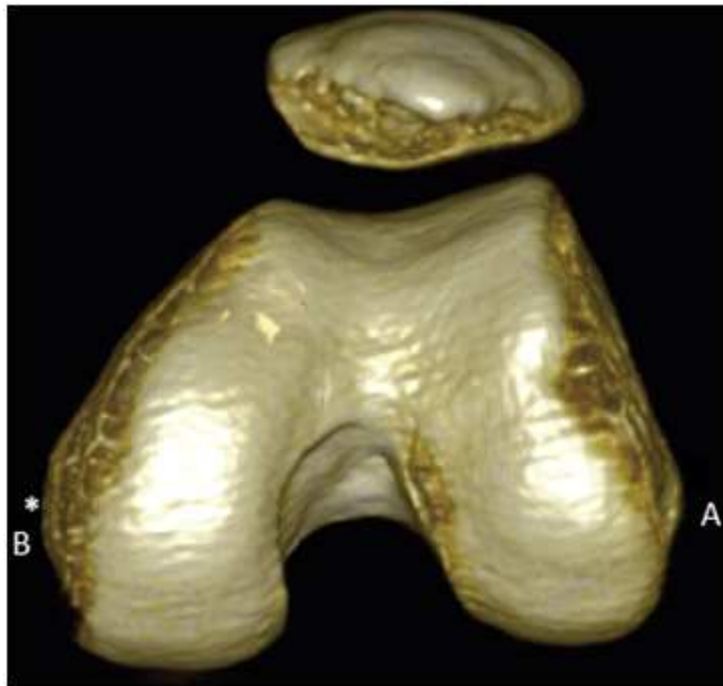


Abbildung 1: 3D-CT im axialen Schnittbild vom distalen Femur.

(A) lateraler Epikondylus, (B) medialer Epikondylus,

(*) Medialer Sulcus zwischen der oberen und der unteren Prominenz
des medialen Epikondylus

Zur Berechnung der Rotation der Femurkomponente der implantierten Prothese wurde der Winkel zwischen der chirurgischen TEA und der Tangente entlang der dorsalen Kondylen der Femurkomponente berechnet. Werte im negativen Bereich stehen hierbei für eine Innenrotation der Femurkomponente, Werte im positiven Bereich für eine vorliegende Außenrotation.

3.4 Statistik

Alle Parameter (Demographie sowie Subskalen und Hauptachsen der Fragebögen) wurden zu den Zeitpunkten präoperativ (Baseline) und 6 bzw. 24 Monate postoperativ sowie in der Änderung zu den Nachsorgezeitpunkten gegenüber der Baseline mittels dem Mittelwert, der Standardabweichung, des Standardfehlers des Mittelwertes sowie dem Minimum, dem Maximum und der Quartile beschrieben.

Mittels paarweiser Vergleiche (t-Test) wurden für jeden Parameter Änderungen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchungen gegenüber der Baseline untersucht. Auf Geschlechterunterschiede sowie Unterschiede zwischen Patienten mit extremer Innenrotation gegenüber Patienten mit extremer Aussenrotation wurden mit dem robusten t-Test (Satterthwaite) geprüft.

Zur Beschreibung des Datenmaterials wurden alle paarweisen Korrelationen (Pearson) berechnet. Zur graphischen Darstellung demographischer Daten wurden Boxplots verwendet. Innerhalb der Box werden die mittleren 50% der Daten dargestellt, das obere und das untere Quartil bilden die Begrenzungen. Der horizontale Strich in der Box markiert den Median. Die Punkte außerhalb der Whisker zeigen die Ausreißer.

Die Datenerfassung erfolgte in Excel-Arbeitsblättern. Alle Analysen wurden mit SAS 9.2 durchgeführt. Im explorativen Sinne wurden p-Werte kleiner als 0,05 als formal statistisch signifikant bewertet.

4 Ergebnisse

4.1 Demographische Daten

Die stationäre Verweildauer lag bei $12,1 \pm 2,4$ Tage. Die 1. Nachuntersuchung (**NU 1**) erfolgte im Mittel nach 193 ± 77 Tagen und die zweite Nachuntersuchung (**NU 2**) nach 864 ± 148 Tagen.

Das Patientenkollektiv von 88 Studienteilnehmern setzte sich aus 63 Frauen und 25 Männern zusammen. Das mittlere Alter betrug $71,9 \pm 7,99$ Jahre. Der jüngste Patient war 41 Jahre und der älteste 83 Jahre alt.

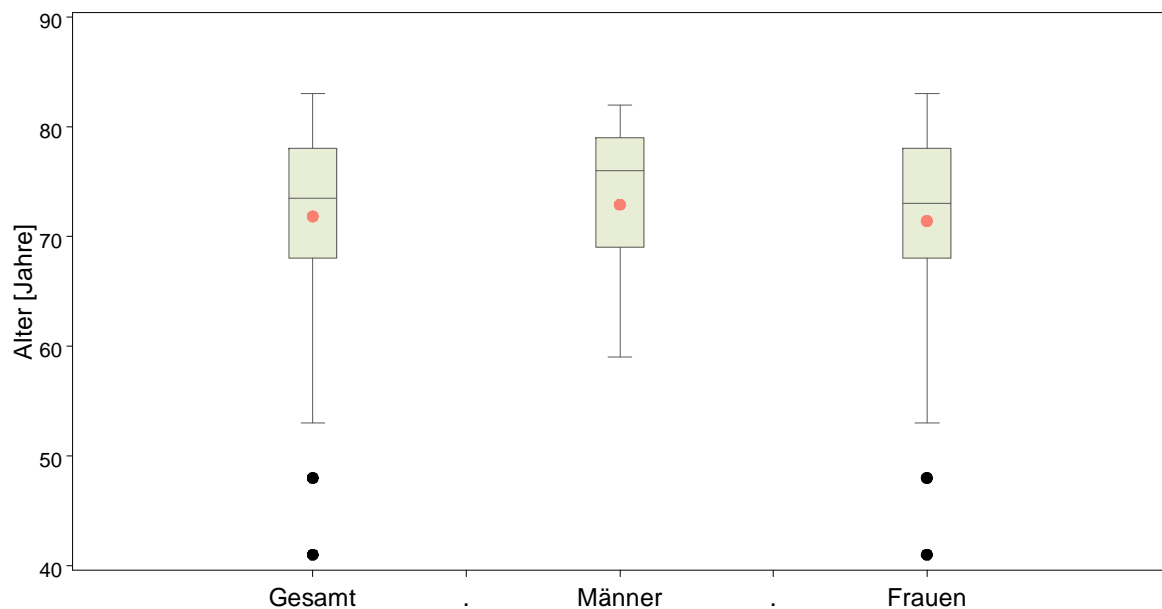


Abbildung 2: Alter des Gesamtkollektives und der männlichen und weiblichen Studienteilnehmer in Jahren

Das mittlere Gewicht des Patientenkollektivs lag bei $84,52 \pm 14,86$ kg. Die männlichen Patienten waren im Vergleich zu den weiblichen Patienten schwerer. Die mittlere Körpergröße des Gesamtkollektivs lag bei $1,65 \pm 0,087$ m, wobei die männlichen Patienten größer waren.

Ergebnisse

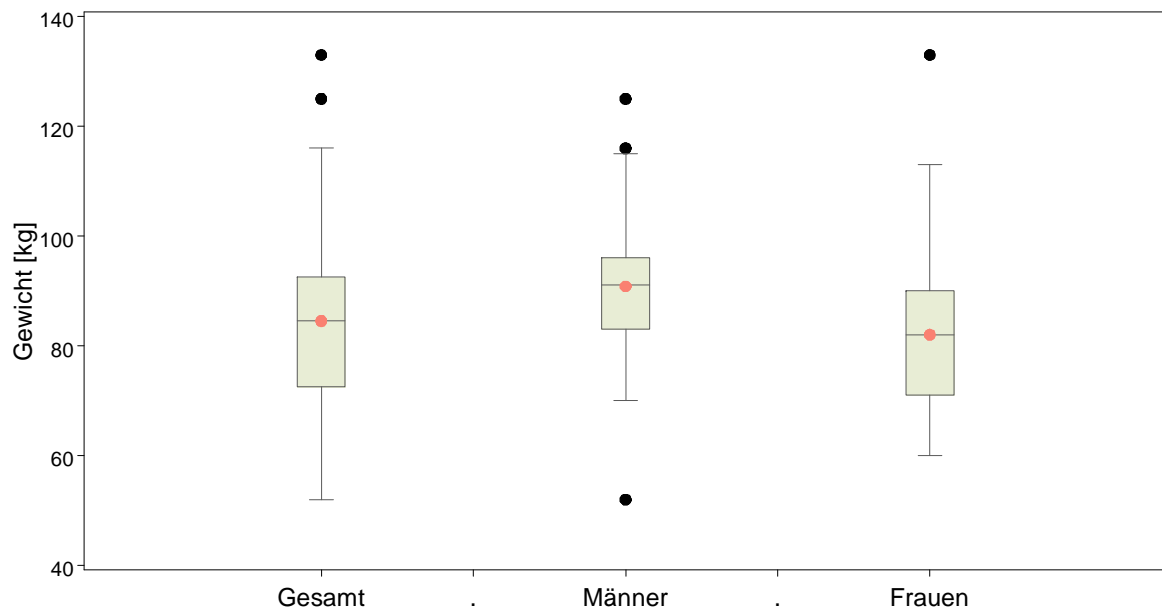


Abbildung 3: Körpergewicht des Gesamtkollektives und der männlichen und weiblichen Studienteilnehmer in kg

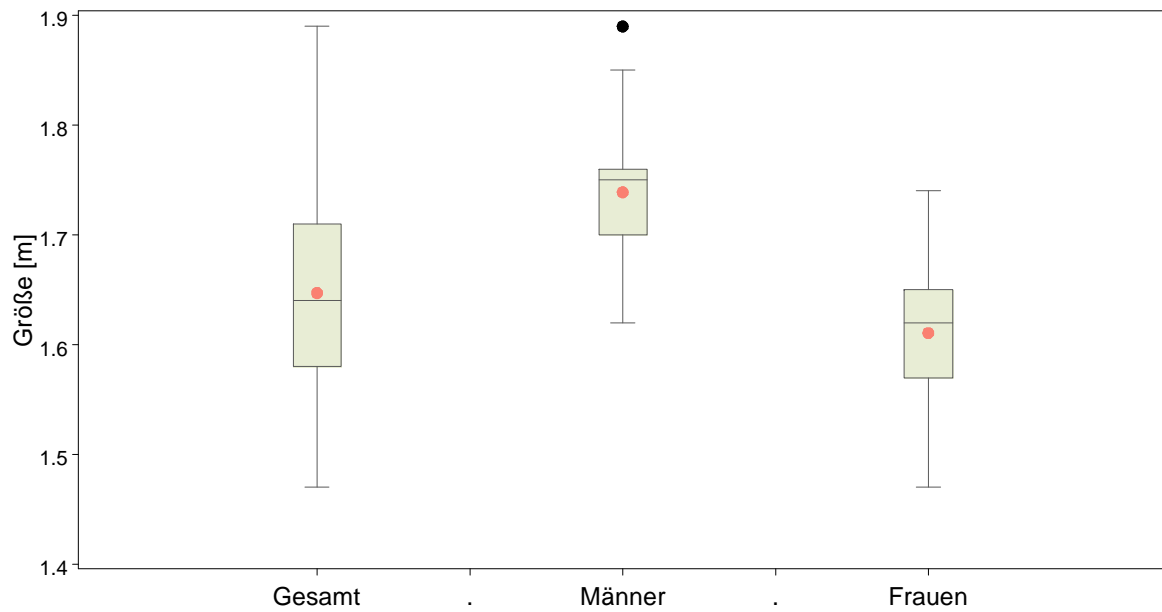


Abbildung 4: Körpergröße des Gesamtkollektives und der männlichen und weiblichen Studienteilnehmer in m

Ergebnisse

Der Body-Mass-Index betrug im Mittel für das Gesamtkollektiv $31,2 \pm 5 \text{ kg/m}^2$. Entsprechend der WHO-Klassifikation entspricht dies einer Adipositas Grad 1.

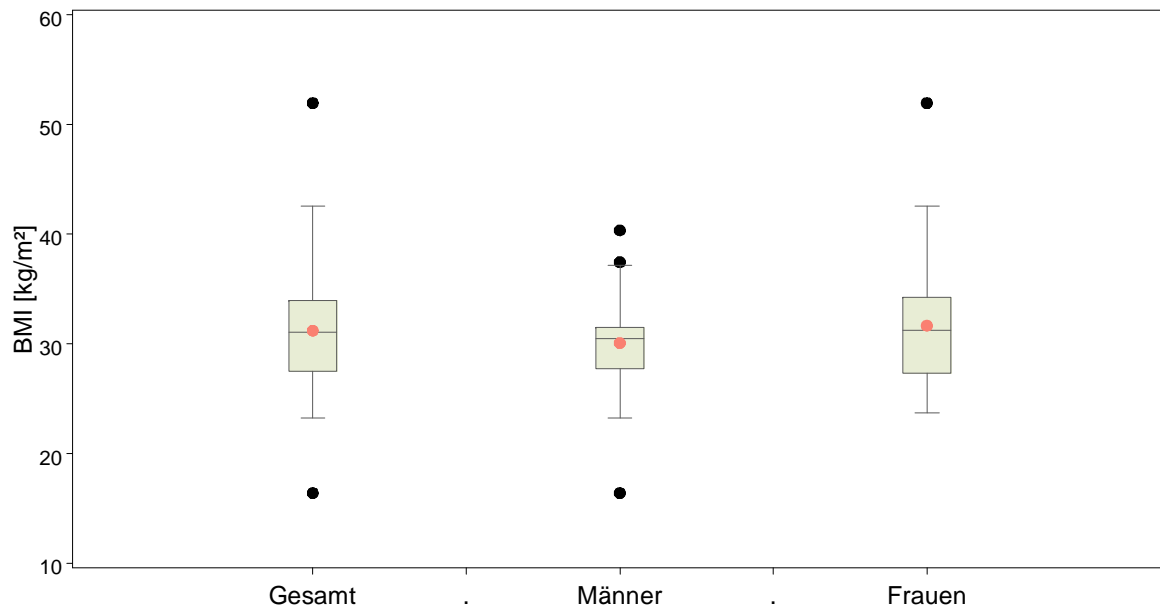


Abbildung 5: Body-Mass-Index des Gesamtkollektives und der männlichen und weiblichen Studienteilnehmer in kg/m^2

4.1.1 Begleiterkrankungen der Studienteilnehmer

Die häufigste Begleiterkrankung war mit 79,6% der Bluthochdruck, gefolgt von der Hypercholesterinämie, welche bei 28,4% der Patienten bekannt war. Daran schlossen sich in der Häufigkeitsverteilung die Koronare Herzkrankheit mit 17,1%, die Schilddrüsenunterfunktion mit 13,6% und der Diabetes mellitus Typ II mit 12,5%. Die zuvor genannten Nebenerkrankungen sind somit die fünf häufigsten bei den in die Studie eingeschlossenen Patienten. Natürlich waren auch vielfach mehrere Erkrankungen bei einem Patienten zugleich vorhanden.

4.1.2 Medikamenteneinnahme der Studienteilnehmer

Die am häufigsten eingenommenen Medikamente waren Antihypertonika bzw. Antiarrhythmika. An erster Stelle nahmen 45,5% aller Patienten Beta-Blocker, gefolgt von der ACE-Hemmer-Einnahme mit 44,3% und der Einnahme von Calcium-Kanal-Blockern mit 30,7%. Von den 88 Patienten in dieser Studie nahmen 25% Statine ein. Mit einer Häufigkeit von 19,3% ist ASS zur Gerinnungshemmung an Platz fünf unter den am häufigsten eingenommenen Medikamenten.

4.2 Analyse der Implantatdaten

Insgesamt wurden 32 Patienten mit einer Endoprothese am rechten Knie und 56 Patienten mit einer Endoprothese am linken Knie versorgt. Alle Studienteilnehmer erhielten eine bicondyläre Oberflächenersatzprothese vom Typ „NexGen“ (Zimmer®, Warzawa USA).

Bei 23 der Patienten erfolgte eine navigierte Prothesenimplantation mit dem Navi-Track-Navigationssystem (Zimmer®, Warzawa, USA).

Die meisten Studienteilnehmer erhielten die Femurkomponente in der Größe E. Die am häufigsten verwendete Größe der Tibiakomponente war die Größe 3, diese erhielten 31 der 88 Patienten. Insgesamt wurden 84% der Patienten mit einem Posterior-Cruciate-Retaining-Inlay versorgt, das heißt, es wurde das hintere Kreuzband erhaltend operiert. Die übrigen Prothesen wurden mit einem Posterior-Stabilized-Inlay implantiert. 67% der eingebrachten Plateaus hatten eine Höhe von 10 mm, 23% eine Höhe von 12 mm. Ein Patient wurde zusätzlich mit einem Retropatellarersatz versorgt.

Die folgenden Abbildungen stellen die Größen der tibialen und der femoralen Komponente genauer dar.

Ergebnisse

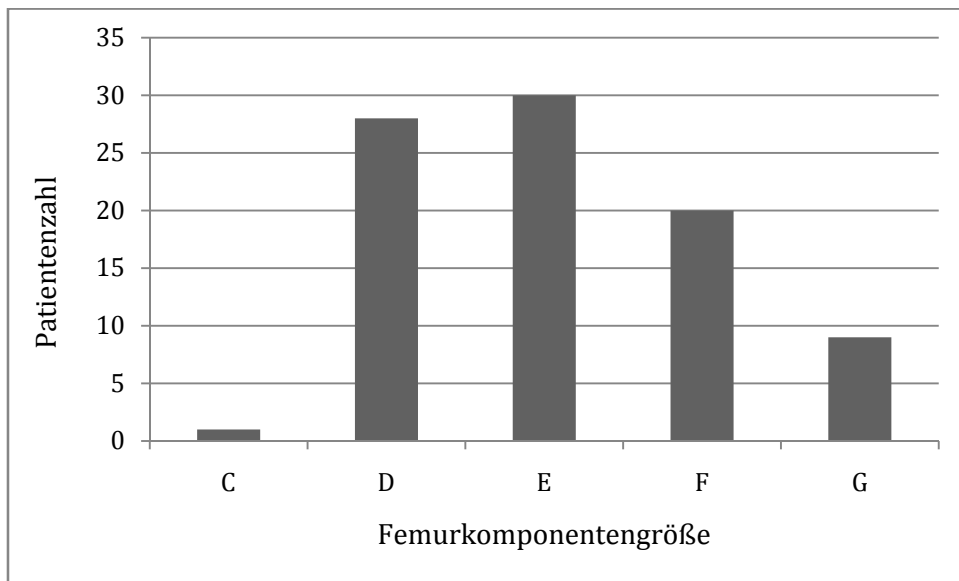


Abbildung 6: Verteilung der Femurkomponentengrößen der Größe C-G

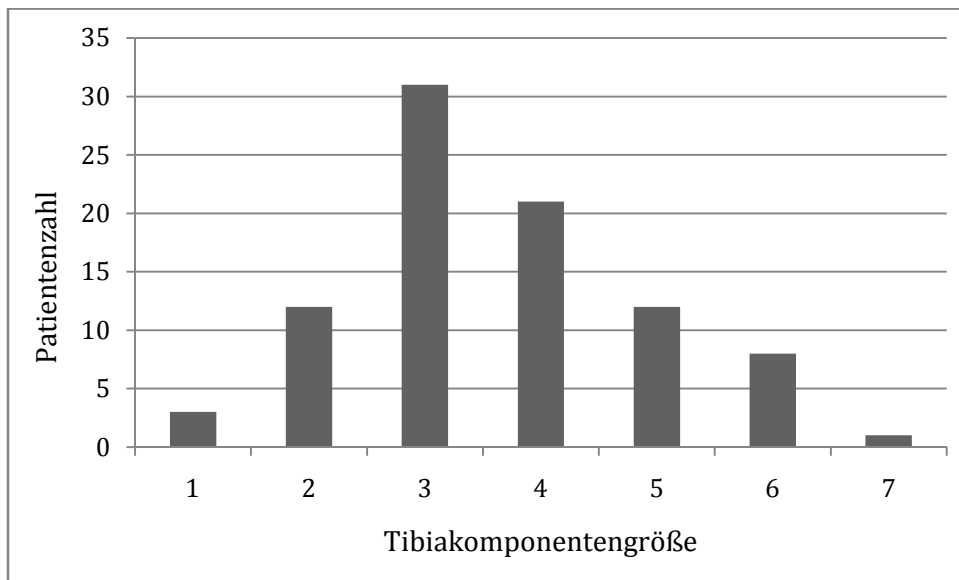


Abbildung 7: Verteilung der Tibiakomponentengrößen der Größe 1-7

Ergebnisse

Bei vier der 88 Patienten (4,5%) traten Komplikationen auf (Peroneusläsion, Seitenbandverletzung, unkorrekter Slope, Wundinfektion). Die Wundinfektion führte zur Revision. Aufgrund eines schmerzhaften Beugedefizites war bei 2 Patienten ein Arthrolyse notwendig. Weiterhin bestand bei einem Patienten eine Kapselruptur und bei einem anderen Patienten ein nicht tolerables Streckdefizit.

4.3 Klinische und radiologische Auswertung

4.3.1 Femurkomponentenposition

Die axiale Femurkomponentenposition zeigte anhand des CTs einen mittleren Wert von $0,1 \pm 2,5^\circ$ bezogen auf die chirurgische Epikondylenlinie des Femurs. Die maximale Innenrotation und Außenrotation betrug jeweils $6,5^\circ$. In der Abbildung 8 ist die Komponentenposition eines jeden Studienteilnehmers aufgeführt. Acht Patienten zeigten eine verstärkte Außenrotation der Femurkomponente von mehr als 3° . Im Gegensatz dazu besaßen 12 Femurkomponenten eine stärkere Innenrotation von mehr als 3° (Tabelle 1).

Insgesamt waren 42% der Femurkomponenten außerhalb einer 2° Toleranzgrenze und 23% außerhalb einer 3° Toleranzgrenze.

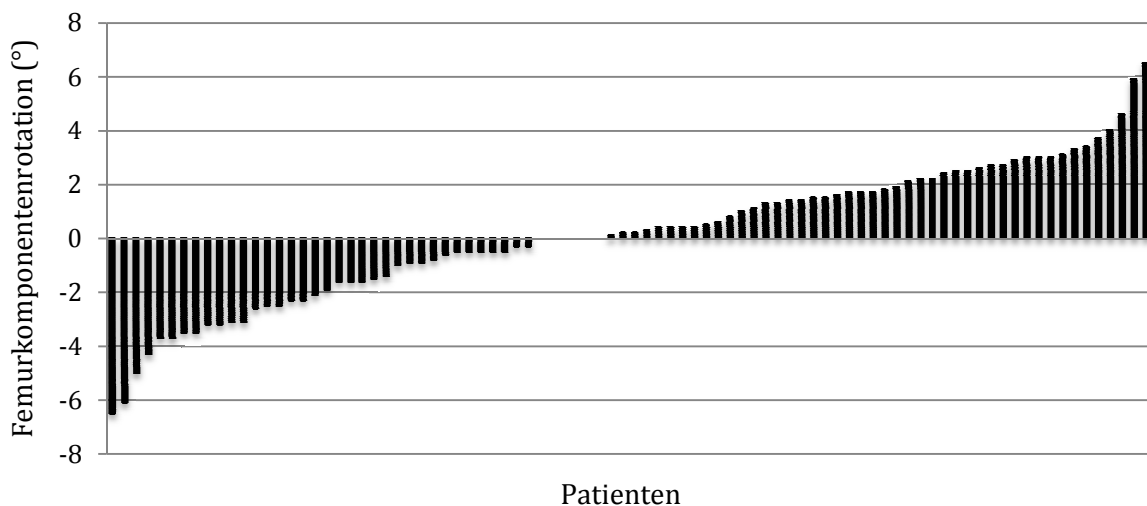


Abbildung 8: Graphische Darstellung der Femurkomponentenposition in Bezug zur Epikondylenlinie jedes Patienten. Die negativen Werte bedeuten Innenrotation, positive Werte Außenrotation.

Ergebnisse

Femurkomponentenrotation	Innenrotation	Außenrotation
≥ 2	16	21
≥ 3	12	8

Tabelle 1 Anzahl der Patienten, die eine verstärkte Innen- oder Außenrotationsstellung der femoralen Komponente aufwiesen

Eine Korrelation zwischen der maximalen Kniebeugung nach 6 Monaten und der Femurkomponentenrotation zeigte sich nicht ($r=0,04$, $p=0,07$).

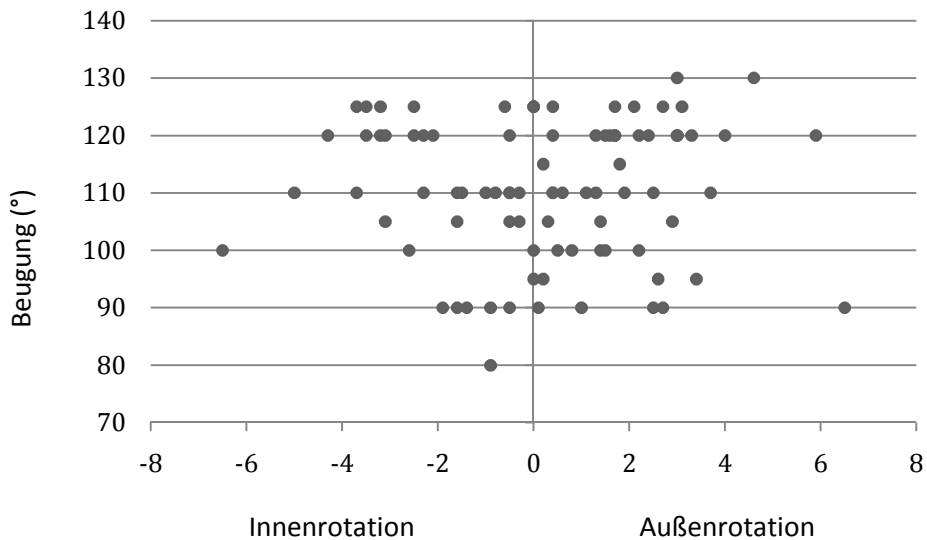


Abbildung 9: Darstellung der Femurkomponentenposition in Rotation gegenüber der Kniebeugung

Weitere Korrelationsanalysen zeigten jedoch eine Abhängigkeit zwischen der Femurkomponentenrotation und der Änderung in der Kategorie „Schmerz“ (NU 2: $r=-0,33$, $p=0,001$) und der Kategorie „Physische Funktion“ (NU 1: $r=-0,28$, $p=0,007$ und NU 2 $r=-0,41$, $p\leq 0,001$) im WOMAC. In den Skalen des SF-36 und im Funktionsscore und Kniescore des KSS zeigten sich dagegen keine Korrelationen zur Femurkomponentenrotation.

Ergebnisse

Für die Auswertung der Extremwerte wurden zwei Patientengruppen gebildet. Eine Gruppe schloss alle Patienten ein, deren Femurkomponente zur chirurgischen Epikondylenlinie mehr als 2° Innenrotation aufwies. Die zweite Gruppe waren Patienten mit Femurkomponentenrotation von mehr als 2° Außenrotation (Tabelle 2,3,4,5). Diese Patientenselektion wurde auch für die Rotationsstellung von mehr als 3° ausgewertet.

Die Position der Femurkomponente zeigte keinen signifikanten Unterschied bezüglich der maximalen Kniebeweglichkeit der beiden Gruppen.

Knieflexion (in °)	Außenrotation $\geq 2^\circ$	Innenrotation $\geq 2^\circ$	p-Wert
präoperativ	104,7 \pm 13,1	106,9 \pm 11,5	n.s.
NU 1	112,4 \pm 13,8	116,2 \pm 8,6	n.s.
NU 2	117,4 \pm 12,2	118,9 \pm 16,1	n.s.

Tabelle 2: Knieflexion der Außenrotationsgruppe und Innenrotationsgruppe mit mehr als 2° Abweichung vor der Operation und zur 1. und 2. Nachuntersuchung

Knieflexion (in °)	Außenrotation $\geq 3^\circ$	Innenrotation $\geq 3^\circ$	p-Wert
präoperativ	102,7 \pm 9,9	108,2 \pm 12,3	n.s.
NU 1	116,4 \pm 13	116,4 \pm 8,7	n.s.
NU 2	115,4 \pm 10,8	121,2 \pm 16,9	n.s.

Tabelle 3: Knieflexion der Außenrotationsgruppe und Innenrotationsgruppe mit mehr als 3° Abweichung vor der Operation und zur 1. und 2. Nachuntersuchung

Es zeigten sich ebenso keine Unterschiede im Kniescore und Funktionsscore zwischen den Gruppen.

KSS	Außenrotation $\geq 2^\circ$	Innenrotation $\geq 2^\circ$	p-Wert
Kniescore präoperativ	46,9 \pm 17	52,6 \pm 9,4	n.s.
Funktionsscore präoperativ	50,7 \pm 18,3	56,1 \pm 15,7	n.s.
Kniescore NU 1	88,2 \pm 12,5	91,1 \pm 7,2	n.s.
Funktionsscore NU 1	80,5 \pm 16	85,0 \pm 13,9	n.s.
Kniescore NU 2	92 \pm 7,2	92,7 \pm 9,2	n.s.
Funktionsscore NU 2	77,9 \pm 24,1	86,1 \pm 14,3	n.s.

Tabelle 4: Knie- und Funktionswerte des KSS der Patienten mit einer Femurkomponentenposition von $\geq 2^\circ$ in Innen- oder Außenrotation

Ergebnisse

Im Gegensatz zum KSS bestehen signifikante Unterschiede zwischen beiden Gruppen im WOMAC. Die Unterschiede zeigen sich bereits präoperativ, sodass bei diesen Daten von einer Bias ausgegangen werden muss. Andere Faktoren scheinen für die signifikanten Unterschiede verantwortlich zu sein.

WOMAC	Außenrotation $\geq 2^\circ$	Innenrotation $\geq 2^\circ$	p-Wert
Schmerz präoperativ	33,1 \pm 8,6	24,3 \pm 8,5	0,003
Funktionsfähigkeit präoperativ	107,2 \pm 27,4	76,6 \pm 31,9	0,003
Steifigkeit präoperativ	13,7 \pm 5,2	10,1 \pm 5	0,032
Schmerz NU 1	10,4 \pm 7,3	7,6 \pm 7,8	0,03
Funktionsfähigkeit NU 1	37,9 \pm 29,2	28,1 \pm 24,7	0,02
Steifigkeit NU 1	5,5 \pm 5,1	4,7 \pm 3,7	n.s.
Schmerz NU 2	7,8 \pm 7,6	9,5 \pm 10,7	0,007
Funktionsfähigkeit NU 2	31,6 \pm 32,4	42,7 \pm 40,3	0,001
Steifigkeit NU 2	4,3 \pm 3,9	4,9 \pm 4,2	0,01

Tabelle 5: WOMAC der Patientengruppen mit einer Femurkomponentenposition von $\geq 2^\circ$ in Innen- oder Außenrotation

Zur Untersuchung der Rotation als Einflussgröße auf das klinische Ergebnis wurden multiple Regressionsanalysen berechnet.

Dabei wurden die demographischen Angaben zu Alter, Geschlecht, BMI sowie die Subskalen und Hauptachsen der Fragebögen SF-36, WOMAC und des KSS (Kniescore / Funktionsscore) mit ihren präoperativen Werten sowie den Änderungen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung 1 gegenüber Baseline dem Modell als potentielle Prädiktoren angeboten.

Die Änderung des Gesamt-KSS nach 24 Monaten gegenüber Baseline erreicht eine Prädiktionsgüte von 81,6 % erklärter Varianz im Modell mit Variablenselektion, worin die Rotation als Prädiktor nicht vorkommt. Im vollen Modell wird die Rotation entsprechend bewertet ($t=0,55$; $p=0,585$).

Ergebnisse

4.3.2 Radiologische Auswertung der Beinachse

Die radiologische Auswertung der Beinachse zeigt, dass eine Korrektur der anatomischen Achse um 5° erfolgte. Der Femorotibialwinkel lag postoperativ bei 172°±3,4°. Eine Korrelation zwischen der Femurkomponentenrotation und der postoperativen Beinachse wurde nicht festgestellt.

	präoperativ	postoperativ	p-Wert
Femorotibialwinkel (in °)	177°±6,2° (165° - 176°)	172°±3,4° 163° - 180°)	p ≤ 0,01

Tabelle 6: Vergleich der Femorotibialwinkel in Grad

4.3.3 Bewegungsausmaß

Die Flexion verbesserte sich signifikant um 6°±15,2° bis 6 Monate nach der Operation. Bis zum Zeitpunkt nach 24 Monaten verbesserte sich die Beugung um 10°±17,2°.

	präoperativ	NU 1	NU 2
Flexion (in °)	105°±11,2° (75° - 125°)	111° ±12,2°* (80° - 130°)	115° ±4,9°** (80° - 150)

Tabelle 7: Mittelwerte, Standarddeviation und Range der Kniebeugung in Grad

* p ≤ 0.001: Bewegungsausmaß präoperativ im Vergleich zur NU 1

** p ≤ 0.004: Bewegungsausmaß nach NU 1 um Vergleich zur NU 2

Vor der Operation zeigten 46,6% der Patienten ein Streckdefizit (Tabelle 8). Dieses Defizit war zum Zeitpunkt der 2. Nachuntersuchung auf 4% reduziert. Bei 14% der Patienten trat zwischen der ersten und zweiten Nachuntersuchung eine weitere Verbesserung des Streckdefizites auf.

Extensionsdefizit (in °)	präoperativ	NU 1	NU 2
0°	53,4	81,8	95,5
1-9°	33	14,8	4,5
10-20°	12,5	3,4	0
>20°	1,1	0	0

Tabelle 8: Prozentuale Angabe der Patienten mit unterschiedlichen Streckdefiziten

Ergebnisse

4.3.4 Knee Society Score (KSS)

Der KSS zeigte eine signifikante Verbesserung im Knie- und Funktionscore nach 6 Monaten. Eine nochmalige Verbesserung war auch bei der Untersuchung nach 24 Monaten im Kniescore im Vergleich zur Nachuntersuchung nach 6 Monaten zu erkennen. Im Kniescore und Funktionscore bestanden keine Unterschiede zwischen den Geschlechtern.

KSS	präoperativ	NU 1	NU 2
Kniescore	49,8±12,6	86,7±12,4*	90,8±8,5**
Funktionscore	53,2±15,8	80,6±13,6*	79,7±19,7**

Tabelle 9: Mittelwerte und Standardabweichungen des Kniescores und Funktionscores in Punkten

* p<0.001: Vergleich der präoperativen Ergebnisse mit den Ergebnissen der NU 1

**n.s.: Vergleich der Ergebnisse der NU 1 mit der NU 2

4.3.5 Western Ontario and McMaster Universities Arthroseindex (WOMAC)

Der WOMAC verbesserte sich signifikant nach der Operation in den drei Kategorien „Schmerz“, „Funktion“ und „Steifigkeit“. Im weiteren Verlauf zeigte sich keine signifikante Veränderung. Die Ergebnisse der Untersuchungen nach 6 und 24 Monaten unterschieden sich nicht signifikant. Zwischen den männlichen und weiblichen Patienten bestanden keine präoperativen und postoperativen Unterschiede.

WOMAC	präoperativ	NU 1	NU 2
Schmerz	29,5±9,8	8,8± 8,15*	9,3 ± 9,7**
Funktionsfähigkeit	95,7± 31,1	33,9± 28,7*	39,1 ± 36,1**
Steifigkeit	12,2±4,8	5,2± 4,4*	4,9 ± 4,2**

Tabelle 10: Mittelwerte und Standardabweichungen der 3 Kategorien des WOMAC in Punkten

* p<0.001: Vergleich der präoperativen Ergebnisse mit den Ergebnissen der NU 1.

** n.s.: Vergleich der Ergebnisse der NU 1 mit der NU 2

4.3.6 Short-Form-36 Gesundheitsfragebogen (SF-36)

Im SF-36 war besonders in den Skalen „Körperliche Funktionsfähigkeit“, „Körperliche Rollenfunktion“ und „Körperlicher Schmerz“ eine Verbesserung nach Implantation der Knieendoprothese zu verzeichnen.

Nach 6 Monaten bestand mit Ausnahme der Skala „Vitalität“ in allen Skalen eine signifikante Verbesserung. Die Skalen „Allgemeiner Gesundheitszustand“ und „Emotionale Rollenfunktion“ verbesserten sich zusätzlich im Zeitraum von 6 Monaten und 24 Monaten nach Operation (Tabelle 11). Zwischen den Geschlechtern bestanden keine Unterschiede. Die Ergebnisse sind nochmals in Abbildung 10 dargestellt.

In der „Körperlichen Summenskala“ zeigte sich nach 6 Monaten eine signifikante Verbesserung. Auffällig ist, dass dieser verbesserte Zustand nicht anhielt, sondern nach 24 Monaten auf den präoperativen Zustand zurückkehrte.

In der „Psychischen Summenskala“ war hingegen eine Verbesserung nach 6 Monaten und nach 24 Monaten im Vergleich zum präoperativen Zustand erkennbar. Eine Verbesserung bestand auch im Vergleich der Ergebnisse nach 6 und 24 Monaten.

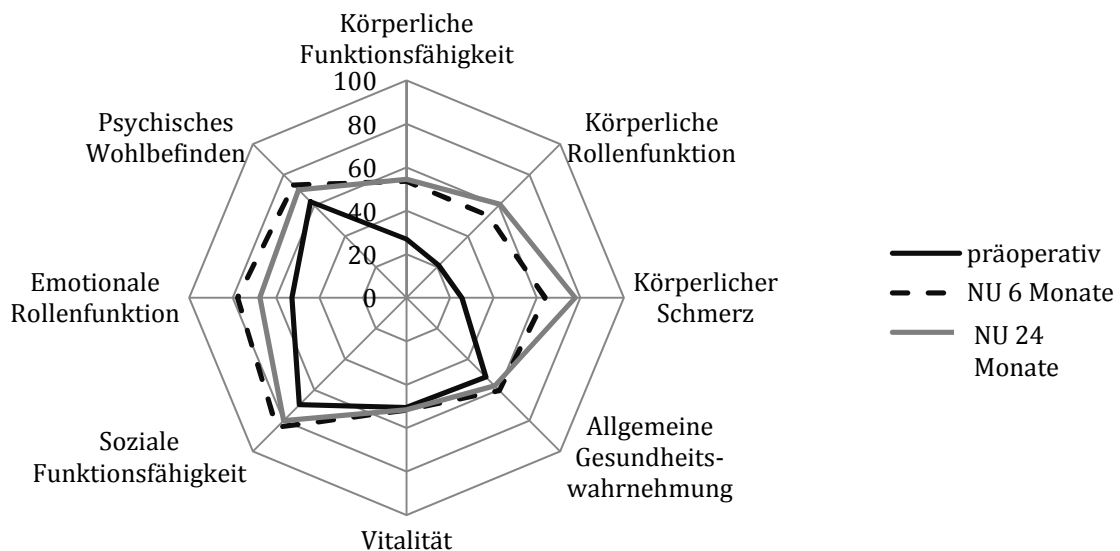


Abbildung 10: Darstellung der 8 Skalen des SF-36 präoperativ sowie zur Nachuntersuchung 1 und 2

SF-36	präoperativ	NU 1	NU 2
Körperliche Funktionsfähigkeit	26,9±17,6	53,6±22,2*	54,4±26,4**
Körperliche Rollenfunktion	21,0±35,1	53,4±41,2*	60,8±65,1**
Körperlicher Schmerz	25,5± 13,3	63,8±23,2*	77,6±73,7**
Allgemeine Gesundheitswahrnehmung	51,7±17,3	60,5±13,5*	57,4±13,9**
Vitalität	50 ,5± 6	51,6±7,4	51,5±5,9**
Psychisches Wohlbefinden	62,5±19	73,4±19,1*	70,1±20,2**
Soziale Funktionsfähigkeit	69,6±25,7	84,4±19,9*	80±24,4**
Emotionale Rollenfunktion	52,7±47,1	77,7±38,4*	67,4±43,5**
Körperliche Summenskala	47,2±11,2	50,7±9,4*	47,1±10,2**
Psychische Summenskala	37±6,9	46,9±7,5*	49,7±12,2**

Tabelle 11: Mittelwerte und Standardabweichungen der acht Skalen des SF-36 in Punkten

* $p \leq 0.001$: Vergleich der präoperativen Ergebnisse mit den Ergebnissen der NU 1.

** n.s.: Vergleich der Ergebnisse der NU 1 mit der NU 2

5 Diskussion

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass die Position der Femurkomponente bezüglich der Rotation eine erhebliche Streuung besaß. Diese Streuung der Femurkomponentenpositionierung wies jedoch keinen Einfluss auf das Bewegungsausmaß und die klinischen Ergebnisse der Patienten entsprechend des WOMAC, SF-36 und KSS auf.

Die Implantation der Femurkomponente zeigte im untersuchten Patientenkollektiv eine deutliche Streuung sowohl in Richtung vermehrter Innenrotation als auch Außenrotation. Für die Rotationsausrichtung der Femurkomponente wurden drei Referenzlinien genutzt: die posteriore Kondylenlinie [48], die transepikondyläre Linie [57] und die anteroposteriore Linie nach Whiteside [49,50]. Die Reproduzierbarkeit dieser Linien wurde in einer Studie analysiert und zeigte keine signifikanten Unterschiede, jedoch bestanden deutliche Unterschiede zwischen den Ergebnissen der einzelnen Untersucher [58]. Die größte Variabilität wiesen die anteroposteriore Linie nach Whiteside und die chirurgische Epikondylenlinie auf. Bei stärker degenerativ veränderten Kniegelenken lässt sich die tiefste Stelle der Trochlea oftmals nicht eindeutig identifizieren. Das Palpieren des medialen und lateralen Epicondylus wird durch die darüber liegenden Weichteile erschwert. Die posterioren Kondylen lassen sich hingegen sehr gut bestimmen. Verwendet man die posterioren Kondylen als Referenz, so wird die femorale Komponente im Mittel in 3° Außenrotation zur Transepikondylenlinie positioniert. Obwohl die posterioren Kondylen eine gute Orientierung für die Ausrichtung der Komponente darstellen, eignen sich diese nicht bei allen Patienten als zuverlässige Referenz. Die Geometrie der Kondylen besitzt eine große Variabilität [51]. Bei Valguskniegelenken kann zum Beispiel ein hypoplastischer lateraler Femurkondylus vorliegen. Die Ausrichtung der Femurkomponente würde automatisch eine Tendenz zur Innenrotation zeigen. Die Epikondylenlinie liegt in der Regel in 3° Außenrotation zur posterioren Kondylenlinie. Die Implantation in konstanter 3° Außenrotation führt bei Varusfehlstellungen in ca. 30% und bei Valgusfehlstellungen in ca. 50% der Fälle zu einer nicht korrekten Position der Femurkomponente [59]. Aufgrund dieser großen anatomischen Varianz unterliegt eine standardisierte Positionierung der Femurkomponente in 3° Außenrotation starken Schwankungen [48].

Eine fehlerhafte Implantation der Femurkomponente in Innenrotation führt zu erhöhter Kompression im Bereich der lateralen Patellafacette bei gleichzeitiger Lateralisation der Patella. In Beugung gelangt das Knie in eine unphysiologische Valgisierung. Es kommt zu einer übermäßigen Entspannung des Außenbandes. Das femoropatellare Gleiten wird besonders in den ersten 60° der Kniebeugung bis zum vollständigen Eintreten der Patella in die Trochlea beeinflusst [37].

Diskussion

Bei 42% der Patienten des eigenen Studienkollektivs wurde die Femurkomponente in mehr als 2° Außen- oder Innenrotation gegenüber der Epikondylenlinie platziert. Die Überschreitung einer 3° Toleranzgrenze wurde bei 23% der femoralen Komponenten festgestellt. Die maximale Innen- und auch Außenrotation erreichte Werte von bis zu 6,5°. Anhand dieser Daten ist zu erkennen, wie groß die individuellen Unterschiede sind. Siston et al. erreichten eine korrekte Femurkomponentenpositionierung innerhalb einer Toleranzgrenze von 5° in nur 17% der Fälle [58]. Heesterbeek et al. fanden eine vergleichbare Varianz von -4° Außenrotation bis + 13° Innenrotation [17].

Untersuchungen von Berger et al. nutzten erstmals die Computertomographie, um den Einfluss der Rotation der Femurkomponente auf das Patellagleiten zu studieren [33]. Es wurden 30 Patienten mit einer patellofemorale Dysfunktion nach Implantation einer Knieendoprothese mit 20 beschwerdefreien Patienten verglichen. Die Ausrichtung der Femurkomponente in 1° bis 4° Innenrotation zeigte bereits eine unphysiologische Patellalateralisation. Eine Zunahme der Innenrotation von bis zu 8° verursachte Patellasubluxationen. Stärkere Innenrotationsfehlstellungen von mehr als 8° führten zur Patellaluxation. Klinische Untersuchungen zeigten des Weiteren, dass bei 3° außenrotierter Femurkomponente seltener ein laterales Release im Vergleich zur Neutralposition erforderlich war [19]. Damit wurde eine direkte Korrelation zwischen dem Grad der Innenrotation der Prothesenkomponente und dem Ausmaß der postoperativen patellofemorale Dysfunktion nachgewiesen. Berger bezog sich im Rahmen seiner Studie auf kombinierte Malrotationen, das heißt unter Einbeziehung der femoralen und der tibialen Komponente. Die Malrotationen scheinen jedoch nicht zwingend voneinander abhängig zu sein. Nicht jede in Innenrotation positionierte Prothese verursacht patellofemorale Komplikationen. Die genannten Beobachtungen wurden auch in Kadaveruntersuchungen nachgewiesen. Es zeigte sich, dass durch innenrotierte Femurkomponenten eine laterale Subluxation der Patella hervorgerufen werden kann [28,37].

Die Auswirkungen auf das klinische Ergebnis wurden jedoch lange Zeit nicht hinreichend untersucht. Als eine der Ersten nutzten Barrack et al. klinisch validierte Scores wie den KSS und die visuelle Analogskala [20]. Patienten, bei denen die Femurkomponente in vermehrter Innenrotation implantiert wurde, klagten häufiger über patellofemorale Schmerzen im Vergleich zu Patienten, bei denen die Komponente in Außenrotation eingebracht wurde. Die Ergebnisse der Fehlpositionen (von 4° Innenrotation bis 9° Außenrotation) sind vergleichbar mit den eigenen Ergebnissen.

Bei kombinierten Fehlansichtungen beider Komponenten besteht ein erhöhtes Risiko, postoperativ an vorderem Knieschmerz zu leiden. Die isolierte Malrotation der Femurkomponente zeigte jedoch in

Diskussion

der vorliegenden Arbeit keine signifikante Korrelation. Andere Arbeiten belegen, dass auch eine fehlerhafte Ausrichtung allein der tibialen Komponente aufgrund eines femorotibialen Mismatches trotz regelrechter Stellung der Femurkomponente zu schlechteren klinischen Ergebnissen führen kann [60].

Die Auswertung der klinischen Scores zeigte mit Ausnahme der Einschätzung des Schmerzes keinen Zusammenhang zur Femurkomponentenposition trotz der großen Streubreite und starken Innenrotationsstellung bei einigen Patienten. Die postoperativ evaluierten Scores (SF-36, KSS und WOMAC) verbesserte sich bei allen Patienten in der Studie in Übereinstimmung mit Ergebnissen anderer Studien [61–63].

In den Skalen des SF-36 und auch im Funktionsscore und Kniescore des KSS zeigten sich keine Korrelationen zur Femurkomponentenrotation. Im Vergleich der Patienten, deren Femurkomponente mit mehr als 2° Außenrotation gegenüber der Gruppe mit mehr als 2° Innenrotation eingesetzt wurde, bestanden keine Unterschiede im Kniescore und Funktionsscore des KSS. Eine Verbesserung des prä- zu postoperativen Ergebnisses bestand im WOMAC in den drei Kategorien „Schmerz“, „Funktion“ und „Steifigkeit“. Die Ergebnisse zeigten keine Veränderungen im Nachuntersuchungsintervall zwischen 6 und 24 Monaten.

Über signifikante Veränderungen sowohl im WOMAC als auch im SF-36 besonders innerhalb der ersten 6 bis maximal 12 Monate berichten auch andere Untersuchungen [3,64]. Nach diesem Zeitraum ließen sich meist keine auffälligen Veränderungen in den klinischen Ergebnissen nachweisen. Selbst in einem Vergleich von Patienten mit und ohne psychopathologischen Auffälligkeiten nach Endoprothesenimplantation waren nach einem Jahr keine signifikanten Unterschiede mehr festzustellen [65].

Die Korrelationsanalysen ergaben eine gewisse Abhängigkeit zwischen der Femurkomponentenrotation und den Änderungen in den Kategorien „Schmerz“ und „Funktion“ des WOMAC. Diese Beziehung ließ sich jedoch weder im Ausmaß der Kniebeweglichkeit noch in den Funktions-Subskalen der anderen Scores nachweisen. In einer vergleichenden Untersuchung zwischen konventioneller Implantation und computerassistierter Implantation der Knieprothese wurde keine Korrelation zwischen der Ausrichtung der Femurkomponente und der Kategorie „Schmerz“ im WOMAC festgestellt [66].

Diskussion

Der KSS besaß postoperativ nach 6 Monaten eine signifikante Verbesserung sowohl im Knie- als auch im Funktionsscore. Im Gegensatz zum WOMAC zeigte sich im Kniescore eine weitere Verbesserung der Ergebnisse bei der Nachuntersuchung nach 24 Monaten. Dies war im Funktionsscore jedoch nicht feststellbar. Der postoperativ verbliebene Schmerz wird durch den Knie- und weniger durch den Funktionsscore erfasst. Eine postoperative Minderung der Gelenkbeweglichkeit durch Malrotation der Femurkomponente scheint auch mittelfristig keinen Einfluss auf den Funktionsscore nach 24 Monaten zu haben. Eine Korrelation zwischen der Femurkomponentenposition und dem klinischen Ergebnis wurde nicht nachgewiesen. Die Verbesserung im Kniescore und damit der Schmerzkomponente bestand nach 6 Monaten und setzte sich bis zur 2. Nachuntersuchung nach 24 Monaten fort. Die psychische Verfassung und das subjektive Befinden des Patienten scheinen einen Einfluss auf den KSS zu besitzen [65,67]. Diese Aspekte werden besonders im SF-36 berücksichtigt. Vor allem die Skalen „Körperliche Funktionsfähigkeit“, „Körperliche Rollenfunktion“ und „Körperlicher Schmerz“ des SF-36 verbesserten sich nach Implantation der Knieendoprothese. In der Skala „Vitalität“ war hingegen keine signifikante Verbesserung feststellbar. Die Skalen „Allgemeine Gesundheitswahrnehmung“ und „Emotionale Rollenfunktion“ verbesserten sich zusätzlich im Zeitraum zwischen 6 und 24 Monaten nach Operation.

Die „Körperlichen Summenskala“ verbesserte sich signifikant nach der Operation. Der verbesserte Zustand war jedoch nicht permanent, sondern kehrte nach 24 Monaten auf den präoperativen Zustand zurück. Vergleichbare Studien zeigten ebenso eine signifikante Verbesserung zwischen präoperativen Werten der körperlichen Summenskala und den Ergebnissen nach 6 Monaten [3]. Nach 24 Monaten blieben die Ergebnisse unverändert. Die Skala „Vitalität“ scheint stark mit der psychischen Summenskala zu korrelieren [53]. Einen gewissen Einfluss übt die Skala „Vitalität“ jedoch auch auf die körperliche Summenskala aus. Die fehlende Verbesserung der Skala „Vitalität“ könnte für die Abnahme der körperlichen Summenskala auf das präoperative Niveau mit verantwortlich sein. Da sich die Beweglichkeit nach der Operation verbesserte, jedoch keine Korrelation zwischen der Beugung und der Stellung der Femurkomponente nachweisbar war, scheinen andere Faktoren eine größere Relevanz für das klinische Ergebnis zu besitzen.

In der „Psychischen Summenskala“ war eine Verbesserung sowohl nach 6 Monaten als auch 24 Monaten im Vergleich zum präoperativen Zustand erkennbar. Die Verbesserung war auch zwischen der ersten und zweiten Nachuntersuchung nachweisbar. Das psychische Befinden konnte demnach im Vergleich zum präoperativen Zustand durch die Implantation einer Knieendoprothese signifikant verbessert werden.

Diskussion

Die Subskalen dieser mentalen Komponente des SF-36 weisen eine starke Korrelation zur postoperativen Zufriedenheit der Patienten auf [1]. Die sichtliche Verbesserung der Werte in der psychischen Summenskala sowohl nach 6 als auch nach 24 Monaten lässt darauf schließen, dass selbst bei Malrotation der Femurkomponente und auch bei rückläufigen Werten innerhalb der körperlichen Summenskala eine hohe Zufriedenheit der Patienten nach der Endoprothesenimplantation besteht.

In der vorliegenden Studie wurde der Einfluss der Femurkomponentenstellung auf das funktionelle und klinische Ergebnis untersucht. Es wurde jedoch nicht die Stellung der Tibiakomponente in Bezug zum Ergebnis gesetzt. Kombinierte tibiale und femorale Fehlstellungen weisen eine Häufigkeit von bis zu 40% auf [7]. Eventuell können abweichende Ergebnisse in der Auswertung der Scores mit einer zusätzlich fehlerhaft implantierten Tibiakomponente in Zusammenhang stehen. Eine Korrelation zwischen dem Ausmaß der Femurkomponentenrotation und der postoperativen Beinachse wurde nicht festgestellt. Untersuchungen haben gezeigt, dass bei valgischer Beinachse die Tendenz zur Lateralisation der Patella besteht. Andere Autoren wiesen eine Korrelation zwischen der präoperativen Beinachse und der Rotation der Femurkomponente nach [68]. Bei valgischen Kniegelenken wurde die Femurkomponente in leicht verstärkter Außenrotation implantiert. Die verstärkte Außenrotation besaß keinen Einfluss auf das klinische Ergebnis.

Die radiologische Auswertung der Beinachse ergab im Mittel eine Korrektur der Beinachse um 5°. Der femorotibiale Winkel erreichte postoperativ $172^{\circ} \pm 3,4^{\circ}$ bei einem physiologischen femorotibialen Winkel von 173° bis 175° . Das heißt, im Mittel wurden die Knieprothesen in einem leichten Valguswinkel von 1° eingesetzt. Hingegen wird eine verstärkte variierte Fehlstellung verbunden mit einer Innenrotationsfehlstellung (d.h. mehr als 6°) als „maligne Kombination“ bezeichnet, da hieraus schlechtere klinische Ergebnisse resultieren [7]. In der Arbeit von Hofmann wurde keine Korrelation bezüglich des Bewegungsumfanges nachgewiesen. Ein gutes postoperatives Bewegungsausmaß weist demnach nicht zwingend auf eine korrekte Ausrichtung der Femurkomponente hin. Trotz einer Beugefähigkeit von über 100° können Instabilitäten und Schmerzen im lateralen Teil des Kniegelenkes durch exzessive Innenrotation der Femurkomponente hervorgerufen werden [7,69,70]. Bei gutem bis sehr gutem Bewegungsumfang geben entsprechende Patienten zum Beispiel Schmerzen beim Treppensteigen oder Laufen auf unebenem Boden an [71]. Diese Beschwerden können sich eventuell in den Funktions-Subskalen des KSS, WOMAC oder SF-36 abbilden.

Ein Zusammenhang zwischen der maximalen Kniebeugung nach 6 Monaten und der Femurkomponentenrotation konnte gleichfalls nicht aufgezeigt werden ($r=0,04$, $p=0,07$). Die

Diskussion

Kniebeugung verbesserte sich insgesamt signifikant 6 Monate nach der Operation. Eine weitere Besserung war auch nach 24 Monaten zu verzeichnen. Präoperativ besaßen 46,6% der Patienten ein Streckdefizit, welches bis zum Zeitpunkt der 2. Nachuntersuchung auf 4% reduziert war. Jedoch besaß auch dieser Parameter keinen signifikanten Einfluss auf das klinische Ergebnis.

Zur radiologischen Analyse der Stellung der Prothesenkomponenten und der Beinachse sind Ganzbeinaufnahmen im Stand erforderlich. Die größtmögliche Fehlerquelle findet sich bei der Positionierung des Patienten zur Röntgenaufnahme. Oftmals erfolgt keine strenge anteroposteriore Röntgenaufnahme vom Kniegelenk. Somit können bei der Messung der Beinachse oder der Rotationsstellung der Femurkomponente unkalkulierbare Fehler auftreten. Für die Rotationsmessungen wurden daher CT-Untersuchungen vorgenommen. Um die Genauigkeit der Messungen zu bestimmen, sind Analysen bezüglich der Inter- und Intraobserverreliabilität erforderlich. Diese erfolgten für die vorliegende Auswertung nicht. Die Evaluation der Röntgen- und CT-Bilder erfolgte durch eine unabhängige Person, die nicht an den Operationen beteiligt war. Dadurch wurde eine Konstanz bezüglich der Auswertung gewährleistet.

Bei der Beurteilung der Femurkomponentenposition ist die Bildgebung mittels CT der herkömmlichen Röntgendiagnostik überlegen, da eine dreidimensionale Darstellung möglich ist. Berger empfiehlt zur Bestimmung der Rotation in CT-Scans als Referenz die chirurgische Transepikondylenachse [33]. Der Sulcus der medialen Epikondyle sei gut zu lokalisieren, ebenso die Linie entlang der hinteren Kondylen. Basierend auf diesen Erfahrungen wurde in der vorliegenden Arbeit ebenfalls die chirurgische Transepikondylenachse als Referenz gewählt. Es zeigte sich, dass Patienten aufgrund eines nicht definierbaren Sulcus aus der Studie ausgeschlossen werden mussten. So kann weiterhin nicht eindeutig festgelegt werden, mit welcher Methode die Rotation der Femurkomponente exakt beurteilbar ist. Hier sollten Vergleichsstudien folgen, um einen zukünftig geltenden Standard entwickeln zu können.

Bezüglich Geschlecht und Alter ist das Patientenkollektiv der vorliegenden Studie mit dem Kollektiv anderer Studien vergleichbar. Von den eingeschlossenen Patienten waren 72% weiblichen und 28% männlichen Geschlechts. Das skandinavische Knieregister von Dänemark, Norwegen und Schweden von 1997 bis 2007 zeigte einen Anteil von weiblichen Patienten von 64% [72]. Geschlecht und Alter scheinen einen Einfluss auf das klinische Ergebnis nach Knieprothetik zu besitzen. Frauen sind zum Beispiel zum Zeitpunkt des operativen Eingriffes älter [1,73]. Vermutlich liegt zu diesem Zeitpunkt bereits eine größere Beschwerdesymptomatik bei fortgeschrittener Gonarthrose vor. Singh untersuchte den Einfluss von Geschlecht und Alter auf das Schmerzausmaß sowohl 2 Jahre als auch 5

Diskussion

Jahre nach Implantation einer Knieendoprothese [74]. Zu beiden Zeitpunkten war das Schmerzempfinden bei Frauen höher als bei Männern.

Das durchschnittliche Alter der Patienten lag in der vorliegenden Studie bei 71,9 Jahren. Dies ist vergleichbar mit den Daten aus anderen Studien [72,75]. Das Patientenalter scheint gleichfalls einen Einfluss auf das klinische Ergebnis zu besitzen. Elson et al. berichten, dass Patienten, welche zum Operationszeitpunkt jünger als 60 Jahre waren, in 10-17% der Fälle persistierende postoperative Schmerz beklagten [76]. Im Vergleich dazu wurden anhaltende Schmerzen bei Patienten im Alter von 60 bis 70 Jahren nur in 6-7% der Fälle festgestellt.

Übergewicht kann aufgrund von vermehrten Wundheilungsstörungen, Infektionen und erhöhter Revisionsrate zu einem schlechteren postoperativen Ergebnis beitragen [77–79]. Der Body-Mass-Index betrug im Mittel für das Gesamtkollektiv der vorliegenden Studie $31,2 \pm 5 \text{ kg/m}^2$, was nach WHO-Klassifikation einer Adipositas Grad 1 entspricht. Insgesamt waren nur 9 Patienten normalgewichtig. Dies bedeutet, dass ein Anteil von 90% des Patientenkollektivs als übergewichtig zu werten ist. Eine vermehrte Fehlpositionierung der Komponenten bei übergewichtigen Patienten ist jedoch nicht bekannt.

Neben Alter, Geschlecht und BMI scheinen besonders psychische Aspekte einen wesentlichen Einfluss auf das Ergebnis und die Zufriedenheit nach Knieendoprothesenimplantation zu besitzen. Die Zufriedenheit der Patienten nach Implantation einer Knieendoprothese wird mit 75-89% angegeben. Es werden drei Hauptfaktoren beschrieben, welche die Patientenzufriedenheit maßgeblich beeinflussen: das funktionelle Ergebnis, das Ausmaß des postoperativ verbliebenen Schmerzes und die Erwartungshaltung an die Operation [80]. Jene Hauptfaktoren können durch individuelle Unterschiede bezüglich der psychischen Verfassung beeinflusst werden, was in aktuellen Studien eindeutig belegt werden konnte.

So zeigten Lingard und Riddle, dass bei 25% aller Patienten nach Ersatz des Knie- oder Hüftgelenkes ein gewisser psychischer Dysstress vorliegt [64,80]. Sie verglichen anhand des SF-36 und des WOMAC zwei Patientenkollektive mit und ohne Dysstress und stellten fest, dass dieser in Zusammenhang mit Knieendoprothetik sowohl präoperativ als auch 2 Jahre nach Operation ein geringfügig schlechteres Ergebnis bezüglich der Schmerzempfindung und der Funktion zur Folge hat. Interessanterweise waren die Patienten mit einem erhöhten Maß an psychischer Belastung ebenso auffällig in Bezug auf ihre demografischen Eigenschaften. Es zeigte sich, dass diese Patientengruppe durchschnittlich jünger war, einen höheren BMI und mehr Nebenerkrankungen aufwies.

Diskussion

Präoperative Depressionen und Angst scheinen prädisponierend für höhere postoperative Schmerzen zu sein [81]. So benötigten Patienten mit einem präoperativen VAS-Level von über 40 (bei einer VAS von 0 bis 100) postoperativ eine intensivere Nachbehandlung. Präoperative Depressionen verursachten postoperativ schlechtere Ergebnisse im Funktionsscore, weniger jedoch in den anderen Subskalen wie z.B. der Schmerzskala. Derartige Unterschiede ließen sich nach 5 Jahren nicht mehr nachweisen. Schon präoperativ auffällige Patienten bezüglich erhöhter Schmerzquantifizierung oder psychischer Alteration sollten daher bereits schon vor der Operation individueller begleitet werden. Eine Erweiterung der präoperativen Analyse sollte bei diesen Patienten diskutiert werden. Inwieweit zusätzliche Scores von Nutzen sein könnten, die besonders auf Aspekte wie Depression, Angst und Erwartungshaltung eingehen (z.B. „Beck Depression Index“, „State Trait Anxiety Index“, „Pain Disability Questionnaire“ [65,67]), kann im Rahmen dieser Dissertation nicht beurteilt werden.

Untersuchungen haben gezeigt, dass die Erwartungshaltung des Patienten positiv mit den postoperativen Ergebnissen im WOMAC korreliert [82]. Präoperativ schlechte Werte im WOMAC scheinen einen prädiktiven Charakter zu besitzen. Durch eine präoperative Analyse der psychischen Situation wäre man in der Lage, die Erwartungshaltung rechtzeitig anzupassen und eventuell auf die Motivation des Patienten einzugehen. Der von Brander et al. [67,81] beschriebene Zusammenhang zwischen präoperativ erhöhtem Maß an Schmerz und Depression und postoperativ verstärktem Bedarf an Nachbehandlungen (beispielsweise Physiotherapie, Schmerztherapie, Rehabilitationsmaßnahmen) kann ebenso bereits präoperativ individuell Berücksichtigung finden.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Ausrichtung der Femurkomponente bezüglich der Rotation keinen Einfluss auf die funktionellen und klinischen Ergebnisse besaß. Andere Einflussfaktoren wie Geschlecht, Alter, BMI und besonders die psychische Verfassung des Patienten scheinen eine wesentliche Rolle spielen. Diese Faktoren besitzen vermutlich größeren Einfluss auf das klinische Ergebnis, als die Varianz der Rotationsausrichtung der Femurkomponente. Ungünstige Faktoren hinsichtlich des klinischen Ergebnisses sind offenbar ein weibliches Geschlecht, ein Alter zum Zeitpunkt der Operation von unter 60 Jahren, ein erhöhter BMI und von der Norm abweichende psychische Auffälligkeiten.

6 Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurde ein prospektives konsekutives Kollektiv von 88 Patienten untersucht. Die Hypothese lautete, dass eine Malrotation der Femurkomponente das Bewegungsausmaß und die klinischen und funktionellen Ergebnisse basierend auf dem WOMAC, KSS und SF-36 verschlechtert. Präoperativ, sowie 6 Monate und 24 Monate postoperativ erfolgten klinische Untersuchungen der Patienten sowie die Befragung dieser anhand der Scores. Präoperativ sowie zwischen dem fünften und zehnten postoperativen Tag erfolgte eine Röntgenaufnahme des Kniegelenkes in zwei Ebenen und eine Ganzbein-Aufnahme im Stand, des Weiteren wurden CT-Schnitte des Knies angefertigt. Zur Beurteilung der Beinachse wurde im Röntgenbild der femorotibiale Winkel bemessen. Die Berechnung der Rotation der Femurkomponente erfolgte mittels des Winkels zwischen der chirurgischen TEA und der posterioren Kondylenlinie.

Die axiale Femurkomponentenposition zeigte einen mittleren Wert von $0,1^{\circ} \pm 2,5^{\circ}$. Die maximale Innen- und Außenrotation betrug jeweils $6,5^{\circ}$. Die Untersuchungen haben gezeigt, dass die Position der Femurkomponente bezüglich der Rotation eine erhebliche Streuung besitzt. Für die Auswertung der Extremwerte wurden zwei Patientengruppen gebildet. Es wurde eine Gruppe mit einer Femurkomponentenrotation von mehr als 2° bzw. 3° Innenrotation jeweils mit einer Gruppe von mehr als 2° bzw. 3° Außenrotation verglichen. Insgesamt waren 42% der Femurkomponenten außerhalb einer 2° - und 23% außerhalb einer 3° - Toleranzgrenze. Die Position der Femurkomponente zeigte keine Korrelation bezüglich der maximalen Kniebeweglichkeit der beiden Gruppen und der postoperativen Beinachse. Bis auf eine Abhängigkeit in den Kategorien „Schmerz“ und „Physische Funktion“ im WOMAC zeigten weitere Korrelationsanalysen der einzelnen Scores keinen signifikanten Zusammenhang zur Femurkomponentenrotation. Insgesamt zeigte sich in allen Scores im Vergleich präoperativ zu postoperativ eine deutliche Verbesserung. Eine weitere Verbesserung nach 24 Monaten postoperativ konnte jedoch sowohl in der körperlichen Summenskala des SF-36, im Funktionsscore des KSS als auch in den Kategorien „Schmerz“, „Funktion“ und „Steifigkeit“ des WOMAC nicht festgestellt werden.

Da die Hypothese abgelehnt wurde, müssen andere Faktoren als die Rotation der Femurkomponente einen entscheidenden Einfluss haben. Ungünstige Faktoren hinsichtlich des klinischen Ergebnisses sind offenbar ein weibliches Geschlecht, ein Alter zum Zeitpunkt der Operation von unter 60 Jahren, ein erhöhter BMI und von der Norm abweichende psychische Auffälligkeiten.

7 Literaturverzeichnis

1. Anderson JG, Wixson RL, Tsai D, Stulberg SD, Chang RW: Functional outcome and patient satisfaction in total knee patients over the age of 75. *J Arthroplasty* 11: 831-840. (1996)
2. Hawker G, Wright J, Coyte P, Paul J, Dittus R, Croxford R, Katz B, Bombardier C, Heck D, Freund D: Health-related quality of life after knee replacement. *J Bone Joint Surg Am* 80: 163-173. (1998)
3. Heck DA, Robinson RL, Partridge CM, Lubitz RM, Freund DA: Patient outcomes after knee replacement. *Clin Orthop Relat Res* 356: 93-110. (1998)
4. Noble PC, Conditt MA, Cook KF, Mathis KB: The John Insall Award: Patient expectations affect satisfaction with total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 452: 35-43. (2006)
5. Robertsson O, Dunbar M, Pehrsson T, Knutson K, Lidgren L: Patient satisfaction after knee arthroplasty: a report on 27,372 knees operated on between 1981 and 1995 in Sweden. *Acta Orthop Scand* 71: 262-267. (2000)
6. Robertsson O, Knutson K, Lewold S, Lidgren L: The Swedish Knee Arthroplasty Register 1975-1997: an update with special emphasis on 41,223 knees operated on in 1988-1997. *Acta Orthop Scand* 72: 503-513. (2001)
7. Hofmann S, Romero J, Roth-Schiffel E, Albrecht T: Rotational malalignment of the components may cause chronic pain or early failure in total knee arthroplasty. *Orthopade* 32: 469-476. (2003)
8. Delp SL, Stulberg SD, Davies B, Picard F, Leitner F: Computer assisted knee replacement. *Clin Orthop Relat Res* 354: 49-56. (1998)
9. Jeffery RS, Morris RW, Denham RA: Coronal alignment after total knee replacement. *J Bone Joint Surg Br* 73: 709-714. (1991)
10. Bathis H, Perlick L, Tingart M, Luring C, Zurakowski D, Grifka J: Alignment in total knee arthroplasty. A comparison of computer-assisted surgery with the conventional technique. *J Bone Joint Surg Br* 86: 682-687. (2004)
11. Bathis H, Perlick L, Tingart M, Luring C, Perlick C, Grifka J: Radiological results of image-based and non-image-based computer-assisted total knee arthroplasty. *Int Orthop* 28: 87-90. (2004)
12. Fehring TK, Odum S, Griffin WL, Mason JB, Nadaud M: Early failures in total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 392: 315-318. (2001)
13. Jenny JY, Boeri C: Navigated implantation of total knee endoprostheses--a comparative study with conventional instrumentation. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 139: 117-119. (2001)
14. Kienapfel H, Springorum HP, Ziegler A, Klose KJ, Georg C, Griss P: Effect of rotation of the femoral and tibial components on patellofemoral malalignment in knee arthroplasty. *Orthopade* 32: 312-318. (2003)

Literaturverzeichnis

15. Mielke RK, Clemens U, Jens JH, Kershally S: Navigation in knee endoprosthesis implantation--preliminary experiences and prospective comparative study with conventional implantation technique. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 139: 109-116. (2001)
16. Petersen TL, Engh GA: Radiographic assessment of knee alignment after total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 3: 67-72. (1988)
17. Heesterbeek PJ, Jacobs WC, Wymenga AB: Effects of the balanced gap technique on femoral component rotation in TKA. *Clin Orthop Relat Res* 467: 1015-1022. (2009)
18. Aglietti P, Buzzi R, Gaudenzi A: Patellofemoral functional results and complications with the posterior stabilized total condylar knee prosthesis. *J Arthroplasty* 3: 17-25. (1988)
19. Akagi M, Matsusue Y, Mata T, Asada Y, Horiguchi M, Iida H, Nakamura T Effect of rotational alignment on patellar tracking in total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 366: 155-163. (1999)
20. Barrack RL, Schrader T, Bertot AJ, Wolfe MW, Myers L: Component rotation and anterior knee pain after total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 392: 46-55. (2001)
21. Figgie HE, III, Goldberg VM, Heiple KG, Moller HS, III, Gordon NH: The influence of tibial-patellofemoral location on function of the knee in patients with the posterior stabilized condylar knee prosthesis. *J Bone Joint Surg Am* 68: 1035-1040. (1986)
22. Figgie HE, III, Goldberg VM, Figgie MP, Inglis AE, Kelly M, Sobel M: The effect of alignment of the implant on fractures of the patella after condylar total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 71: 1031-1039. (1989)
23. Lynch AF, Rorabeck CH, Bourne RB: Extensor mechanism complications following total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 2: 135-140. (1987)
24. Mochizuki RM, Schurman DJ Patellar complications following total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 61: 879-883.
25. Ranawat CS, Rose HA, Bryan WJ (1984) Replacement of the patello-femoral joint with the total condylar knee arthroplasty. *Int Orthop* 8: 61-65. (1979)
26. Ranawat CS, Boachie-Adjei O: Survivorship analysis and results of total condylar knee arthroplasty. Eight- to 11-year follow-up period. *Clin Orthop Relat Res* 226: 6-13. (1988)
27. Rand JA: The patellofemoral joint in total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 76: 612-620. (1994)
28. Rhoads DD, Noble PC, Reuben JD, Mahoney OM, Tullos HS: The effect of femoral component position on patellar tracking after total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 260: 43-51. (1990)
29. Rhoads DD, Noble PC, Reuben JD, Tullos HS: The effect of femoral component position on the kinematics of total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 286: 122-129. (1993)
30. Ritter MA, Faris PM, Keating EM, Meding JB: Postoperative alignment of total knee replacement. Its effect on survival. *Clin Orthop Relat Res* 299: 153-156. (1994)
31. Sledge CB, Walker PS: Total knee arthroplasty in rheumatoid arthritis. *Clin Orthop Relat Res* 182: 127-136. (1984)

Literaturverzeichnis

32. Berger RA, Rubash HE, Seel MJ, Thompson WH, Crossett LS: Determining the rotational alignment of the femoral component in total knee arthroplasty using the epicondylar axis. *Clin Orthop Relat Res* 286: 40-47. (1993)
33. Berger RA, Crossett LS, Jacobs JJ, Rubash HE: Malrotation causing patellofemoral complications after total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 356: 144-153. (1998)
34. Barnes CL, Scott RD: Patellofemoral complications of total knee replacement. *Instr Course Lect* 42: 303-307. (1993)
35. Barrack RL, Wolfe MW, Waldman DA, Milicic M, Bertot AJ, Myers L: Resurfacing of the patella in total knee arthroplasty. A prospective, randomized, double-blind study. *J Bone Joint Surg Am* 79: 1121-1131. (1997)
36. Healy WL, Wasilewski SA, Takei R, Oberlander M: Patellofemoral complications following total knee arthroplasty. Correlation with implant design and patient risk factors. *J Arthroplasty* 10: 197-201. (1995)
37. Anouchi YS, Whiteside LA, Kaiser AD, Milliano MT: The effects of axial rotational alignment of the femoral component on knee stability and patellar tracking in total knee arthroplasty demonstrated on autopsy specimens. *Clin Orthop Relat Res* 287: 170-177. (1993)
38. Becker R, Doring C, Denecke A, Brosz M: Expectation, satisfaction and clinical outcome of patients after total knee arthroplasty. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 19: 1433-1441. (2011)
39. Becker R, Malzdorf M, Starke C, Randolph P, Lohmann C: No difference between tibia-first and femur-first techniques in TKA using computer-assisted surgery. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 20: 2011-2016. (2012)
40. Winemaker MJ: Perfect balance in total knee arthroplasty: the elusive compromise. *J Arthroplasty* 17: 2-10. (2002)
41. Griffin FM, Insall JN, Scuderi GR: Accuracy of soft tissue balancing in total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 15: 970-973. (2000)
42. Choong PF, Dowsey MM, Stoney JD: Does accurate anatomical alignment result in better function and quality of life? Comparing conventional and computer-assisted total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 24: 560-569. (2009)
43. Archibeck MJ, White RE, Jr.: What's new in adult reconstructive knee surgery. *J Bone Joint Surg Am* 83-A: 1444-1450. (2001)
44. Victor J: Rotational alignment of the distal femur: a literature review. *Orthop Traumatol Surg Res* 95: 365-372. (2009)
45. Hungerford DS, Kenna RV: Preliminary experience with a total knee prosthesis with porous coating used without cement. *Clin Orthop Relat Res* 176: 95-107. (1983)
46. Laskin RS: Flexion space configuration in total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 10: 657-660. (1995)
47. Babazadeh S, Stoney JD, Lim K, Choong PF: The relevance of ligament balancing in total knee arthroplasty: how important is it? A systematic review of the literature. *Orthop Rev (Pavia)* 1: e26. (2009)

Literaturverzeichnis

48. Griffin FM, Insall JN, Scuderi GR: The posterior condylar angle in osteoarthritic knees. *J Arthroplasty* 13: 812-815. (1998)
49. Arima J, Whiteside LA, McCarthy DS, White SE: Femoral rotational alignment, based on the anteroposterior axis, in total knee arthroplasty in a valgus knee. A technical note. *J Bone Joint Surg Am* 77: 1331-1334. (1995)
50. Whiteside LA, Arima J: The anteroposterior axis for femoral rotational alignment in valgus total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 321: 168-172. (1995)
51. Victor J, Van DD, Labey L, Van GF, Parizel P, Bellemans J: A common reference frame for describing rotation of the distal femur: a ct-based kinematic study using cadavers. *J Bone Joint Surg Br* 91: 683-690. (2009)
52. Kosinski M, Keller SD, Hatoum HT, Kong SX, Ware JE, Jr.: The SF-36 Health Survey as a generic outcome measure in clinical trials of patients with osteoarthritis and rheumatoid arthritis: tests of data quality, scaling assumptions and score reliability. *Med Care* 37: MS10-MS22. (1999)
53. Ware JE, Jr., Kosinski M, Gandek B, Aaronson NK, Apolone G, Bech P, Brazier J, Bullinger M, Kaasa S, Leplege A, Prieto L, Sullivan M: The factor structure of the SF-36 Health Survey in 10 countries: results from the IQOLA Project. *International Quality of Life Assessment*. *J Clin Epidemiol* 51: 1159-1165. (1998)
54. Insall JN, Dorr LD, Scott RD, Scott WN: Rationale of the Knee Society clinical rating system. *Clin Orthop Relat Res* 248: 13-14. (1989)
55. Bellamy N, Buchanan WW, Goldsmith CH, Campbell J, Stitt LW: Validation study of WOMAC: a health status instrument for measuring clinically important patient relevant outcomes to antirheumatic drug therapy in patients with osteoarthritis of the hip or knee. *J Rheumatol* 15: 1833-1840. (1988)
56. Stucki G, Meier D, Stucki S, Michel BA, Tyndall AG, Dick W, Theiler R: Evaluation of a German version of WOMAC (Western Ontario and McMaster Universities) Arthrosis Index. *Z Rheumatol* 55: 40-49. (1996)
57. Stiehl JB, Abbott BD: Morphology of the transepicondylar axis and its application in primary and revision total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 10: 785-789. (1995)
58. Siston RA, Patel JJ, Goodman SB, Delp SL, Giori NJ: The variability of femoral rotational alignment in total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 87: 2276-2280. (2005)
59. Olcott CW, Scott RD: The Ranawat Award. Femoral component rotation during total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 367: 39-42. (1999)
60. Lutzner J, Kirschner S, Gunther KP, Harman MK: Patients with no functional improvement after total knee arthroplasty show different kinematics. *Int Orthop* 36: 1841-1847. (2012)
61. Saleh KJ, Radosevich DM, Kassim RA, Moussa M, Dykes D, Bottolfson H, Gioe TJ, Robinson H: Comparison of commonly used orthopaedic outcome measures using palm-top computers and paper surveys. *J Orthop Res* 20: 1146-1151. (2002)
62. Saleh KJ, Dykes DC, Tweedie RL, Mohamed K, Ravichandran A, Saleh RM, Gioe TJ, Heck DA : Functional outcome after total knee arthroplasty revision: a meta-analysis. *J Arthroplasty* 17: 967-977. (2002)

Literaturverzeichnis

63. van Hemert WL, Senden R, Grimm B, van der Linde MJ, Lataster A, Heyligers IC: Early functional outcome after subvastus or parapatellar approach in knee arthroplasty is comparable. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 19: 943-951. (2011)
64. Lingard EA, Riddle DL: Impact of psychological distress on pain and function following knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 89: 1161-1169. (2007)
65. Ellis HB, Howard KJ, Khaleel MA, Bucholz R: Effect of psychopathology on patient-perceived outcomes of total knee arthroplasty within an indigent population. *J Bone Joint Surg Am* 94: e84. (2012)
66. Czurda T, Fennema P, Baumgartner M, Ritschl P: The association between component malalignment and post-operative pain following navigation-assisted total knee arthroplasty: results of a cohort/nested case-control study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 18: 863-869. (2010)
67. Brander V, Gondek S, Martin E, Stulberg SD: Pain and depression influence outcome 5 years after knee replacement surgery. *Clin Orthop Relat Res* 464: 21-26. (2007)
68. Classen T, Landgraeber S, Wegner A, Muller RD, von KM: Femoral component rotation in patients with leg axis deviation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 19: 1077-1081. (2011)
69. Pietsch M, Hofmann S: Early revision for isolated internal malrotation of the femoral component in total knee arthroplasty. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 20: 1057-1063. (2012)
70. Barrack RL, Wolfe MW, Waldman DA, Milicic M, Bertot AJ, Myers L: Resurfacing of the patella in total knee arthroplasty. A prospective, randomized, double-blind study. *J Bone Joint Surg Am* 79: 1121-1131. (1997)
71. Pagnano MW, Hanssen AD, Lewallen DG, Stuart MJ: Flexion instability after primary posterior cruciate retaining total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 356: 39-46. (1998)
72. Robertsson O, Bizjajeva S, Fenstad AM, Furnes O, Lidgren L, Mehnert F, Odgaard A, Pedersen AB, Havelin LI: Knee arthroplasty in Denmark, Norway and Sweden. *Acta Orthop* 81: 82-89. (2010)
73. Lingard EA, Katz JN, Wright EA, Sledge CB: Predicting the outcome of total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 86-A: 2179-2186. (2004)
74. Singh JA, Gabriel S, Lewallen D: The impact of gender, age, and preoperative pain severity on pain after TKA. *Clin Orthop Relat Res* 466: 2717-2723. (2008)
75. Fuchs S, Skwara A, Rosenbaum D: Preliminary results after total knee arthroplasty without femoral trochlea: evaluation of clinical results, quality of life and gait function. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 13: 664-669. (2005)
76. Elson DW, Brenkel IJ: Predicting pain after total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 21: 1047-1053. (2006)
77. Jarvenpaa J, Kettunen J, Soinivaara T, Miettinen H, Kroger H: Obesity has a negative impact on clinical outcome after total knee arthroplasty. *Scand J Surg* 101: 198-203. (2012)
78. Kerkhoffs GM, Servien E, Dunn W, Dahm D, Bramer JA, Haverkamp D: The influence of obesity on the complication rate and outcome of total knee arthroplasty: a meta-analysis and systematic literature review. *J Bone Joint Surg Am* 94: 1839-1844. (2012)

Literaturverzeichnis

79. Vasarhelyi EM, MacDonald SJ: The influence of obesity on total joint arthroplasty. *J Bone Joint Surg Br* 94: 100-102. (2012)
80. Bonnin MP, Basiglini L, Archbold HA: What are the factors of residual pain after uncomplicated TKA? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 19: 1411-1417. (2011)
81. Brander VA, Stulberg SD, Adams AD, Harden RN, Bruehl S, Stanos SP, Houle T: Predicting total knee replacement pain: a prospective, observational study. *Clin Orthop Relat Res* 416: 27-36. (2003)
82. Bourne RB, Chesworth BM, Davis AM, Mahomed NN, Charron KD: Patient satisfaction after total knee arthroplasty: who is satisfied and who is not? *Clin Orthop Relat Res* 468: 57-63. (2010)

Danksagungen

Zunächst möchte ich mich bei Herrn Professor Dr. med. R. Becker, Chefarzt der Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie des städtischen Klinikums Brandenburg, für die Überlassung des Themas sowie die kompetente und stets sehr engagierte Betreuung bei der Erstellung der Arbeit bedanken. Ein weiterer Dank geht an Herrn Oberarzt A. Denecke für die hilfreiche Unterstützung.

Mein herzlicher Dank gilt Herrn Dr. med. G. von Foerster, Herrn Dr. med. C. Möller-Karnick, Herrn Dr. med. R. Christophers für die Korrektur der Dissertation sowie allen weiteren Kollegen des Krankenhaus Tabea in Hamburg für Kritik, Ratschläge und Hilfestellung.

Des Weiteren bedanke ich mich bei Herrn M. Brosz aus Blumenberg für die Unterstützung bei der statistischen Auswertung.

Ein ganz besonderer Dank gebührt nicht zuletzt Andrea Bäker für das so intensive Engagement im Vorantreiben der Dissertation und Nicolas Born für die konstruktive Kritik und unermüdliche Motivation während der gesamten Dauer der Arbeit.

Ehrenerklärung

Ich erkläre, dass ich die der Medizinischen Fakultät der Otto-von-Guericke Universität Magdeburg zur

Promotion eingereichte Dissertation mit dem Titel

„Der Einfluss der Femurkomponentenrotation auf das klinische und funktionelle Ergebnis nach Knieendoprothesenersatz“

In der orthopädischen Universitätsklinik des Universitätsklinikums Magdeburg

mit Unterstützung durch Prof. Dr. med. R. Becker

ohne sonstige Hilfe durchgeführt und bei der Abfassung der Dissertation keine anderen als die dort aufgeführten Hilfsmittel benutzt habe.

Bei der Abfassung der Dissertation sind Rechte Dritter nicht verletzt worden.

Ich habe diese Dissertation bisher an keiner in- oder ausländischen Hochschule zur Promotion

eingereicht. Ich übertrage der Medizinischen Fakultät das Recht, weitere Kopien meiner

Dissertation herzustellen und zu vertreiben.

Hamburg, den 05.06.2013

Katharina Bäker

Bildungsweg

Katharina Bäker,

geboren am 27.10.1984 in Magdeburg

Schulbildung

07/1995 - 04/2004 Wilhelm-Raabe-Gymnasium Magdeburg

04/2004 Abitur

Hochschulstudium

10/2004 - 11/2011 Studium der Humanmedizin (Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg)

08/2007 Erster Abschnitt der Ärztlichen Prüfung

10/2008 – 03/2009 Wahlpflichtfach „Sportmedizin“

08/2010 - 07/2011 Praktisches Jahr

- Universitätsklinikum Magdeburg, Klinik für Orthopädie
- Klinikum Magdeburg GmbH, Klinik für Chirurgie
(in den Fachrichtungen Gefäßchirurgie, Unfallchirurgie, Orthopädie)
- Klinikum Magdeburg GmbH, Klinik für Innere Medizin
(in der Fachrichtung Hämatologie/Onkologie)

10/2011 Zweiter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung

Bildungsweg

Ärztliche Tätigkeit

12/2011 – heute Assistenzärztin im Zentrum für orthopädische Chirurgie

 Krankenhaus Tabea, Hamburg

Hamburg, den 05.06.2013

Katharina Bäker

Anlagen

Knee Society Score (KSS)

Vom Untersucher auszufüllen!

Knee Score:

+ Punkte

Schmerz:

keiner	50
wenig/gelegentlich	45
beim Treppensteigen	40
Gehen und Treppen	30
mittel/manchmal	20
immer	10
stark	0

Funktions-Score:

+ Punkte

Gehstrecke:

unbegrenzt	50
> 10 Blocks (1000m)	40
5-10- Blocks	30
< 5 Blocks	20
nur im Hause	10
unmöglich	0

Bewegungsausmaß:

Grad Beugung

Treppensteigen:

normal	50
aufwärts normal	45
ab mit Geländer	40
auf + ab mit Geländer	30
aufwärts mit Geländer	20
abwärts nicht möglich	15
gar nicht möglich	0

Anlagen

Stabilität:

Anterio-posterior

< 5 mm 10

6-9 mm 5

>10 mm 0

Medio-lateral

< 5 Grad 15

6-9 Grad 10

10-14 Grad 5

> 15 Grad 0

- Punkte

- Punkte

Beugekontraktur

5-10 Grad -2

10-15 Grad -5

16-20 Grad -10

> 20 Grad -15

Hilfsmittel beim Gehen

1 Gehstock -5

2 Gehstöcke -10

Gehstützen/Gehwagen -20

Streckdefizit

< 10 Grad -5

10-20 Grad -10

> 20 Grad -15

Anlagen

Western Ontario and McMaster Universities Arthroindex (WOMAC)

A SCHMERZFRAGEN

Die folgenden Fragen beziehen sich auf die Stärke der **Schmerzen** im **erkrankten Knie**. Bitte geben Sie für jede Frage die Stärke der Schmerzen an, die Sie in den letzten zwei Tagen verspürt haben (einfach jeweils zutreffendes Kästchen ankreuzen).

Wie starke Schmerzen haben Sie

1. beim Gehen am Boden

	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
keine Schmerzen	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	extreme Schmerzen

2. beim Treppen auf- oder absteigen

	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
keine Schmerzen	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	extreme Schmerzen

3. Nachts im Bett

	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
keine Schmerzen	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	extreme Schmerzen

4. beim Sitzen oder Liegen

	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
keine Schmerzen	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	extreme Schmerzen

5. beim Aufrecht stehen

	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
keine Schmerzen	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	extreme Schmerzen

B FRAGEN ZUR STEIFIGKEIT

Die folgenden Fragen beziehen sich auf die **Steifigkeit** (nicht Schmerzen) Ihres **erkrankten Knies**. Steifigkeit ist ein Gefühl der Einschränkung oder Langsamkeit in der Beweglichkeit. Bitte geben Sie für jede Frage die Stärke der Steifigkeit an, die Sie in den letzten zwei Tagen verspürt haben (einfach jeweils zutreffendes Kästchen ankreuzen).

1. Wie stark ist die Steifigkeit Ihres Knies gerade nach dem Erwachen am Morgen?

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

keine Steifigkeit **0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10** **extreme Steifigkeit**

2. Wie stark ist die Steifigkeit Ihres Knies nach Sitzen, Liegen oder Ausruhen im späteren Verlauf des Tages?

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

keine Steifigkeit **0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10** **extreme Steifigkeit**

C FRAGEN ZUR KÖRPERLICHEN TÄTIGKEIT

Die folgenden Fragen beziehen sich auf die **körperliche Tätigkeit**. Damit ist Ihre Fähigkeit gemeint, sich im Alltag zu bewegen. Bitte geben Sie für jede der folgenden Aktivitäten den Schwierigkeitsgrad an, den Sie in den letzten zwei Tagen mit Ihrem **erkrankten Knie** verspürt haben (einfach jeweils zutreffendes Kästchen ankreuzen).

1. Treppen hinunter steigen

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

keine Schwierigkeiten **0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10** **extreme Schwierigkeiten**

2. Treppen hinauf steigen

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

keine Schwierigkeiten **0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10** **extreme Schwierigkeiten**

Anlagen

3. Aufstehen vom Sitzen

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

keine Schwierigkeiten 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 **extreme Schwierigkeiten**

4. Stehen

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

keine Schwierigkeiten 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 **extreme Schwierigkeiten**

5. Sich zu Boden bücken

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

keine Schwierigkeiten 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 **extreme Schwierigkeiten**

6. Gehen auf ebenem Boden

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

keine Schwierigkeiten 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 **extreme Schwierigkeiten**

7. Einsteigen in das Auto/ aussteigen aus dem Auto

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

keine Schwierigkeiten 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 **extreme Schwierigkeiten**

8. Einkaufen gehen

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

keine Schwierigkeiten 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 **extreme Schwierigkeiten**

9. Socken/Strümpfe anziehen

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

keine Schwierigkeiten 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 **extreme Schwierigkeiten**

Anlagen

10. Aufstehen aus dem Bett

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

keine Schwierigkeiten 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 **extreme Schwierigkeiten**

11. Socken oder Strümpfe ausziehen

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

keine Schwierigkeiten 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 **extreme Schwierigkeiten**

12. Liegen im Bett

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

keine Schwierigkeiten 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 **extreme Schwierigkeiten**

13. In die Badewanne steigen oder aussteigen

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

keine Schwierigkeiten 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 **extreme Schwierigkeiten**

14. Sitzen

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

keine Schwierigkeiten 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 **extreme Schwierigkeiten**

15. Sich auf die Toilette setzen bzw. Aufstehen von der Toilette

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

keine Schwierigkeiten 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 **extreme Schwierigkeiten**

16. Anstrengende Hausarbeit

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

keine Schwierigkeiten 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 **extreme Schwierigkeiten**

Anlagen

17. Leichte Hausarbeit

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

keine Schwierigkeiten 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 **extreme Schwierigkeiten**

Wie lange benötigten Sie zum Ausfüllen dieses Fragebogens?

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 oder mehr Minuten?

Anlagen

Short-Form-36 Gesundheitsfragebogen(SF-36)

In diesem Fragebogen geht es um die Beurteilung Ihres Gesundheitszustandes. Der Bogen ermöglicht es, im Zeitverlauf nachzuvollziehen, wie Sie sich fühlen und wie Sie im Alltag zurechtkommen.

Bitte beantworten Sie jede der (grau unterlegten) Fragen, in dem Sie bei den Antwortmöglichkeiten die Zahl ankreuzen, die am besten auf Sie zutrifft.

	Ausgezeichnet	Sehr gut	Gut	Weniger gut	Schlecht
1. Wie würden Sie Ihren Gesundheitszustand im Allgemeinen beschreiben?	1	2	3	4	5

	Derzeit viel besser	Derzeit etwas besser	Etwa wie vor einem Jahr	Derzeit etwas schlechter	Derzeit viel schlechter
2. Im Vergleich zum vergangenen Jahr wie würden Sie Ihren derzeitigen Gesundheitszustand beschreiben?	1	2	3	4	5

Im Folgenden sind einige Tätigkeiten beschrieben, die Sie vielleicht an einem normalen Tag ausüben.			
3. Sind Sie durch Ihren derzeitigen Gesundheitszustand bei diesen Tätigkeiten eingeschränkt? Wenn ja, wie stark?	Ja, stark eingeschränkt	Ja, etwas eingeschränkt	Nein, überhaupt nicht eingeschränkt
3.a anstrengende Tätigkeiten , z. B. schnell laufen, schwere Gegenstände heben, anstrengenden Sport treiben	1	2	3
3.b mittelschwere Tätigkeiten , z. B. einen Tisch verschieben, staubsaugen, kegeln, Golf spielen	1	2	3
3.c Einkaufstaschen heben oder tragen	1	2	3

Anlagen

3.d mehrere Treppenabsätze steigen	1	2	3
3.e einen Treppenabsatz steigen	1	2	3
3.f sich beugen, knien, bücken	1	2	3
3.g mehr als 1 Kilometer zu Fuß gehen	1	2	3
3.h mehrere Straßenkreuzungen weit zu Fuß gehen	1	2	3
3.i eine Straßenkreuzung weit zu Fuß gehen	1	2	3
3.j sich baden oder anziehen	1	2	3

Hatten Sie <i>in den vergangenen 4 Wochen aufgrund Ihrer körperlichen Gesundheit</i> irgendwelche Schwierigkeiten bei der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause?	Ja	Nein
4.a Ich konnte nicht so lange wie üblich tätig sein	1	2
4.b Ich habe weniger geschafft als ich wollte	1	2
4.c Ich konnte nur bestimmte Dinge tun	1	2
4.d Ich hatte Schwierigkeiten bei der Ausführung	1	2

Anlagen

Hatten Sie <i>in den vergangenen 4 Wochen aufgrund seelischer Probleme</i> irgendwelche Schwierigkeiten bei der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause (z. B. weil Sie sich niedergeschlagen oder ängstlich fühlten)?	Ja	Nein
5.a Ich konnte nicht so lange wie üblich tätig sein	1	2
5.b Ich habe weniger geschafft als ich wollte	1	2
5.c Ich konnte nicht so sorgfältig wie üblich arbeiten	1	2

	Überhaupt nicht	Etwas	Mäßig	Ziemlich	Sehr
6. Wie sehr haben Ihre körperliche Gesundheit oder seelischen Probleme in den <i>vergangenen 4 Wochen</i> Ihre normalen Kontakte zu Familienangehörigen, Freunden, Nachbarn oder zum Bekanntenkreis beeinträchtigt?	1	2	3	4	5

	Keine Schmerzen	Sehr leicht	Leicht	Mäßig	Stark	Sehr stark
7. Wie stark waren Ihre Schmerzen in den vergangenen 4 Wochen?	1	2	3	4	5	6

Anlagen

	Überhaupt nicht	Etwas	Mäßig	Ziemlich	Sehr
8. Inwieweit haben die Schmerzen Sie in den <i>vergangenen 4 Wochen</i> bei der Ausübung Ihrer Alltagstätigkeiten zu Hause oder im Beruf behindert?	1	2	3	4	5

In diesen Fragen geht es darum, wie Sie sich fühlen und wie es Ihnen <i>in den vergangenen 4 Wochen</i> ergangen ist. (Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile die Zahl an, die Ihrem Befinden am ehesten entspricht.)						
Wie oft waren Sie in den vergangenen 4 Wochen	Immer	Meistens	Ziemlich oft	Manchmal	Selten	Nie
9.a ... voller Schwung?	1	2	3	4	5	6
9.b ... sehr nervös	1	2	3	4	5	6
9.c so niedergeschlagen, dass Sie nichts aufheitern konnte?	1	2	3	4	5	6
9.d ... ruhig und gelassen?	1	2	3	4	5	6
9.e ... voller Energie?	1	2	3	4	5	6
9.f ... entmutigt und traurig?	1	2	3	4	5	6
9.g ... erschöpft?	1	2	3	4	5	6

Anlagen

9.h ... glücklich?	1	2	3	4	5	6
9.i ... müde?	1	2	3	4	5	6

	Immer	Meistens	Manchmal	Selten	Nie
10. Wie häufig haben Ihre körperliche Gesundheit oder seelischen Probleme in den <i>vergangenen 4 Wochen</i> Ihre Kontakte zu anderen Menschen (Besuche bei Freunden, Verwandten usw.) beeinträchtigt?	1	2	3	4	5

Inwieweit trifft jede der folgenden Aussagen auf Sie zu?	trifft ganz zu	trifft weitgehend zu	Weiß nicht	trifft weitgehend nicht zu	trifft überhaupt nicht zu
11.a Ich scheine etwas leichter als andere krank zu werden	1	2	3	4	5
11.b Ich bin genauso gesund wie alle anderen, die ich kenne	1	2	3	4	5
11.c Ich erwarte, dass meine Gesundheit nachlässt	1	2	3	4	5
11.d Ich erfreue mich ausgezeichneter Gesundheit	1	2	3	4	5

Aufklärungsbögen der Patienten



Diomed

Info RD 7

Computertomographie (CT)

Klinik/Praxis:

Liebe Patientin, lieber Patient, liebe Eltern,

dieser Aufklärungsbogen dient Ihrer Information. Bitte lesen Sie ihn vor dem Aufklärungsgespräch und füllen Sie den Fragebogen gewissenhaft aus.

Die **Computertomographie (CT)** liefert überlagerungsfreie Bilder aus jeder gewünschten Körperregion. Mit diesen CT-Bildern (Computertomogrammen; vgl. Abb.) lassen sich Ort und Ausdehnung einer etwaigen Erkrankung im Allgemeinen genauer erfassen als mit herkömmlichen Röntgenbildern. Damit sind sie auch für die Planung von Operationen, Bestrahlungen und anderen Behandlungsmaßnahmen eine wesentliche Hilfe.

Kommt anstelle der Computertomographie z.B. eine Ultraschalluntersuchung oder Kernspintomographie (MRT) in Betracht, so werden wir die Vor- und Nachteile der verschiedenen Verfahren mit Ihnen besprechen.

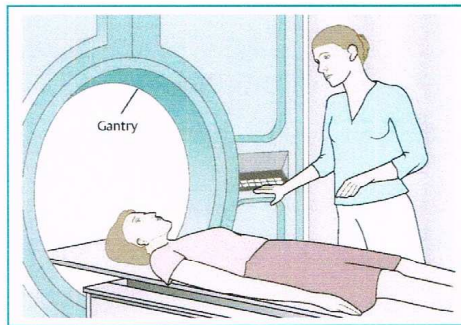


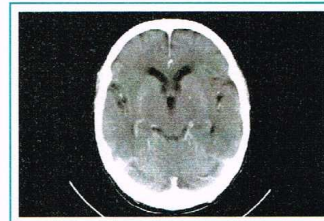
Abb. 1

Die Computertomographie

Im CT-Raum werden Sie/Ihr Kind auf einem speziellen Tisch gelagert, der in die runde Öffnung des Computertomographen hineingefahren und so platziert wird, dass Sie/Ihr Kind sich in der richtigen Position für die Untersuchung befinden (vgl. Abb. 1).

Eine Röntgenröhre mit Messsystem bewegt sich um den Körper. Aus den Messdaten errechnet der Computer in Sekundenschnelle Querschnittsbilder.

Um die Aussagekraft der Bilder zu erhöhen, erhält der Patient häufig bis zu 2 Stunden vor der Untersuchung eine Kontrastmittellösung zum Trinken. Bei bestimmten Fragestellungen ist es erforderlich, zusätzlich ein Kontrastmittel in eine Vene einzuspritzen.

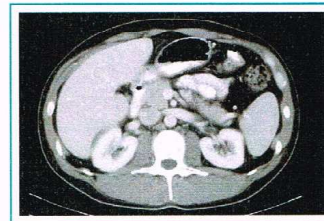


Beispiel für ein CT-Bild des Schädels

Risiken und mögliche Komplikationen

Die **Strahlenbelastung** durch die Computertomographie ist gering, aber höher als bei einer herkömmlichen Röntgenuntersuchung. Der Arzt ordnet eine Computertomographie nur dann an, wenn der höhere Informationswert die Strahlenbelastung rechtfertigt.

Wird ein Kontrastmittel in die Blutbahn eingespritzt, kann seine Ausbreitung mit einem kurzzeitigen **Wärmegefühl** verbunden sein, das Sie nicht zu beunruhigen braucht.



Beispiel für ein CT-Bild des Bauchraums

RD-7 10/2011v3
Diomed-Aufklärungssystem · Herausgeber: Prof. K. Ulsenheimer (Medizinrecht) · Gründungshrg.: Prof. W. Weißbauer · Red. 10/2011v3
Fachgebietshrsg.: Prof. R. Loose · Autor: Prof. R. Loose · Wiss. Illustrationen: Alle Rechte bei Thierme Compliance GmbH · Bestell-Nr. 5007
Copyright 2011 by Diomed in Thierme Compliance GmbH
Am Weichselgarten 30 · 91058 Erlangen · Telefon 09131 93406-40 · Fax 09131 93406-70.
www.diomed.de · Vervielfältigungen jeglicher Art, auch Fotokopieren, verboten.

Gelegentlich kann die Einspritzung in eine Vene einen **Bluterguss** oder eine **Nachblutung** im Bereich der Einstichstelle sowie **Infektionen** (z.B. Spritzenabszess), **Absterben von Gewebe** und/oder **Venenreizungen/-entzündungen** verursachen. Es kann zu vorübergehenden, sehr selten zu bleibenden **Nervenschädigungen (Schmerzen, Lähmungen)** kommen.

Jodhaltige Kontrastmittel können bei entsprechender Veranlagung eine **Schilddrüsenüberfunktion** (Hyperthyreose) auslösen, die u.U. medikamentös behandelt werden muss.

Vorübergehende Störungen der Nierenfunktion, von denen der Patient in der Regel kaum etwas bemerkt, sind häufig. **Bleibende Nierenschäden**, die eine Dialysebehandlung erfordern können, sind selbst bei vorgeschädigten Nieren selten.

Bei **Allergie** oder **Überempfindlichkeit** (z.B. auf Kontrastmittel, Medikamente, Betäubungs-, Schmerz-, Desinfektionsmittel, Latex) können vorübergehend Schwellung, Juckreiz, Niesen, Hautausschlag, Schwindel oder Erbrechen und ähnliche leichtere Reaktionen auftreten. **Schwerwiegende Komplikationen im Bereich lebenswichtiger Funktionen** (Herz, Kreislauf, Atmung, Nieren) und **bleibende Schäden** (z.B. Organversagen, Lähmungen) sind sehr selten. Falls bei Ihnen Allergien bekannt oder bei früheren Untersuchungen mit Kontrastmitteln Zwischenfälle aufgetreten sind, kann eine medikamentöse Vorbereitung (Kortison und/oder Antihistaminika) erforderlich sein.

Bitte unbedingt beachten! – Sofern ärztlich nicht anders angeordnet!

Vor der Untersuchung

Bitte bringen Sie frühere Röntgen-, Computertomographie-, Kernspintomographie- und Ultraschallbefunde der Körperregion mit, die behandelt werden soll, sowie folgende angekreuzte Blutwerte:

Kreatinin T₃ T₄ TSH

andere _____

Falls die Einspritzung von **Röntgenkontrastmitteln** vorgesehen ist:

Bitte informieren Sie uns unverzüglich, wenn Sie/Ihr Kind **Diabetiker** sind und Tabletten mit dem Wirkstoff **Metformin** einnehmen, da es zu **Wechselwirkungen** mit dem Röntgenkontrastmittel (u.a. Gefahr des Nierenversagens) kommen kann. Der behandelnde Arzt wird dann entscheiden, ob und wann diese Tabletten abgesetzt bzw. durch andere Mittel ersetzt werden müssen.

Bei allen Untersuchungen/Eingriffen, die eine Kontrastmittelinjektion erfordern, sollte bereits am Vortag eine ausreichende Flüssigkeitszufuhr erfolgen, um das Risiko einer Nierenschädigung zu reduzieren.

- **ab dem Vortag bis 2 Stunden** vor dem Termin sollten Sie/Ihr Kind reichlich klare Flüssigkeit trinken (z.B. Tee, Mineralwasser), aber keine Milch und keinen Alkohol. Bei Bedarf kann die Flüssigkeitszufuhr auch als Infusion über eine Venenkanüle erfolgen.
- **ab 4 Stunden** vor dem Termin nichts mehr essen, nicht mehr rauchen.

Falls eine Untersuchung des **Bauchraumes** vorgesehen ist: am Tag vor der Untersuchung nichts Blähendes essen.

Während der Untersuchung

ruhig und entspannt liegen. Über einen Lautsprecher erfahren Sie/Ihr Kind, wann Sie/Ihr Kind ein- oder ausatmen sollen.

Nach einer Untersuchung mit Kontrastmittel

Nach einer **intravenösen** Kontrastmittelgabe reichlich trinken (z.B. Tee, Mineralwasser, Saft), damit das Kontrastmittel schneller ausgeschieden wird.

Bitte verständigen Sie sofort Ihre Ärztin/Ihren Arzt, wenn Übelkeit, Durchfall, Unwohlsein, Schwindel, Niesreiz, Hautausschlag, Schmerzen oder andere Beschwerden während oder nach der Untersuchung auftreten. Bei erheblichen Beschwerden bitte den Notarzt rufen, falls Ihre Ärztin/Ihr Arzt (siehe Klinik-/Praxisstempel) nicht erreichbar ist.

Ort, Datum, Uhrzeit

Ärztin/Arzt

Datei: 16.09.2014 - Druck: 06.10.2014(13:17 Uhr) - Seite 2 von 4 (copy 1)

1072011v3

RD 7 - Diomed-Aufklärungssystem

2

Patientenname und -adresse:

Doku RD 7 Computertomographie

Fragebogen (Anamnese)

Bitte beantworten Sie die folgenden Fragen sorgfältig, damit wir etwaigen Risiken besser vorbeugen können. Zutreffendes bitte ankreuzen, unterstreichen bzw. ergänzen. Bei Bedarf helfen wir Ihnen gerne beim Ausfüllen. (n = nein j = ja)

Alter: _____ Jahre Größe: _____ cm Gewicht: _____ kg

Geschlecht: _____

1. Werden regelmäßig **Medikamente** eingenommen? n j
z.B. Schmerzmittel, gerinnungshemmende Mittel (z.B. Marcumar®, Aspirin®, Plavix®), Schlafmittel, Abführmittel, „Antibabypille“
Wenn ja, welche? _____

Falls Sie einen **Marcumarausweis** besitzen, bitte vorlegen.

2. Besteht eine **Diabetiserkrankung**? n j
Wenn ja, werden Sie mit **metforminhaltigen Medikamenten** behandelt? n j
Falls Sie einen **Diabetikerausweis** besitzen, bitte vorlegen.

3. Bestehen oder bestanden folgende **Erkrankungen**? n j
Herz-Kreislauf-System: z.B. Angina pectoris, Herzinfarkt, Herzfehler, Rhythmusstörungen, Herzmuskelentzündung, hoher Blutdruck, Atemnot beim Treppensteigen
Wenn ja, welche? _____

Tragen Sie/Ihr Kind einen **Herzschrittmacher** oder eine **künstliche Herzklappe**? n j

Falls Sie/Ihr Kind einen **Schrittmacherausweis** besitzen, bitte vorlegen.

Nieren: z.B. Nierensteine, Nierenentzündung, Dialyse, hohe Kreatinin-, Harnstoff- oder Harnsäurewerte, sonstige gutartige oder bösartige Erkrankungen, die die Nierenfunktion beeinträchtigen können (z.B. Plasmozytom) n j
Wenn ja, welche? _____

Stoffwechselerkrankung: z.B. Gicht n j
Wenn ja, welche? _____

Schilddrüse: z.B. Über- oder Unterfunktion, n j
Kropf

Wenn ja, welche? _____

Allergien (z.B. Heuschnupfen, Asthma) oder **Unverträglichkeiten** (z.B. gegen Medikamente, Jod, örtliche Betäubungsmittel, Pflaster, Latex, Nahrungsmittel)? n j

Wenn ja, welche? _____

Falls Sie/Ihr Kind einen **Allergieausweis** besitzen, bitte vorlegen.

4. Besteht bei Ihnen/Ihrem Kind eine **chronisch-infektiöse Erkrankung** (z.B. Tbc, Hepatitis, HIV-Infektion)? n j

Wenn ja, welche? _____

5. Wurden schon einmal CT- oder Röntgenuntersuchungen durchgeführt? n j

Wenn ja, bitte Art der Untersuchungen sowie wann und wo sie stattfanden angeben: _____

Falls Sie einen **Röntgenpass** besitzen, bitte vorlegen.

6. Wurde bereits eine **Kontrastmitteluntersuchung** durchgeführt? n j

Wenn ja, traten dabei **Nebenwirkungen** auf? n j

Wenn ja, welche? _____

7. **Zusatzfragen bei Frauen im gebärfähigen Alter:**

Könnten Sie **schwanger** sein? n j

Stillen Sie? n j

Datei: 16.09.2014 - Druck: 06.10.2014/13:17 Uhr - Seite 3 von 4 (copy 1)

RD-7 10/2011v3

Diomed-Aufklärungssystem - Herausgeber: Prof. K. Ulsenheimer (Medizinrecht) - Gründungshrg.: Prof. W. Weißauer - Fachgebietshrsg.: Prof. R. Loose - Autor: Prof. R. Loose - Wiss. Illustrationen: Alle Rechte bei Thieme Compliance GmbH - Copyright 2011 by Diomed in Thieme Compliance GmbH
Am Weichselgarten 30 · 91058 Erlangen · Telefon 09131 93406-40 · Fax 09131 93406-70.
www.diomed.de Vervielfältigungen jeglicher Art, auch Fotokopieren, verboten.

Red. 10/2011v3
Bestell-Nr. 5007

Hinweis für den Arzt:

Bitte die zutreffenden Kästchen ankreuzen, Textstellen unterstreichen und individuellen Text an den vorgesehenen Stellen handschriftlich ergänzen.

Doku RD 7 Computertomographie

Dokumentation der Aufklärung und der Einwilligung**Vermerke der Ärztin/des Arztes _____ zum Aufklärungsgespräch**
(Name)

Erörtert wurden vor allem: Notwendigkeit der Untersuchung, Wahl des Verfahrens und dessen Durchführung, Vor- und Nachteile gegenüber anderen Methoden, Risiken und mögliche Komplikationen, risikohöhernde Besonderheiten, eventuelle Neben- und Folgemaßnahmen, Verhaltenshinweise vor, während und nach der Untersuchung sowie (bitte hier insbesondere individuelle Gesprächsinhalte, z.B. die Ablehnung einzelner Maßnahmen, Feststellung der Einsichtsfähigkeit Minderjähriger, gesetzliche Vertretung, Betreuungsfall, Bevollmächtigter und ggf. spezielle Vermerke zum Info-Teil dokumentieren):

Folgende Untersuchung ist vorgesehen:

Computertomographie (CT)

von _____

(Körperregion angeben)

ggf. mit Kontrastmittelgabe

Vorgesehener Untersuchungstermin (Datum): _____

EINWILLIGUNG

Den Aufklärungsbogen habe ich gelesen und verstanden. Ich konnte im Aufklärungsgespräch alle mich interessierenden Fragen stellen. Sie wurden vollständig und verständlich beantwortet. Ich bin ausreichend informiert, habe mir meine Entscheidung gründlich überlegt und benötige keine weitere Überlegungsfrist.

Ich willige in die oben vermerkte Untersuchung ein.

Mit eventuell erforderlichen Neben- und Folgeeingriffen bin ich ebenfalls einverstanden.

Den Fragebogen (Anamnese) habe ich nach bestem Wissen ausgefüllt. Die Verhaltenshinweise werde ich beachten.

Ort, Datum, Uhrzeit _____

Patientin/Patient/Eltern*

Ärztin/Arzt _____

Ablehnung

Ich willige in die vorgeschlagene Untersuchung **nicht** ein. Ich wurde nachdrücklich darüber aufgeklärt, dass sich dadurch Diagnose und Behandlung einer etwaigen Erkrankung erheblich verzögern und erschweren können, mit nachteiligen Folgen für meine Gesundheit.

Ort, Datum, Uhrzeit _____

Patientin/Patient/Eltern*

ggf. Zeuge _____

Ärztin/Arzt _____

* **Unterschreibt ein Elternteil allein, erklärt er mit seiner Unterschrift zugleich, dass ihm das Sorgerecht allein zusteht oder dass er im Einverständnis mit dem anderen Elternteil handelt. Bei schwereren Eingriffen sollten grundsätzlich beide Eltern unterschreiben.**