

Aus dem Centrum für Muskuloskeletale Chirurgie der Medizinischen Fakultät Charité -
Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

Überleben von Knie totalendoprothesen nach
posttraumatischer und primärer Gonarthrose

Zur Erlangung des akademischen Grades

Doctor medicinae (Dr. med.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät

Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Benjamin Effenberger

aus Bautzen

Datum der Promotion: 07.12.2018

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Abb.	Abbildung
ACL	Ligamentum cruciatum anterius
a. p.	anterior posterior
BMI	Body-Mass-Index
CR	cruciate-retaining
ICD	International Classification of Diseases
Knie-TEP	Knietotalendoprothese
KSS	Knee Society Score
Lig.	Ligamentum
OPS	Operationen- und Prozeduren Schlüssel
PCL	Ligamentum cruciatum posterius
PMMA	Polymethylmethacrylat
PS	posterior-stabilized
SD	Standardabweichung
Tab.	Tabelle
TKA	Total knee arthroplasty
Vgl.	Vergleich
VVC	Varus-Valgus-Constrained

INHALTSVERZEICHNIS

ABSTRAKT	5
1. EINLEITUNG	7
1.1 Anatomie des Kniegelenks	7
1.2 Biomechanik des Kniegelenks	9
1.3 Arthrose des Kniegelenks	12
1.3.1 Ursachen und Pathogenese der Gonarthrose	12
1.3.2 Epidemiologie und Klinik der Gonarthrose	13
1.3.3 Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose	14
1.3.4 Therapieoptionen der Gonarthrose	16
1.4 Die Knie totalendoprothese	17
1.4.1 Komponenten der Knie totalendoprothese	17
1.4.2 Indikationsstellung	21
1.4.3 Komplikationen der Prothesenimplantation	21
2. ZIELSETZUNG DER ARBEIT	23
3. MATERIAL UND METHODEN	24
3.1 Studiendesign	24
3.1.1 Revision und Folgeeingriff	24
3.1.2 Nachuntersuchungszeitraum	24
3.2 Patientenidentifikation	25
3.3 Einschlusskriterien der Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose	25
3.4 Datenerhebung	26
3.4.1 Fragebogen	27
3.4.2 Knee Society Score	28
3.4.3 Body-Mass-Index	30
3.5 Radiologische Auswertung	30
3.6 Statistische Analysemethoden	31
3.6.1 Überlebensanalyse	32
4. ERGEBNISSE	33
4.1 Demografische Aspekte der Patientengruppen	33
4.1.1 Anzahl, Geschlecht und Operationsseite	33
4.1.2 Nachuntersuchungszeitraum	33
4.1.3 Alter zum Zeitpunkt der Prothesenimplantation	34

4.1.4	Körpergewicht und Body-Mass-Index	35
4.2	Präoperative Aspekte der Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose	37
4.2.1	Ätiologische Zuordnung der posttraumatischen Gonarthrose	37
4.2.2	Zeitspanne zwischen dem Trauma und der Prothesenimplantation	37
4.2.3	Voroperationen der Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose	39
4.3	Knee Society Score (KSS) der Patientengruppen	40
4.3.1	Knee Society Score (KSS) präoperativ	40
4.3.2	Knee Society Score (KSS) zum Nachuntersuchungszeitpunkt	42
4.4	Operative Aspekte der Patientengruppen	46
4.4.1	Operationsdauer	46
4.4.2	Operativer Zugangsweg zum Gelenk	47
4.4.3	Implantierte Prothesenmodelle	48
4.5	Überlebensanalyse	50
4.5.1	Überlebensanalyse der Prothesen nach posttraumatischer Gonarthrose	50
4.5.2	Überlebensanalyse der Prothesen nach primäre Gonarthrose	53
4.5.3	Überlebensanalyse der Prothesen nach posttraumatischer Gonarthrose in Abhängigkeit vom Prothesenimplantationsalter	54
4.5.4	Vergleich der Überlebensanalysen nach posttraumatischer und primärer Gonarthrose	55
4.5.5	Analyse der Folgeeingriffe nach posttraumatischer und primärer Gonarthrose	56
5.	DISKUSSION	60
5.1	Studiendesign	60
5.2	Material und Methoden	61
5.3	Ergebnisse	62
5.4	Limitationen der Studie	73
6.	ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK	75
	LITERATURVERZEICHNIS	76
	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	81
	TABELLENVERZEICHNIS	83
	ANLAGEN	84
	VERSICHERUNG AN EIDES STATT	91
	CURRICULUM VITAE	92
	PUBLIKATIONSLISTE	94
	DANKSAGUNG	95

ABSTRAKT

Hintergrund: Die Implantation einer Knie totalendoprothese ist eine etablierte Therapieoption bei posttraumatischer Gonarthrose. Dennoch werden schlechtere klinische Ergebnisse sowie ein vermindertes Prothesenüberleben diskutiert. Ziel dieser Arbeit war es, das Überleben sowie die klinischen Ergebnisse und Komplikationen von Knie totalprothesen nach posttraumatischer Gonarthrose und primärer Gonarthrose zu vergleichen.

Methoden: Es konnten 79 Prothesen nach posttraumatischer Gonarthrose mit einem mittleren Nachuntersuchungszeitraum von 69 Monaten [13-144 Monate] eingeschlossen und 75 Prothesen nach primärer Gonarthrose mit einem mittleren Nachuntersuchungszeitraum von 73 Monaten [18-132 Monate] gegenübergestellt werden. Es erfolgte eine postalische sowie telefonische Datenerhebung, eine Auswertung der Krankenakten, die Erhebung des Knee Society Scores und eine radiologische Verlaufskontrolle bei Wiedervorstellung. Das Überleben wurde mittels Kaplan-Meier-Analyse geschätzt und gruppenspezifische Unterschiede mittels Log-Rank-Test kalkuliert.

Ergebnisse: Ätiologisch lagen der posttraumatischen Gonarthrose in 49 Fällen eine Fraktur, in 26 Fällen ein Kniebinnenschaden und in vier Fällen eine Kombinationsverletzung zugrunde. Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose waren zum Implantationszeitpunkt jünger (59 Jahre [36-82 Jahre] zu 65 Jahre [44-78 Jahre] [$p < 0,001$]), hatten eine höhere Revisionsrate innerhalb des Nachuntersuchungszeitraums (11% [$n=9$] zu 5% [$n=4$]) und ein niedrigeres revisionsfreies Überleben (88% nach zwölf Jahren zu 95% nach elf Jahren [$p=0,159$]) als Patienten mit primärer Gonarthrose. Zudem ist das Folgeeingriff-freie Überleben mit 83% nach zwölf Jahren niedriger als bei primärer Gonarthrose mit 88% nach elf Jahren [$p=0,096$]. Die Unterschiede in den Überlebensanalysen sind statistisch jedoch nicht signifikant. Hauptrevisionsgrund der posttraumatisch implantierten Prothesen ist die periprothetische Infektion [$n=6$]. Der Knee Society Score zum Nachuntersuchungszeitpunkt ist mit 82 Punkten [28-98 Punkte] zudem schlechter als nach primärer Gonarthrose mit 87 Punkten [31-98 Punkte]) [$p=0,026$].

Schlussfolgerung: Die endoprothetische Versorgung posttraumatischer Gonarthrosen führt häufiger zu Revisionen sowie Folgeeingriffen und geht mit einem verminderten Überleben im Vergleich zu primärer Gonarthrose einher. Die Unterschiede zeigen sich jedoch statistisch nicht signifikant. Hauptrevisionsgrund ist die periprothetische Infektion. Ein standardisierter präoperativer diagnostischer Algorithmus mittels Punktion oder diagnostischer Arthroskopie könnte helfen, Komplikationen zu verringern und das Überleben posttraumatisch implantiertter Prothesen zu erhöhen.

ABSTRACT

Background: Total knee arthroplasty (TKA) is an important and established treatment for posttraumatic osteoarthritis. However, clinical outcome and survivorship may have inferior results when compared with TKA for primary osteoarthritis. The aim of this study was to evaluate the survivorship and the clinical outcome of TKA for posttraumatic osteoarthritis compared to primary osteoarthritis of the knee.

Methods: A total of 79 prostheses for posttraumatic osteoarthritis were included in this study, with an average follow-up of 69 months [13-144 months]. These results were compared to a matched cohort of 75 TKA for primary osteoarthritis with an average follow-up of 73 months [18-142 months]. Data was collected through surveys and from patient records. In addition, radiographs were reviewed and the Knee Society Score was recorded. Survival rate was estimated using the Kaplan-Meier method and the log-rank-test was used to compare the rate of survival between groups.

Results: In 49 cases the etiology for posttraumatic osteoarthritis was from fracture, in 26 cases a ligamentous meniscal lesion and in four cases the injuries were combined. At the time of surgery, patients with posttraumatic osteoarthritis were younger (59 years [36-82 years] versus 65 years [44-78 years] [$p < 0,001$]), they had a higher revision rate within the follow-up (11% [$n=9$] versus 5% [$n=4$]) and the survival rate free from revision was less successful (88% after 12 years versus 94% after 11 years [$p=0,159$]) when compared to primary osteoarthritis. In addition, the survival rate without any follow-up intervention was also less successful (83% after 12 versus 88% after 11 years [$p=0,096$]). The findings referring to the survival rates were not statistically significant. The main reason for revision in the posttraumatic osteoarthritis group is periprosthetic infection in six cases. Patients with posttraumatic osteoarthritis had a lower Knee Society Score (82 points [28-98 points]) compared with patients that underwent TKA for primary osteoarthritis (87 points [31-98 points]) [$p=0,026$].

Conclusion: The survival rate without revision or any follow-up intervention is lower after TKA for posttraumatic arthritis and leads to more intervention when compared to patients with primary osteoarthritis. However, the findings referring to the survival rates were not statistically significant. The main reason for revision is periprosthetic infection. Preoperative standardized diagnostic algorithms such as aspiration or knee arthroscopy could help reduce complications and increase survival rates after TKA for posttraumatic osteoarthritis.

1. EINLEITUNG

1.1 Anatomie des Kniegelenks

Das Kniegelenk (*Articulatio genus*) (siehe Abb. 1.1) ist das größte Gelenk des menschlichen Körpers und besitzt eine ausgesprochene Komplexität (1). Artikulierende Strukturen sind das Femur und die Tibia im Femorotibialgelenk (*Articulatio femorotibialis*) sowie das Femur und die Patella im Femoropatellargelenk (*Articulatio femoropatellaris*). Alle artikulierenden Flächen sind von hyalinem Knorpel, dem sogenannten Gelenkknorpel, überzogen. Dieser besteht aus Chondrozyten, Kollagenfibrillen und hyaliner Grundsubstanz (2).

Aus Urheberrechtlichen Gründen wurde das Bildmaterial entfernt.

Abb. 1.1: Kniegelenk, Ansicht von ventral (aus Atlas der Anatomie des Menschen, Tillmann B., 3. Auflage, 2016, Springer Medizin Verlag, Seite 481)

Articulatio femorotibialis

Das Femur besitzt distal zwei bikonvexe Kondylen (*Condylus medialis und lateralis*), deren Krümmung von dorsal nach ventral zunimmt (2). Diese artikulieren mit den Kondylen (*Condylus medialis und lateralis*) des Tibiakopfes, die aufgrund der geringen Konkavität eher schlecht zu den Femurkondylen passen. Ausgeglichen wird diese Inkongruenz durch die faserknorpeligen

Menisken. Sie unterliegen einer axialen Belastung und sind passiv und aktiv auf dem Tibiaplateau als sogenannte „transportable Gelenkflächen“ verschiebbar (3). Das Tibiaplateau ist in der Sagittalebene um etwa 4-9° nach dorsal gekrümmt (*Retroversio tibia*) (2).

Articulatio femoropatellaris

Die Patella ist das größte Sesambein des menschlichen Körpers und liegt in der Sehne des *M. quadriceps femoris*, welche über das *Ligamentum (Lig.) patellae* an der *Tuberositas tibiae* inseriert (4). Die posteriore *Facies articularis* der Patella artikuliert mit der *Facies patellaris* des Femurs im Femoropatellargelenk (siehe Abb. 1.1).

Gelenkkapsel und Kniegelenkstabilisatoren

Die Gelenkkapsel besitzt zwei Schichten. Das *Stratum fibrosum* umspannt dabei das gesamte Kniegelenk. Das *Stratum synoviale* ist die innere Schicht und zieht von der Knorpel-Knochen-Grenze des Tibiaplateaus zur Knorpel-Knochen-Grenze der Femurkondylen. (3). Die Kreuzbänder werden nicht mit eingefasst. Diese liegen dadurch intrakapsulär aber extrasynovial (siehe Abb. 1.2). Unterhalb der Patella befindet sich das *Corpus adiposum infrapatellare*, welcher auch als Hoffa'scher Fettkörper bezeichnet wird.

Aus Urheberrechtlichen Gründen wurde das Bildmaterial entfernt.

Abb. 1.2: *Rechtes Tibiaplateau mit Verlauf der Membrana fibrosa und der Membrana synovialis (aus Anatomie, Zilles Tillmann, 2010, Springer Medizin Verlag, Seite 256)*

Der zentrale Bandapparat setzt sich aus dem vorderen und hinteren Kreuzband zusammen (*Ligg. cruciata genus*). Das *Lig. cruciatum anterius* (klinisch ACL) entspringt im hinteren Abschnitt der medialen Fläche des *Condylus lateralis* des Femurs und inseriert in der *Area intercondylaris anterior* der Tibia. Es besitzt zwei Faserbündel (3, 5). Das anteromediale Bündel ist dabei in Streckung leicht und in Beugung stark gespannt, das posterolaterale Bündel spannt sich nur in Extension (5, 6). Das *Lig. cruciatum posterius* (klinisch PCL) verläuft von der *Area intercondylaris posterior* der Tibia zur vorderen lateralen Facette der medialen Kondyle des Femurs. Es besitzt ebenfalls zwei funktionell-anatomische Bündel (*Pars anterolateralis* und *Pars posteromedialis*) (2). Beide Kreuzbänder tragen wesentlich zu einer anteroposterioren und rotatorischen Stabilisierung des Kniegelenks im gesamten Bewegungsablauf bei. Dabei begrenzen die Kreuzbänder vor allem die Innenrotation (2). Zudem verhindert das ACL eine Hyperextension, das PCL die Translation der Tibia nach dorsal (3). Sie besitzen zahlreiche Mechanorezeptoren für die Propriozeption (3).

Die Kollateralbänder (*Ligg. collaterale tibiale* und *fibulare*) sind in Streckstellung maximal gespannt und verhindern ein Aufklappen in der Frontalebene (4). Zusätzlich wird in Flexion die Außenrotation begrenzt (2). Das *Lig. collaterale fibulare* (klinisch Außenband) zieht vom *Epicondylus lateralis femoris* als strangartige Struktur zum *Caput fibulae*. Das *Lig. collaterale tibiale* (klinisch Innenband) ist eine komplizierte Bandstruktur, die fächerförmig vom *Epicondylus medialis femoris* schräg über das Kniegelenk verläuft und sieben bis acht Zentimeter unterhalb des Tibiaplateaus an der medialen Fläche der Tibia inseriert (3).

Die Gelenkkapsel wird zusätzlich durch eine Reihe weiterer Strukturen stabilisiert. Dazu zählt im ventralen Bereich das *Lig. patellae* und die *Retinacula patellae longitudinalia mediale* und *laterale* sowie anterolateral der *Tractus iliotibialis*. (3). Dorsal wird die Gelenkkapsel durch das *Lig. popliteum obliquum*, dem sogenannten Arkuatumkomplex und durch die Ursprungssehnen der Gastrocnemiusköpfe verstärkt. (3)

1.2 Biomechanik des Kniegelenks

Achsverhältnisse

Die mechanische Achse des Kniegelenks setzt sich aus der femoralen mechanischen Achse (vom Rotationszentrum des Femurkopfes bis zur interkondylären Notch) und der tibialen mechanischen

Achse (vom Mittelpunkt der proximalen Tibia bis zum Zentrum des oberen Sprunggelenks) zusammen (7). Der mediale Winkel zwischen diesen beiden Achsen beträgt knapp weniger als 180° . Die Achse ist somit leicht varisch (8). Die Verbindungslinie zwischen dem Rotationszentrum des Femurkopfes und dem Zentrum des oberen Sprunggelenks wird als sogenannte Mikulicz-Traglinie bezeichnet und entspricht bei gerader Beinachse der mechanischen Achse (7) (siehe Abb. 1.3).

Die anatomische Achse wird aus der Femurschaftlinie und der Tibiaschaftlinie gebildet. Der laterale Winkel zwischen diesen beiden Achsen wird als femorotibialer Winkel oder Knieaußenwinkel bezeichnet. Er setzt sich aus dem Winkel zwischen Gelenklinie und anatomischer Femurachse (ca. 81°) sowie der Gelenklinie und der anatomischen Tibiaachse (ca. 93°) zusammen und beträgt somit in etwa $173\text{-}175^\circ$ (7). Im physiologischen Fall ist die mechanische und die anatomische Achse der Tibia übereinstimmend. Die anatomische Achse des Femurs ist um $5\text{-}7^\circ$ im Vergleich zur femoralen mechanischen Achse geneigt (7). Dies wird als femoraler Valguswinkel bezeichnet (siehe Abb. 1.3).

Aus Urheberrechtlichen Gründen wurde das Bildmaterial entfernt.

Abb.1.3: Anatomische und mechanische Beinachse (aus Knieendoprothetik, Jerosch Heisel Tibesku, 2. Auflage, 2015, Springer Medizin Verlag, Seite 14)

Ist der durch die anatomische Femur- und Tibiaachse gebildete Knieaußenwinkel größer 174° spricht man von einem *Genu varum*, bei einem Knieaußenwinkel kleiner 174° von einem *Genu valgum*.

Kinematik

Das Kniegelenk ist ein Drehscharniergelenk (*Trochoginglymus*) (4) und besitzt zwei Freiheitsgrade, die Extension/Flexion sowie die Rotation. Es führt eine kombinierte Roll-Gleit-Bewegung um eine wandernde Achse durch. Dabei ist die genaue Aufteilung der verschiedenen Bewegungsanteile in den einzelnen Bewegungsphasen schwierig zu differenzieren (9).

Nach der Neutral-0-Methode kann das Bewegungsausmaß des Kniegelenks folgendermaßen beschrieben werden:

Extension/Flexion	$5^\circ/0^\circ/120-150^\circ$
Innen-/Außenrotation	$10^\circ/0^\circ/30^\circ$ (in 90° Beugung)

Die Rotationsbewegung kann nur in Beugstellung durchgeführt werden. In der letzten Phase der Kniegelenksstreckung kommt es zu einer zwangsläufigen Außenrotation der Tibia um ca. 10° , der sogenannten Schlussrotation. Dies ist durch die Spannung der Kreuzbänder sowie der Gestalt der Femurkondylen bedingt (2).

Kinetik

Am Kniegelenk wirken unterschiedliche Kräfte: mediale/laterale, anteriore/posteriore und axiale Kräfte sowie Flexion-/Extensions-, Varus-/Valgus- und Rotationsmomente (10). Beim Gehen treten dabei zusätzlich dynamische Kräfte auf, die das 2,5-fache des Körpergewichts erreichen können. Beim Treppengehen können sogar Kräfte bis zum 3,5 bis 4-fachen des Körpergewichts wirken (10, 11). Die Beanspruchung des Kniegelenks erhöht sich somit auf ein Vielfaches. Mit steigendem Körpergewicht nimmt diese Belastung sogar noch zu (11). Die Kraftleitung erfolgt dabei hauptsächlich im rechten Winkel zur Gelenklinie. Eine Überbelastung des Kniegelenks kann dabei prädisponierend für die Entwicklung einer Arthrose sein. Das Wissen um diese wirkenden Kräfte ist entscheidend für eine erfolgreiche Implantation von Knieprothesen sowie Gegenstand aktueller Forschungen.

1.3 Arthrose des Kniegelenks

Die Gonarthrose ist eine degenerative, primär nicht entzündliche Erkrankung des Kniegelenks, bei der es zu einem Verlust der Knorpelintegrität kommt und konsekutiv zu Veränderungen in subchondralen Knochenanteilen sowie im Kapsel- und Bandapparat (12, 13). Im angloamerikanischen Sprachgebrauch wird dabei von *Osteoarthritis* gesprochen (12). Liegt eine Achsfehlstellung vor und kommt es im Zuge dessen zu einer stärkeren Belastung des medialen oder des lateralen Kompartiments, spricht man von einer Varus- beziehungsweise Valgusgonarthrose.

Die Klassifikation der Arthrose erfolgt anhand von röntgenologischen Charakteristika, welche bereits in den Fünfzigerjahren des 20. Jahrhunderts von Kellgren und Lawrence formuliert wurden (14). Es handelt sich hierbei um die vier klassischen radiologischen Zeichen: Gelenkspaltverschmälerung, subchondrale Sklerose, osteophytäre Anbauten und subchondrale Pseudozysten. Je nach Ausprägung können vier Stadien der Arthrose unterschieden werden (14, 15):

Stadium I	geringe subchondrale Sklerosierung, keine Osteophyten, keine Gelenkspaltverschmälerung
Stadium II	geringe Gelenkspaltverschmälerung, beginnende Osteophytenbildung
Stadium III	Gelenkspaltverschmälerung, ausgeprägte Osteophyten, unebene Gelenkfläche
Stadium IV	ausgeprägte Gelenkspaltverschmälerung, Deformierung der Gelenkpartner

1.3.1 Ursachen und Pathogenese der Gonarthrose

Ätiologisch lassen sich primäre (idiopathische) von sekundären Gonarthrosen abgrenzen. Man geht davon aus, dass es sich bei der primären Gonarthrose um einen multifaktoriellen Prozess unter Einwirkung von Risikofaktoren handelt. Die genaue Ursache ist unbekannt (12). Bei sekundären Gonarthrosen lassen sich dagegen Faktoren identifizieren, die in ihrem weiteren Verlauf ursächlich

für die Destruktion des Gelenkknorpels sind. Dazu gehören Traumata im Bereich des Kniegelenks, Kniegelenksinfektionen, metabolische und endokrinologische Erkrankungen mit Beteiligung des Kniegelenks, kongenitale Fehlbildungen oder aseptische Knochennekrosen (16). Daneben gibt es Risikofaktoren, die die Entwicklung und die Progression der arthrotischen Prozesse begünstigen. Diese können unterteilt werden in endogene und exogene Faktoren. Exogene Risikofaktoren stellen eine veränderte anatomische Gelenkachse (Varus-/Valgusfehlstellungen), eine Hyperlaxität im Kapsel- und Bandapparat, eine verminderte Propriozeption, repetitive Mikrotraumata, resezierende Eingriffe sowie ein erhöhtes Körpergewicht dar (12, 17). Zu den endogenen Risikofaktoren zählen ein hohes Lebensalter, das weibliche Geschlecht, postmenopausale hormonelle Umstellungen, eine genetische Prädisposition sowie eine verminderte Knochendichte (17).

Der Pathogenese der Gonarthrose liegt letztlich ein Ungleichgewicht im Knorpelstoffwechsel zugrunde. Dabei überwiegen destruktive gegenüber reparativen Prozessen. Es kommt zu einem Remodeling und einer Anpassungsreaktion im Bereich des Gelenkknorpels. Über eine Begleitsynovialitis, einem Knorpelsubstanzverlust und einem Kongruenzverlust führt der Weg schließlich zu einer nachhaltigen Veränderung der Kniegelenksintegrität und in letzter Konsequenz zu einer Dekompensation der Arthrose (12, 16). Dabei besteht eine ausgesprochene interindividuelle Variabilität in Bezug auf klinischer Symptomatik, Ausprägung der Arthrose und radiologischen Befund.

1.3.2 Epidemiologie und Klinik der Gonarthrose

Die Arthrose ist die häufigste Gelenkerkrankung des erwachsenen Menschen (13, 17). Die Lebenszeitprävalenz in Deutschland betrug laut Robert-Koch-Institut im Jahr 2010 27,1% für Frauen und 17,9% für Männer (18). Dabei steigt insbesondere mit zunehmendem Alter die Prävalenz an. 10% aller Männer und 18% aller Frauen, die älter als 60 Jahre sind, leiden unter einer Arthrose (13). Das Knie ist neben der Hüfte dabei die häufigste Lokalisation (13). Die Inzidenzrate wird auf 1% bei den über 70-jährigen Patienten geschätzt (17). Erschwert wird die genaue Ermittlung aufgrund der nicht zwangsläufig vorhandenen Korrelation von Beschwerden und radiologischen Befund. So haben nur 15% der Patienten mit einer radiologischen Gonarthrose auch typische Beschwerden (13). Aufgrund der demographischen Entwicklung und der Zunahme der Fettleibigkeit wird die Zahl der behandlungsbedürftigen Gonarthrosen in Zukunft weiter

steigen. Dabei zählt insbesondere die Implantation einer Knieprothese zu den erfolgversprechendsten Behandlungsmethoden. Eine Zunahme der Implantationszahlen von Prothesen ist schon jetzt zu beobachten. Waren es im Jahr 2005 noch ca. 125.400 Erstimplantationen, wurden im Jahr 2011 bereits 152.480 Prothesen am Kniegelenk primär implantiert (19).

Klinisch berichten die Patienten über Schmerzen im Bereich des Kniegelenks. Dabei ist die Ausprägung der Schmerzen abhängig vom Stadium der Gonarthrose. So berichten die Patienten initial von Anlauf- und Bewegungsschmerzen, welche nur episodisch auftreten. In fortgeschrittenen Stadien kommen Ruheschmerzen und nächtliche Schmerzen hinzu. Des Weiteren tritt im Verlauf die Abnahme der Gelenkfunktionalität hinzu, was mit Kontrakturen, Bewegungseinschränkungen und vor allem Einschränkungen im Alltag einhergeht. Nicht selten kommt es in der Folge zur Benutzung von Hilfsmitteln wie zum Beispiel Gehhilfen. Liegt eine aktivierte Gonarthrose vor, so zeigt sich das Kniegelenk mit den Kardinalsymptomen einer akuten Entzündung geschwollen, überwärmt und schmerzhaft.

1.3.3 Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose

Bei 12% aller Patienten mit einer Arthrose und bei circa 10% aller Patienten mit einer Gonarthrose kann ein Trauma in der Anamnese als ursächlich für den Gelenkverschleiß angenommen werden (20). Dabei führen verschiedene Traumata am Kniegelenk zum klinischen Bild der posttraumatischen Gonarthrose (21). Neben intraartikulären Frakturen (22) sind dies auch Verletzungen der Menisken (23-25) und Rupturen des vorderen Kreuzbandes (25-27). Bis zu 44% der Patienten mit einer Tibiaplateau-Fraktur entwickeln im Laufe der Zeit eine posttraumatische Gonarthrose (28, 29). Die Rate ist höher bei älteren Patienten und zusätzlich durchgeführter Meniskektomie. Ursächlich sind dabei neben einem direkten Knorpelschaden bei intraartikulären Frakturen, eine zunehmende Inkongruenz der Gelenkflächen sowie ein Malalignment (28, 30-32). Für die Ruptur des vorderen Kreuzbandes schwankt die berichtete Arthrose-Prävalenz deutlich zwischen 10% und 90% (26). Dabei zeigen einige Arbeiten, dass keine Verminderung der Arthroserate nach Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes im Langzeitverlauf nachgewiesen werden konnte (33, 34). Weitere Risikofaktoren sind in diesem Zusammenhang ein höheres Lebensalter, ein geschädigter Meniskus sowie ein hoher Body-Mass-Index (27).

Pathogenetisch liegen der posttraumatischen Gonarthrose je nach ursächlichem Trauma unterschiedliche initiale Mechanismen zugrunde. Letztlich bewirkt aber die mechanische Schädigung eine akute Entzündungsreaktion im Kniegelenk und somit die Freisetzung von proinflammatorischen (Interleukin-1, Interleukin-6, Interleukin-8, TNF- α) und antiinflammatorischen Zytokinen (35). Entscheidend ist, ob dieser Entzündungsprozess beendet werden kann oder ob es zu einer andauernden Entzündungsreaktion aufgrund der Schwere des Traumas oder repetitiven Verletzungen kommt, die eine Verschiebung des biochemischen Gleichgewichts zugunsten der proinflammatorischen Mediatoren bewirkt. Dies hat im Weiteren zur Folge, dass es unter anderem über die Produktion von Matrix-Metalloproteasen zu einer Degeneration der Extrazellulärmatrix des Gelenkknorpels (34, 35) und somit zur Entstehung einer posttraumatischen Gonarthrose kommt. Trotz der sich stetig verbessernden operativen Behandlungsmethoden nach Kniegelenkstraumata, bleibt das Risiko an einer posttraumatischen Gonarthrose zu erkranken gleichbleibend hoch (32, 35).

Da häufig junge Menschen Verletzungen im Bereich des Kniegelenks erleiden, kommt es bereits frühzeitig zu einer behandlungsbedürftigen Gonarthrose. Dies erhöht die Wahrscheinlichkeit einer Prothesenimplantation in einem relativ jungen Patientenalter (36, 37). Dies geht wiederum mit einem erhöhten funktionellen Anspruch an die Prothese einher, was zu stärkeren biomechanischen Belastungen führen kann und das Risiko für eine aseptische Lockerung oder Polyethylenabrieb erhöht (38, 39). Erhöhte Revisionsraten und ein vermindertes Langzeitüberleben der Prothesen bei Patienten, die jünger als 60 Jahre bei Primärimplantation sind, werden in der Literatur beschrieben (40-43).

Aufgrund von zum Teil multiplen Voroperationen, liegendem Osteosynthesematerial, schlechteren Weichteil- und Durchblutungsverhältnissen, eventuellen präoperativen Achsfehlstellungen und Instabilitäten sowie okkulten Infektionen ist die Implantation einer Knieprothese bei Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose eine besondere Herausforderung (36, 44-46). Im Zuge dessen zeigt die prothetische Versorgung solcher Patienten in einigen Studien eine erhöhte Komplikationsrate (erhöhte periprothetische Infektionsraten, Wunddehiszenzen, Aseptische Lockerungen, Streckapparatsuffizienzen) und schlechtere funktionelle Ergebnisse (47-51) als die Versorgung von Patienten mit primär degenerativer Gonarthrose. Angesichts der relativ geringen Fallzahlen bleiben die klinischen Studien zum Thema Überlebensanalyse von Knieprothesen nach posttraumatischer Gonarthrose aber weiterhin überschaubar (40, 52-56).

1.3.4 Therapieoptionen der Gonarthrose

Ziel der Gonarthrose Therapie sind die Schmerzreduktion, die Verbesserung der Kniegelenksfunktionalität, eine Erhöhung der Lebensqualität sowie die Verzögerung des Voranschreitens der Arthrose.

Initial wird dabei ein konservatives Vorgehen gewählt. Dazu zählt eine aktivierende Lebensführung mit gelenkschonenden Sportarten wie Schwimmen oder Radfahren. Auch eine Gewichtsabnahme wirkt sich positiv auf den weiteren Krankheitsverlauf aus. Eine physiotherapeutische Behandlung dient zum einem dem Aufbau kniegelenksstabilisierender Muskulatur und verhindert gleichzeitig Kontrakturen, welche durch Schonhaltung und Minderbelastung entstehen können. Orthopädische Hilfsmittel wie Schuhinnenrand- oder Schuhaußenrandhöhung können leichte anatomische Fehlstellungen ausgleichen. Pufferabsätze und Orthesen können zu einer Schmerzlinderung beitragen. Eine begleitende Einnahme von Nichtsteroidalen Antiphlogistika ist bei Schmerzen indiziert und führt, ähnlich wie Gelenkinjektionen mit Kortikosteroiden, insbesondere bei aktivierten Gonarthrosen zu einer Besserung der Kniebeschwerden. In solchen Fällen kann auch eine lokale Kühlung Schmerzlinderung verschaffen. Daneben gibt es noch sogenannte SYSADOA („*symptomatic slow acting drugs in Osteoarthritis*“, zum Beispiel Glucosaminsulfat, Chondroitinsulfat), welche einen positiven Einfluss auf den Knorpelstoffwechsel haben sollen (57). Auch Intraartikuläre Injektionen mit Hyaluronsäure stehen als weitere Option zur Verfügung. Die viskoelastischen Eigenschaften der Gelenkflüssigkeit werden durch solche Injektionen verbessert. Aufgrund der Halbwertszeit ist die Wirkung jedoch zeitlich stark limitiert (57).

Neben konservativen Therapieansätzen stehen je nach Genese verschiedene operative Möglichkeiten zur Verfügung. Eine Umstellungsosteotomie kann der Korrektur eventueller Achsfehlstellungen dienen und kommt insbesondere in prä-arthrotischen Stadien zum Einsatz. Knorpelersatzverfahren können zur Behandlung von Knorpeldefekten in Betracht gezogen werden. Knochenstimulierende Verfahren sind die Pridie-Bohrung, die Mikrofrakturierung sowie die Abrasionsarthroplastik (57). Lavage, Shaving und Débridement sind wiederum symptomatische arthroskopische Operationsmethoden (17). Solche Eingriffe ermöglichen zudem eine makroskopische Beurteilung der Knorpelintegrität. Genannte Behandlungsmethoden führen dabei bestenfalls zu einer Verlangsamung des Krankheitsprozesses.

Versagen konservative oder gelenkerhaltende operative Behandlungsoptionen, stellt die Implantation einer Knieendoprothese einen kausalen Therapieansatz durch die Entfernung des erkrankten Gelenkknorpels dar.

Die Arthrodesese spielt eine zentrale Rolle als temporäre Form bei zweizeitigen Wechseloperationen nach einer periprotetischen Infektion. Die dauerhafte Gelenkversteifung ist prinzipiell auch eine mögliche operative Therapieoption bei Gonarthrose, wird jedoch initial meist nicht präferiert.

1.4 Die Knieendoprothese

Bereits im Jahr 1890 implantierte der Berliner Chirurg Themistokles Gluck eine erste Scharnierprothese aus Elfenbein am Kniegelenk bei Patienten mit durch Tuberkulose zerstörten Gelenken (58). Aufgrund mangelnder Asepsis missglückte der Versuch aber und es dauerte bis in die Mitte des 20. Jahrhunderts bis es schließlich zu einer Wiederbelebung der Knieendoprothetik kam. Mehrere Versuche der Implantation von Scharniergelenken zeigten aber wiederum vor allem durch frühzeitige Lockerungen keine zufriedenstellenden Ergebnisse (59). Im Jahr 1961 war es John Charnley, der das Prinzip der *low friction arthroplasty* in die Endoprothetik einführte. Er nutzte Polymethylmethacrylat (PMMA) zur Prothesenverankerung und eine Gleitpaarung aus Polyethylen und Metall. Dies verbesserte die Implantation und die Standzeiten von Prothesen und sollte auch für die Knieendoprothetik deren Durchbruch zur Folge haben (59). Die erste eigentliche Oberflächenprothese wurde von Gunston 1969 implantiert (58). In der Folge kam es zu einer Vielzahl von Weiterentwicklungen im Bereich der Endoprothetik am Kniegelenk. Form und Design von Prothesen wurden angepasst, das Prinzip des beweglichen Inlays aufgegriffen sowie tribologische Eigenschaften verbessert.

1.4.1 Komponenten der Knieendoprothese

Zur Herstellung der femoralen und tibialen Komponenten (siehe Abb. 1.4) von Knieprothesen dienen vor allem Cobalt-Chrom-Molybdän- und Titan-Legierungen (58). Reines Titan wird aufgrund der schlechten tribologischen Eigenschaften selten als Gleitpartner verwendet (60). Zwischen der femoralen und der tibialen Komponente befindet sich ein sogenanntes Inlay (siehe Abb. 1.4). Diese Inlays bestehen aus hochvernetzten Polyethylen. Wichtig dabei sind zum einen

gute tribologische Eigenschaften und zum anderen eine gute Biokompatibilität, um eine lange Haltbarkeit zu gewährleisten. Die Implantation einer Knieprothese kann zementfrei durch biologische Osteointegration als sogenannte „Press-fit-Verankerung“ erfolgen oder aber zementiert mittels PMMA (58). Die zementierte Implantation wird dabei im Allgemeinen präferiert (58, 61).

Aus Urheberrechtlichen Gründen wurde das Bildmaterial entfernt.

Abb. 1.4: Knieendoprothese Journey™ II: Femorale und tibiale Komponente, dazwischen befindet sich das Inlay aus Polyethylen (mit freundlicher Genehmigung der Smith&Nephew GmbH)

Folgende Implantat Designs werden in der Knieendoprothetik verwendet:

Ungekoppelte Knieprothesen („non-constrained“)

Bei den ungekoppelten Knieprothesen handelt es sich entweder um unikondyläre oder bikondyläre Oberflächenersatzprothesen. Bei Letzteren kann das hintere Kreuzband erhalten bleiben („*cruciate-retaining*“, CR) (siehe Abb. 1.5) oder ersetzt werden („*posterior-stabilized*“, PS) (siehe Abb. 1.6). Das Inlay kann fest („*fixed-bearing*“) auf der tibialen Komponente verankert oder aber beweglich sein („*mobile-bearing*“). Letzteres soll eine großflächigere Kraftübertragung bei gleichzeitig geringerem Abrieb ermöglichen (62). Klinische Ergebnisse konnten jedoch keine

Überlegenheit zugunsten der „mobile-bearing“-Prothesen zeigen. (62) Die Implantation einer Oberflächenersatzprothese setzt einen intakten Kapsel- und Bandapparat sowie eine ausreichende Stabilität im Kniegelenk voraus.

Aus Urheberrechtlichen Gründen wurde das Bildmaterial entfernt.

Abb. 1.5: *Oberflächenersatzprothese e.motion®, CR-Design (mit freundlicher Genehmigung der Aesculap AG)*

Aus Urheberrechtlichen Gründen wurde das Bildmaterial entfernt.

Abb. 1.6: *Oberflächenersatzprothese GENESIS™ II, PS-Design (mit freundlicher Genehmigung der Smith&Nephew GmbH)*

Teilgekoppelte Knieprothesen („semi-constrained“ / „Varus-Valgus-constrained“)

Bei den teilgekoppelten Knieprothesen besitzt das Inlay einen zentralen Zapfen, der mit einer interkondylären femoralen Box artikuliert und somit eine stärkere Varus-/Valgusstabilität erzeugt (60). Aufgrund der erhöhten Scherkräfte sind regelhaft femorale und tibiale Verankerungsschäfte notwendig, um eine frühzeitige Lockerung zu verhindern (60) (siehe Abb. 1.7).

Aus Urheberrechtlichen Gründen wurde das Bildmaterial entfernt.

Abb. 1.7: Teilgekoppelte Knieprothese LEGION RK™ (mit freundlicher Genehmigung der Smith&Nephew GmbH)

Vollgekoppelte Knieprothesen („full-constrained“)

Vollgekoppelte Knieprothesen können als Scharnierprothesen („fixed-hinge“) oder achsgeführte Rotationsprothesen („rotating-hinge“) zur Anwendung kommen (siehe Abb. 1.8). In der Primärendoprothetik spielen diese Modelle eine untergeordnete Rolle. Bei schweren Deformitäten, hochgradigen Bandinstabilitäten sowie Revisionseingriffen sind sie jedoch unverzichtbar (60).

Aus Urheberrechtlichen Gründen wurde das Bildmaterial entfernt.

Abb. 1.8: Vollgekoppelte Knieprothese LEGION HK™ (mit freundlicher Genehmigung der Smith&Nephew GmbH)

1.4.2 Indikationsstellung

Die Entscheidung zur Implantation einer Kniegelenktotalendoprothese sollte mit großer Sorgfalt und in enger Abstimmung mit den Wünschen und den Vorstellungen des Patienten getroffen werden. Neben patientenbezogenen Symptomen sollten klinische Untersuchungsergebnisse sowie radiologische Verfahren in die Indikationsstellung einfließen. Die Indikation ist prinzipiell gegeben, wenn trotz konservativer und gelenkerhaltender operativer Therapie keine Besserung der subjektiven Beschwerdesymptomatik erreicht werden konnte, die Funktionalität erheblich eingeschränkt bleibt, die Lebensqualität stark vermindert ist und zusätzlich deutliche radiologische Gelenkveränderungen bestehen (63, 64). Es ist dabei außerordentlich wichtig, eine individuelle Risiko-Nutzen-Abwägung zusammen mit dem Patienten durchzuführen und ausreichend über Möglichkeiten und Grenzen einer Knieprothesenimplantation aufzuklären.

1.4.3 Komplikationen der Prothesenimplantation

Unterschieden wird zwischen allgemeinen und operationsspezifischen Komplikationen. Zu den allgemeinen Komplikationen orthopädischer Operationen zählen Verletzungen von Gewebe und

Blutgefäßen. Dies kann konsekutiv zu einer Parese oder Plegien sowie zu Hypästhesie und Unterversorgungen im Bereich der unteren Extremität führen. Weitere wichtige allgemeine Komplikationen sind thrombotische und embolische Ereignisse, Blutungskomplikationen, Wundheilungsstörungen und Wundinfektionen, Weichteildefekte sowie übermäßige Narbenbildung.

Zu den wesentlichen operationsspezifischen Komplikationen nach Knieprothesenimplantation zählen die aseptische Lockerung, Polyethylenabrieb, multidirektionale Instabilitäten, periprothetische Infektionen, periprothetische Frakturen, Insuffizienz des Streckapparates, Patellaschmerzen sowie Narbenbildung im Bereich des Gelenks (Arthrofibrose) (65, 66). Diese Komplikationen haben für die Patienten weitreichende Konsequenzen. Sie gehen oftmals mit erneuten operativen Eingriffen einher. Unter Umständen müssen Prothesenkomponenten oder die gesamte Prothese ausgetauscht werden. Sollte es zu einer periprothetischen Infektion gekommen sein, sind zudem meist langwierige antibiotische Therapien und aufwendige Wechseloperationen notwendig. Dies verlängert letztlich die Hospitalisierungszeit und die Rehabilitationsphase.

2. ZIELSETZUNG DER ARBEIT

Angesichts der relativ geringen Fallzahlen ist die Zahl der klinischen Studien zum Thema Überleben von Knieprothesen nach posttraumatischer Gonarthrose weiterhin limitiert. Diese Arbeit hat daher zum Ziel, das Überleben von implantierten Knieprothesen nach posttraumatischer Gonarthrose an der Charité – Universitätsmedizin Berlin zu untersuchen und die Ergebnisse mit den Ergebnissen der prothetischen Versorgung nach primärer Gonarthrose zu vergleichen. Zusätzlich sollen klinische Scores der beiden Patientengruppen untersucht und miteinander verglichen werden und letztlich eine Einordnung der ermittelten Ergebnisse in den Kontext der aktuellen Studienlage erfolgen.

Es wird dabei folgende Hypothese aufgestellt: Der endoprothetische Ersatz des Kniegelenks nach einer posttraumatischen Gonarthrose resultiert in einem verminderten Überleben der Prothesen, einer erhöhten Komplikationsrate sowie in schlechteren funktionellen Ergebnissen im Vergleich zum Kniegelenksersatz nach primärer Gonarthrose.

Im Rahmen der Bearbeitung der Hypothese werden in dieser Arbeit folgende spezifische Fragestellungen untersucht:

- 1) Gibt es zum Zeitpunkt der Implantation Unterschiede zwischen den Gruppen der posttraumatischen und der primären Gonarthrose in den Variablen Alter, Körpergewicht und Body-Mass-Index?
- 2) Ist das revisionsfreie Überleben von posttraumatisch implantierten Knieprothesen schlechter als bei Prothesen nach primärer Gonarthrose?
- 3) Welchen Einfluss auf das revisionsfreie Überleben von posttraumatisch implantierten Knieprothesen hat das Alter bei Implantation?
- 4) Was sind Hauptgründe für Revisionen nach Primärimplantation einer Knieprothese nach posttraumatischer und primärer Gonarthrose?
- 5) Sind Komplikationen und Folgeeingriffe bei posttraumatisch implantierten Knieprothesen häufiger?
- 6) Sind die klinischen Ergebnisse zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung zwischen den Patientengruppen vergleichbar?
- 7) Sind die ermittelten Ergebnisse vergleichbar mit aktuellen Studien zum Thema?

3. MATERIAL UND METHODEN

3.1. Studiendesign

Bei der vorliegenden Arbeit handelt es sich um eine retrospektive Erhebung und Analyse von Daten. Die Durchführung der Datenerhebung wurde von der Ethikkommission der Charité – Universitätsmedizin Berlin unter der Antragsnummer EA4/095/14 bewilligt.

Es erfolgte die Identifikation einer Patientengruppe mit posttraumatischer Gonarthrose, welche mittels einer Knie totalendoprothese therapiert wurde. Diesem Patientengut wurde eine weitere Gruppe gegenübergestellt, die aufgrund einer primären Gonarthrose ebenfalls mit einer Knieprothese versorgt wurde. Alle Prothesen wurden an der Charité-Universitätsmedizin Berlin im Zeitraum vom 01.01.2003 bis zum 25.02.2014 implantiert.

3.1.1 Revision und Folgeeingriff

Wesentlich für den Vergleich der unterschiedlichen Patientengruppen war die Fragestellung, ob die implantierte Knieprothese zwischenzeitlich revidiert werden musste. Ein Revisionseingriff wurde demnach definiert als Wechsel einer oder mehrerer Komponenten der Knieprothese und stellte somit ein Versagen dieser dar.

Als weitere wichtige Frage wurde erachtet, ob für die Funktionalität der Knieprothese im Nachuntersuchungszeitraum ein Folgeeingriff mit Erhalt der Prothesenkomponenten an dem Kniegelenk notwendig geworden war. Zusammen mit den Revisionen wurde die Gesamtheit aller an der Knieprothese durchgeführten Eingriffe, wie eine Arthroskopie, eine Narkosemobilisation, eine Arthrolyse oder eine Narbenresektion als Folgeeingriff definiert.

3.1.2 Nachuntersuchungszeitraum

Für den Nachuntersuchungszeitraum maßgebend war das Datum des letzten Kontaktes zum Patienten. Dies war entweder das Datum auf dem vom Patienten zurückgeschickten Fragebogen, das Datum des Telefongesprächs mit dem Patienten oder die Wiedervorstellung in der orthopädischen Poliklinik der Charité – Universitätsmedizin Berlin (siehe MATERIAL UND

METHODEN 3.4.1). Der Nachuntersuchungszeitraum errechnete sich aus dem Datum der Prothesenimplantation und dem Datum des letzten Kontaktes mit dem Patienten und wurde in vollen Monaten angegeben.

3.2 Patientenidentifikation

Die Identifikation der Patienten erfolgte mittels einer Suche im krankenhausinternen Informationssystem SAP GUI (Fa. SAP SE, Walldorf, Deutschland) der Charité-Universitätsmedizin Berlin für den Zeitraum ab dem 15.06.2010 bis 25.02.2014 sowie einer weiteren Suche im OP-Dokumentationssystem OpDis (Fa. c.a.r.u.s. HMS GmbH, Norderstedt, Deutschland) für den Zeitraum vom 01.01.2003 bis 15.06.2010. Als Suchkriterien dienten dabei die Kombination aus der Diagnose einer posttraumatischen Gonarthrose, welche mit dem ICD-10 Code M17.3 verschlüsselt wird sowie der Implantation einer Knie totalendoprothese mit dem Operationen- und Prozeduren Schlüssel (OPS) 5-822. Insgesamt konnten so 124 Fälle bei 123 Patienten für den oben genannten Zeitraum identifiziert werden. Die Suche listete alle Patienten auf, unabhängig von der Genese der posttraumatischen Gonarthrose.

Nach der vollständigen Datenerhebung für die Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose und einer ersten Auswertung derselben wurde mittels bereits beschriebener Suche eine weitere Patientengruppe mit primärer Gonarthrose (ICD-10 M17.1 und OPS 5-822) identifiziert. Diese sollte in Patientenanzahl, Geschlechterverteilung und Nachuntersuchungszeitraum der Gruppe der Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose entsprechen. Das Lebensalter wurde dabei kein zu berücksichtigender Parameter. Die Auswahl der entsprechenden Patienten mit primärer Gonarthrose erfolgte hierbei rein zufällig.

3.3 Einschlusskriterien der Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose

Von den 123 primär identifizierten Patienten mit einer posttraumatischen Gonarthrose konnten 25 Patienten auch trotz des Versuches der intensiven Kontaktaufnahme nicht erreicht werden. Vier Patienten waren zwischenzeitlich verstorben. Ein weiterer Patient befand sich zum Zeitpunkt der Kontaktaufnahme im Koma. Ein Patient wurde aufgrund der Implantation einer unikondylären Prothese von der Studie ausgeschlossen und bei einem weiteren Patienten wurde fälschlicherweise

eine posttraumatische Gonarthrose codiert. Weitere zwölf Patienten entschieden sich nach persönlicher Kontaktaufnahme gegen eine Teilnahme an dieser Arbeit. Insgesamt konnten 79 Patienten für diese Arbeit eingeschlossen werden. Dies entsprach einer Prothesenanzahl von n = 79. (siehe Abb. 3.9).

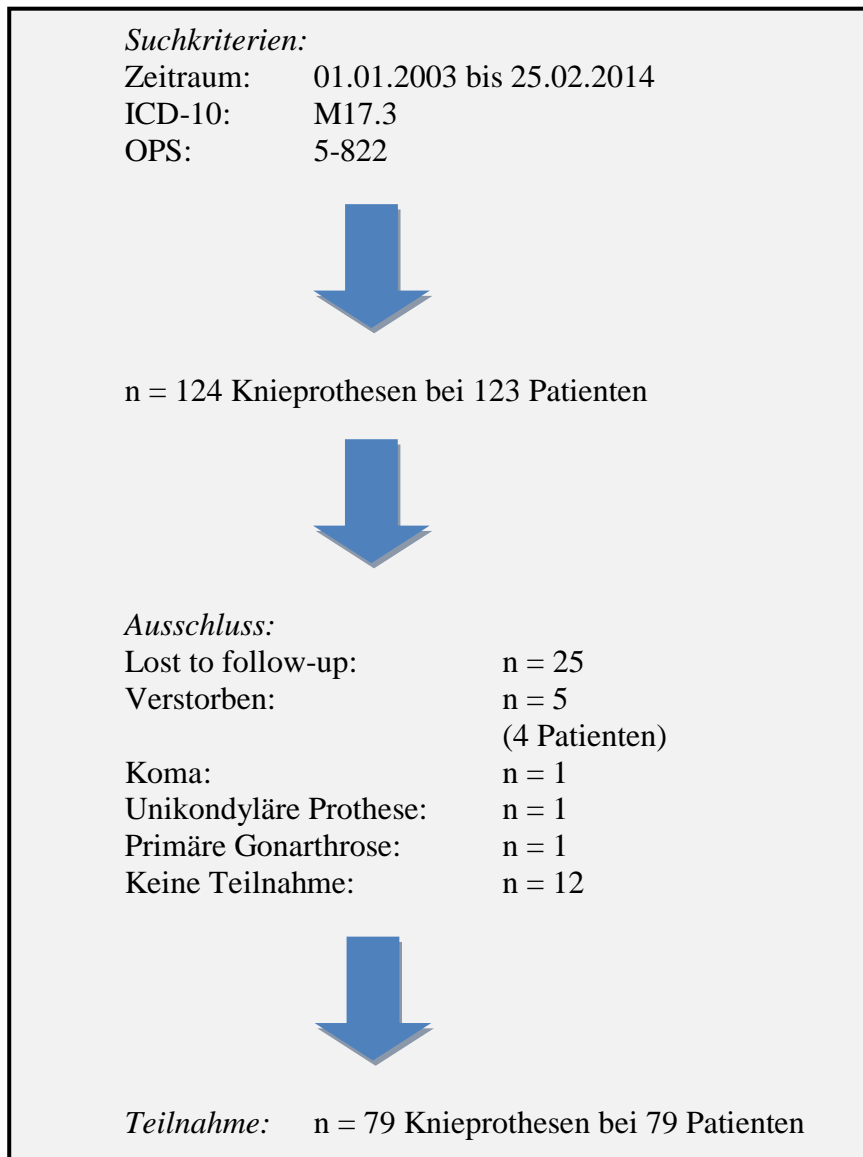


Abb. 3.9: *Einschluss der Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose*

3.4 Datenerhebung

Der Prozess der Datenerhebung lief für beide Patientengruppen aufeinander folgend ab, beginnend mit der Gruppe der Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose. Die einzelnen Schritte können jedoch auf die Patienten mit primärer Gonarthrose identisch übertragen werden.

Durch die Identifikation der entsprechenden Patienten mittels SAP und OpDis (siehe MATERIAL UND METHODEN 3.2) konnten personenbezogene Daten wie Name, Geschlecht, Geburtsdatum und Operationsdatum bereits ermittelt werden. Die weitere Datenerhebung erfolgte zunächst mittels einer postalischen Kontaktaufnahme. Dabei wurden den Patienten neben einem Informationsschreiben auch ein Fragebogen zugesendet. Um die Bereitschaft zur Teilnahme an der Studie zu erhöhen, erfolgte bei nahezu allen Patienten eine zusätzliche telefonische Kontaktaufnahme. Danach erfolgte die Sichtung der Krankenakten inklusive der Operationsberichte zur Erfassung der relevanten Angaben wie Größe, Gewicht, Operationsseite, verwendete Prothesenmodelle, Operationsdauer, Zugang zum Gelenk und postoperative Komplikationen. Relevante Angaben aus den Untersuchungsbögen präoperativ sowie den Entlassungsbefunden postoperativ wurden ebenfalls erfasst.

In dem postalisch verschickten Fragebogen sowie im darauffolgenden Telefongespräch wurde explizit die Diagnose und das Verletzungsmuster, welches als ursächlich für die posttraumatische Gonarthrose anzusehen war, erfragt. Diese Angaben wurden mit dem präoperativen Anamnesebogen abgeglichen. Somit sollte eine möglichst genaue retrospektive Einschätzung der Verletzungen und der Ätiologie der posttraumatischen Gonarthrose gelingen.

Prä- und postoperativ angefertigte Röntgenbilder wurden, soweit diese im System vorhanden waren, gesichtet und unter entsprechenden Gesichtspunkten (siehe MATERIAL UND METHODEN 3.6) vermessen. Alle erhobenen Daten wurden mittels Microsoft Excel Version 2007 (Fa. Microsoft Inc., Redmond, Washington, USA) tabellarisch in einer Datenbank aufbereitet.

3.4.1 Fragebogen

Allen Patienten wurde ein Fragebogen postalisch zugesendet (vgl. Anlage 1). Dieser zielte vor allem darauf ab, die Vorgeschichte und Voroperationen zu erfragen sowie eventuell weitere Operationen nach der Primärimplantation der Prothese an der Charité – Universitätsmedizin Berlin in Erfahrung zu bringen. Dabei interessierte insbesondere, wann sich der Unfall ereignete, der in der Folge als ursächlich für die posttraumatische Gonarthrose anzusehen war. Für die spätere einheitliche Darstellung und Berechnung wurde ausschließlich die Jahreszahl des Unfalldatums als ausreichend angesehen. Außerdem erfragte der Fragebogen, um welche Art von Trauma es sich dabei gehandelt hat. Insbesondere die Unterscheidung zwischen einem vornehmlich ligamentären

Weichteilschaden und einer Fraktur wurde als wichtig erachtet. Des Weiteren wurde erhoben, ob die Knieprothese zwischenzeitlich revidiert werden musste oder ob ein Folgeeingriff zur besseren Funktionalität unter Erhalt der einzelnen Prothesenkomponenten im Nachuntersuchungszeitraum notwendig geworden war. Für die Patienten mit primärer Gonarthrose wurde der Fragebogen modifiziert (vgl. Anlage 2) und die Fragen bezüglich der traumatischen Vorgeschichte entfernt. Außerdem wurde beiden Fragebögen eine modifizierte Form des Knee Society Scores angehängt (vgl. Anlage 3). Sofern kein Revisionseingriff seit der Primärimplantation stattgefunden hatte, sollte so die aktuelle Funktionalität beurteilt werden.

3.4.2 Knee Society Score

Der Knee Society Score (KSS) wurde 1989 von Insall et al. eingeführt (67) und hat sich seitdem als häufig benutzter Score in der Orthopädie etabliert, um die Funktionalität des Kniegelenkes zu beurteilen. Er setzt sich aus einem Knee Score und einem Function Score zusammen, bei denen jeweils maximal 100 Punkte erreicht werden können.

Der Knee Score umfasst objektivierbare Faktoren wie das Bewegungsausmaß, die Stabilität des Kniegelenkes nach anterior und posterior sowie medial und lateral und eine eventuell bestehende Achsfehlstellung der anatomischen Ganzbeinachse im a.p.-Röntgenbild. Dazu kommt die subjektive Angabe des Patienten, ob eine Schmerzhaftigkeit des Kniegelenks vorliegt. Dabei werden Punkte für das Bewegungsausmaß (maximal 25), die Stabilität (maximal 25) und dem Schmerzgrad (maximal 50) vergeben. Bei Achsfehlstellungen, Streckhemmung oder Beugekontrakturen werden indes Punkte abgezogen. Scores zwischen 80 und 100 werden demnach als exzellent, zwischen 70 und 79 als gut, zwischen 60 und 69 als mäßig und unter 60 als schlecht bewertet. Ein sich ergebender negativer Score wird als 0 angesehen.

Der Knee Score erfragt das Bewegungsausmaß in Schritten zu je 5° ab. Dabei erhält der Patient pro 5°-Beugung einen Punkt. Somit kann minimal ein Punkt für ein Bewegungsausmaß von 0-5° und maximal 25 Punkte für ein Bewegungsausmaß von 121-125° und darüber hinaus vergeben werden.

Wie in Anlage 3 ersichtlich wurde zur einfacheren Erhebung des Knee Scores für diese Studie eine modifizierte Form genutzt, bei der das Bewegungsausmaß in Gruppen zu je 25° zusammengefasst wurde. Somit ergaben sich im vorliegenden Fall für das Bewegungsausmaß fünf mögliche

Gruppen (0° - 25° , 26° - 50° , 51° - 75° , 76° - 100° , 101° - 125°). Für die Berechnung des Knee Scores wurde dann der jeweilige Mittelwert der Gruppe zugrunde gelegt. Somit war der minimal erreichbare Wert für das Bewegungsausmaß der Gruppe 0 - 25° drei Punkte und der maximal erreichbare Wert für das Bewegungsausmaß der Gruppe 101 - 125° und darüber 23 Punkte. Für den modifizierten Knee Score ergab sich demnach eine maximal erreichbare Bewertung von 98 Punkten.

Der Function Score ist ein ausschließlich subjektiver Score, der die Gehfähigkeit, das Treppensteigen sowie die Zuhilfenahme von Hilfsmitteln erfragt. Dabei werden für die Gehfähigkeit und das Treppensteigen je maximale 50 Punkte vergeben, für das Benutzen von Hilfsmitteln wiederum Punkte abgezogen. Auf Basis der gegebenen Patientenantworten wird ein Wert zwischen 0 und 100 ermittelt. Ein sich ergebender negativer Score wird als 0 angesehen.

Die Berechnung des Knee Society Scores präoperativ erfolgte auf der Grundlage der präoperativen Untersuchungsbögen, der Anamneseerhebungsbögen sowie der im System hinterlegten Röntgenbilder beziehungsweise des Durchschnittswinkels präoperativ (siehe MATERIAL UND METHODEN 3.5). Ausgeschlossen wurden Patienten mit fehlenden Angaben.

Die Berechnung des Knee Society Scores zum Nachuntersuchungszeitpunkts erfolgte auf der Grundlage des postalisch verschickten modifizierten Knee Society Scores und der im System hinterlegten Röntgenbilder beziehungsweise des Durchschnittswinkels postoperativ (siehe MATERIAL UND METHODEN 3.5). Ausgeschlossen wurden Patienten, die von einem Revisionseingriff berichteten sowie Patienten mit fehlenden Angaben. Der Knee Society Score zum Nachuntersuchungszeitpunkt stellt demzufolge einen Ist-Zustand der Prothesenfunktionalität zum Zeitpunkt des letzten Kontaktes mit dem Patienten dar.

Für die Berechnung des Knee Society Scores wurden die folgenden Internetseiten (12.02.2018, 14.30 Uhr) genutzt:

http://www.orthopaedicscore.com/scorepages/knee_society_score.html

http://www.orthopaedicscore.com/scorepages/knee_society_score_function.html

Die Berechnungen des Knee Society Scores auf den oben genannten Internetseiten erfolgte dabei im Zeitraum vom 01.06.2016 bis zum 31.08.2016.

3.4.3 Body-Mass-Index

Der Body-Mass-Index (BMI) ist eine Maßzahl, bei welcher das Körpergewicht zum Quadrat der Körpergröße in Relation gesetzt wird. Der Body-Mass-Index eines Menschen errechnet sich demnach wie folgt:

$$\text{BMI} = m/l^2$$

Bei „m“ handelt es sich um das Körpergewicht in Kilogramm und bei „l“ um die Körpergröße in Metern.

Der Body-Mass-Index berücksichtigt dabei weder das Geschlecht, noch die individuelle Zusammensetzung der Körpermasse wie den Muskelanteil oder den Knochenbau. Trotzdem ist der Body-Mass-Index in der Medizin noch immer ein weit verbreitetes Instrument, um eine Bewertung des Ernährungszustandes eines Patienten abzugeben. Es gelten folgende Normwerte für Erwachsene:

Body-Mass-Index (kg/m²)	Bewertung
< 18,5	Untergewicht
18,5 bis < 25	Normalgewicht
25 bis < 30	Präadipositas
30 bis < 35	Adipositas Grad I
35 bis < 40	Adipositas Grad II
≥ 40	Adipositas Grad III

3.5 Radiologische Auswertung

Wie bereits unter MATERIAL UND METHODEN 3.4.2 beschrieben ist für die Berechnung des Knee Scores das Vermessen der anatomischen Ganzbeinachse im a.p.-Röntgenbild notwendig, um den femoralen Valguswinkel zu ermitteln (siehe EINLEITUNG 1.2 Biomechanik des Kniegelenks, Achsverhältnisse). Für den Knee Score wird ein femoraler Valguswinkel α von 5-10° als physiologisch angesehen (67). Mit Hilfe des Programms Centricity™ Universal Viewer (Fa. GE Healthcare, Little Chalfont, Buckinghamshire, GB) zur Darstellung von Röntgenbilder wurde der femorale Valguswinkel bei allen im System hinterlegten prä- und postoperativen Bildern vermessen und die entsprechenden Winkelangaben ermittelt.

Da nicht für alle Patienten prä- und postoperative Röntgenbilder der Ganzbeinachse im System hinterlegt waren, erfolgte eine Berechnung des durchschnittlichen femoralen Valguswinkel auf Grundlage der vorhandenen Winkelangaben. In der Gruppe der Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose konnten 42 Röntgenbilder präoperativ und 49 Röntgenbilder postoperativ vermessen werden. Es wurde ein durchschnittlicher femoraler Valguswinkel von $5,4^\circ$ präoperativ und $6,4^\circ$ postoperativ ermittelt.

In der Gruppe der Patienten mit primärer Gonarthrose lagen 48 Röntgenbilder präoperativ und 46 Röntgenbilder postoperativ vor. Für diese Patienten konnte entsprechend ein femoraler Valguswinkel von $1,1^\circ$ präoperativ und $5,8^\circ$ postoperativ ermittelt werden.

Diese Winkelangaben lagen der Berechnung des Knee Scores bei fehlendem Röntgenbild zugrunde.

3.6 Statistische Analysemethoden

Die Aufbereitung und Darstellung der erhobenen Daten erfolgte mittels der Software Microsoft Excel Version 2007 (Fa. Microsoft Inc., Redmond, Washington, USA). Die statistische Auswertung wurde mit dem Statistikprogramm SPSS Version 21 (Fa. IBM., Armonk, NY, USA) vorgenommen. Deskriptive Größen und verwendete Diagramme dienten dabei der Charakterisierung der Patientengruppen.

Mittels Kolmogorov-Smirnov-Test wurde für die Variablen die Annahme der Normalverteilung überprüft. Für die Variablen Nachuntersuchungszeitraum, Alter bei Prothesenimplantation, Körpergewicht, Body-Mass-Index, Operationsdauer, Knee Score präoperativ und Function Score präoperativ konnte für beide Patientengruppen diese Annahme nicht verworfen werden. Entsprechend wurde für den Vergleich der Mittelwerte dieser Variablen der t-Test herangezogen. Für den Knee Score zum Nachuntersuchungszeitpunkt sowie für den Function Score zum Nachuntersuchungszeitpunkt bei den primären Gonarthrosen musste die Annahme der Normalverteilung verworfen werden. Entsprechend wurde für den Vergleich der Mittelwerte dieser beiden Variablen der U-Test nach Mann und Whitney benutzt. Mit beiden Testverfahren sollten zentrale Tendenzen in den Patientengruppen aufgezeigt und miteinander verglichen werden.

Die Irrtumswahrscheinlichkeit, für die die Ergebnisse noch als signifikant bewertet wurden, betrug $p < 0,05$.

3.6.1 Überlebensanalyse

Für die Berechnung der Überlebensfunktionen sowie die Schätzung der Überlebensraten der Prothesen wurde die Kaplan-Meier-Methode verwendet (68). Konfidenzintervalle wurden mittels der Formel: *Schätzwert* $\pm 1,96 * \textit{Standardfehler}$ berechnet. Der Log-Rank-Test diente dem Nachweis gruppenspezifischer Unterschiede einzelner Überlebensanalysen.

4. ERGEBNISSE

4.1. Demografische Aspekte der Patientengruppen

4.1.1 Anzahl, Geschlecht und Operationsseite

Von den 79 eingeschlossenen Patienten mit einer posttraumatischen Gonarthrose waren 41 männlich (51,9%) und 38 weiblich (48,1%). 36 Patienten (45,6%) erhielten einen Gelenkersatz des linken Kniegelenks, 43 Patienten (54,4%) wurden entsprechend auf der rechten Seite operiert (siehe Tab. 4.1).

Die Gruppe der Patienten mit primärer Gonarthrose bestand aus insgesamt 75 Patienten. Hiervon waren 39 männliche (52%) und 36 weibliche (48%) Studienteilnehmer. 38 von ihnen (50,7%) wurden auf der linken Seite operiert und 37 Patienten (49,3%) entsprechend auf der rechten Kniegelenksseite (siehe Tab. 4.1).

<i>Art der Arthrose</i>		<i>Operationsseite</i>		<i>Gesamt</i>
		<i>rechts</i>	<i>links</i>	
Posttraumatisch	Männlich	20	21	41
	Weiblich	23	15	38
	Total	43	36	79
Primär	Männlich	16	23	39
	Weiblich	21	15	36
	Total	37	38	75

Tab. 4.1: Anzahl, Geschlecht und Operationsseite der eingeschlossenen Patienten

4.1.2 Nachuntersuchungszeitraum

Der durchschnittliche Nachuntersuchungszeitraum betrug in der Patientengruppe mit posttraumatischer Gonarthrose 68,6 Monate (SD \pm 36,8 Monate [13-144 Monate]). Für die Patienten mit primärer Gonarthrose betrug der mittlere Nachuntersuchungszeitraum 72,9 Monate (SD \pm 29,9 Monate [18-132 Monate]). Der Unterschied ist statistisch nicht signifikant ($p=0,42$).

4.1.3 Alter zum Zeitpunkt der Prothesenimplantation

Zum Zeitpunkt der Prothesenimplantation betrug das Durchschnittsalter der Patienten in der Gruppe der posttraumatischen Gonarthrosen 58,8 Jahre (SD \pm 11,3 Jahre [36-82 Jahre]). Dabei war bei 32 Patienten (41%) ein Lebensalter von unter 55 Jahren zu verzeichnen.

In der Gruppe der Patienten mit primärer Gonarthrose lag das Durchschnittsalter zum Zeitpunkt der Prothesenimplantation bei 65,1 Jahren (SD \pm 7,2 Jahre [44-78 Jahre]). Für den Altersunterschied bei Prothesenimplantation konnte ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen mit $p < 0,001$ nachgewiesen werden. Abb. 4.10 zeigt die Verteilung des Prothesenimplantationsalters in beiden Patientengruppen.

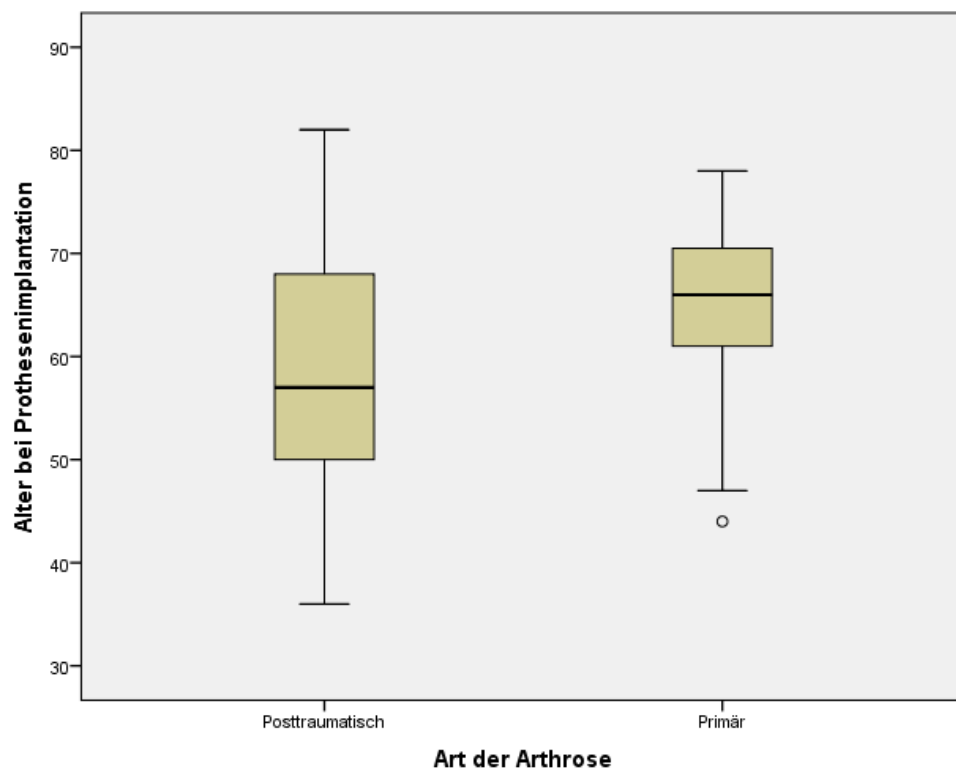


Abb. 4.10: Alter bei Prothesenimplantation

4.1.4 Körpergewicht und Body-Mass-Index

Das mittlere Körpergewicht der Patienten zum Zeitpunkt der Operation betrug in der Gruppe der Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose 86,5 kg (SD \pm 19,7 kg [55-144 kg]). Bei den Patienten mit primärer Gonarthrose betrug das durchschnittliche Körpergewicht 92,6 kg (SD \pm 20,8 kg [52-147 kg]). Dieser Unterschied ist nicht signifikant ($p=0,062$).

Der durchschnittliche Body-Mass-Index zum Zeitpunkt der Prothesenimplantation zeigte sich in der Patientengruppe mit posttraumatischer Gonarthrose mit 29,3 kg/m² (SD \pm 5,3 kg/m² [20,2-47,85 kg/m²]) niedriger als bei den Patienten mit primärer Gonarthrose mit 31,8 kg/m² (SD \pm 6,75 kg/m² [21,56-57,42 kg/m²]). Dieser Unterschied ist mit $p=0,01$ als statistisch signifikant zu bewerten. Nachfolgendes Boxplot-Diagramm (siehe. Abb. 4.11) gibt einen Überblick über die Verteilung des Body-Mass-Index in beiden Patientengruppen.

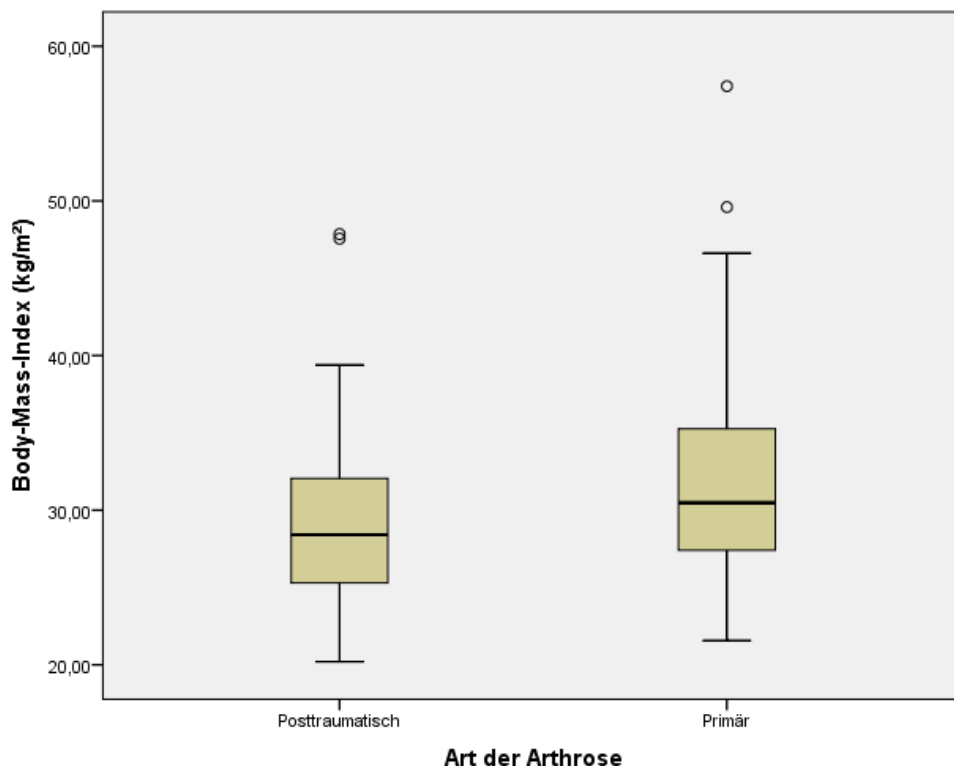


Abb. 4.11: Body-Mass-Index bei Prothesenimplantation

Die Tabellen 4.2 und 4.3 zeigen die Anzahl und die prozentuale Verteilung der Patienten entsprechend des Body-Mass-Index‘ zum Zeitpunkt der Prothesenimplantation. 77,2% der

Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose waren präadipös oder adipös, in der Gruppe der Patienten mit primärer Gonarthrose waren dies 88%.

Posttraumatische Gonarthrose		
Body-Mass-Index (kg/m²)	Anzahl	%
< 18,5	0	0
18,5 bis < 25	18	22,8
25 bis < 30	33	41,8
30 bis < 35	17	21,5
35 bis < 40	9	11,4
≥ 40	2	2,5
Total	79	100

Tab. 4.2: Verteilung des Body-Mass-Index bei den Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose

Primäre Gonarthrose		
Body-Mass-Index (kg/m²)	Anzahl	%
< 18,5	0	0
18,5 bis < 25	9	12
25 bis < 30	27	36
30 bis < 35	19	25,3
35 bis < 40	10	13,3
≥ 40	10	13,3
Total	75	100

Tab. 4.3: Verteilung des Body-Mass-Index bei den Patienten mit primärer Gonarthrose

4.2 Präoperative Aspekte der Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose

4.2.1 Ätiologische Zuordnung der posttraumatischen Gonarthrose

Ätiologisch lagen der posttraumatischen Gonarthrose in 49 Fällen eine Fraktur im Sinne einer proximalen Tibia-, einer distalen Femur- oder einer Patellafraktur zugrunde oder aber eine Kombination aus mehreren der genannten Frakturen. In 26 Fällen war für die Arthroseentstehung ein Kniebinnenschaden im Sinne einer ACL-Ruptur, PCL-Ruptur, Seitenbandläsion, Meniskusläsion oder eines Knorpelschadens ursächlich. In vier Fällen handelte es sich um Kombinationsverletzungen.

Tabelle 4.4 gibt eine Übersicht über die verschiedenen ätiologischen Zuordnungen der posttraumatischen Gonarthrosen.

<i>Ätiologie</i>	<i>Anzahl</i>	<i>%</i>
Ligamentäre Läsion/Kniebinnenschaden	26	32,9
Fraktur	49	62
Kombinationsverletzung	4	5,1
Total	79	100

Tab. 4.4: Ätiologische Zuordnung der posttraumatischen Gonarthrosen

4.2.2 Zeitspanne zwischen dem Trauma und der Prothesenimplantation

Im Durchschnitt vergingen zwischen dem berichteten Trauma und der Knieprothesen-Implantation 19,6 Jahre (SD \pm 15,5 Jahre [0-53 Jahre]). Der Berechnung der Zeitspanne lagen dabei ausschließlich die jeweiligen Jahresangaben des Unfalljahres und des Operationsjahres zugrunde. Die Angabe der Zeitspanne erfolgte in vollen Jahren.

Zur besseren Veranschaulichung wurden die einzelnen Zeitspannen in vier Gruppen unterteilt von 0-10 Jahre, 11-20 Jahre, 21-30 Jahre und >30 Jahre zwischen dem initialen Trauma und der Prothesenimplantation. In der Abbildung 4.12 ist das resultierende Ergebnis grafisch wiedergegeben. Dabei zeigt sich eine zweigipflige Verteilung der Prothesenimplantationen mit Maxima in den ersten zehn Jahren (39,2%) sowie nach mehr als 30 Jahren (26,6%) nach dem

initialen Unfall. Das bedeutet, dass zwei Drittel der Implantationen frühzeitig nach dem ursächlichen Trauma oder aber mit großer zeitlicher Verzögerung zu eben jenem durchgeführt wurden.

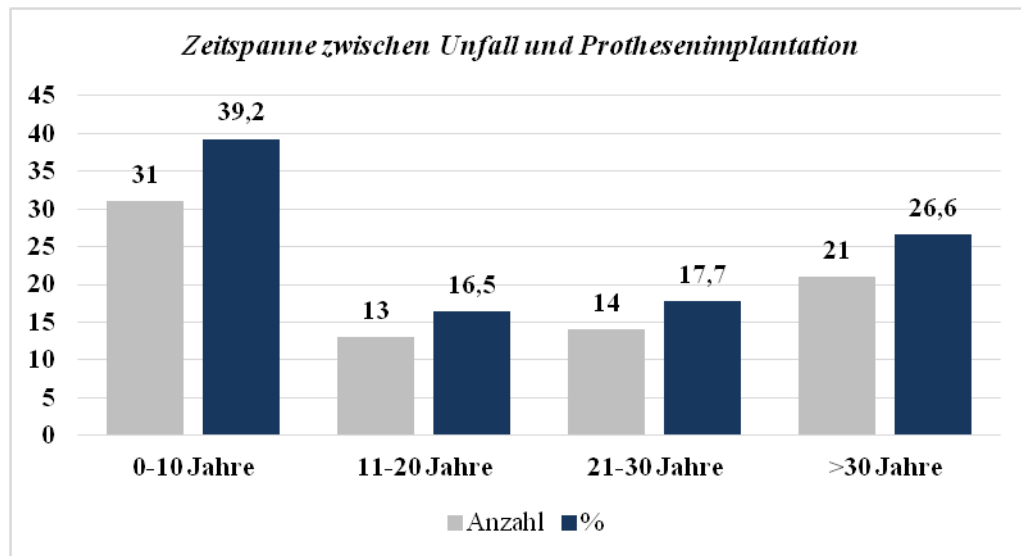


Abb. 4.12: Zeitspanne zwischen Unfall und Prothesenimplantation

Abbildung 4.13 schlüsselt die absolute Patientenzahl in den einzelnen Zeitspannen nach der ätiologischen Zuordnung der posttraumatischen Gonarthrose auf. Dabei ist zu erkennen, dass 24 Patienten (49%), die aufgrund einer Fraktur eine posttraumatische Gonarthrose entwickelten, innerhalb der ersten zehn Jahre nach dem Trauma eine Knieprothese benötigten.

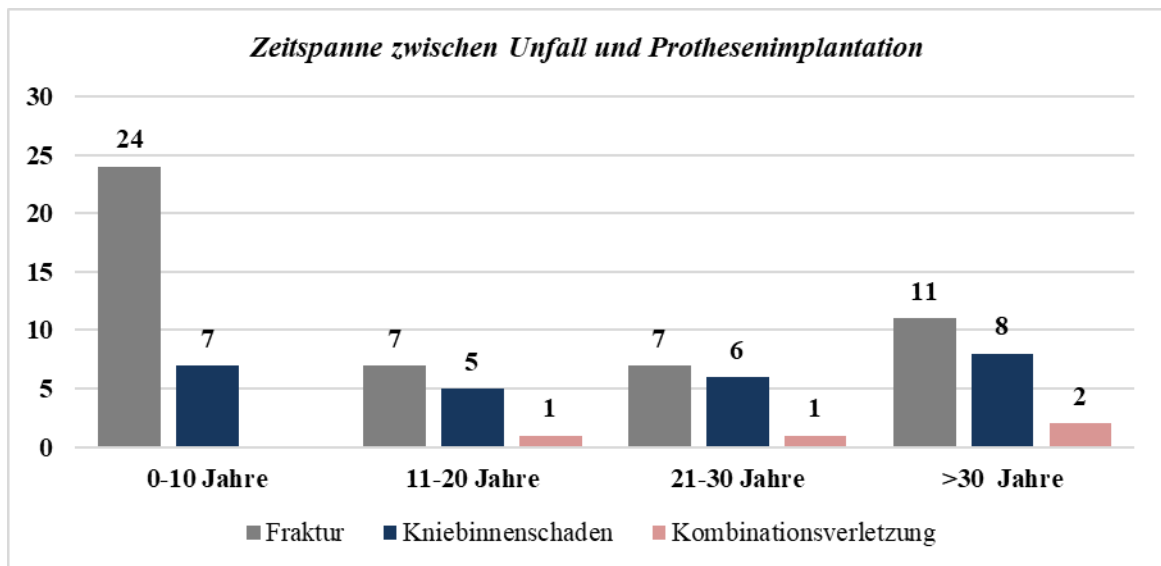


Abb. 4.13: Aufschlüsselung der Patientenzahl nach der Ätiologie der posttraumatischen Gonarthrose

4.2.3 Voroperationen der Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose

71 (89,9%) der 79 Patienten wurden im Verlauf zwischen dem initialen Trauma und der Knieprothesenimplantation mindestens einmal voroperiert.

Bei zwei Patienten wurde ein Fixateur externe zur Behandlung des Traumas eingesetzt, wodurch keine weitere Operation im Verlauf notwendig wurde. Zwei Patienten konnten keine konkreten Angaben machen, inwieweit das initiale Trauma behandelt worden ist und weitere vier Patienten verneinten einen operativen Eingriff. Häufigkeit und prozentuale Verteilung sind in Tabelle 4.5 dargestellt.

Initiale Behandlung	Anzahl	%
Operation	71	89,9
Fixateur externe	2	2,5
Konservativ	4	5,1
Keine Angabe	2	2,5
Total	79	100

Tab. 4.5: Häufigkeit und prozentuale Verteilung der initialen Traumabehandlung

4.3 Knee Society Score (KSS) der Patientengruppen

4.3.1 Knee Society Score (KSS) präoperativ

Für die Berechnung des Knee Scores präoperativ konnten bei 67 Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose alle notwendigen Daten aus den Untersuchungs- und Anamnesebögen erhoben werden. Bei zwölf Patienten war die retrospektive Erfassung des Knee Scores aufgrund fehlender Angaben nicht möglich. Von den 67 Patienten hatten 35 ein präoperatives Röntgenbild der Ganzbeinachse im System hinterlegt. Für die restlichen 32 Patienten wurde zur Berechnung des Knee Scores ein durchschnittlicher femoraler Valguswinkel von $5,4^\circ$ (siehe MATERIAL UND METHODEN 3.5) angenommen.

Der Knee Score präoperativ bei den Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose betrug im Durchschnitt 46,6 Punkte (SD \pm 18 Punkte [6-79 Punkte]).

In der Gruppe der Patienten mit einer primären Gonarthrose konnten bei 59 Patienten die entsprechenden Angaben zur Berechnung des präoperativen Knee Scores erhoben werden. Bei 16 Patienten war eine Erhebung nicht möglich. Von den 59 Patienten hatten 40 ein Röntgenbild der Ganzbeinachse im System hinterlegt. Für 19 Patienten wurde ein durchschnittlicher femoraler Valguswinkel von $1,1^\circ$ angenommen (siehe MATERIAL UND METHODEN 3.5).

Der Knee Score präoperativ bei den Patienten mit primärer Gonarthrose betrug im Durchschnitt 53,7 Punkte (SD \pm 13,1 Punkte [25-80 Punkte]).

Der Unterschied zwischen den beiden Gruppen für die Variable Knee Score präoperativ ist statistisch signifikant mit $p=0,013$. Nachfolgend ist die Verteilung für die beiden Patientengruppen grafisch dargestellt (siehe Abb. 4.14).

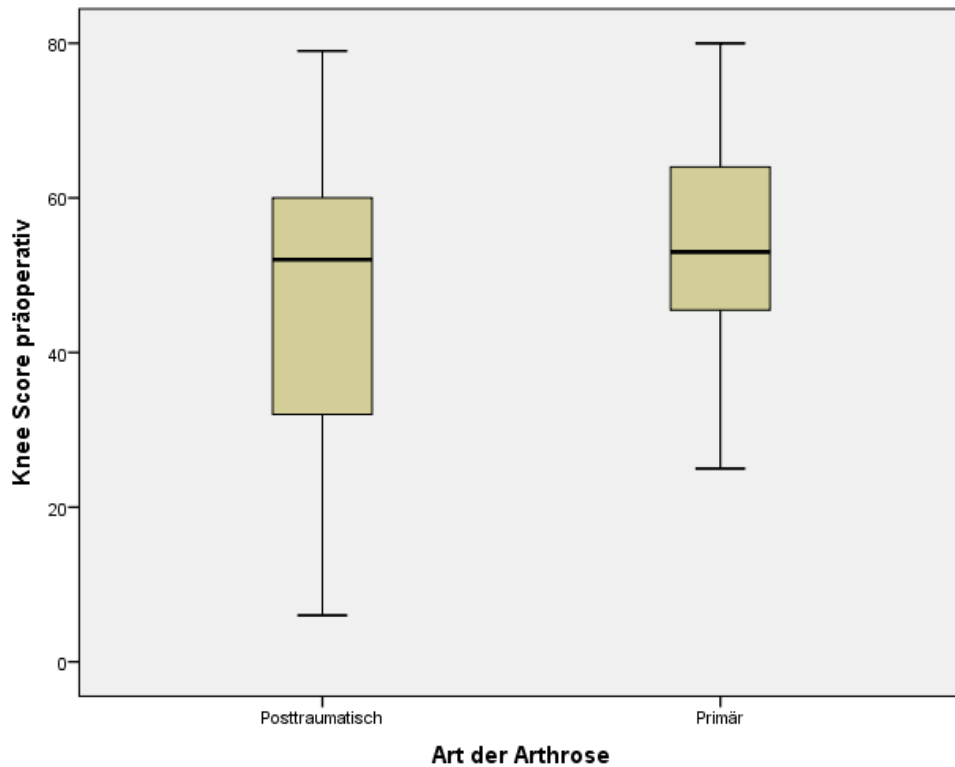


Abb. 4.14: Knee Score präoperativ

Für die Ermittlung des Function Scores präoperativ konnten bei 61 Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose die entsprechenden Angaben aus den Untersuchungs- und Anamnesebögen identifiziert werden. Für 18 Patienten war die Erhebung aufgrund fehlender Angaben nicht möglich.

Der Function Score präoperativ bei den Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose betrug im Durchschnitt 45,25 Punkte (SD \pm 19,7 Punkte [0-90 Punkte]).

Für die Ermittlung des präoperativen Function Scores bei den Patienten mit primärer Gonarthrose konnten bei 59 Patienten die entsprechenden Angaben aus den Untersuchungs- und Anamnesebögen identifiziert werden. Bei 16 Patienten war die Erhebung aufgrund fehlender Angaben nicht möglich.

Der Function Score präoperativ bei den Patienten mit primärer Gonarthrose betrug im Durchschnitt 51,1 Punkte (SD \pm 13,4 Punkte [25-90 Punkte]).

Der Unterschied in den durchschnittlichen präoperativen Function Scores zeigt keine Signifikanz ($p=0,059$).

Nachfolgend ist die Verteilung für beide Patientengruppen grafisch dargestellt (siehe Abb. 4.14).

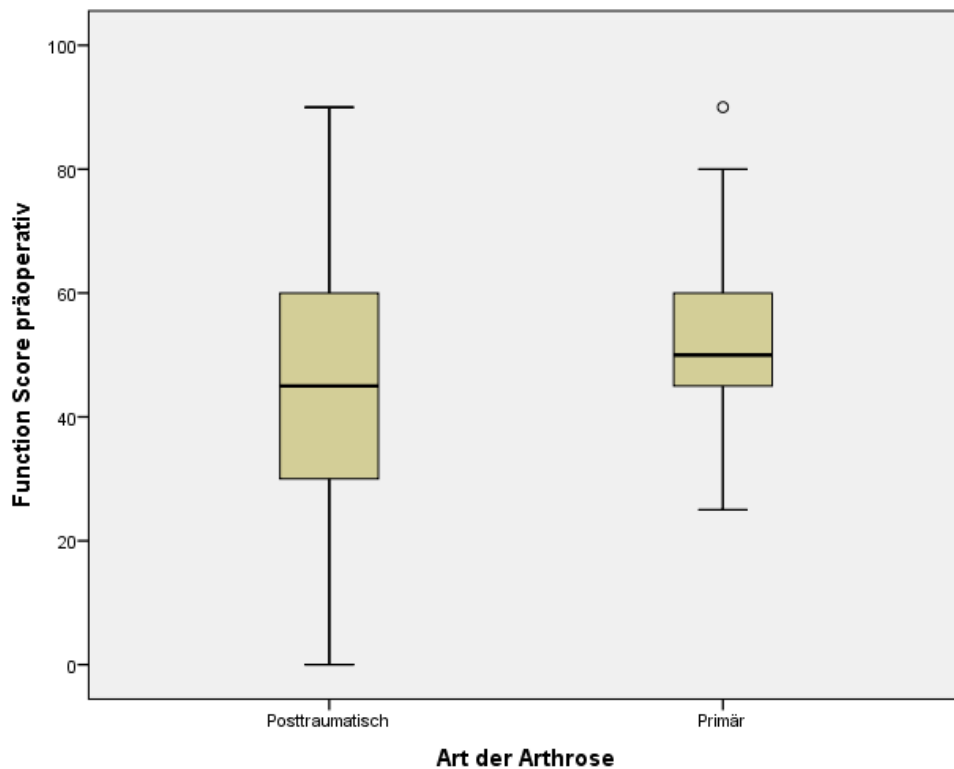


Abb. 4.15: Function Score präoperativ

4.3.2 Knee Society Score (KSS) zum Nachuntersuchungszeitpunkt

Der Knee Score zum Nachuntersuchungszeitpunkt konnte bei 64 Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose erhoben werden. Neun Patienten mit einer Revision wurden nicht berücksichtigt sowie weitere sechs Patienten, bei denen aufgrund fehlender Angaben der Knee Score zum Nachuntersuchungszeitpunkt nicht erhoben werden konnte. Dabei wurde bei 24 der 64 Patienten der durchschnittliche femorale Valguswinkel von $6,4^\circ$ für die Berechnung des Knee Scores zum Nachuntersuchungszeitraum verwendet (siehe MATERIAL UND METHODEN 3.5).

Der mittlere Wert des Knee Scores zum Nachuntersuchungszeitpunkt betrug für die Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose 82,1 Punkte (SD $\pm 17,4$ Punkte [28-98 Punkte]).

Dabei konnte für 65,6% der Patienten ein exzellenter Score (>80 Punkte) erhoben werden.

Demgegenüber konnte für 71 Patienten mit primärer Gonarthrose der Knee Score zum Nachuntersuchungszeitpunkt erhoben werden. Bei 27 der 71 Patienten wurde der Knee Score mit Hilfe des durchschnittlichen femoralen Valguswinkel von 5,8° berechnet (siehe MATERIAL UND METHODEN 3.5). Vier Patienten wurden aufgrund einer Revision von der Berechnung des Knee Scores ausgeschlossen.

Der durchschnittliche Wert des Knee Scores zum Nachuntersuchungszeitpunkt bei den Patienten mit primärer Gonarthrose betrug 87,1 Punkte (SD ± 15,7 Punkte [31-98 Punkte]).

Dieser Unterschied zwischen den Patientengruppen ist mit $p = 0,026$ als signifikant zu bewerten.

Nachfolgend schlüsseln die Tabellen 4.6 und 4.7 die Verteilung der abstuften Bewertung des Knee Scores zum Nachuntersuchungszeitpunkt für beide Patientengruppen auf.

Posttraumatische Gonarthrose			
Knee Score zum Nachuntersuchungszeitpunkt			
		<i>Anzahl</i>	<i>%</i>
Exzellent	(80-100)	42	65,6
Gut	(70-79)	10	15,6
Mäßig	(60-69)	6	9,4
Schlecht	(<60)	6	9,4
Total		64	100

Tab. 4.6: Knee Score zum Nachuntersuchungszeitpunkt für die Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose

Primäre Gonarthrose			
Knee Score zum Nachuntersuchungszeitpunkt			
		<i>Anzahl</i>	<i>%</i>
Exzellent	(80-100)	59	83,1
Gut	(70-79)	0	0
Mäßig	(60-69)	3	4,2
Schlecht	(<60)	9	12,7
Total		71	100

Tab. 4.7: Knee Score zum Nachuntersuchungszeitraum für die Patienten mit primärer Gonarthrose

Abbildung 4.16 zeigt wiederum die grafische Verteilung des Knee Scores zum Nachuntersuchungszeitpunkt zwischen den beiden Patientengruppen in einem Boxplot-Diagramm.

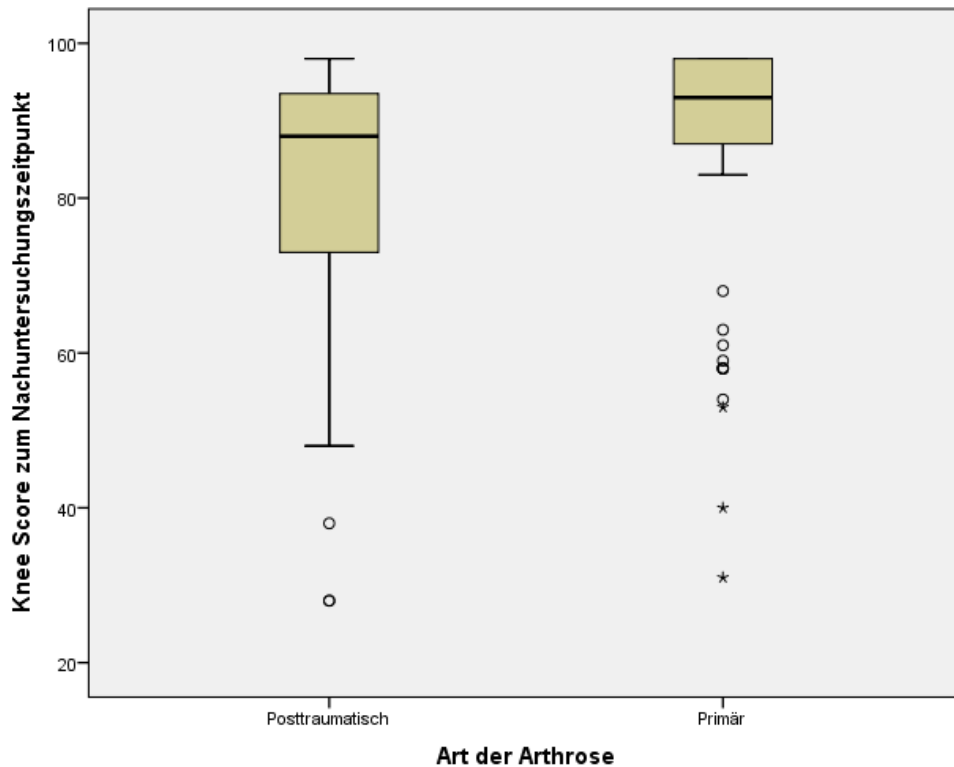


Abb. 4.16: Knee Score zum Nachuntersuchungszeitpunkt

In der Gruppe der Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose konnte zudem für 64 Patienten der Function Score zum Nachuntersuchungszeitpunkt berechnet werden. Neun Patienten mit einer Revision entfielen aus der Betrachtung, für sechs weitere waren die notwendigen Angaben nicht zu erheben.

Der durchschnittliche Function Score zum Nachuntersuchungszeitpunkt betrug 76,8 Punkte (SD \pm 22 Punkte [0-100 Punkte]).

In der Patientengruppe mit primärer Gonarthrose konnte für 71 Patienten der Function Score zum Nachuntersuchungszeitpunkt erhoben werden. Ausgeschlossen wurden lediglich die vier Patienten mit einer Revisionsoperation.

Der durchschnittliche Function Score zum Nachuntersuchungszeitpunkt betrug 81,8 Punkte (SD \pm 23,5 Punkte [0-100 Punkte]).

Der Unterschied für beide Patientengruppen ist mit $p = 0,072$ als nicht signifikant zu bewerten.

Nachfolgend sind für beide Patientengruppen die abstufenden Bewertungen tabellarisch (siehe Tab. 4.8 und Tab. 4.9) wiedergeben sowie die Verteilung im Boxplot-Diagramm (siehe Abb. 4.17) grafisch dargestellt.

Posttraumatische Gonarthrose Function Score zum Nachuntersuchungszeitpunkt			
		<i>Anzahl</i>	<i>%</i>
Exzellent	(80-100)	36	56,2
Gut	(70-79)	13	20,3
Mäßig	(60-69)	4	6,3
Schlecht	(<60)	11	17,2
Total		64	100

Tab. 4.8: Function Score zum Nachuntersuchungszeitpunkt für die Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose

Primäre Gonarthrose Function Score zum Nachuntersuchungszeitpunkt			
		<i>Anzahl</i>	<i>%</i>
Exzellent	(80-100)	53	74,7
Gut	(70-79)	1	1,4
Mäßig	(60-69)	2	2,8
Schlecht	(<60)	15	21,1
Total		71	100

Tab. 4.9: Function Score zum Nachuntersuchungszeitpunkt für die Patienten mit primärer Gonarthrose

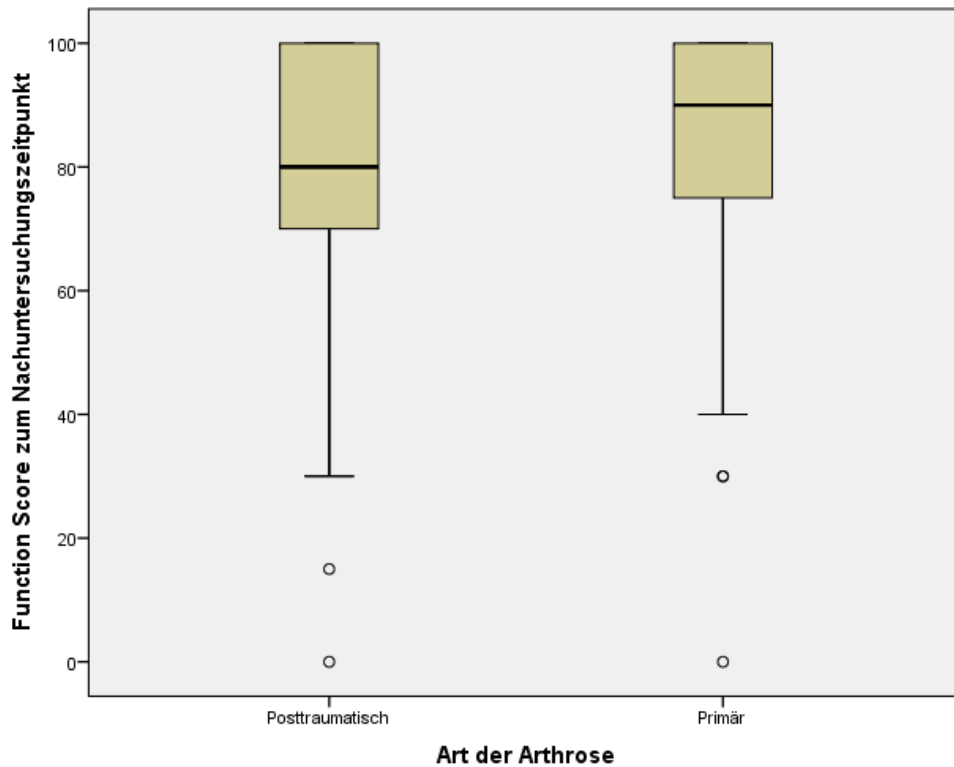


Abb. 4.17: Function Score zum Nachuntersuchungszeitpunkt

4.4 Operative Aspekte der Patientengruppen

4.4.1 Operationsdauer

Die Operationsdauer wurde definiert als die Zeit von Beginn des Hautschnittes bis zur Beendigung der Hautnaht. Die durchschnittliche Operationsdauer für die Implantation der Knieprothese betrug bei den Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose ($n = 78$) 105,6 Minuten ($SD \pm 36,9$ Minuten [59-206 Minuten]). In der Gruppe der Patienten mit primärer Gonarthrose ($n = 73$) betrug die durchschnittliche Operationsdauer 86,3 Minuten ($SD \pm 19$ Minuten [50-130 Minuten]).

Die Operationsdauer ist somit bei den Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose signifikant länger mit einem p-Wert von $p < 0,001$. Abbildung 4.18 zeigt die grafische Verteilung der Operationsdauer für die beiden Patientengruppen.

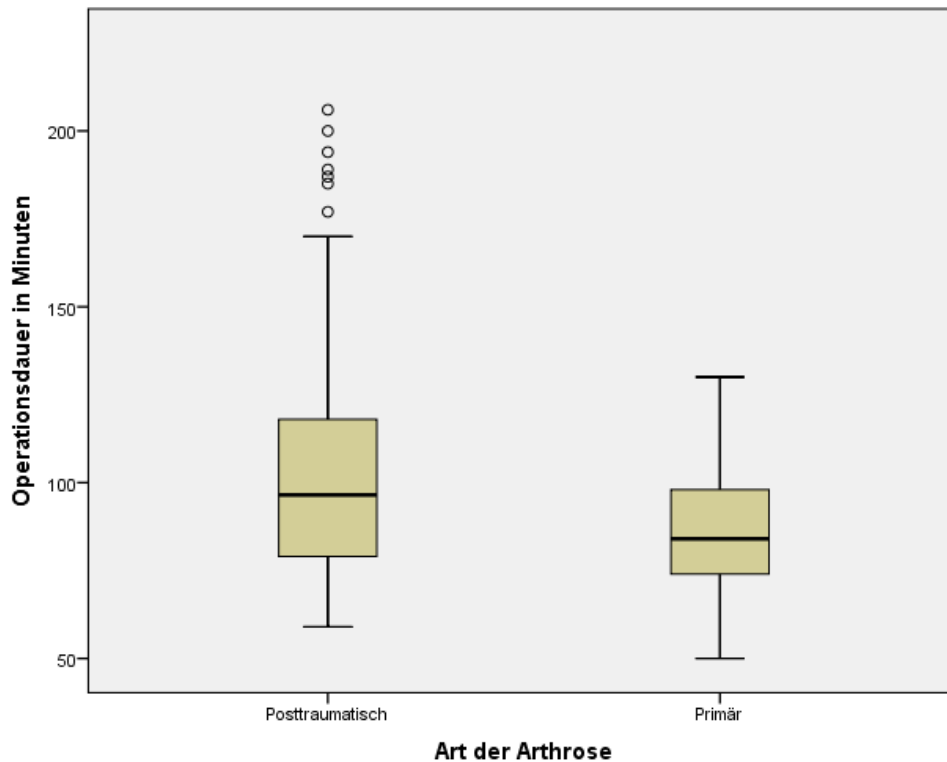


Abb. 4.18: Verteilung der Operationsdauer für beide Arten der Gonarthrose

4.4.2 Operativer Zugangsweg zum Gelenk

Nachfolgend sind in den Tabellen 4.10 und 4.11 die jeweils genutzten operativen Zugangswege zum Kniegelenk für beide Patientengruppen aufgelistet. Am häufigsten wurde dabei der medial parapatellare Zugang mit jeweils 51-mal in beiden Patientengruppen verwendet.

Posttraumatische Gonarthrose		
Zugangsweg zum Gelenk	Anzahl	%
Medial parapatellar	51	64,5
Subvastuszugang	18	22,8
Midvastuszugang	2	2,5
Lateral parapatellar	4	5,1
Medial und lateral parapatellar	1	1,3
Keine Angaben	3	3,8
Total	79	100

Tab. 4.10: Operative Zugangswege bei den Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose

<i>Primäre Gonarthrose</i>		
<i>Zugangsweg zum Gelenk</i>	<i>Anzahl</i>	<i>%</i>
Medial parapatellar	51	68
Subvastuszugang	12	16
Midvastuszugang	7	9,3
Lateral parapatellar	1	1,4
Keine Angaben	4	5,3
Total	75	100

Tab. 4.11: Operative Zugangswege bei den Patienten mit primärer Gonarthrose

4.4.3 Implantierte Prothesenmodelle

Alle Patienten in beiden Patientengruppen wurden mit einer vollzementierten Knie totalendoprothese versorgt.

Dabei wurden bei den Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose acht verschiedene Modelle mit unterschiedlichen Kopplungsgraden implantiert. Es handelt sich hierbei um folgende Prothesenmodelle:

e.motion®, Aesculap AG, B. Braun Melsungen AG, Hessen, Deutschland

Innex®, ZIMMER, Warsaw, IN, USA

NexGen® LPS-Flex Mobile, ZIMMER, Warsaw, In, USA

TC-PLUS™, Smith & Nephew plc, London, UK

RT-PLUS™ Solution, Smith & Nephew plc, London, UK

P.F.C. Sigma®, DePuySynthes, Warsaw, IN, USA

P.F.C. Sigma® TC3™, DePuySynthes, Warsaw, IN, USA

ATTUNE®, DePuySynthes, Warsaw, IN, USA

Tabelle 4.12 listet alle implantierten Endoprothesen und deren Häufigkeit auf.

<i>Hersteller</i>	<i>Prothesenmodell</i>	<i>Design</i>	<i>Anzahl</i>
Aesculap	e.motion®	CR	3
	e.motion®	PS	4
Zimmer	Innex®	CR	1
	NexGen®	PS	2
Smith & Nephew	TC-Plus™	CR	2
	RT-Plus™ Solution	Rotationsscharnier	9
DePuySynthes	P.F.C.® Sigma®	CR	17
	P.F.C.® Sigma®	PS	23
	Sigma® TC3™	VVC	14
	ATTUNE®	CR	3
	ATTUNE®	PS	1

Tab. 4.12: *Verwendete Prothesenmodelle bei den Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose (CR – cruciate-retaining, PS – posterior-stabilized, VVC – Varus-Valgus-constrained)*

Bei den Patienten mit primärer Arthrose wurden insgesamt sechs verschiedene Prothesenmodelle implantiert. Auch hier zeigten sich verschiedene Kopplungsgrade. Es handelte sich um folgende Prothesenmodelle:

e.motion®, Aesculap AG, B. Braun Melsungen AG, Hessen, Deutschland

NexGen®, ZIMMER, Warsaw, In, USA

Genesis™ II Oxinium, Smith & Nephew plc, London, UK

TC-PLUS™, Smith & Nephew plc, London, UK

P.F.C. Sigma®, DePuySynthes, Warsaw, IN, USA

ATTUNE®, DePuySynthes, Warsaw, IN, USA

Tabelle 4.13 listet die Prothesenmodelle und deren Häufigkeit auf.

<i>Hersteller</i>	<i>Prothesenmodell</i>	<i>Design</i>	<i>Anzahl</i>
Aesculap	e.motion®	CR	4
	e.motion®	PS	12
Zimmer	NexGen®	PS	8
Smith & Nephew	TC-Plus™	CR	1
	GENESIS™ II	CR	1
DePuySynthes	P.F.C.® Sigma®	CR	23
	P.F.C.® Sigma®	PS	17
	ATTUNE®	CR	7
	ATTUNE®	PS	2

Tab. 4.13: *Verwendete Prothesenmodelle bei den Patienten mit primärer Arthrose (CR – cruciate-retaining, PS – posterior-stabilized)*

4.5 Überlebensanalyse

4.5.1 Überlebensanalyse der Prothesen nach posttraumatischer Gonarthrose

Von den 79 Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose musste bei neun Studienteilnehmern (11,4%) die implantierte Prothese seit der Erstimplantation zwischenzeitlich revidiert werden. 88,6% der Patienten blieben im Nachuntersuchungszeitraum revisionsfrei. Dies entspricht einem revisionsfreiem Überlebensschätzwert von 88,2% nach 144 Monaten in der Kaplan-Meier-Schätzung (95% CI; 0,81-0,95). Abbildung 4.19 zeigt die Überlebensfunktion mittels Kaplan-Meier-Schätzung.

Hauptindikation für die Revisionseingriffe waren periprothetische Infektionen in sechs Fällen (7,6%). Dies entspricht einem Infektionsfreien Überleben in der Kaplan-Meier-Analyse von 92% nach 144 Monaten (95% CI; 0,86-0,98). Abbildung 4.20 zeigt die Überlebensfunktion für das Infektionsfreie Überleben.

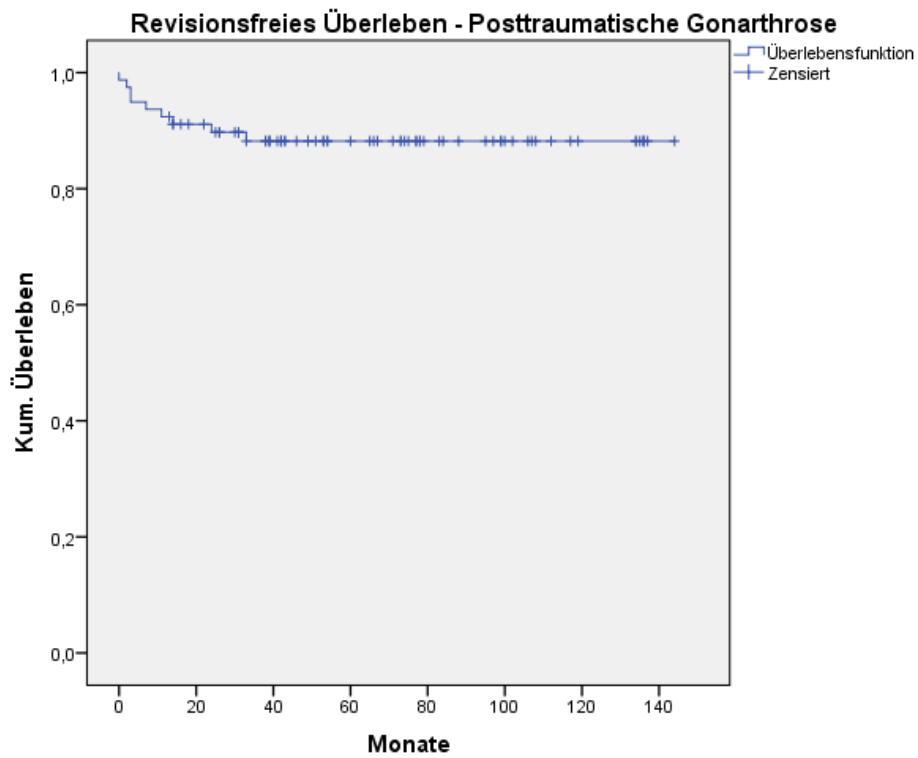


Abb. 4.19: Revisionsfreies Überleben der Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose

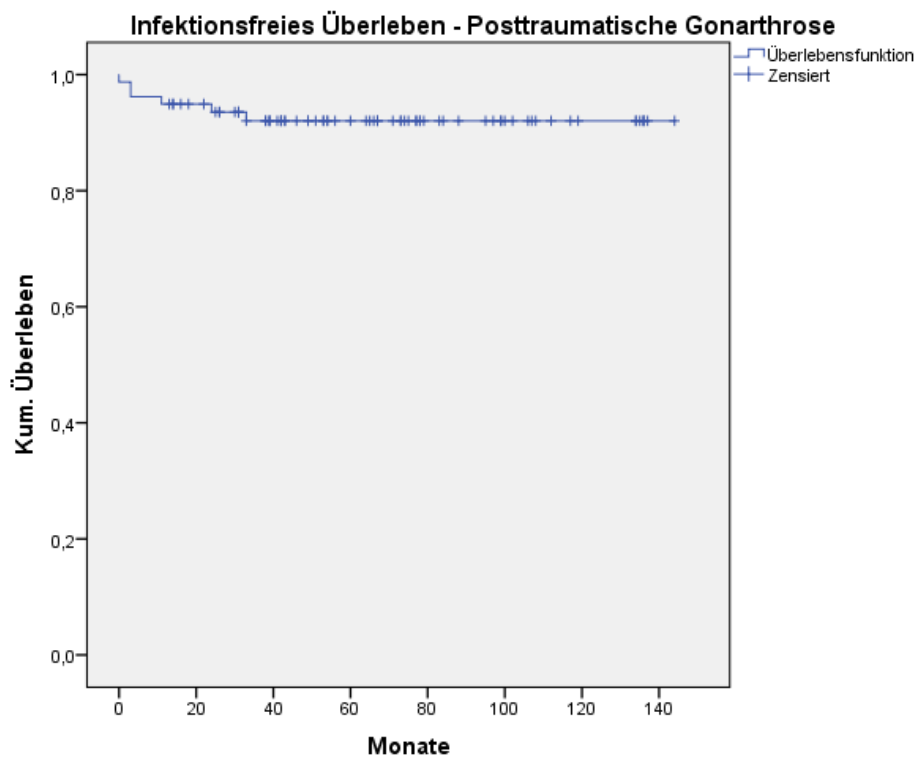


Abb. 4.20: Infektionsfreies Überleben der Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose

Nachfolgend listet die Tabelle 4.14 alle neun Revisionsfälle im Detail auf.

Geschlecht	Unfalljahr	Diagnose	Voroperation	Zeitspanne (Trauma-OP)	Operationsdatum	Revisionsdatum	Indikation	Standzeit (Monate)	Prozedere
m	2000	Tibiakopffraktur Patellafraktur	ja	4 Jahre	03.12.2004	23.11.2005	Low-grade Infekt	11	Knie-TEP Ausbau temporäre Arthrodese
m	1999	Knie distorsion	ja	6 Jahre	11.05.2005	04.03.2008	Low-grade Infekt	33	Knie-TEP Ausbau temporäre Arthrodese
w	1978	Meniskus ACL-Ruptur	ja	31 Jahre	08.09.2009	Dezember 2010	Streckdefizit Beuge defizit	14	Einzeitiger Knie-TEP Wechsel
m	1959	Distale Femurfraktur	ja	51 Jahre	03.02.2010	22.09.2010	Multidirektionale Instabilität	7	Einzeitiger Knie-TEP Wechsel
m	2001	Distale Femurfraktur	ja	9 Jahre	24.02.2010	27.05.2010	Osteomyelitis	3	Amputation distaler Oberschenkel
w	1996	Patellafraktur Sehnenaussniss	ja	14 Jahre	22.09.2010	08.12.2010	Limitierte Beweglichkeit	2	Inlaywechsel Arthrolyse
m	1996	Offene Knie luxation	ja	15 Jahre	09.02.2011	04.03.2013	Tiefe Infektion	24	Knie-TEP Ausbau temporäre Arthrodese
m	2009	Distale Femurfraktur	ja	2 Jahre	07.10.2011	01.02.2012	Tiefe Infektion	3	Knie-TEP Ausbau temporäre Arthrodese
w	1961	Tibiakopffraktur	nein	53 Jahre	07.01.2014	17.01.2014	Frühinfektion	0	Inlaywechsel

Tab. 4.14: Revisionsfälle in der Gruppe der Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose im Detail (m-männlich, w-weiblich)

4.5.2 Überlebensanalyse der Prothesen nach primäre Gonarthrose

In der Gruppe der Patienten mit primärer Gonarthrose mussten seit der Primärimplantation vier Prothesen (5,3%) revidiert werden. Entsprechend zeigte sich ein revisionsfreies Überleben bei 94,7% der Patienten im Nachuntersuchungszeitraum. Dies entspricht einem revisionsfreiem Überleben von 94,6% nach 132 Monaten in der Kaplan-Meier-Schätzung (95% CI; 0,89-0,99).

Abbildung 4.21 zeigt die Überlebensanalyse mittels Kaplan-Meier-Schätzung für die Patienten mit primärer Gonarthrose.

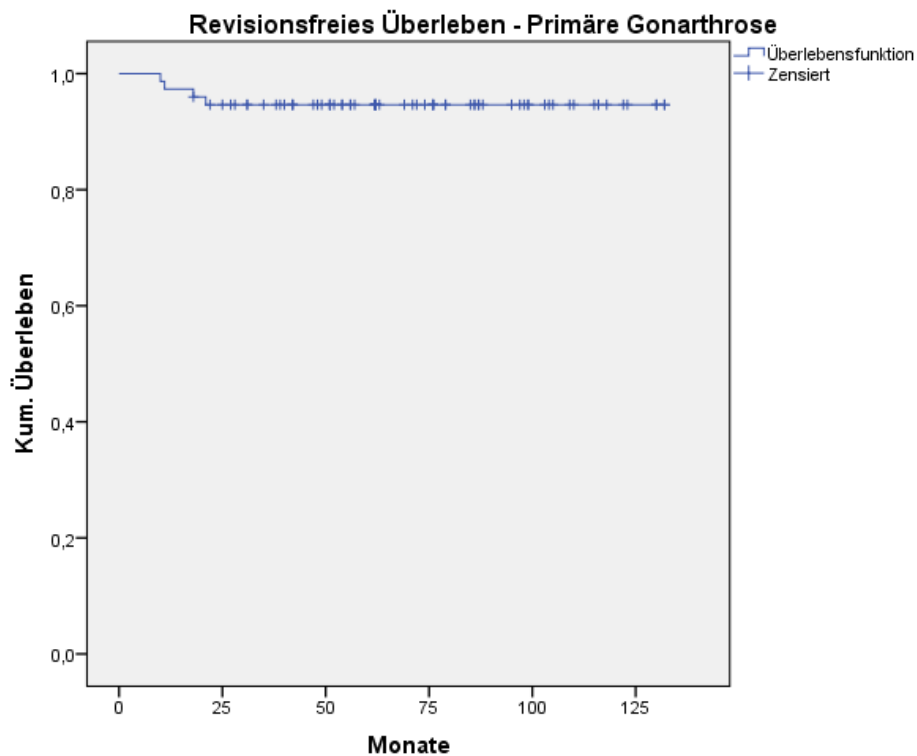


Abb. 4.21: Revisionsfreies Überleben der Patienten mit primärer Gonarthrose

Hauptgrund für die Revision waren Instabilität und eine aseptische Tibiateillockerung. Tabelle 4.15 listet die Revisionsfälle im Detail auf.

Geschlecht	Operationsdatum	Revisionsdatum	Indikation	Standzeit (Monate)	Prozedere
m	07.05.2007	11.04.2008	Aseptische Tibiateillockerung	11	Einzeitiger Wechsel Tibiakomponente
w	09.07.2008	26.01.2010	Instabilität	18	Einzeitiger Knie-TEP Wechsel
w	23.02.2009	11.01.2010	Instabilität	10	Einzeitiger Knie-TEP Wechsel
w	26.10.2009	24.08.2011	Instabilität	21	Einzeitiger Knie-TEP Wechsel

Tab. 4.15: Revisionsfälle in der Gruppe der Patienten mit primärer Gonarthrose im Detail (m-männlich, w-weiblich)

4.5.3 Überlebensanalyse der Prothesen nach posttraumatischer Gonarthrose in Abhängigkeit vom Prothesenimplantationsalter

Die Altersgrenze, die für die Betrachtung der Abhängigkeit der Überlebensfunktion vom Prothesenimplantationsalter gewählt wurde, betrug 55 Jahre und lag damit unterhalb des Durchschnittsalters (58,8 Jahre) sowie des Medians (57 Jahre) für die Variable "Alter bei Prothesenimplantation". Von den 79 Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose waren 32 Patienten (41%) jünger als 55 Jahre zum Zeitpunkt der Knie-TEP-Implantation.

Im Nachuntersuchungszeitraum kam es in dem älteren Patientenkollektiv zu zwei Revisionen, was einer Überlebensrate von 95,7% nach 137 Monaten in der Kaplan-Meier-Analyse entspricht (95% CI; 0,9-1,0).

Im jüngeren Patientenkollektiv kam es zu sieben Revisionen. Die Überlebensrate betrug 78,1%. Dies entspricht einem Überlebensschätzwert von 77,3% nach 144 Monaten (95% CI; 0,62-0,92) in der Kaplan-Meier-Analyse.

Tabelle 4.16 zeigt noch einmal eine Zusammenfassung der Fallverarbeitung für eben beschriebene Überlebensanalyse.

<i>Alter bei Prothesenimplantation jünger 55 Jahre</i>	<i>Gesamtzahl</i>	<i>Revision</i>	<i>Keine Revision</i>	
			<i>Anzahl</i>	<i>%</i>
Ja	32	7	25	78,1
Nein	47	2	45	95,7
Total	79	9	70	88,6

Tab. 4.16: Alter bei Prothesenimplantation jünger 55 Jahre

Das revisionsfreie Überleben der implantierten Prothesen zeigt einen signifikanten Unterschied im Log-Rank-Test mit $p=0,018$ zugunsten der Patienten, die das 55. Lebensjahr zum Zeitpunkt der Operation bereits überschritten hatten. In der Abbildung 4.22 sind beide Überlebensfunktionen vergleichend grafisch dargestellt.

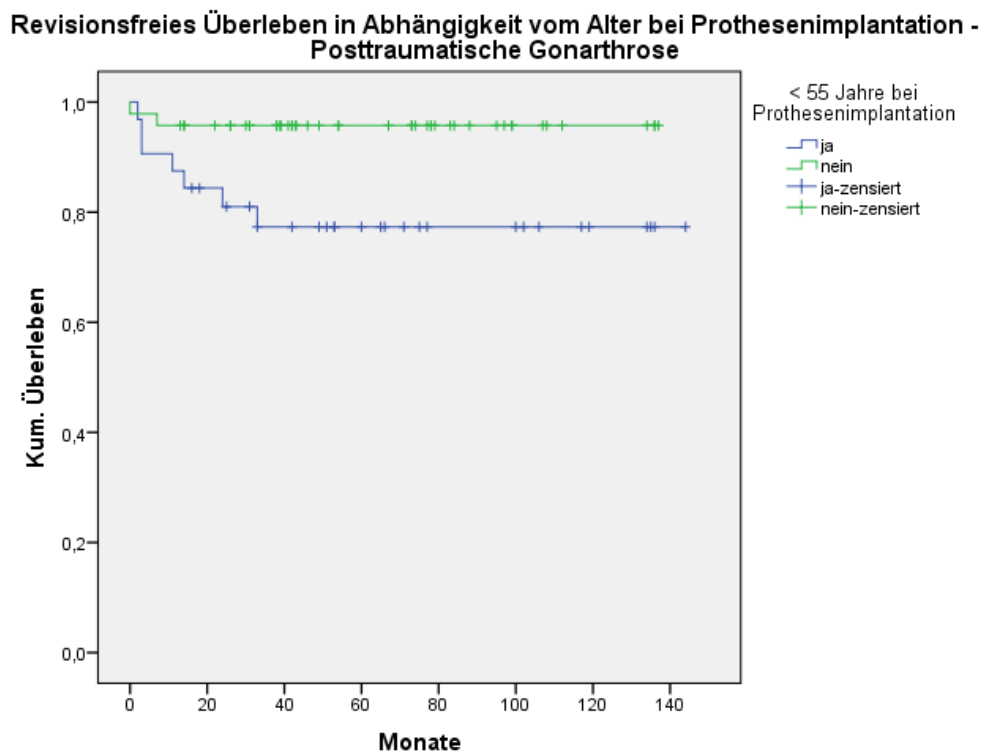


Abb. 4.22: Überlebensanalyse in Abhängigkeit vom Alter bei Prothesenimplantation

4.5.4 Vergleich der Überlebensanalysen nach posttraumatischer und primärer Gonarthrose

Wie bereits unter ERGEBNISSE 4.5.1 und 4.5.2 beschrieben betrug der revisionsfreie Überlebensschätzwert für die Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose 88,2% nach 144 Monaten (95% CI; 0,81-0,95). Entsprechend betrug der revisionsfreie Überlebensschätzwert der Patienten mit primärer Gonarthrose 94,6% nach 132 Monaten (95% CI; 0,89-0,99). Mittels Log-Rank-Test kann für diesen Unterschied zwischen den beiden Patientengruppen keine Signifikanz ($p=0,159$) nachgewiesen werden. In der Abbildung 4.23 sind beide Überlebensfunktionen vergleichend dargestellt.

Revisionsfreies Überleben - Vergleich zwischen posttraumatischer und primärer Gonarthrose

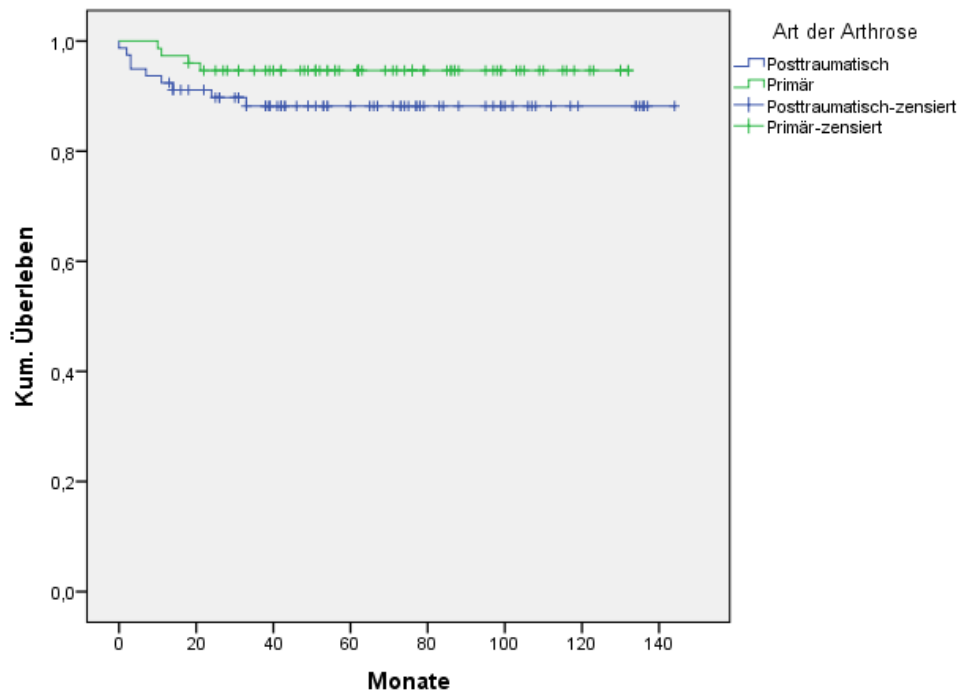


Abb. 4.23: Vergleich des revisionsfreien Überlebens der Patienten mit posttraumatischer und primärer Gonarthrose

4.5.5 Analyse der Folgeeingriffe nach posttraumatischer und primärer Gonarthrose

16,5% der Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose (n=13) berichteten im Verlauf nach der Primärimplantation der Knieprothese über eine weitere Intervention an dem betroffenen Kniegelenk im Sinne eines Folgeeingriffs. Tabelle 4.17 gibt die Häufigkeitsverteilung für das Ereignis Folgeeingriff wieder. Neben den neun Revisionen gehörten dazu zwei Kniegelenksarthroskopien, eine offene Narbenresektion sowie eine geschlossene Arthrolyse bei Verdacht auf Arthrofibrose. Dies entspricht einem Folgeeingriff-freiem Überleben von 82,7% nach 144 Monaten in der Kaplan-Meier-Analyse (95% CI;0,74-0,91). Die Überlebensfunktion ist in Abbildung 4.24 wiedergeben.

<i>Posttraumatische Gonarthrose</i>		
<i>Folgeeingriff</i>	<i>Anzahl</i>	<i>%</i>
Nein	66	83,5
Ja	13	16,5
Total	79	100

Tab. 4.17: Häufigkeitsverteilung der Folgeeingriffe bei posttraumatischer Gonarthrose

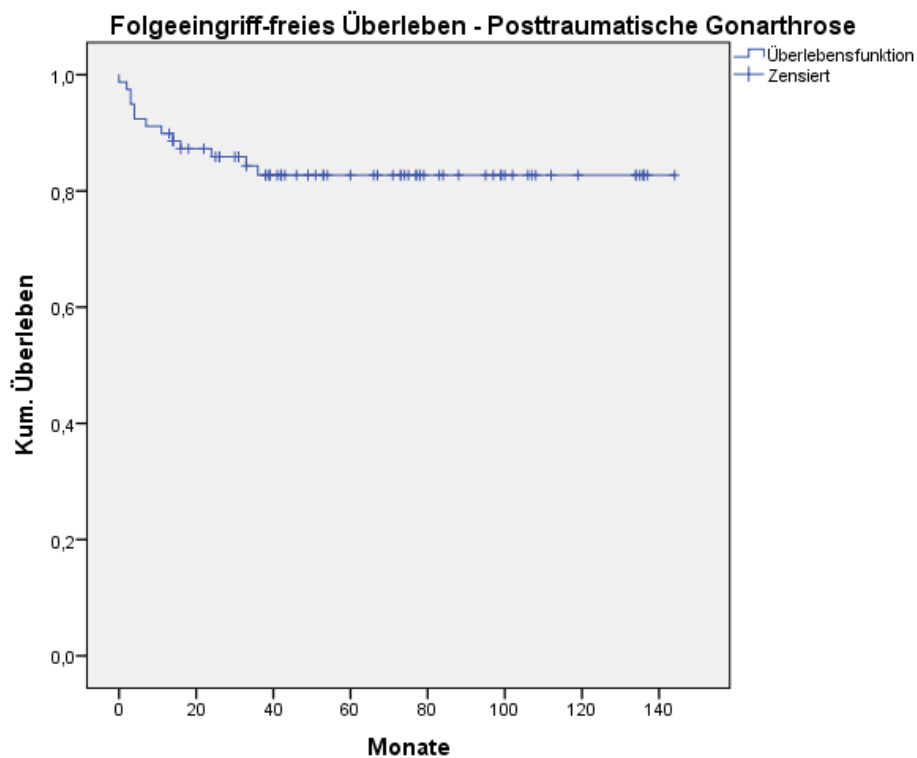


Abb. 4.24: Folgeeingriff-freies Überleben der Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose

Bei den Patienten mit primärer Gonarthrose berichteten sechs Patienten über eine weitere Intervention am betroffenen Kniegelenk innerhalb des Nachuntersuchungszeitraumes. Neben den bereits erwähnten vier Revisionen zählten hierzu eine Kniegelenkspunktion sowie eine diagnostische Arthroskopie. Dies entspricht einem Folgeeingriff-freiem Überleben von 88,4% nach 132 Monaten in der Kaplan-Meier-Analyse (95% CI;0,78-0,99). Nachfolgend ist für die Gruppe der Patienten mit primärer Gonarthrose für die Variable Folgeeingriff die Häufigkeitsverteilung aufgeführt (Tab. 4.18) sowie die Überlebensfunktion grafisch dargestellt (Abb. 4.25).

<i>Primäre Gonarthrose</i>		
<i>Folgeeingriff</i>	<i>Anzahl</i>	<i>%</i>
Nein	69	92
Ja	6	8
Total	75	100

Tab. 4.18: Häufigkeitsverteilung der Folgeeingriffe bei primärer Gonarthrose

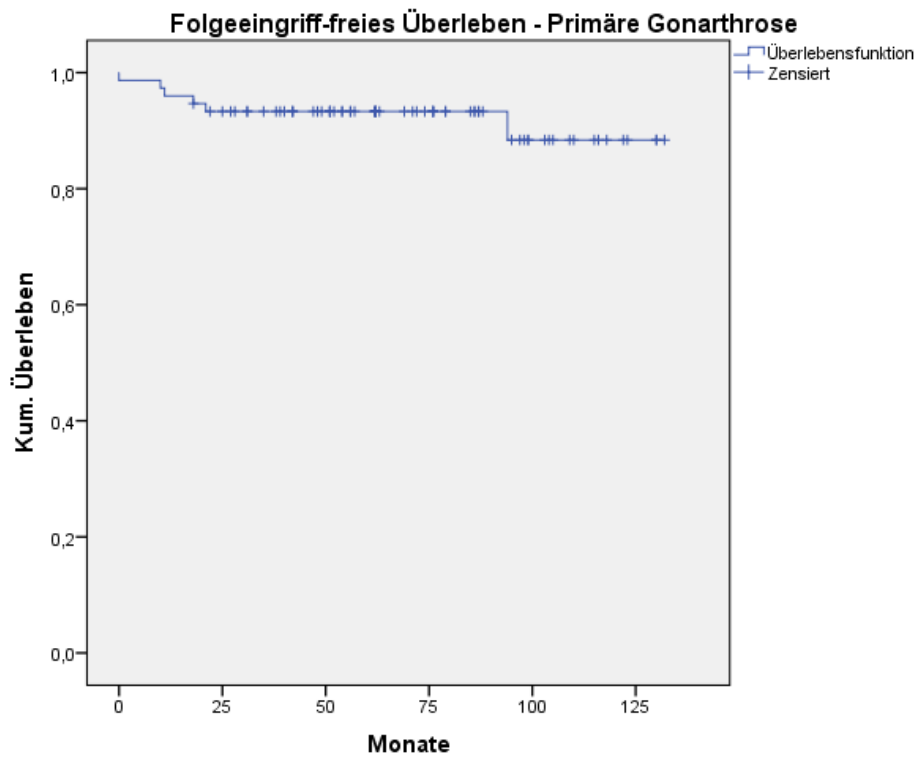


Abb. 4.25: Folgeeingriff-freies Überleben bei Patienten mit primärer Gonarthrose

Der Vergleich der Überlebensfunktionen für beide Patientengruppen zeigt mittels Log-Rank-Test keinen signifikanten Unterschied bei einem p-Wert von $p=0,096$. Nachfolgend ist in der Abbildung 4.26 die vergleichende grafische Darstellung der Folgeeingriff-freien Überlebensanalyse für beide Patientengruppen wiedergeben.

Folgeeingriff-freies Überleben - Vergleich zwischen posttraumatischer und primärer Gonarthrose

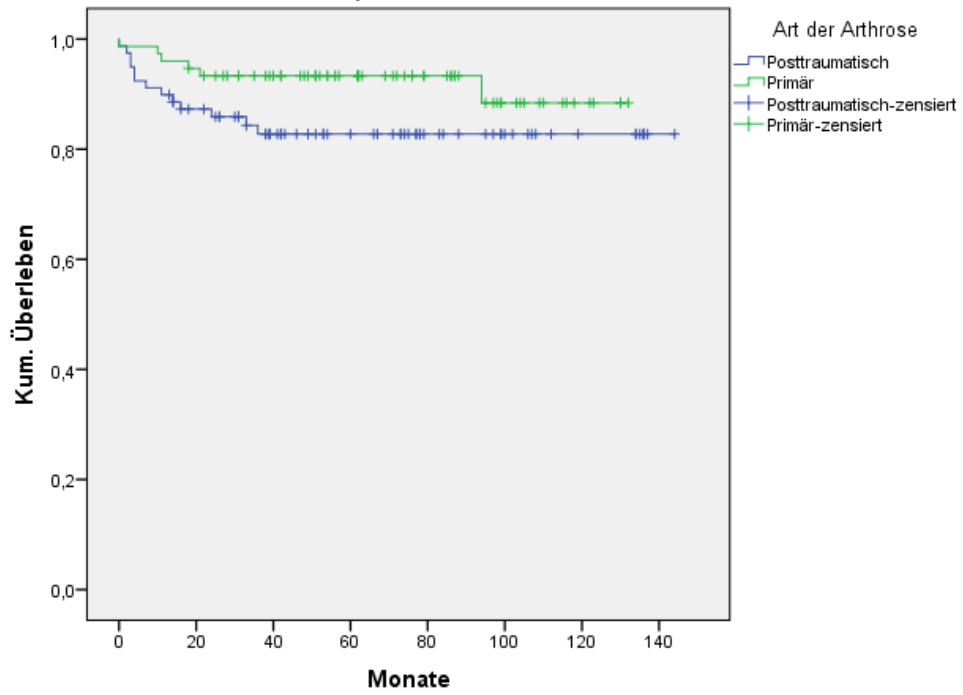


Abb. 4.26: Vergleich des Folgeeingriff-freien Überlebens der Patienten mit posttraumatischer und primärer Gonarthrose

5. DISKUSSION

Ziel dieser Arbeit ist es, das Überleben von Knieendoprothesen sowie die klinischen Ergebnisse und Komplikationen bei Prothesenimplantation nach posttraumatischer Gonarthrose zu untersuchen und die Ergebnisse mit denen nach primärer Gonarthrose zu vergleichen. Diese Arbeit zeigt, dass Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose zum Zeitpunkt der Operation im Durchschnitt jünger sind, einen niedrigeren Body-Mass-Index aufweisen und die Operationsdauer signifikant länger ist als bei Patienten mit primärer Gonarthrose. Das revisionsfreie Überleben sowie das Folgeeingriff-freie Überleben nach posttraumatischer Gonarthrose ist tendenziell schlechter als in der Vergleichsgruppe. Die Unterschiede sind jedoch statistisch nicht signifikant. Bei den Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose konnten in 66% der Fälle periprotetische Infektionen als Revisionsursache identifiziert werden, welche vor allem in den ersten zwei Jahren nach der Prothesenimplantation auftraten. Bei den Patienten mit primärer Gonarthrose sind Instabilität und die aseptische Lockerung für die Revisionen ursächlich. Kommt es bei den Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose in den ersten zwei Jahren nach Prothesenimplantation nicht zu einer Revision, bleibt die Überlebenschance bis zum Ende des Nachuntersuchungszeitraumes nahezu konstant. Für das Prothesenüberleben in Abhängigkeit vom Implantationsalter konnte gezeigt werden, dass jene Patienten, die das 55. Lebensjahr bereits überschritten hatten, ein signifikant besseres Prothesenüberleben aufweisen. Die klinischen Ergebnisse im Knee Society Score sind gut, dennoch ist der Knee Score für die Patienten mit primärer Gonarthrose signifikant besser zum Nachuntersuchungszeitpunkt gegenüber den Patienten mit einer posttraumatischen Gonarthrose. Die Ergebnisse dieser Arbeit sind kongruent zu aktuellen Studienergebnissen zum Thema Knieprothesen nach posttraumatischer Gonarthrose.

5.1 Studiendesign

Bei der vorliegenden Arbeit handelt sich um eine retrospektive Datenerhebung und Analyse von 79 Patienten mit Knieprothesenimplantation nach posttraumatischer Gonarthrose. Damit ist diese Arbeit im Studiendesign den meisten Arbeiten aus der aktuellen Literatur zum Thema ähnlich (50, 52, 54, 56, 69, 70). Um die Aussagekraft dieser Arbeit zu erhöhen, wurde den Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose eine Vergleichsgruppe mit primärer Gonarthrose gegenübergestellt, welche anhand der Variablen Geschlecht und Nachuntersuchungszeitraum

ausgewählt wurde. Lediglich bei Hepp et al. (70), Scott et al. (55), Lunebourg et al. (54) und bei Lizaar-Utrilla et al. (71) findet sich eine Vergleichskohorte mit primärer Gonarthrose, die, wie in der vorliegenden Arbeit, eine entsprechende Vergleichsgruppe aufwies. Dabei unterscheidet sich letztgenannte Studie von dieser Arbeit in ihrem prospektiven Studiendesign.

5.2 Material und Methoden

In der aktuellen Literatur findet sich nur eine begrenzte Anzahl an Studien, die das Überleben von Knieendoprothesen nach posttraumatischer Gonarthrose untersuchen (40, 52-56). Eine Limitation stellt oftmals die geringe Fallzahl in den Studien dar. Um eine möglichst hohe Fallzahl für diese Arbeit einschließen zu können, wurden unterschiedliche zur posttraumatischen Gonarthrose führende Traumata in die Ergebnisevaluation eingeschlossen. Neben extra- und intraartikulären Frakturen des Femurs und der Tibia auch ligamentäre und meniskoide Läsionen sowie Kombinationsverletzungen. Nur zwei weitere Studien konnten identifiziert werden, die ebenfalls Frakturen und ligamentäre Verletzungen in die Ergebnisevaluation einschlossen (70, 72), wobei in der Arbeit von Dixel et al. (72) die Ergebnisse nach den Diagnosegruppen aufgeschlüsselt und, anders als in der vorliegenden Arbeit, nicht zu einer Kohorte zusammengefasst wurden. Die meisten Arbeiten zum Thema posttraumatische Gonarthrose inkludieren ausschließlich Frakturen im Bereich des distalen Femurs und der proximalen Tibia (40, 49, 51, 54, 56, 69) oder nur Tibia-Plateau Frakturen (48, 53, 71, 73, 74). Lediglich bei Papadopoulos et al. (50) werden ausschließlich die Ergebnisse der prothetischen Versorgung nach distaler Femurfraktur untersucht. Hoxie et al. (52) untersucht als einzige Studie das klinische Outcome und das Überleben von Knieprothesen ausschließlich bei Patienten mit vorangegangener Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes. Damit zeigt sich das Patientengut in der vorliegenden Arbeit im Vergleich zu den genannten anderen Studien sehr heterogen, jedoch mit einer vergleichsweise großen Fallzahl. Lediglich die Arbeit von Houdek et al. (56) und eine große Registerstudie des dänischen Prothesenregisters von El-Galaly et al. (40) untersuchen das Überleben von Knieprothesen nach posttraumatischer Gonarthrose anhand einer größeren Patientenkohorte als in der vorliegenden Arbeit.

Durch die Dokumentation des Knee Society Scores sollte ein präoperativer Ausgangswert ermittelt und die Funktionalität der Prothese zum Nachuntersuchungszeitpunkt beurteilt werden, sofern es im Nachuntersuchungszeitraum zu keiner Revision gekommen war. Der Knee Society Score ist

ein häufig benutzter Score in der Orthopädie und für die Beurteilung der Funktionalität des Kniegelenks validiert (67). Auch eine Vielzahl anderer Studien zur posttraumatischen Gonarthrose nutzten diesen Score, um die Funktionalität nach einer Prothesenimplantation zu bewerten (48-54, 69-71, 73, 74). Somit war es möglich, die klinischen Ergebnisse dieser Arbeit mit den Ergebnissen anderer Studien zum Thema zu vergleichen.

Für die gesamte Datenerhebung und Dokumentation, die Auswertung der Fragebögen, für die radiologische Auswertung sowie für die statistische Analyse zeigte sich eine Person verantwortlich. Interindividuelle Unterschiede in der Interpretation konnten so ausgeschlossen werden.

5.3 Ergebnisse

Patientenkollektiv

Die Anzahl, das Geschlecht sowie die Operationsseite waren für die Patientengruppen mit posttraumatischer und primärer Gonarthrose in der vorliegenden Arbeit vergleichbar. Auch der durchschnittliche Nachuntersuchungszeitraum von 68,6 Monaten bei den posttraumatischen Gonarthrosen beziehungsweise 72,9 Monaten bei den Patienten mit primärer Gonarthrose zeigte keinen statistisch signifikanten Unterschied und entsprach somit dem im Vorfeld festgelegtem Studiendesign.

Mit oben genannten 68,6 Monaten beziehungsweise 5,7 Jahren zeigt diese Arbeit einen vergleichbaren durchschnittlichen Nachuntersuchungszeitraum mit den aktuellen Studien zum Thema posttraumatische Gonarthrose (40, 56, 71). Lediglich Abdel et al. (53) und Lunebourg et al. (54) konnten in ihren Arbeiten einen deutlich längeren Nachuntersuchungszeitraum von 16 beziehungsweise 11 Jahren vorweisen.

Für das Alter bei Prothesenimplantation konnte diese Arbeit zeigen, dass die Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose zum Zeitpunkt der Prothesenimplantation mit durchschnittlich 58,8 Jahren signifikant jünger sind als die Patienten der Vergleichsgruppe mit primärer Gonarthrose mit durchschnittlich 65,1 Jahren. Es ist also eine frühzeitigere operative Therapiebedürftigkeit der posttraumatisch bedingten Gonarthrosen zu beobachten. Auch andere Arbeiten konnten zeigen, dass Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose zum Zeitpunkt der Prothesenimplantation jünger

sind als Patienten mit primärer Gonarthrose (52, 54, 71, 72, 75), wobei nur Dexel et al. (72) ebenfalls eine Signifikanz dieses Unterschiedes nachwiesen.

Ordnet man das Implantationsalter von durchschnittlich 58,8 Jahren in den Kontext aktueller Studien zum Thema posttraumatischer Gonarthrose ein, so belegt es eine mittlere Position. Während es auf der einen Seite eine Vielzahl an Studien gibt, in denen das durchschnittliche Alter zur Index-Operation mit 60 bis 69 Jahren deutlich höher liegt als in dieser Studie (48, 50, 53-56, 72), gibt es aber auch eine Reihe weiterer Arbeiten, in denen sich die Patienten im Durchschnitt mit 53 bis 58 Jahren noch jünger präsentieren (44, 51, 52, 69, 71, 73). Dabei spielen die Art des Traumas, die Schwere der Verletzung, residuale Zustände, initiales Management sowie die individuelle Patientenkonstitution eine entscheidende Rolle, ob und wie schnell sich eine posttraumatische Gonarthrose entwickelt.

Übergewicht stellt einen eigenen Risikofaktor für die Entstehung eines Gelenkverschleißes im Bereich des Kniegelenks dar. In dieser Studie konnte gezeigt werden, dass Patienten mit primärer Gonarthrose einen signifikant höheren Body-Mass-Index mit $31,8 \text{ kg/m}^2$ zum Zeitpunkt der Prothesenimplantation aufwiesen als die Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose mit $29,3 \text{ kg/m}^2$. Zudem waren in der Gruppe der primären Gonarthrosen insgesamt 88% der Patienten präadipös oder adipös, in der Gruppe der Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose dagegen nur 77,2%.

Auch bei Dexel et al. ($29,7 \text{ kg/m}^2$) (72), Lunebourg et al. (27 kg/m^2) (54) und Lizaur-Utrilla et al. ($29,2 \text{ kg/m}^2$) (71) ist der durchschnittliche Body-Mass-Index zum Zeitpunkt der Prothesenimplantation bei den Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose jeweils niedriger als in der Vergleichsgruppe mit degenerativer Gonarthrose, wobei dieser Unterschied nur bei Dexel et al. signifikant ist. Es scheint, dass die Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose wohl insgesamt aktiver bleiben und sich somit der Body-Mass-Index niedriger zeigt als bei vergleichbaren Patienten mit primärer Gonarthrose.

Inwieweit ein erhöhter Body-Mass-Index einen negativen Einfluss auf die Überlebenswahrscheinlichkeit von Knieprothesen hat, wird in der aktuellen Literatur kontrovers diskutiert. So zeigte Houdek et al. (56), dass ein BMI von größer 40 kg/m^2 bei Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose mit einer höheren Infektionsrate einhergeht und damit das Überleben vermindert. Jung et al. zeigten in ihrer Arbeit einen signifikanten Zusammenhang zwischen einem BMI von größer 40 kg/m^2 und einer tiefen periprothetischen Infektion (76). Eine weitere Studie von Kerkhoffs et al. zu degenerativer Gonarthrose zeigte ebenfalls höhere

Infektions- und Revisionsraten bei fettleibigen Patienten (77). Auch in der Arbeit von McElroy et al. (78) ist das Überleben von Prothesen nach Primärimplantationen für morbid fettleibige Patienten (BMI größer 40 kg/m²) signifikant schlechter als für Patienten mit einem Body-Mass-Index zwischen 30 bis 40 kg/m² oder unter 30 kg/m². Jedoch fand diese Studie keinen Unterschied für die Überlebensraten der Prothesen in den beiden letztgenannten Gruppen. Lizaur-Utrilla et al. (71) wiederum konnten keinen signifikanten Unterschied in der Überlebensfunktion von Knieprothesen nach posttraumatischer Gonarthrose in Abhängigkeit vom Body-Mass-Index feststellen. In der vorliegenden Arbeit hatten acht der neun revidierten Patienten zum Zeitpunkt der Primärimplantation einen Body-Mass-Index von kleiner 30 kg/m². Lediglich ein Patient war mit 33,08 kg/m² adipös. Über einen möglichen Einfluss eines erhöhten Body-Mass-Index auf die Überlebenswahrscheinlichkeit von Prothesen nach posttraumatischer Gonarthrose kann diese Arbeit keine Aussage treffen. Festzuhalten bleibt aber, dass das Risiko für perioperative Komplikationen bei stark adipösen Patienten insgesamt erhöht ist (78). Eine solche Untersuchung war jedoch nicht Ziel dieser Arbeit.

Präoperative Aspekte der Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose

Im Durchschnitt vergingen 19,6 Jahre vom initialen Trauma bis zur Implantation der Knie totalendoprothese. Viele Studien beobachteten ähnlich lange Zeitspannen zwischen Trauma und der Prothesenimplantation. So berichten Lunebourg et al. (54) in ihrer Arbeit über eine Zeitspanne von 14 Jahren zwischen Trauma und der Implantation der Knieprothese, Abdel et al. (53) ermittelten eine mittlere Zeitspanne von 13,6 Jahren, Hepp et al. (70) einen Zeitraum von 12,8 Jahren. Hoxie et al. (52) ermittelten eine Zeitspanne von 19,1 Jahren zwischen ACL-Rekonstruktion und Knie-TEP-Implantation, Dixel et al. (72) berichteten schließlich von durchschnittlich 21,8 Jahren nach Weichteiltrauma beziehungsweise 24,1 Jahren nach einer Fraktur bis zur Prothesenimplantation. Demgegenüber stehen eine Reihe von Studien, die deutlich kürzere Zeitspannen zwischen Trauma und Prothesenimplantation von unter zehn Jahren ermittelten (44, 51, 55, 71, 73, 74). Ursächlich für die teils sehr unterschiedlichen Zeitspannen könnten die Schwere, die Art - hier insbesondere eine Gelenkbeteiligung bei einer Fraktur - und die initiale therapeutische Versorgung des Traumas sowie residuale Fehlstellungen und Komplikationen sein. Schließlich muss auch die individuelle Patientenkonstitution berücksichtigt werden.

In dieser Arbeit zeigt sich, dass insbesondere Frakturen zu einer frühzeitigen Entwicklung einer posttraumatischen Gonarthrose führen. So wurden bereits 49% der posttraumatischen Gonarthrosen, welche diese aufgrund einer Fraktur in der Anamnese entwickelten, in den ersten zehn Jahren nach dem initialen Trauma mittels einer Knieprothese adressiert. Zum Vergleich brauchten nur 27% der Patienten, die aufgrund eines Kniebinnenschadens eine posttraumatische Gonarthrose entwickelt hatten, in den ersten zehn Jahren nach dem initialen Trauma einen künstlichen Gelenkersatz. Auch bei Scott et al. (55), Lizaur-Utrilla et al. (71), Civinini et al. (73), Saleh et al. (44) und Gerich et al. (74), die alle posttraumatische Gonarthrosen nach Tibia-Plateau Frakturen untersuchten, zeigte sich eine mittlere Zeit vom Trauma beziehungsweise der osteosynthetischen Versorgung bis zur Prothesenimplantation von weniger als zehn Jahren. Zum Vergleich betrug die mittlere Zeitspanne von der ACL-Rekonstruktion bis zur Knieprothesenimplantation bei Hoxie et al. (52) 19,1 Jahre. Auch Dexel et al. (72) berichteten von einer mittleren Zeitspanne von 27,8 Jahren zwischen Trauma und prothetischer Versorgung bei Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose aufgrund eines Weichteilschadens. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass eine posttraumatische Gonarthrose nach einer Fraktur verhältnismäßig früh zu einer operativen Adressierung mittels einer Prothese führt im Vergleich zu einer posttraumatischen Gonarthrose aufgrund einer meniskoligamentären Verletzung.

Vorliegende Arbeit macht keinen Unterschied bezüglich der initialen Behandlung des zur Gonarthrose führenden Traumas. Sowohl operative als auch konservative Therapien wurden in die Betrachtung eingeschlossen. Von den 79 Patienten wurde bei 71 Patienten (90%) das initiale Trauma operativ versorgt. Für den Großteil der aktuellen Studien zum Thema gilt ebenfalls, dass sowohl konservative als auch operative Erstbehandlungen stattfanden (53-56, 71, 72). Je nach Studie wurden zwischen 52-85% der Patienten operativ behandelt. Lediglich in den Arbeiten von Hepp et al. (70), Civinini et al. (73) und Hoxie et al. (52) wurden alle Patienten vor der Implantation der Prothese voroperiert. Es gibt keine Studie zum Thema Knieprothesen nach posttraumatischer Gonarthrose, in welcher die Patienten initial ausschließlich konservativ therapiert wurden. Die Therapie eines Traumas am Kniegelenk kann je nach Ursache, Befund und Patientenkonstitution unterschiedlich ausfallen. Operative und konservative Behandlungen haben hier ihre Berechtigung (37). Ziel sollte jedoch immer sein, eine anatomische Rekonstruktion der Gelenklinie zu bewirken (hier wird ein Step-off < 2 mm empfohlen), eine ausreichende Stabilität am Kniegelenk zu schaffen, ein Malalignment zu verhindern sowie geschädigte Strukturen (insbesondere Menisken) zu reparieren (32, 79). Die Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes bei einer

vorangegangenen Ruptur scheint jedoch die arthrotische Entwicklung im Bereich des Kniegelenks nicht verhindern zu können (33, 34).

Knee Society Score (KSS)

Der präoperative Knee Score beträgt in der Gruppe der Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose im Durchschnitt 46,6 Punkte. Bei den Patienten mit primärer Gonarthrose ist der Knee Score mit durchschnittlich 53,7 Punkten signifikant besser, ohne dass dieser Unterschied einen Einfluss auf die abstufende Bewertung des Scores hat. Beide Werte liegen unter 60 Punkten und sind somit als schlecht zu bewerten. Auch der Function Score ist präoperativ in beiden Patientengruppen als schlecht zu bewerten. Die leichte Differenz der Werte zwischen den Patienten zugunsten der Patienten mit primärer Gonarthrose - im Durchschnitt 51,1 Punkte und damit 5,85 Punkte höher als bei den Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose - zeigt sich statistisch nicht signifikant.

Vor dem Hintergrund, dass alle Patienten vor einer Knieprothesenimplantation aufgrund fehlender Funktionalität und einer verminderten Lebensqualität stehen, sind die präoperativ erhobenen schlechten Scores schlüssig erklärbar. Dennoch gibt es hier die Tendenz, dass Patienten mit einer posttraumatischen Gonarthrose bereits einen schlechteren präoperativen Ausgangswert aufweisen.

Zum Nachuntersuchungszeitpunkt beträgt der Knee Score in der Gruppe der Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose durchschnittlich 82,1 Punkte. Dieses Ergebnis ist als sehr gut zu bewerten und stellte eine signifikante Verbesserung des Knee Scores im Vergleich zum präoperativ erhobenen Wert dar ($p < 0,0001$). Im Vergleich mit aktuellen Studien lassen sich zudem ähnliche Gelenkscores (Werte größer 80 Punkte) bei Knieprothesen nach posttraumatischer Gonarthrose finden (48, 50-53, 71, 73). Demgegenüber sind die postoperativen Ergebnisse bei Lunebourg et al. (54), Hepp et al. (70), Gerich et al. (74) und Lonner et al. (49) leicht schlechter und liegen zwischen 75,4 bis 78 Punkte, was aber immer noch in die Bewertungskategorie gut fällt. Lediglich Shearer et al. (69) haben mit einem Knee Score von 57 Punkten nach Prothesenimplantation ein deutlich schlechteres klinisches Ergebnis ermittelt bei Patienten mit einer posttraumatischen Gonarthrose nach einer Fraktur im Bereich des Femurs, der Tibia oder einer Kombinationsfraktur. Die Autoren erklären sich dies dadurch, dass schon der präoperative Wert mit 30 Punkten deutlich niedriger liegt als bei vergleichbaren Studien und es sich demzufolge um fortgeschrittene Stadien der Arthrose mit komplexeren Deformitäten handeln könnte.

In dieser Arbeit erreichen insgesamt 65,6% der Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose einen exzellenten und weitere 15,6% einen guten Wert im Knee Score zum Nachuntersuchungszeitpunkt. Das bedeutet, dass insgesamt über 80% der Patienten ein gutes klinisches Ergebnis zum Nachuntersuchungszeitpunkt aufweisen. Der Knee Society Score trifft jedoch keine Aussage über die Patientenzufriedenheit, sodass gute klinische Ergebnisse nicht zwangsläufig mit einer hohen Patientenzufriedenheit einher gehen müssen (80).

Vergleicht man die Knee Scores zum Nachuntersuchungszeitpunkt zwischen den Patienten mit posttraumatischer und primärer Gonarthrose, zeigt sich ein signifikant besseres Ergebnis von durchschnittlich 4,94 Punkten zugunsten der Patienten mit primärer Gonarthrose ($p=0,026$). Dieses Ergebnis wird von zwei weiteren Studien bestätigt. Hepp et al. (70) konnten in ihrer Studie von 2012 ebenfalls einen signifikant besseren Knee Score zum Nachuntersuchungszeitpunkt bei den Patienten mit degenerativer Gonarthrose im Vergleich zu Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose ermitteln. Auch hier sind die Einzelergebnisse der beiden Gruppen größer als 80 Punkte - 84,9 Punkte im Knee Score bei posttraumatischer Gonarthrose stehen 94,9 Punkten bei primärer Gonarthrose gegenüber - und somit als sehr gut zu bewerten. Auch in der Arbeit von Lunebourg et al. (54) war der Knee Score zum Nachuntersuchungszeitpunkt signifikant besser für die Patienten mit primärer Gonarthrose (77 Punkte im Vergleich zu 87 Punkten). Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass der Knee Score zum Nachuntersuchungszeitpunkt in der vorliegenden Arbeit ein gutes und mit der aktuellen Literatur vergleichbares Ergebnis liefert. So ermittelten Kane et al. (81) 2005 in einer großen Literaturrecherche zum Outcome nach Knieprothesenimplantation bei 15.454 Knieprothesen einen Wert von 82,4 Punkten für den Knee Score zum Nachuntersuchungszeitraum. Dennoch zeigen sich die Ergebnisse insgesamt schlechter als in der Vergleichsgruppe der Patienten mit primärer Gonarthrose.

Der Function Score zum Nachuntersuchungszeitpunkt ist für die Patienten mit primärer Gonarthrose mit durchschnittlich 81,8 Punkten in der vorliegenden Arbeit besser als bei den Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose mit durchschnittlich 76,8 Punkten. Hierbei lässt sich jedoch keine Signifikanz für diesen Unterschied nachweisen. Dennoch können die Ergebnisse als Tendenz für ein schlechteres funktionelles Ergebnis der endoprothetischen Versorgung nach posttraumatischer Gonarthrose gewertet werden.

Operative Aspekte

Die Operationsdauer in der Gruppe der Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose war mit durchschnittlich 105,6 Minuten um 19,3 Minuten länger als in der Gruppe der Patienten mit primärer Gonarthrose. Es wurde demzufolge signifikant mehr Zeit benötigt, um die Prothesen bei den Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose zu implantieren. Dies lässt sich aufgrund von einigen Besonderheiten für diese Patientengruppe erklären. Durch das initiale Trauma, eventuellen Voroperationen, einer möglicherweise abgelaufenen Infektion, präoperativen Achsfehlstellungen oder Bandinstabilitäten, Knochendefekten, Narbengewebe oder liegendem osteosynthetischen Material kommt es zu ganz besonderen intraoperativen Herausforderungen für den Operateur. Diese können die Operationszeit im Vergleich zum Gelenkersatz bei primärer Gonarthrose deutlich verlängern. Dexel et al. (72) und eine große Registerstudie von El-Galaly et al. (40) zeigen ebenfalls, dass die Operationsdauer bei Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose signifikant länger ist und bestätigen somit die Ergebnisse dieser Arbeit.

Am häufigsten wurde in dieser Studie für beide Patientengruppen der medial parapatellare Zugangsweg zum Gelenk verwendet. Jeweils 51 Mal, also in 64,6% der Fälle bei posttraumatischer Gonarthrose und in 68% der Fälle bei primärer Gonarthrose entschied sich der Operateur für diesen klassischen Zugangsweg. Das bedeutet, dass unabhängig von der Genese der Gonarthrose der medial parapatellare Zugangsweg zum Gelenk präferiert wird. Natürlich ist die individuelle Schnittführung bei Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose auch davon abhängig, wie bereits bei eventuellen Voroperationen der Hautschnitt und der operative Zugangsweg zum Gelenk gewählt wurde. Der medial parapatellare Zugang ist auch in anderen Studien zum Thema Knieprothesen nach posttraumatischer Gonarthrose der ausschließlich (44, 50, 71-73) oder am häufigsten (49) gewählte Zugangsweg zum Kniegelenk.

Es wurden in der Gruppe der Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose acht verschiedene Prothesenmodelle mit unterschiedlichen Kopplungsgraden implantiert. Für die Auswahl des verwendeten Prothesenmodells sind die individuellen anatomischen Voraussetzungen der Patienten zu berücksichtigen. Besonders bei Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose kann es aufgrund des Traumas zu Achsfehlstellungen und Instabilitäten im Bereich des Kniegelenks kommen, sodass es nicht unüblich ist, dass bereits bei Primärimplantation Prothesen mit höherem Kopplungsgrad implantiert werden müssen (56, 69, 71-73). Die richtige Auswahl des Prothesenmodells sowie des Kopplungsgrades sind dabei Grundvoraussetzung für eine erfolgreiche Implantation und postoperative Funktionalität der Prothese und somit entscheidend

für die Patientenzufriedenheit. Hervorzuheben ist, dass bei Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose in 23 Fällen schon bei der Primärimplantation achsgeführte Rotationsprothesen (P.F.C. Sigma® TC3, DePuySynthes, Warsaw, IN, USA; RT-PLUS™ Solution, Smith & Nephew plc, London, UK) zur Anwendung gekommen sind. Das legt die Vermutung nahe, dass bereits präoperativ zum Teil gravierende Kniegelenksinstabilitäten vorhanden gewesen sein müssen, die einen höheren Kopplungsgrad bei Primärimplantation notwendig werden ließen. In der Gruppe der Patienten mit primärer Gonarthrose wurden sechs verschiedene Prothesenmodelle implantiert. Dabei ausschließlich kreuzbanderhaltende und posterior stabilisierende Designs.

Auch andere Arbeiten schlossen in ihren Betrachtungen unterschiedliche Prothesenmodelle mit verschiedenen Kopplungsgraden (CR-Design, PS-Design, teilgekoppelte Prothesen, vollgekoppelte Prothesen) ein (44, 51, 52, 56, 69, 72, 73). Nur Lizaur-Utrilla et al. (71) benutzten in ihrer prospektiven Studie von 29 Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose nach Tibia-Plateau Fraktur ein einziges Prothesenmodell (Multigen, Lima, San Daniele, Italien), jedoch auch mit verschiedenen Kopplungsgraden.

Überlebensanalyse

Für die Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose konnte eine Revisionsrate von 11,4% (n=9) bei 79 Patienten im Nachuntersuchungszeitraum ermittelt werden. 89% der Patienten mit einer Revision hatten eine Voroperation in der Anamnese. Dagegen mussten in der Gruppe der Patienten mit primärer Gonarthrose nur 5,3% der Prothesen (n=4) zwischenzeitlich revidiert werden. Auch in der aktuellen Literatur lassen sich ähnliche Revisionsraten bei posttraumatischer Gonarthrose finden (53, 54, 56). Diese zeigt sich insgesamt erhöht im Vergleich zu Revisionsraten bei Prothesen nach primärer Arthrose (4,5% bei Vessely et al. (41)). Das kumulative Überleben der Knieprothesen nach posttraumatischer Gonarthrose betrug nach zwölf Jahren 88,2%. Damit ist es in dieser Arbeit im Vergleich zu den Patienten mit primärer Gonarthrose - kumulatives Überleben nach elf Jahren 94,6% - jedoch deutlich niedriger, ohne dass dieser Unterschied statistisch signifikant ist. Dennoch sollte man diese Überlebensraten als Tendenz für ein niedrigeres Überleben von Knieprothesen nach posttraumatischer Gonarthrose bewerten.

Interessanterweise kommt es vor allem in den ersten zwei Jahren nach Prothesenimplantation zu einem Großteil der Revisionseingriffe (n=8 [10,1%]). Kann diese Phase überstanden werden, bleibt die Überlebenswahrscheinlichkeit bis zum Ende des Nachuntersuchungszeitraumes nahezu

konstant. Auch Lunebourg et al. (54) berichteten in ihrer Studie, dass es hauptsächlich in den ersten zwei Jahren nach Prothesenimplantation zu Re-Operationen kommt. El-Galaly et al. (40) konnten in einer großen Registerstudie ebenfalls zeigen, dass das Risiko einer Prothesenrevision bei Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose in den ersten fünf Jahren nach Prothesenimplantation erhöht ist, sich danach aber kein signifikanter Unterschied mehr zwischen den Patientengruppen posttraumatische und primäre Gonarthrose zeigt. Es scheint hier also gerade für die Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose eine vulnerable Phase im Anschluss nach Primärimplantation zu geben.

Im Vergleich zur aktuellen Literatur zeigen sich ähnliche Überlebensraten bei Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose. So konnten Abdel et al. in ihrer Untersuchung von 62 Patienten nach Tibia-Plateau Fraktur eine 15-Jahres-Überlebensrate von 82% ermitteln (53). Die Autoren kommen in ihrer Studie ebenfalls zu dem Schluss, dass die meisten Komplikationen in den ersten zwei Jahren nach Prothesenimplantation auftreten. Können diese Komplikationen überstanden werden, ergeben sich für das Langzeitüberleben ähnliche Ergebnisse wie bei Patienten, die eine Knieprothese aufgrund einer primären Gonarthrose erhielten. Scott et al. (55) ermittelten bei 31 Patienten mit Tibia-Plateau Fraktur eine 10-Jahres-Überlebensrate von 82,3%. Houdek et al. (56) ermittelten eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 77% nach 15 Jahren bei Patienten, die aufgrund einer periartikulären Fraktur eine Prothese erhielten. El-Galaly et al. (40) bestätigen ebenfalls die Ergebnisse dieser Arbeit in ihrer Registerstudie. Die Autoren berichteten über ein 10-Jahres-Überleben des 50 bis 70-jährigen Patientenkollektivs von 86%.

Für die Überlebenswahrscheinlichkeit von Knieprothesen nach degenerativer Gonarthrose gibt es Studien (82, 83), die die 20-Jahres-Überlebenswahrscheinlichkeit mit 86,9% beziehungsweise 90,8% angeben. Vessely et al. (41) berichten über eine 15-Jahres-Überlebenswahrscheinlichkeit von Knieprothesen nach primärer Gonarthrose von 93,7%. Auch diese Werte sind mit den Ergebnissen dieser Arbeit für die Patienten mit primärer Gonarthrose vergleichbar und unterstreichen noch einmal oben genannte These zum verminderten Langzeitüberleben der Prothesen nach posttraumatischer Gonarthrose.

Die führende Revisionsursache bei den Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose ist in dieser Arbeit die periprothetische Infektion. In sechs (7,6%) der neun Revisionsfälle war dies der Revisionsgrund. Dagegen sind in der Vergleichsgruppe der Patienten mit primärer Gonarthrose ausschließlich Instabilität und eine aseptische Lockerung des Tibiateils für die

Revisionsoperationen ursächlich. Damit ergibt sich in dieser Arbeit ein Infektionsfreies Überleben für die Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose von 92% nach zwölf Jahren. Es ist mit dem Infektionsfreien Überleben von Houdek et al. (56) vergleichbar, die nach 15 Jahren einen Wert von 91% ermitteln konnten. Die Infektionsrate von 7,6% zeigt sich in dieser Arbeit für die Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose erhöht gegenüber der Infektionsrate nach Primärimplantation in der Arbeit von Blom et al. (1%) (84), ist aber vergleichbar mit einer aktuellen Studie von Lunebourg et al. (54), wo es in 6% der Fälle aufgrund einer tiefen Infektion zu Revisionen von Prothesen nach posttraumatischer Gonarthrose kam. Houdek et al. (56) gehen davon aus, dass die schlechteren Weichteilverhältnisse durch das vorangegangene Trauma, eine traumatisch bedingte Minderperfusion sowie eventuelle Voroperationen ursächlich für eine erhöhte Infektionsrate sein können. Außerdem sind eine verlängerte Operationsdauer sowie liegendes Osteosynthesematerial Risikofaktoren für eine periprothetische Infektion (85). Letztlich konnten Namba et al. (45) in einer Registerstudie von 2013 nachweisen, dass posttraumatische Gonarthrose und erhöhte Infektionsraten von Prothesen miteinander assoziiert sind (Hazard Ratio = 3.23).

Aktuelle Studien zeigen zudem, dass in bis zu 30% der Fälle nach Explantation von Osteosynthesematerial eine Implantat-assoziierte Infektion nachweisbar ist (86). Andere Daten wiederum zeigen, dass osteosyntheseassoziierte Infektionen in bis zu 5% der Fälle nach geschlossenen Frakturen und in bis zu 30% der Fälle nach offenen Frakturen auftreten (87), was ein erhöhtes Risiko für periprothetische Infektionen nach Implantation einer Endoprothese in der posttraumatischen Situation bedeuten würde.

Tay et al. (88) berichten in ihrer Arbeit zu Ursachen und Outcome von Revisionseingriffen bei Knieprothesen nach primärer Gonarthrose, dass vor allem aseptische Lockerung und mechanische Komplikationen als ursächlich für Revisionsoperationen anzusehen sind (56,1%). Lediglich 22% aller Revisionen waren in ihrer Arbeit auf periprothetische Infektionen zurückzuführen. Demgegenüber sind es in dieser Arbeit mehr als 66%. Jedoch mussten in dieser Arbeit lediglich 11% der Prothesen aufgrund einer Kniegelenksinstabilität revidiert werden. Das bedeutet, dass die frühzeitige Implantation von Prothesen mit höherem Kopplungsgrad bei Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose zu einer geringeren Revisionsrate führt.

Aufgrund des relativ jungen Alters der Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose zum Zeitpunkt der Prothesenimplantation stellte sich die Frage, ob die Überlebensrate der Prothesen abhängig vom Implantationsalter ist. Tatsächlich konnte nachgewiesen werden, dass die Überlebensfunktion signifikant besser ist, wenn die Patienten zum Zeitpunkt der Operation das 55. Lebensjahr bereits überschritten haben. So kam es in dem älteren Patientenkollektiv lediglich zu zwei Revisionen und einem Langzeitüberleben von 95,7% nach 11,4 Jahren, wohingegen im jüngeren Vergleichskollektiv sieben Prothesen zwischenzeitlich revidiert werden mussten und eine daraus resultierende Überlebensrate von nur 77,3% nach zwölf Jahren zu verzeichnen war. Das bedeutet, dass eine frühzeitige Implantation einer Knieprothese mit einer erhöhten Revisionsrate und einer niedrigeren Überlebenswahrscheinlichkeit einhergeht. Dieses Ergebnis ist aufgrund der geringen Fallzahl durchaus kritisch zu diskutieren, sollte aber als Tendenz ernst genommen und bei der Aufklärung von jungen Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose berücksichtigt werden.

Auch wenn eine ältere Arbeit von Duffy et al. (89) aus dem Jahr 1998 diese Ergebnisse nicht bestätigt (geschätzte Überlebenswahrscheinlichkeit der Knieprothesen nach 15 Jahren 95% bei Patienten, die zum Operationszeitpunkt 55 Jahre oder jünger waren), gibt es neuere Studien, die sehr wohl zeigen, dass das Langzeitüberleben von Knieprothesen bei vergleichsweise jungen Patienten schlechter ist. Vessely et al. (41) zeigten in ihrer Arbeit von 2006 zum Überleben von Knieprothesen nach primärer Gonarthrose, dass Patienten, die zum Operationszeitpunkt jünger als 60 Jahre alt sind, signifikant schlechtere Überlebensraten von 82,6% nach 15 Jahren aufwiesen als Patienten die älter als 60 Jahre sind. El-Galaly et al. (40) bestätigten in ihrer Registerstudie von 2017 für posttraumatische Gonarthrosen die Ergebnisse dieser Arbeit und zeigten, dass ein Operationsalter unter 50 Jahren ein eigenständiger Risikofaktor für eine Revision der Prothese im weiteren Verlauf darstellt.

Im Vergleich zu den Patienten mit Gelenkersatz nach primärer Gonarthrose zeigt sich in dieser Arbeit auch die Rate an Folgeeingriffen erhöht (16,5%). So ist das Folgeeingriff-freie Langzeitüberleben mit 82,7% nach zwölf Jahren für die Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose schlechter als in der Vergleichsgruppe. Hier betrug das Folgeeingriff-freie Überleben 88,4% nach elf Jahren. Obwohl für diesen Unterschied in den Überlebensfunktionen keine Signifikanz vorlag, ist das Ergebnis hinweisend auf eine höhere Komplikationsrate im Verlauf nach Knieprothesenimplantation bei posttraumatischer Gonarthrose. Dabei finden alle Folgeeingriffe innerhalb der ersten drei Jahre nach Primärimplantation statt. Kann diese Phase

überwunden werden, ist, ähnlich wie bei den Revisionen, das Folgeeingriff-freie Langzeitüberleben bis zum Ende des Nachbetrachtungszeitraumes konstant.

Die ermittelte Rate an Folgeeingriffen sowie das geschätzte Überleben für diese Variable ist vergleichbar mit aktuellen Zahlen. Lunebourg et al. (54) hatten in ihrer Studie nach zehn Jahren eine Folgeeingriff-freie Überlebenschance von 79%. Houdek et al. (56) ermittelten eine Überlebenschance ohne weitere Intervention von 78% nach zehn Jahren.

5.4 Limitationen der Studie

Für diese Arbeit gibt es eine Reihe von Limitationen. Zum einen handelt es sich um eine retrospektive Datenerhebung mit einer verhältnismäßig geringen Patientenzahl. Dies lässt sich mit der im Allgemeinen geringen Fallzahl an posttraumatischen Gonarthrosen begründen. Gerade für Überlebensanalysen sind jedoch große Patientenkohorten wichtig, um den Einfluss von Extremwerten zu minimieren. Diesbezüglich sind weitere Daten sowie Registeranalysen für eine genaue individuelle Risikoabschätzung notwendig. Der Nachuntersuchungszeitraum gestaltete sich aufgrund des retrospektiven Designs der Arbeit variabel. Besser wäre hier ein prospektives Studiendesign mit einem festen Nachuntersuchungszeitraum.

Verschiedene zur posttraumatischen Gonarthrose führende Traumata wurden in die Betrachtung inkludiert, welche initial verschiedene Behandlungsstrategien, sowohl operative als auch konservative, notwendig werden ließen. Dies lässt sich mit der im Allgemeinen geringen Fallzahl von posttraumatisch bedingten Gonarthrosen erklären, resultiert letztlich aber in einer reduzierten Homogenität des Patientenkollektivs.

Aufgrund dieser Heterogenität der Patienten und der daraus resultierenden posttraumatischen Kniegelenksanatomie wurden unterschiedliche Prothesenmodelle mit verschiedenen Kopplungsgraden implantiert und in diese Betrachtung einbezogen. Dies legt die Vermutung nahe, dass es zum Teil gravierende Unterschiede in der Kniegelenksstabilität präoperativ gegeben haben muss, was in letzter Konsequenz eine verminderte Vergleichbarkeit bedeutet. Auch der Vergleich unterschiedlicher Prothesenmodelle und Kopplungsgrade ist eine methodische Schwäche, jedoch abermals aufgrund der Fallzahlen erklärbar.

Des Weiteren zeichneten sich verschiedene Operateure als verantwortlich für die Prothesenimplantationen aus, was potentielle interindividuelle Unterschiede mit sich bringt und

letztlich die Ergebnisse beeinflussen kann. Dies lässt sich aufgrund des retrospektiven Charakters der Studie und des langen Einschlusszeitraumes erklären. Relativierend handelte es sich dabei stets um erfahrene und versierte Operateure mit langjähriger klinischer Erfahrung in der Kniegelenkschirurgie an einer großen Universitätsklinik.

Der Knee Society Score wurde in seiner ursprünglichen Form leicht abgeändert. Dies erleichterte die Erhebung des Scores, führt aber letztlich zu einer verminderten Vergleichbarkeit mit den Knee Society Scores aktueller Studien zum Thema. Präoperativ und zum Nachuntersuchungszeitpunkt konnten nicht alle Teilnehmer für die Untersuchung des Knee Society Scores einbezogen werden. Des Weiteren war nicht für alle Patienten ein prä- und postoperatives Röntgenbild im Charité eignen System vorhanden, sodass in diesen Fällen gemittelte Winkelangaben zur Berechnung des Knee Scores dienten. Diese Faktoren können letztlich in einer potentiellen Verzerrung der Ergebnisse resultieren.

In dieser Arbeit wurde nicht auf weitere Komorbiditäten eingegangen, welche mit einem erhöhten Risiko für eine Revisionsoperation assoziiert sind oder das perioperative Ergebnis beeinflussen können. Exemplarisch sei der Diabetes mellitus (45, 90), Alkohol- und Drogenmissbrauch (91-93) oder psychiatrische Erkrankungen (94) genannt. Diesbezüglich sind weitere Datenerhebungen notwendig.

6. ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen, dass die endoprothetische Versorgung posttraumatischer Gonarthrosen zufriedenstellende klinische Ergebnisse liefert, sofern Revisionen und Komplikationen verhindert werden können. Diese sind jedoch häufiger im Vergleich zum Gelenkersatz bei Patienten mit primärer Gonarthrose. Dabei ist die periprothetische Infektion einer der Hauptrevisionsgründe. Interessanterweise zeigt sich im Vergleich zu den führenden Revisionsursachen nach primärer Gonarthrose, dass die Instabilität bei den Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose eine untergeordnete Rolle spielt. Somit scheint der frühzeitige Einsatz von Prothesen mit einem höheren Kopplungsgrad Revisionen aufgrund von Instabilitäten zu reduzieren. Er sollte damit bereits bei Primärimplantation für Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose in Erwägung gezogen werden.

Bezüglich der hohen periprothetischen Infektionsraten gibt es aktuelle Daten, die belegen, dass osteosynthetisches Material nach vorangegangener Operation aufgrund einer traumatischen Verletzung in bis zu 30% der Fälle infiziert ist (86, 87). Dies würde ein erhöhtes Risiko für eine Infektion nach Prothesenimplantation bedeuten. Bestätigen sich diese Zahlen, sollte man über einen standardisierten diagnostischen und therapeutischen Algorithmus nachdenken, um periprothetische Infektionen bei Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose zu vermeiden. So könnte im initialen Behandlungsablauf eine Kniegelenkspunktion oder eine diagnostische Arthroskopie zur klinischen Routine werden, um Infekte frühzeitig zu erkennen und gegebenenfalls behandeln zu können. Im Zweifel ist bei Patienten mit gelenknahen Metallimplantaten ein zweizeitiges Vorgehen anzustreben mit initialer Metallentfernung und anschließender Prothesenimplantation im Versatz. Dieser Algorithmus könnte bei Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose helfen, Infekte frühzeitig zu detektieren, Komplikationsraten nach Prothesenimplantation zu vermindern und das revisionsfreie Überleben solcher Prothesen zu verbessern.

LITERATURVERZEICHNIS

1. Grifka J, Krämer J. Kniegelenk. Orthopädie Unfallchirurgie. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2013. p. 327-58.
2. Jerosch J. Endoprothesenrelevante Biomechanik und Pathophysiologie des Kniegelenkes. Knieendoprothetik: Indikationen, Operationstechnik, Nachbehandlung, Begutachtung. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2015. p. 5-29.
3. Eckstein F, Paulsen F, Tillman BN. Organe des Bewegungsapparates. Anatomie. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2010. p. 75-307.
4. Prescher A. Anatomie des Kniegelenks (Articulatio genus). In: Wirtz DC, editor. AE-Manual der Endoprothetik: Knie. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2011. p. 1-18.
5. Petersen W, Zantop T. Anatomy of the anterior cruciate ligament with regard to its two bundles. Clin Orthop Relat Res. 2007;454:35-47.
6. Petersen W, Forkel P, Achtnich A, Metzclaff S, Zantop T. Verletzungen des vorderen Kreuzbandes: Von der Prävention zur Therapie. OUP Orthopädische und Unfallchirurgische Praxis. 2012;6:232-43.
7. Cherian JJ, Kapadia BH, Banerjee S, Jauregui JJ, Issa K, Mont MA. Mechanical, Anatomical, and Kinematic Axis in TKA: Concepts and Practical Applications. Curr Rev Musculoskelet Med. 2014;7(2):89-95.
8. Moreland JR, Bassett LW, Hanker GJ. Radiographic analysis of the axial alignment of the lower extremity. J Bone Joint Surg Am. 1987;69(5):745-9.
9. Jagodzinski M, Müller W, Friederich N. Anatomie. Das Knie: Form, Funktion und ligamentäre Wiederherstellungschirurgie. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2016. p. 1-14.
10. Damm P. Kniegelenk 2017 [cited 2017 August 2, 13.30 Uhr]. Available from: https://jwi.charite.de/forschung/belastung_und_bewegung/instrumentierte_implantate/kniegelenk/.
11. Bergmann G, Bender A, Graichen F, Dymke J, Rohlmann A, Trepczynski A, Heller MO, Kutzner I. Standardized loads acting in knee implants. PLoS One. 2014;9(1):e86035.
12. Pap G, Meinecke I. Ätiologie und Pathogenese der Gonarthrose. In: Wirtz DC, editor. AE-Manual der Endoprothetik: Knie. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2011. p. 33-46.
13. Orth P, Kohn D, Madry H. Degenerative Kniegelenkerkrankungen – Gonarthrose. Orthopädie und Unfallchirurgie up2date. 2016;11(2):81-98.
14. Kellgren JH, Lawrence JS. Radiological assessment of osteo-arthrosis. Ann Rheum Dis. 1957;16(4):494-502.
15. Kellgren JH, Lawrence JS. Rheumatism in miners. II. X-ray study. Br J Ind Med. 1952;9(3):197-207.
16. Seidlitz C, Kip M. Einführung in das Indikationsgebiet und Verfahren. In: Bleß HH, Kip M, editors. Weißbuch Gelenkersatz: Versorgungssituation bei endoprothetischen Hüft- und Knieoperationen in Deutschland. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2017. p. 1-15.
17. Michael JW, Schluter-Brust KU, Eysel P. The epidemiology, etiology, diagnosis, and treatment of osteoarthritis of the knee. Dtsch Arztebl Int. 2010;107(9):152-62.
18. Rabenberg M. Gesundheitsberichterstattung des Bundes - Heft 54. Berlin: Robert Koch-Institut; 2013.
19. Wengler A, Nimptsch U, Mansky T. Hip and knee replacement in Germany and the USA: analysis of individual inpatient data from German and US hospitals for the years 2005 to 2011. Dtsch Arztebl Int. 2014;111(23-24):407-16.

20. Brown TD, Johnston RC, Saltzman CL, Marsh JL, Buckwalter JA. Posttraumatic osteoarthritis: a first estimate of incidence, prevalence, and burden of disease. *J Orthop Trauma*. 2006;20(10):739-44.
21. Gelber AC, Hochberg MC, Mead LA, Wang NY, Wigley FM, Klag MJ. Joint injury in young adults and risk for subsequent knee and hip osteoarthritis. *Ann Intern Med*. 2000;133(5):321-8.
22. Anderson DD, Marsh JL, Brown TD. The pathomechanical etiology of post-traumatic osteoarthritis following intraarticular fractures. *Iowa Orthop J*. 2011;31:1-20.
23. Englund M, Guermazi A, Lohmander LS. The meniscus in knee osteoarthritis. *Rheum Dis Clin North Am*. 2009;35(3):579-90.
24. Englund M, Guermazi A, Roemer FW, Aliabadi P, Yang M, Lewis CE, Torner J, Nevitt MC, Sack B, Felson DT. Meniscal tear in knees without surgery and the development of radiographic osteoarthritis among middle-aged and elderly persons: The Multicenter Osteoarthritis Study. *Arthritis Rheum*. 2009;60(3):831-9.
25. Lohmander LS, Englund PM, Dahl LL, Roos EM. The long-term consequence of anterior cruciate ligament and meniscus injuries: osteoarthritis. *Am J Sports Med*. 2007;35(10):1756-69.
26. Dare D, Rodeo S. Mechanisms of post-traumatic osteoarthritis after ACL injury. *Curr Rheumatol Rep*. 2014;16(10):448.
27. Friel NA, Chu CR. The role of ACL injury in the development of posttraumatic knee osteoarthritis. *Clin Sports Med*. 2013;32(1):1-12.
28. Volpin G, Dowd GS, Stein H, Bentley G. Degenerative arthritis after intra-articular fractures of the knee. Long-term results. *J Bone Joint Surg Br*. 1990;72(4):634-8.
29. Honkonen SE. Degenerative arthritis after tibial plateau fractures. *J Orthop Trauma*. 1995;9(4):273-7.
30. Moore TM, Patzakis MJ, Harvey JP. Tibial plateau fractures: definition, demographics, treatment rationale, and long-term results of closed traction management or operative reduction. *J Orthop Trauma*. 1987;1(2):97-119.
31. Kettelkamp DB, Hillberry BM, Murrish DE, Heck DA. Degenerative arthritis of the knee secondary to fracture malunion. *Clin Orthop Relat Res*. 1988(234):159-69.
32. Schenker ML, Mauck RL, Ahn J, Mehta S. Pathogenesis and prevention of posttraumatic osteoarthritis after intra-articular fracture. *J Am Acad Orthop Surg*. 2014;22(1):20-8.
33. Luc B, Gribble PA, Pietrosimone BG. Osteoarthritis prevalence following anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review and numbers-needed-to-treat analysis. *J Athl Train*. 2014;49(6):806-19.
34. Li H, Chen C, Chen S. Posttraumatic knee osteoarthritis following anterior cruciate ligament injury: Potential biochemical mediators of degenerative alteration and specific biochemical markers. *Biomed Rep*. 2015;3(2):147-51.
35. Lieberthal J, Sambamurthy N, Scanzello CR. Inflammation in joint injury and post-traumatic osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage*. 2015;23(11):1825-34.
36. Bedi A, Haidukewych GJ. Management of the posttraumatic arthritic knee. *J Am Acad Orthop Surg*. 2009;17(2):88-101.
37. Manidakis N, Dosani A, Dimitriou R, Stengel D, Matthews S, Giannoudis P. Tibial plateau fractures: functional outcome and incidence of osteoarthritis in 125 cases. *Int Orthop*. 2010;34(4):565-70.
38. Aujla RS, Esler CN. Total Knee Arthroplasty for Osteoarthritis in Patients Less Than Fifty-Five Years of Age: A Systematic Review. *The Journal of arthroplasty*. 2017.
39. Kim KT, Lee S, Ko DO, Seo BS, Jung WS, Chang BK. Causes of failure after total knee arthroplasty in osteoarthritis patients 55 years of age or younger. *Knee Surg Relat Res*. 2014;26(1):13-9.

40. El-Galaly A, Haldrup S, Pedersen AB, Kappel A, Jensen MU, Nielsen PT. Increased risk of early and medium-term revision after post-fracture total knee arthroplasty. *Acta Orthop.* 2017;88(3):263-8.
41. Vessely MB, Whaley AL, Harmsen WS, Schleck CD, Berry DJ. The Chitranjan Ranawat Award: Long-term survivorship and failure modes of 1000 cemented condylar total knee arthroplasties. *Clin Orthop Relat Res.* 2006;452:28-34.
42. Harrysson OL, Robertsson O, Nayfeh JF. Higher cumulative revision rate of knee arthroplasties in younger patients with osteoarthritis. *Clin Orthop Relat Res.* 2004(421):162-8.
43. Julin J, Jansen E, Puolakka T, Konttinen YT, Moilanen T. Younger age increases the risk of early prosthesis failure following primary total knee replacement for osteoarthritis. A follow-up study of 32,019 total knee replacements in the Finnish Arthroplasty Register. *Acta Orthop.* 2010;81(4):413-9.
44. Saleh KJ, Sherman P, Katkin P, Windsor R, Haas S, Laskin R, Sculco T. Total knee arthroplasty after open reduction and internal fixation of fractures of the tibial plateau: a minimum five-year follow-up study. *J Bone Joint Surg Am.* 2001;83-A(8):1144-8.
45. Namba RS, Inacio MC, Paxton EW. Risk factors associated with deep surgical site infections after primary total knee arthroplasty: an analysis of 56,216 knees. *J Bone Joint Surg Am.* 2013;95(9):775-82.
46. Larson AN, Hanssen AD, Cass JR. Does prior infection alter the outcome of TKA after tibial plateau fracture? *Clin Orthop Relat Res.* 2009;467(7):1793-9.
47. Weiss NG, Parvizi J, Hanssen AD, Trousdale RT, Lewallen DG. Total knee arthroplasty in post-traumatic arthrosis of the knee. *The Journal of arthroplasty.* 2003;18(3 Suppl 1):23-6.
48. Weiss NG, Parvizi J, Trousdale RT, Bryce RD, Lewallen DG. Total knee arthroplasty in patients with a prior fracture of the tibial plateau. *J Bone Joint Surg Am.* 2003;85-A(2):218-21.
49. Lonner JH, Pedlow FX, Siliski JM. Total knee arthroplasty for post-traumatic arthrosis. *The Journal of arthroplasty.* 1999;14(8):969-75.
50. Papadopoulos EC, Parvizi J, Lai CH, Lewallen DG. Total knee arthroplasty following prior distal femoral fracture. *The Knee.* 2002;9(4):267-74.
51. Wu LD, Xiong Y, Yan SG, Yang QS. Total knee replacement for posttraumatic degenerative arthritis of the knee. *Chin J Traumatol.* 2005;8(4):195-9.
52. Hoxie SC, Dobbs RE, Dahm DL, Trousdale RT. Total knee arthroplasty after anterior cruciate ligament reconstruction. *The Journal of arthroplasty.* 2008;23(7):1005-8.
53. Abdel MP, von Roth P, Cross WW, Berry DJ, Trousdale RT, Lewallen DG. Total Knee Arthroplasty in Patients With a Prior Tibial Plateau Fracture: A Long-Term Report at 15 Years. *The Journal of arthroplasty.* 2015;30(12):2170-2.
54. Lunebourg A, Parratte S, Gay A, Ollivier M, Garcia-Parra K, Argenson JN. Lower function, quality of life, and survival rate after total knee arthroplasty for posttraumatic arthritis than for primary arthritis. *Acta Orthop.* 2015;86(2):189-94.
55. Scott CE, Davidson E, MacDonald DJ, White TO, Keating JF. Total knee arthroplasty following tibial plateau fracture: a matched cohort study. *Bone Joint J.* 2015;97-B(4):532-8.
56. Houdek MT, Watts CD, Shannon SF, Wagner ER, Sems SA, Sierra RJ. Posttraumatic Total Knee Arthroplasty Continues to Have Worse Outcome Than Total Knee Arthroplasty for Osteoarthritis. *The Journal of arthroplasty.* 2016;31(1):118-23.
57. Heisel J, Jerosch J. Gelenkerhaltende Maßnahmen. *Knieendoprothetik: Indikationen, Operationstechnik, Nachbehandlung, Begutachtung.* Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2015. p. 31-59.
58. Jerosch J. Welche Prothesen für das Kniegelenk gibt es? *Knieendoprothetik: Indikationen, Operationstechnik, Nachbehandlung, Begutachtung.* Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2015. p. 61-103.

59. Mettelsiefen J, Kirschner S, Lützner J, Günther K-P. Entwicklung der Knieendoprothetik, Indikation und sozioökonomische Gesichtspunkte. In: Wirtz DC, editor. AE-Manual der Endoprothetik: Knie. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2011. p. 47-55.
60. Flören M, Reichel H. Implantate. In: Wirtz DC, editor. AE-Manual der Endoprothetik: Knie. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2011. p. 57-71.
61. Rothbauer F, Zerwes U, Bleß H-H, Kip M. Häufigkeit endoprothetischer Hüft- und Knieoperationen. In: Bleß HH, Kip M, editors. Weißbuch Gelenkersatz: Versorgungssituation bei endoprothetischen Hüft- und Knieoperationen in Deutschland. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2017. p. 17-41.
62. Mayr H, Stöhr A. Möglichkeiten und Grenzen des „mobile bearing“ in der Primär- und Revisionsendoprothetik des Kniegelenks. OUP Orthopädische und Unfallchirurgische Praxis. 2013;11:536-40.
63. [Recommendations of EULAR on treatment of gonarthrosis. Report of a committee of the "Standing Committee for International Clinical Studies Including Therapeutic Trials (ESCIST)"]. Z Rheumatol. 2002;61(3):229-43.
64. Jordan KM, Arden NK, Doherty M, Bannwarth B, Bijlsma JW, Dieppe P, Gunther K, Hauselmann H, Herrero-Beaumont G, Kaklamanis P, Lohmander S, Leeb B, Lequesne M, Mazieres B, Martin-Mola E, Pavelka K, Pendleton A, Punzi L, Serni U, Swoboda B, Verbruggen G, Zimmermann-Gorska I, Dougados M. EULAR Recommendations 2003: an evidence based approach to the management of knee osteoarthritis: Report of a Task Force of the Standing Committee for International Clinical Studies Including Therapeutic Trials (ESCISIT). Ann Rheum Dis. 2003;62(12):1145-55.
65. Jerosch J. Postoperative Komplikationen. Knieendoprothetik: Indikationen, Operationstechnik, Nachbehandlung, Begutachtung. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2015. p. 285-371.
66. Kirschner S, Lützner J. Primäre Endoprothetik am Kniegelenk. Orthopädie und Unfallchirurgie up2date. 2008(3):177-94.
67. Insall JN, Dorr LD, Scott RD, Scott WN. Rationale of the Knee Society clinical rating system. Clin Orthop Relat Res. 1989(248):13-4.
68. Kaplan EL MP. Nonparametric Estimation from Incomplete Observations. Journal of the American Statistical Association. 1958;53(282):457-81.
69. Shearer DW, Chow V, Bozic KJ, Liu J, Ries MD. The predictors of outcome in total knee arthroplasty for post-traumatic arthritis. The Knee. 2013;20(6):432-6.
70. Hepp P, Klima S, von Dercks N, Marquass B, Jung H, Josten C. [Total knee arthroplasty in post-traumatic osteoarthritis]. Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie. 2012;150(4):374-80.
71. Lizaur-Utrilla A, Collados-Maestre I, Miralles-Munoz FA, Lopez-Prats FA. Total Knee Arthroplasty for Osteoarthritis Secondary to Fracture of the Tibial Plateau. A Prospective Matched Cohort Study. The Journal of arthroplasty. 2015;30(8):1328-32.
72. Dixel J, Beyer F, Lutzner C, Kleber C, Lutzner J. TKA for Posttraumatic Osteoarthritis Is More Complex and Needs More Surgical Resources. Orthopedics. 2016;39(3 Suppl):S36-40.
73. Civinini R, Carulli C, Matassi F, Villano M, Innocenti M. Total knee arthroplasty after complex tibial plateau fractures. Chir Organi Mov. 2009;93(3):143-7.
74. Gerich T, Bosch U, Schmidt E, Lobenhoffer P, Krettek C. [Knee joint prosthesis implantation after fractures of the head of the tibia. Intermediate term results of a cohort analysis]. Der Unfallchirurg. 2001;104(5):414-9.
75. Bala A, Penrose CT, Seyler TM, Mather RC, 3rd, Wellman SS, Bolognesi MP. Outcomes after Total Knee Arthroplasty for post-traumatic arthritis. The Knee. 2015;22(6):630-9.

76. Jung P, Morris AJ, Zhu M, Roberts SA, Frampton C, Young SW. BMI is a key risk factor for early periprosthetic joint infection following total hip and knee arthroplasty. *N Z Med J*. 2017;130(1461):24-34.
77. 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*. 2012;94(20):1839-44.
78. McElroy MJ, Pivec R, Issa K, Harwin SF, Mont MA. The effects of obesity and morbid obesity on outcomes in TKA. *J Knee Surg*. 2013;26(2):83-8.
79. Giannoudis PV, Tzioupis C, Papathanassopoulos A, Obakponovwe O, Roberts C. Articular step-off and risk of post-traumatic osteoarthritis. Evidence today. *Injury*. 2010;41(10):986-95.
80. Bullens PH, van Loon CJ, de Waal Malefijt MC, Laan RF, Veth RP. Patient satisfaction after total knee arthroplasty: a comparison between subjective and objective outcome assessments. *The Journal of arthroplasty*. 2001;16(6):740-7.
81. Kane RL, Saleh KJ, Wilt TJ, Bershadsky B. The functional outcomes of total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 2005;87(8):1719-24.
82. Patil S, McCauley JC, Pulido P, Colwell CW, Jr. How do knee implants perform past the second decade? Nineteen- to 25-year followup of the Press-fit Condylar design TKA. *Clin Orthop Relat Res*. 2015;473(1):135-40.
83. Callaghan JJ, Beckert MW, Hennessy DW, Goetz DD, Kelley SS. Durability of a cruciate-retaining TKA with modular tibial trays at 20 years. *Clin Orthop Relat Res*. 2013;471(1):109-17.
84. Blom AW, Brown J, Taylor AH, Pattison G, Whitehouse S, Bannister GC. Infection after total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Br*. 2004;86(5):688-91.
85. Zhu Y, Zhang F, Chen W, Liu S, Zhang Q, Zhang Y. Risk factors for periprosthetic joint infection after total joint arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. *J Hosp Infect*. 2015;89(2):82-9.
86. Borens O, Yusuf E, Steinrucken J, Trampuz A. Accurate and early diagnosis of orthopedic device-related infection by microbial heat production and sonication. *J Orthop Res*. 2013;31(11):1700-3.
87. Renz N, Feihl S, Dlaska CE, Schutz MA, Trampuz A. [Osteosynthesis-associated infections : Epidemiology, definition and diagnosis]. *Der Unfallchirurg*. 2017;120(6):454-60.
88. Tay KS, Lo NN, Yeo SJ, Chia SL, Tay DK, Chin PL. Revision total knee arthroplasty: causes and outcomes. *Ann Acad Med Singapore*. 2013;42(4):178-83.
89. Duffy GP, Trousdale RT, Stuart MJ. Total knee arthroplasty in patients 55 years old or younger. 10- to 17-year results. *Clin Orthop Relat Res*. 1998(356):22-7.
90. Singh JA, Lewallen DG. Diabetes: a risk factor for poor functional outcome after total knee arthroplasty. *PLoS One*. 2013;8(11):e78991.
91. Best MJ, Buller LT, Gosthe RG, Klika AK, Barsoum WK. Alcohol Misuse is an Independent Risk Factor for Poorer Postoperative Outcomes Following Primary Total Hip and Total Knee Arthroplasty. *The Journal of arthroplasty*. 2015;30(8):1293-8.
92. Best MJ, Buller LT, Klika AK, Barsoum WK. Outcomes Following Primary Total Hip or Knee Arthroplasty in Substance Misusers. *The Journal of arthroplasty*. 2015;30(7):1137-41.
93. Harris AH, Reeder R, Ellerbe L, Bradley KA, Rubinsky AD, Giori NJ. Preoperative alcohol screening scores: association with complications in men undergoing total joint arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 2011;93(4):321-7.
94. Buller LT, Best MJ, Klika AK, Barsoum WK. The influence of psychiatric comorbidity on perioperative outcomes following primary total hip and knee arthroplasty; a 17-year analysis of the National Hospital Discharge Survey database. *The Journal of arthroplasty*. 2015;30(2):165-70.

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 1.1: Kniegelenk, Ansicht von ventral (aus Atlas der Anatomie des Menschen, Tillmann B., 3. Auflage, 2016, Springer Medizin Verlag, Seite 481)

Abb. 1.2: Rechtes Tibiaplateau mit Verlauf der Membrana fibrosa und der Membrana synovialis (aus Anatomie, Zilles Tillmann, 2010, Springer Medizin Verlag, Seite 256)

Abb. 1.3: Anatomische und mechanische Beinachse (aus Knieendoprothetik, Jerosch Heisel Tibesku, 2. Auflage, 2015, Springer Medizin Verlag, Seite 14)

Abb. 1.4: Knieendoprothese Journey™ II: Femorale und tibiale Komponente, dazwischen befindet sich das Inlay aus Polyethylen (mit freundlicher Genehmigung der Smith&Nephew GmbH)

Abb. 1.5: Oberflächenersatzprothese e.motion®, CR-Design (mit freundlicher Genehmigung der Aesculap AG)

Abb. 1.6: Oberflächenersatzprothese GENESIS™ II, PS-Design (mit freundlicher Genehmigung der Smith&Nephew GmbH)

Abb. 1.7: Teilgekoppelte Knieprothese LEGION RK™ (mit freundlicher Genehmigung der Smith&Nephew GmbH)

Abb. 1.8: Vollgekoppelte Knieprothese LEGION HK™ (mit freundlicher Genehmigung der Smith&Nephew GmbH)

Abb. 3.9: Einschluss der Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose

Abb. 4.10: Alter bei Prothesenimplantation

Abb. 4.11: Body-Mass-Index bei Prothesenimplantation

Abb. 4.12: Zeitspanne zwischen Unfall und Prothesenimplantation

Abb. 4.13: Aufschlüsselung der Patientenzahl nach der Ätiologie der posttraumatischen Gonarthrose

Abb. 4.14: Knee Score präoperativ

Abb. 4.15: Function Score präoperativ

Abb. 4.16: Knee Score zum Nachuntersuchungszeitpunkt

Abb. 4.17: Function Score zum Nachuntersuchungszeitpunkt

Abb. 4.18: Verteilung der Operationsdauer für beide Arten der Gonarthrose

Abb. 4.19: Revisionsfreies Überleben der Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose

Abb. 4.20: Infektionsfreies Überleben der Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose

Abb. 4.21: Revisionsfreies Überleben der Patienten mit primärer Gonarthrose

Abb. 4.22: Überlebensanalyse in Abhängigkeit vom Alter bei Prothesenimplantation

Abb. 4.23: Vergleich des revisionsfreien Überlebens der Patienten mit posttraumatischer und primärer Gonarthrose

Abb. 4.24: Folgeeingriff-freies Überleben der Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose

Abb. 4.25: Folgeeingriff-freies Überleben bei Patienten mit primärer Gonarthrose

Abb. 4.26: Vergleich des Folgeeingriff-freien Überlebens der Patienten mit posttraumatischer und primärer Gonarthrose

TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 4.19: Anzahl, Geschlecht und Operationsseite der eingeschlossenen Patienten

Tab. 4.20: Verteilung des Body-Mass-Index bei den Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose

Tab. 4.21: Verteilung des Body-Mass-Index bei den Patienten mit primärer Gonarthrose

Tab. 4.22: Ätiologische Zuordnung der posttraumatischen Gonarthrosen

Tab. 4.23: Häufigkeit und prozentuale Verteilung der initialen Traumabehandlung

Tab. 4.24: Knee Score zum Nachuntersuchungszeitpunkt für die Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose

Tab. 4.25: Knee Score zum Nachuntersuchungszeitraum für die Patienten mit primärer Gonarthrose

Tab. 4.26: Function Score zum Nachuntersuchungszeitpunkt für die Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose

Tab. 4.27: Function Score zum Nachuntersuchungszeitpunkt für die Patienten mit primärer Gonarthrose

Tab. 4.28: Operative Zugangswege bei den Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose

Tab. 4.29: Operative Zugangswege bei den Patienten mit primärer Gonarthrose

Tab. 4.30: Verwendete Prothesenmodelle bei den Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose (CR – cruciate-retaining, PS – posterior-stabilized, VVC – Varus-Valgus-constrained)

Tab. 4.31: Verwendete Prothesenmodelle bei den Patienten mit primärer Arthrose (CR – cruciate-retaining, PS – posterior-stabilized)

Tab. 4.32: Revisionsfälle in der Gruppe der Patienten mit posttraumatischer Gonarthrose im Detail (m- männlich, w-weiblich)

Tab. 4.33: Revisionsfälle in der Gruppe der Patienten mit primärer Gonarthrose im Detail (m- männlich, w-weiblich)

Tab. 4.34: Alter bei Prothesenimplantation jünger 55 Jahre

Tab. 4.35: Häufigkeitsverteilung der Folgeeingriffe bei posttraumatischer Gonarthrose

Tab. 4.36: Häufigkeitsverteilung der Folgeeingriffe bei primärer Gonarthrose

ANLAGEN

Anlage 1:

Fragebogen

Die folgenden Fragen beziehen sich auf das Kniegelenk, in welches die Knie totalendoprothese in der Charité eingesetzt wurde.

DIE ZEIT VOR DER KNIETOTALENDOPROTHESE

Die Fragen im Folgenden beziehen sich auf die Zeit vor der Implantation der Knie totalendoprothese.

1) **Wann** ereignete sich der erste Unfall an dem Knie, in welches später die Knie-TEP implantiert wurde?

.....
.....

2) Welche **Diagnose** wurde Ihnen mitgeteilt? (z.B.: vorderer Kreuzbandriss, Unterschenkelbruch, Oberschenkelbruch...)

.....
.....

3) Mussten Sie deswegen operiert werden?

Ja Nein

4) Wenn **ja**, wann und was wurde bei Ihnen operiert?

.....
.....

5) Gab es im Folgenden weitere Unfälle/Traumata, die dieses Kniegelenk betrafen?

Ja Nein

6) Wenn ja, wann und was haben Sie sich verletzt?

.....

7) Gab es im Folgenden weitere Operationen an diesem Kniegelenk?

Ja Nein

8) Wenn **ja**, wann, was wurde operiert und in welchem Krankenhaus?

DIE ZEIT NACH DER IMPLANTATION DER KNIETOTALENDOPROTHESE BIS HEUTE

Alle weiteren Fragen betreffen die Zeit nach der Implantation der (ersten) KNIE-TEP in unserer Klinik:

9) Traten nach der Implantation der KNIE-TEP Komplikationen auf? (z.B.: Wundheilungsstörung, Infektionen, Thrombose, Nervenschädigungen, Bewegungseinschränkungen...)

Ja Nein

10) Wenn **ja**, welche Komplikation trat bei Ihnen auf?

11) Mussten Sie nachdem Sie die KNIE-TEP implantiert bekommen haben nochmals an diesem Kniegelenk operiert werden?

Ja Nein

12) Wenn **ja**, wann, in welchem Krankenhaus und was wurde bei Ihnen operiert?

13) Musste bei Ihnen der Kniegelenksersatz zwischenzeitlich ausgetauscht/erneuert werden?

Ja Nein

14) Wenn **ja**, wann, in welchem Krankenhaus und warum (z.B. Lockerung der KNIE-TEP, Entzündung,...)?

15) Ist Ihnen bekannt, welche Komponente (Komplett, Teil an Oberschenkel, Teil an Unterschenkel, Kniescheibenersatz) gewechselt wurde?

16) Wann und wo wurde das letzte Röntgenbild der Knie totalprothese angefertigt?

17) Falls diese Aufnahmen nicht in der Charité gemacht wurde bitten wir Sie höflichst, uns Auskunft über Ihre weitere Betreuung im ambulanten Bereich zu geben. Wenn Sie mit einer Kontaktaufnahme durch uns an Ihren behandelnden Arzt einverstanden sind, notieren Sie im Folgenden die Anschrift ihres betreuenden Orthopäden:

Alternativ bitten wir Sie, uns Ihre Aufnahmen mitzubringen falls Sie im Rahmen einer klinischen Nachuntersuchung bei uns vorstellig werden oder sich dazu entschließen, einen Termin zur klinischen Verlaufskontrolle bei uns zu vereinbaren.

Behandelnder Orthopäde:

18) Wünschen Sie zum aktuellen Zeitpunkt eine klinische Verlaufskontrolle Ihres Knies?

Unter **030450515044** können Sie einen Termin hierfür vereinbaren.

Anlage 2:

Fragebogen

DIE ZEIT NACH DER IMPLANTATION DER KNIE-TOTALENDOPROTHESE BIS HEUTE

1) Traten nach der Implantation der KNIE-TEP Komplikationen auf? (z.B.: Wundheilungsstörung, Infektionen, Thrombose, Nervenschädigungen, Bewegungseinschränkungen...)

Ja

Nein

2) Wenn **ja**, welche Komplikation trat bei Ihnen auf?

3) Mussten Sie nachdem Sie die KNIE-TEP implantiert bekommen haben nochmals an diesem Kniegelenk operiert werden oder ein weiterer Eingriff im Bereich des Knies notwendig?

Ja

Nein

4) Wenn **ja**, wann und was wurde bei Ihnen gemacht?

5) Musste bei Ihnen der Kniegelenksersatz zwischenzeitlich ausgetauscht/erneuert werden?

Ja

Nein

6) Wenn **ja**, wann, in welchem Krankenhaus und warum (z.B. Lockerung der KNIE-TEP, Entzündung,...)?

7) Ist Ihnen bekannt, welche Komponente (Komplett, Teil an Oberschenkel, Teil an Unterschenkel, Kniescheibenersatz) gewechselt wurde?

Anlage 3:

Modifizierter Knee Society Score

Die folgenden Fragen bzgl. Schmerz, Bewegungsumfang und Funktionalität beziehen sich auf das Kniegelenk, in welches die Knie totalendoprothese in der Charité eingesetzt wurde.

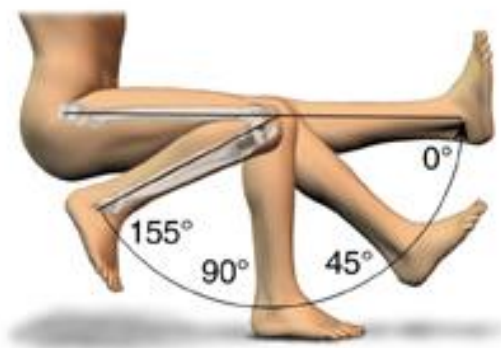
Schmerzen

Haben Sie in dem operierten Kniegelenk Schmerzen?

- Ich habe keine Schmerzen.
- Ich habe geringe oder nur gelegentliche Schmerzen.
- Ich habe immer geringe Schmerzen beim Treppensteigen.
- Ich habe immer geringe Schmerzen beim Gehen und Treppensteigen.
- Ich habe gelegentlich mäßige Schmerzen.
- Ich habe immer Schmerzen.
- Ich habe starke Schmerzen.

Bewegungsumfang

Wie groß ist der maximale Bewegungsumfang in dem operierten Kniegelenk?



- 0-25°
- 26-50°
- 51-75°
- 76-100°
- 101-125°

Stabilität

Haben Sie das Gefühl, dass Ihr operiertes Kniegelenk stabil ist?

Nach vorn bzw. hinten? Kann Ihrem operierten Kniegelenk der Unterschenkel und Oberschenkel zueinander verschoben werden?

- < 5 mm
- 5 – 10 mm
- >10 mm

Nach innen bzw. außen? „Klappt“ Ihr operiertes Kniegelenk manchmal zu einer Seite auf?

- < 5 °
- 6 – 9 °
- 10 – 14 °
- >15 °

Ist Ihr operiertes Kniegelenk in Ruhe und ohne Belastung voll gestreckt?

- es lässt sich voll strecken
- Beugstellung von 5-10°
- Beugstellung von 10-15°
- Beugstellung von 16-20°
- Beugstellung von mehr als 20°

Können Sie Ihr Knie selbstständig selber voll durchstrecken?

- ja
- es fehlen mir weniger als 10°
- es fehlen mir zw. 10-20°
- es fehlen mir mehr als 20°

Funktionalitäts-Score

1.) Gehfähigkeit

- Ich kann unbegrenzt gehen.
- Ich kann mehr als 1 km gehen.
- Ich kann 500 m bis 1000 m gehen.
- Ich kann weniger als 500 m gehen.
- Ich bin an das Haus gebunden.
- Ich kann nicht gehen.

2.) Treppensteigen

- Ich kann normal treppauf und treppab gehen.
- Ich kann normal treppauf gehen, treppab nur mit Geländer.
- Ich gehe treppauf und treppab mit Geländer.
- Ich gehe treppauf mit Geländer, treppab ist nicht möglich.
- Ich kann keine Treppen gehen.

Ich muss folgende Gehhilfen benutzen

- 1 Gehstock/-stütze
- 2 Gehstöcke/-stützen
- Gehbock/Rollator, Achselstützen etc.

VERSICHERUNG AN EIDES STATT

„Ich, Benjamin Effenberger, versichere an Eides statt durch meine eigenhändige Unterschrift, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema: „Überleben von Knie totalendoprothesen nach posttraumatischer und primärer Gonarthrose“ selbstständig und ohne nicht offengelegte Hilfe Dritter verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel genutzt habe.

Alle Stellen, die wörtlich oder dem Sinne nach auf Publikationen oder Vorträgen anderer Autoren beruhen, sind als solche in korrekter Zitierung (siehe „Uniform Requirements for Manuscripts (URM)“ des ICMJE -www.icmje.org) kenntlich gemacht. Die Abschnitte zu Methodik (insbesondere praktische Arbeiten, statistische Aufarbeitung) und Resultaten (insbesondere Abbildungen, Graphiken und Tabellen) entsprechen den URM (s.o) und werden von mir verantwortet.

Meine Anteile an etwaigen Publikationen zu dieser Dissertation entsprechen denen, die in der untenstehenden gemeinsamen Erklärung mit dem Betreuer, angegeben sind. Sämtliche Publikationen, die aus dieser Dissertation hervorgegangen sind und bei denen ich Autor bin, entsprechen den URM (s.o) und werden von mir verantwortet.

Die Bedeutung dieser eidesstattlichen Versicherung und die strafrechtlichen Folgen einer unwahren eidesstattlichen Versicherung (§156,161 des Strafgesetzbuches) sind mir bekannt und bewusst.“

Datum

Unterschrift

CURRICULUM VITAE

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

PUBLIKATIONSLISTE

Kongressbeitrag

Fuchs M, Effenberger B, Pfitzner T, Perka C, von Roth P. Mittelfristiges Überleben von Knie-Totalendoprothesen bei posttraumatischer Gonarthrose

- *Posterpräsentation, DKOU 2017-*

DANKSAGUNG

Ich danke Herrn PD Dr. Philipp von Roth für die Überlassung des Themas sowie für die intensive Betreuung und die Unterstützung über den gesamten Zeitraum der Entstehung dieser Arbeit. Für seine Anregungen, Ratschläge und Hilfestellungen bin ich sehr dankbar. Ohne ihn würde diese Arbeit in der Form nicht existieren.

Ich danke Herrn Prof. Dr. Carsten Perka für die Möglichkeit, diese Arbeit im Centrum für Muskuloskeletale Chirurgie der Charité – Universitätsmedizin Berlin durchzuführen.

Dank gilt auch Dr. Michael Fuchs, der immer ansprechbar war und mir mit Rat und Tat zur Seite stand.

Besonders möchte ich mich bei Annette Bowitz und Anne Zergiebel für ihre Hilfe bedanken, die organisatorischen Hürden solch einer Arbeit zu meistern.

Ein besonderer Dank gilt meinen Eltern Ansgar und Andrea sowie meinen Geschwistern Dominik, Rebekka und Deborah, die mich mit Liebe und Unterstützung all die Jahre begleitet haben.

Mein persönlichster Dank gilt meiner Frau Nadin und meiner Tochter Hannah. Für eure uneingeschränkte Unterstützung, eure fortwährende Geduld und euer Verständnis. Ihr tragt den größten Anteil an dieser Arbeit.

Benjamin Effenberger im Mai 2018