

Klinik für Orthopädie und Sportorthopädie
Abteilung für Sportorthopädie
des Klinikums rechts der Isar
der Technischen Universität München
(Leitung Prof. Dr. Andreas B. Imhoff)

**Klinisch-Radiologisch prospektive Studie zum Outcome nach
Implantation eines patellofemorale Inlay-Oberflächenersatzes**

Julius Andreas Henne

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Medizin der Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktors der Medizin genehmigten Dissertation.

Vorsitzender:

Prof. Dr. Jürgen Schlegel

Prüfer der Dissertation:

1. apl. Prof. Dr. Philip Schöttle

2. apl. Prof. Dr. Klaus Wörtler

Die Dissertation wurde am 26.11.2018 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät für Medizin am 16.04.2019 angenommen.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich all jenen danken, die mich begleitet haben und durch ihre fachliche und persönliche Unterstützung zum Gelingen dieser Doktorarbeit beigetragen haben.

Mein Dank gilt zuerst Prof. Dr. Philip Schöttle, der mir dieses interessante Thema bereitgestellt hat. Dieses Forschungsgebiet ist noch recht jung und Prof. Schöttle ist einer der international führenden Ärzte. Es ist mir eine besondere Ehre, in diesem Gebiet meine Doktorarbeit zu verfassen.

Ebenso danke ich Prof. Dr. Andreas Imhoff für die Bereitschaft, die Mentorenschaft zu übernehmen.

Als nächstes möchte ich Dr. Matthias König für all seine Mühen und Unterstützung danken. Ohne seine Hilfe wäre meine Arbeit nicht zu stande gekommen.

Mein besonderer Dank gilt auch meiner Familie, insbesondere meinen Eltern, die mich in jeder meiner Entscheidungen bedingungslos unterstützt haben.

Zu guter Letzt möchte ich noch den Patienten danken, die auf meine Anrufe reagiert haben und durch das Ausfüllen der Fragebögen mir diese Arbeit erst ermöglicht haben.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	6
1.1	Patellofemorale Anatomie und Biomechanik	6
1.2	Faktoren der Arthroseentstehung am patellofemorale Gelenk	7
1.2.1	Direkte patellofemorale Arthrose (PFA)	7
1.2.2	Indirekte PFA	7
1.2.2.1	Instabilität	7
1.3	Mögliche Operationstechniken bei patellofemorale Arthrose	8
1.3.1	Osteotomien	8
1.3.1.1	Anteromedialisierung der Tuberositas tibiae	8
1.3.1.2	Femurosteotomie	9
1.3.2	Orthobiologische Verfahren	9
1.3.2.1	Matrix-included autologous chondrocyte implantation (MACI)	9
1.3.2.2	Osteochondral autograft transfer system (OATS)	9
1.3.3	Oberflächenersatz	9
1.3.3.1	Totaler Gelenkersatz	10
1.3.3.2	Onlay-Systeme	10
1.3.3.3	Inlay-Systeme	11
1.3.4	Versorgung von Begleitpathologien	11
1.3.5	Zusammenfassen und Beurteilen der Operationsmöglichkeiten	12
1.4	Fragestellung, Hypothese und Ziele der vorliegenden Studie	12
2.	Material und Methoden	13
2.1	Patientenkollektiv und Nachuntersuchungszeiträume	13
2.1.1	Indikation zur Operation	13
2.1.2	Ein- und Ausschlusskriterien	13
2.1.3	Patientengut, Geschlechts- und Altersverteilung	14
2.1.4	Untersuchungszeiträume	14
2.1.5	Nachbehandlungsschema	15
2.2	Klinische Untersuchung	16
2.2.1	Klinische Untersuchungen und Funktionstests am Kniegelenk	16
2.2.1.1	J-Sign	16
2.2.1.2	Apprehensionstest	16
2.2.1.3	Patellaanpressschmerz und Schmerzen unter Belastung/in Ruhe/in der Nacht	16
2.2.1.4	Range of Motion (ROM)	17
2.2.1.5	Bandapparat	17
2.3	Scores	17
2.3.1	Tegner-Aktivitätsscore (TAS)	17
2.3.2	Lysholm Knee Scoring Scale	17

2.3.3	Alternierender Kujala Knie-Score.....	18
2.3.4	Knee and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS)	18
2.4	Radiologische Untersuchung	18
2.4.1	Nativröntgen	18
2.4.1.1	Patella Höhe nach Caton-Deschamps.....	19
2.4.1.2	Arthroseinteilung nach Kellgren/Lawrence und Iwano.....	19
2.4.2	MRT- Diagnostik	19
2.4.2.1	Tuberosity Tibiae-Trochlea Groove (TTTG).....	19
2.4.2.2	Trochleadysplasie nach Déjour.....	20
2.4.2.3	Patella Tracking: Tilt und Shift	20
2.4.2.4	Zustand des MPFL.....	21
3.	Ergebnisse.....	21
3.1	Stationärer Aufenthalt	21
3.2	Klinische Untersuchung und Funktionstests	23
3.2.3	J-Sign	23
3.2.4	Apprehensionstest	23
3.2.5	Patellaanpressschmerz und Schmerzen unter Belastung/in Ruhe/in der Nacht.....	23
3.2.6	Range of Motion	24
3.3	Scores	24
3.3.1	Tegner-Aktivitätsscore (TAS).....	24
3.3.2	Lysholm Knee Scoring Scale	26
3.3.3	Alternierender Kujala Knie-Score.....	28
3.3.4	KOOS-Score	30
3.4	Radiologische Untersuchung	34
3.4.1	Nativröntgen	34
3.4.1.1	Patella Höhe nach Caton-Deschamps.....	34
3.5	MRT-Diagnostik.....	34
3.5.1	TTTG, TTTE, TTTG-Index	34
3.5.2	Trochleadysplasie nach Déjour.....	35
3.5.3	Patella Tracking: Tilt und Shift	35
3.6	Zusammenfassung.....	35
4.	Diskussion	36
5.	Limitationen	38
6.	Schlußfolgerung.....	38
7.	Appendix.....	39
7.1	Anamnesebogen	39
7.2	Untersuchungsbogen	40
7.3	Patientenaufklärung	41
7.4	Patienteneinverständniserklärung.....	42

7.5	Tegner-Aktivitätsscore	43
7.6	Lysholm-Knee-Scoring Scale.....	45
7.7	alternierender Kujala Knee Score	46
7.8	KOOS Score.....	47
8.	Abkürzungsverzeichnis.....	51
9.	Abbildungsverzeichnis.....	52
10.	Tabellenverzeichnis	52
11.	Literaturverzeichnis	53

1. Einleitung

Das patellofemorale Gelenk (PFG) rückt erst in letzter Zeit in den medizinischen Fokus. Wurden bereits 1970 die ersten patellofemorale Prothesen implantiert, fehlt es bisher an aussagekräftigen Langzeit-Studien, die auf der einen Seite die prothetische Versorgung an sich bewerten, auf der anderen Seite aber auch die mittlerweile vielen unterschiedlichen Prothesentypen vergleichen. Die bisher durchgeführten prothetischen Versorgungen erbrachten keine zufriedenstellenden Ergebnisse (57). Ein zunehmendes Verständnis der patellofemorale Biomechanik hat allerdings dazu geführt, dass immer neue Modelle auf den Markt kommen. Diese versuchen der anatomischen Situation gerecht zu werden und die physiologischen Druckverhältnisse im Gelenk wieder herzustellen.

Die patellofemorale Gelenkfunktion ist abhängig von einer optimalen Interaktion ihrer passiven, dynamischen und strukturellen Faktoren. Ein Ungleichgewicht in dieser Balance führt zu Gelenkbeschwerden und später auch zur Arthrose. Aufgrund der Rolle der Biomechanik in der Entstehung der Erkrankung ist es besonders wichtig, den spezifischen Pathomechanismus zu erkennen und zu therapieren.

1.1 Patellofemorale Anatomie und Biomechanik

Das PFG ist ein Teil des Kniegelenkes und in den Streckapparat eingebettet. Die beteiligten Gelenkflächen sind die Facies articularis patellae auf der einen und die Facies patellaris des Femur, auch Trochlea genannt, auf der anderen Seite. Durch die Form der beiden Gelenkpartner erhält die Patella eine knöcherne Führung. Die entsteht zum einen durch die prägnant ausgebildete laterale Femurkondyle und zum anderen durch die rinnenförmige Vertiefung der Trochlea mit der korrespondierenden, spitz zu laufenden Patellarückseite. Die trochleäre Rinne vertieft sich von proximal nach distal und hat im Sulcus einen Öffnungswinkel von circa $138^{\circ} \pm 6^{\circ}$ (62).

Weiterhin wird das PFG noch durch das mediale patellofemorale Ligament (MPFL) als wichtigster medialer Stabilisator, sowie die Gelenkkapsel passiv gestützt.

Die einzige aktive Komponente des PFG ist der Musculus (M.) quadrizeps femoris, der über die Quadrizepssehne in die Patellabasis inseriert und fortlaufend mit der Patellarsehne an der Tuberositas tibiae ansetzt. Der Kraftvektor des M. quadrizeps verläuft parallel zur Femurdiaphyse, wodurch die Patella nach lateral gezogen wird.

Die Patella ist das größte Sesambein des menschlichen Körpers und verstärkt die Extensionskraft des M. quadrizeps femoris. Sie liegt in Streckstellung des Kniegelenkes oberhalb der Trochlea und gleitet bei Flexion, geführt durch die Rinnenform, bis zur Fossa intercondylaris. Durch den Zug des Quadrizeps steigt mit zunehmender Flexion auch der Anpressdruck der Patella gegen das Femur. Deswegen ist die Knorpelschicht an der Facies articularis patellae mit 7mm (82) auch die Dickste im gesamten Bewegungsapparat. Sie überzieht die proximalen 2/3 der Patella. Das untere Drittel ist nicht am Gelenkkontakt beteiligt, sondern dient vielmehr als Ansatz für die Patellarsehne.

Der Knorpel wird nicht durchgehend gleich stark belastet: Wird in Extensionsstellung der distale Knorpelanteil am meisten belastet, ruht in Flexionsstellung der meiste Druck auf dem proximalen Anteil des patellaren Knorpels (81).

1.2 Faktoren der Arthroseentstehung am patellofemorale Gelenk

Neben radiologischen Einteilungen, die an anderer Stelle diskutiert werden, kann man die Entstehung der Arthrose am PFG in direkte und indirekte Formen einteilen (83). Durch ein starkes Ungleichgewicht der aktiven, passiven und statischen Komponenten ist das PFG sehr anfällig für Instabilitäten. Zusätzlich wird das Gelenk bei Bewegung mit dem bis zu 8 fachen des Körpergewichtes belastet (1). Deswegen können schon kleine Abweichungen im Zusammenspiel der beteiligten Strukturen den Stress erhöhen und zur Arthroseentstehung beitragen (siehe 1.2.1 und 1.2.2). Durch zum Beispiel (z.B.) rezidivierende Mikrotraumata kann der Knorpel geschädigt werden und hat keine Möglichkeit, sich selbst zu regenerieren.

Es zeigen sich dann die typischen arthrotischen Gelenkveränderung: Gelenkspaltverschmälerung, Knorpelverlust, osteophytäre Anbauten, subchondrale Sklerosierung und Zysten.

1.2.1 Direkte patellofemorale Arthrose (PFA)

Direkte PFA können durch direkte Traumaewirkung, zum Beispiel einem Anpralltrauma bei Verkehrsunfällen oder einem Sturz, entstehen. Hierbei kommt es durch den hochrasanten Kontakt der Gelenkflächen zu einem irreparablen Knorpelschaden. Die auftretenden Kräfte schädigen den Knorpel direkt und führen zu Abscherungen. Ebenso können Frakturen der Patella aufgrund von Stufenbildung zu einem vermehrten und frühzeitigen Verschleiß des Gelenkknorpels beitragen (2). Selbst rezidivierende Mikrotraumata können bei gesundem patellofemorale Gelenk zur patellofemorale Arthrose führen. Diese Mikrotraumata treten bei unphysiologisch erhöhter Belastung besonders in Flexion auf. Hierzu zählen sprungintensive Sportarten wie Basketball und Sportarten mit hoher Gewichtsbelastung in der Hocke wie Gewichtheben. Selbst ein erhöhter Body Mass Index (BMI) sowie längere Hebelarme bei großen Personen mit dem daraus resultierenden höheren patellaren Anpressdruck in Flexion können zur Arthrose führen. Ein weiterer Risikofaktor ist die Osteochondrosis dissecans der Patella (83).

1.2.2 Indirekte PFA

Bei den indirekten PFA liegt oft eine morphologische Komponente zugrunde, die im Laufe der Zeit den Knorpel schädigt. Ausschlaggebend ist also eine unphysiologische Gelenkbelastung aufgrund von Maltracking und Malalignment der Patella (83). Alphabetisch aufgelistet gehören da unter anderem die Derotationsfehler, patellofemorale Instabilitäten, Trochleadysplasien und Valgusdeformitäten dazu.

1.2.2.1 Instabilität

Die patellofemorale Instabilität (PFI) teilt sich in vier große Bereiche: Dysplastische Veranlagung, Achsfehlstellungen, Rotationsfehlstellungen und iatrogene Ursachen. Jede dieser Ursachen führt durch ein Malalignment der Patella zu einer veränderten Druckverteilung auf den Gelenkknorpel (3) und somit zu einer pathologischen Abnutzung.

Bei der Trochleadysplasie kann die Rinne hypoplastisch, flach oder sogar konvexe Form haben. Ist die knöchernen Rinne des Femur nicht adäquat ausgebildet, fehlt der Patella die Führung. Dies führt zu einer vermehrten Druckbelastung des Knorpels, punktuell oder generalisiert (4) und kann bis zur lateralen Patellaluxation führen. Das Genu valgum, genauso wie eine Außenrotation der Tibia im Vergleich zum Femur führt durch eine Veränderung des Quadrizepsvektors zu einer vermehrten Belastung der lateralen Femurkondyle und der lateralen Patellafacette.

Zuletzt seien noch die iatrogenen Ursachen angesprochen. Hier steht meistens eine Bandrekonstruktion im Vordergrund, die nicht der Biomechanik des Gelenkes entspricht. Speziell nach Kreuzbandplastiken treten vermehrt Arthrosen des patellofemorales Gelenkes auf (32).

1.3 Mögliche Operationstechniken bei patellofemorales Arthrose

Aufgrund der hohen Belastungen im patellofemorales Gelenk ist es von entscheidender Bedeutung, dass durch operative Eingriffe das Zusammenspiel der dynamischen und statischen Faktoren normalisiert wird. Dye spricht hier von der patellofemorales Homöostase (13). Aus diesem Grund sollte jeglicher operativen Versorgung eine ausführliche Anamnese und Untersuchung, sowie adäquate Bildgebung vorangestellt werden, um die eigentliche Pathologie zu erkennen und die entsprechend optimale Therapie zu wählen.

Hier wird bewusst auf die Darstellung der verschiedenen konservativen Methoden verzichtet. Diese sind auf der einen Seite bezüglich des patellofemorales Gelenkes noch nicht gut erforscht, auf der anderen Seite ist die Arthrose eine strukturelle Schädigung. Hier ist wie bei der femorotibiales Arthrose mit konservativen Therapien nur eine kurzzeitige Besserung zu erzielen.

1.3.1 Osteotomien

1.3.1.1 Anteromedialisierung der Tuberositas tibiae

Die Tuberositas tibiae ist als Ansatzpunkt der Patellasehne in den Streckapparat des Kniegelenkes und somit auch in die Ausrichtung des patellofemorales Gelenkes integriert. Ihre Lage hat eine direkte Wirkung auf den Quadrizepsvektor, sowie die Lateralisierungstendenz der Patella (82).

Beim Tuberositastransfer wird die Tuberositas durch einen koronaren Schnitt abgetrennt, um die zu verändernde Distanz versetzt, und dann suffizient mit Schrauben fixiert. Durch den veränderten Lauf der Patella erzielt man veränderte Druckverhältnisse im Gelenk (14) und ein besseres Gleitverhalten.

In mehreren Studien konnte gezeigt werden, dass die Medialisierung der Tuberositas zu einer signifikanten Entlastung der lateralen Facette führt (5,6). Eine reine Ventralisierung kann auch zu einer Druckentlastung führen (7), allerdings ist die Studienlage hier bezüglich der Technik noch nicht eindeutig. Eine Kombination beider Verfahren, also eine Anteromedialisierung der Tuberositas wurde in mehreren Studien als positiv bewertet (10,11,12).

1.3.1.2 Femurosteotomie

Von der Biomechanik her kann man sich gut vorstellen, dass die Korrektur eines Genu valgum, aber auch einer Aussenrotation der Tibia zu einer vermehrten Druckbelastung der lateralen Gelenkfacette führt. Dementsprechend müsste eine Korrektur der Fehlstellung durch z.B. eine Derotationsosteotomie diese Belastung normalisieren und eine Beschwerdelinderung erbringen. Dickschas et al (84,85) konnten zeigen, dass eine Femurosteotomie zu einer deutlichen Schmerzreduktion sowie einer verbesserten patellofemorale Stabilität führt. Langzeitstudien bezüglich eines besseren Outcomes der Arthroseentstehung fehlen bisher.

1.3.2 Orthobiologische Verfahren

Die orthobiologischen Verfahren zielen nicht auf die Biomechanik des Gelenkes ab, sondern versuchen den zerstörten Knorpel zur Regeneration zu stimulieren. Während die Mikrofrakturierung am femorotibialen Gelenk sehr effektiv ist und gut bei Arthrose eingesetzt werden kann (23), steht man diesem Ansatz am patellofemorale Gelenk aufgrund der klinischen Ergebnisse eher zurückhaltend gegenüber (21,22). Wichtig ist hier der Ausschluss einer strukturellen Pathologie. Nur bei idealem Alignment der Komponenten ist ein orthobiologisches Verfahren indiziert und erfolgsversprechend.

1.3.2.1 Matrix-included autologous chondrocyte implantation (MACI)

Bei diesem Verfahren werden dem Patienten während einer Arthroskopie Knorpelzellen von einer weniger gewichts-belasteten Stelle entnommen. Diese bereitet man im Labor auf und züchtet Sie dort an. Später werden diese Zellen dann auf einer Membran aufgebracht und diese implantiert man auf den Knorpeldefekt des Patienten. Meyerkort et al (18) konnten in einer kleinen Studie mit 24 Patienten zeigen, dass sich klinische Scores verbesserten und 91% der Patienten die Prozedur erneut durchführen lassen würden. Langzeitergebnisse liegen aktuell noch nicht vor. Zu erwähnen ist noch, dass bei den Eingriffen zusätzlich auslösende Faktoren mitbehandelt wurden.

1.3.2.2 Osteochondral autograft transfer system (OATS)

Bei dieser Technik werden Knochen-Knorpel-Zylinder aus wenig belasteten Regionen des Kniegelenkes per Rundmeißel entnommen und in Pressfit-Technik in die Defektzonen wieder eingesetzt. Die OATS eignet sich gut für kleinere, begrenzte Defekte. Hier konnten einige kleine Studien ebenfalls eine klinische Verbesserung der Scores bei stabilem Gelenk zeigen (19,20). Auch hier wurden Kombinationseingriffe zur Verbesserung der patellofemorale Kinematik durchgeführt.

1.3.3 Oberflächenersatz

Bei fortgeschrittener Arthrose und fehlgeschlagener konservativer Therapie besteht auch am patellofemorale Gelenk die Möglichkeit eines Gelenkflächenersatzes. Looner zeigte in einer Übersichtsarbeit, dass die anfänglichen Ergebnisse aufgrund eines nicht anatomischen Trochleadesigns sehr ernüchternd waren (38). Aufgrund fehlender Individualisierungsmöglichkeiten, der Tatsache, dass

frühere Modelle eher symmetrisch und damit nicht anatomisch waren und die wenigsten Prothesentypen in ihrer Krümmung und Tiefe an die unterschiedlichen Trochleaanatomien angepasst werden konnten, wurde die zugrunde liegende Pathologie in den wenigsten Fällen adäquat adressiert. Man erreichte zwar eine Schmerzreduktion, jedoch war die Stabilität des Gelenkes sowie der Bewegungsumfang nicht zufriedenstellend (38). Mit zunehmendem Verständnis der Pathophysiologie und der Biomechanik kamen im Laufe der Zeit bessere Prothesen auf den Markt. Diese ähneln der physiologischen Form der Trochlea und simulieren das Gleiten der Patella so natürlich wie möglich. Mittlerweile unterscheidet man zwei Arten der prothetischen Versorgung am patellofemorale Gelenk: Inlay- und Onlay Systeme. Dem gegenüber steht die totale Knieendoprothese, die bis heute noch regelmäßig verwendet wird, um eine patellofemorale Arthrose mit zu therapieren, oder sogar als ausschließliche Therapieoption eingesetzt wird.

1.3.3.1 Totaler Gelenkersatz

Auch bei der patellofemorale Arthrose gibt es Indikationen für einen totalen, sprich einen trikompartimentellen Gelenkersatz. Bei Patienten über 60 Jahren sollte initial die Versorgung mit einem totalen Gelenkersatz in Betracht gezogen werden (47). Eine mögliche Erklärung liegt in der Tatsache, dass bei primärer Arthrose, genauso wie bei älteren Patienten, meist nicht nur isoliert das patellofemorale Gelenk, sondern häufig bereits das tibiofemorale Gelenk mit betroffen ist (49). Hieraus resultieren die Versageraten bei isolierter patellofemorale Prothesen, wenn die Indikation nicht richtig gestellt wurde. Jedoch hat gerade der totale Gelenkersatz einen negativen Effekt auf die Homöostase des patellofemorale Gelenkes. Es konnte gezeigt werden, dass sich bei Knie totalprothesen der Winkel der Patellasehne ändert und somit der patellofemorale Druck steigen kann (58). Zusätzlich klagen Patienten aufgrund der Überlastung über vorderen Knieschmerz, da die Trochleakomponente der totalen Knieprothesen nicht der anatomischen Form gerecht wird (60).

Es gibt bereits Ansätze, das veränderte patellofemorale Tracking radiologisch zu messen, um so Komplikationen und deren Ursache zu erkennen und in Zukunft vermeiden zu können (61). Keshmiri et al konnten beweisen, dass das veränderte Patellatracking nach totalen Knieprothesen eine Ursache für den postoperativen anterioren Knieschmerz ist (67). Ausschlaggebend hier sind die Fehlrotation des Beines (68) und die korrekte Ausrichtung der femoralen Komponente der totalen Knieprothese (69).

1.3.3.2 Onlay-Systeme

Eine Onlay Prothese überzieht die gesamte Gelenkfläche, da sie eine anteriore Osteotomie benötigt, vergleichbar der anterioren Osteotomie bei einer Totalendoprothese (TEP). Somit wird bei dieser Technik die ehemalige Trochlea komplett entfernt. Dieses ist besonders bei großflächigen und ausgedehnten Knorpelläsionen von Vorteil. Gleichzeitig bietet dieses System die Möglichkeit eventuelle Rotationsdeformitäten zu korrigieren.

Bei richtiger Indikation und optimaler Implantation zeigen diese Prothesen gute Ergebnisse (43,44,45,46). Allerdings sind die Onlay Prothesen oft Cutouts aus Totalendoprothesen, sodass hier mehr Knochen im Rahmen von Osteotomien entfernt wird als bei der Inlay-Technik. Dies erschwert aufgrund des höheren Knochenverlustes eine spätere Konversion. Des Weiteren bleibt das Problem des

Overstuffings bestehen. Als Cutout baut die Onlay-Prothese patellofemoral ebenso auf wie eine Totalprothese. Hierdurch kann es zu einem erhöhten patellofemoralem Druck kommen. Die Patienten klagen im Verlauf über anterioren Knieschmerz.

1.3.3.3 Inlay-Systeme

Die Inlayprothese befindet sich im Vergleich zu den anderen Prothesentypen noch nicht so lange auf dem Markt. Die von uns untersuchte HemiCap® Prothese der Firma arthrosurface gibt es erst seit 2009. Die Idee des Systemes ist es, nur so viel Knochen zu entfernen, dass die Prothese passgenau eingefügt werden kann. Durch unterschiedliche Schablonen kann Sie in Ihrer Krümmung und Tiefe variiert und damit optimal an die individuelle Anatomie des Patienten angepasst werden. So schließt das Inlaysystem plan mit der umgebenden Knorpelgrenze ab und rekonstruiert die geschädigte Trochlea. Die Gefahr des „Overstuffings“ ist bei dieser Technik nicht gegeben. Weitere Vorteile sind eine erhöhte Stabilität, geringe patellofemorale Komplikationen und geringere Weichteilspannung (41). Durch den minimalen Knochenverlust ist eine Konversion auf ein größeres System jederzeit gegeben. Die Patienten mit isolierter patellofemoraler Arthrose sind im Durchschnitt jünger als Patienten mit femorotibialer Arthrose. Deswegen ist es sehr wahrscheinlich, dass ein späterer Prothesenwechsel stattfinden wird.

Dennoch ist das Alter des Patienten keine Kontraindikation. Wichtig ist einzig eine isolierte, patellofemorale Arthrose, die auf die Trochlea und die Patellarrückfläche begrenzt ist.

Bei zu großen Defekten ist die von uns untersuchte Inlay-Prothese nicht groß genug, um den gesamten Defekt ab zu decken. Des Weiteren können mit der Inlay-Prothese keinerlei Rotationsfehler korrigiert werden.

1.3.4 Versorgung von Begleitpathologien

Bei der operativen Versorgung einer patellofemoralem Arthrose ist es, wie bereits oben erwähnt, für das Langzeitergebnis von entscheidender Bedeutung, dass die patellofemorale Homöostase wieder hergestellt wird. Die Prothese kann nur den geschädigten Knorpel ersetzen und der Patella eine anatomische Gleitrinne schaffen. Sind aber eine instabile Patella oder unphysiologische Zugkräfte ausschlaggebend für die Arthrose, müssen diese in jedem Fall mitversorgt werden (48, 50). Im Folgenden werden die 3 häufigsten zu versorgenden Pathologien und ihre Indikation kurz erläutert.

Die laterale Verlängerungsplastik ist eine Technik, bei der das laterale Retinaculum verlängert wird. Nach Durchtrennung im Sinne einer Z-Plastik, wobei das oberflächliche vom tiefen Blatt getrennt wird, werden der untere Rand des oberflächlichen Blattes mit dem oberen Rand des tiefen Blattes wieder vernäht. Hierdurch kann eine Verlängerung von 1-2 cm erzielt werden. Indiziert ist dieser Eingriff bei sehr stark nach lateral fixierter Patella. Hier kommt es im Laufe der Zeit zu Vernarbungen, sodass die Patella gar nicht in die Rinne hineingleiten könnte. Eine Hinweis im Röntgen ist ein starker lateraler Tilt, also eine Verkippung der Patella.

Die begleitende Osteotomie bei patellofemoraler Prothese ist meistens der Tuberositasversatz. Bei stark lateralseitiger Arthrose kann dieser Eingriff durch Verbesserung der patellofemoralem Laufeigenschaften zur Gelenkhomöostase beitragen. Diese Technik wurde bereits oben beschrieben.

Zuletzt sei noch die Rekonstruktion des MPFLs erwähnt. Stellt sich in der klinischen Untersuchung eine nach lateral verschiebliche Patella bis ca. 30° da und hat man in der Magnetresonanztomographie (MRT) das Korrelat eines teil- oder totalrupturierten MPFLs empfiehlt sich die operative Mitversorgung. Als Ersatz für das rupturierte Band kann eine autologe Sehne verwendet werden (51).

1.3.5 Zusammenfassen und Beurteilen der Operationsmöglichkeiten

Je nach Studienlage wird die Inzidenz einer PFA mit ca. 9% angegeben (86). Bis heute wird diese leider noch viel zu häufig mit einer totalen Knieendoprothese versorgt (64). In einem Review von Vasta zeigt sich eine signifikant erhöhte Reoperationsrate der älteren patellofemoralen Prothesen im Vergleich zu einer Versorgung mittels Knie-TEP (71). Gerade die älteren Prothesentypen hatten aufgrund fehlender Individualisierbarkeit ein schlechtes Outcome, jedoch besserten sich die Ergebnisse mit einem an die Anatomie des patellofemoralen Gelenks angenäherten Design (52).

In einigen Studien konnte gezeigt werden, dass die Arthrose des patellofemoralen Gelenkes auf konservative Therapie anspricht (53,54). Die dynamischen Faktoren des patellofemoralen Gelenkes sind einer konservativen Therapie sehr gut zugänglich. Leider sind sie in der pathomorphologischen Entstehung der Arthrose nur ein Teil des Ganzen. Die zugrunde liegende Pathologie wird kaum verändert.

Heutzutage wissen wir, dass die Hauptursachen der patellofemoralen Arthrose knöcherne Dysplasien und die Abnutzung der ligamentären Stabilisatoren sind, die sich nicht konservativ therapieren lassen. Deswegen sollte bereits frühzeitig eine operative Versorgung in Betracht gezogen werden. Hier gibt es mit den Femur- und Tibiaosteotomien, sowie der Trochleoplastik etablierte Verfahren, die ein Auftreten der Arthrose durch frühzeitige patellofemorale Entlastung verhindern können (15,16,55,56). Die besten klinischen Ergebnisse zeigt der patellofemorale Gelenkersatz, wenn die Arthrose aufgrund einer Trochleadysplasie und damit in Begleitung mit einer Instabilität entstanden ist (48,50). Bis dato existieren hauptsächlich Ergebnisse, die sich auf die Onlay Systeme beziehen. Diese können aber einige durchaus relevante Probleme bergen. Zuerst besteht die Gefahr des Overstuffings: die Prothesen werden anterior auf den zuvor osteotomierten Knochen implantiert. Dabei kann es passieren, dass die Onlay Prothese eine größere Bauhöhe als der zuvor osteotomierte anteriore Anteil des Femur hat. Ebenso kann es zur Irritation der Weicheile führen, wenn die Prothese seitlich über den Knochen hinaus ragt; zum Beispiel wenn man aufgrund einer verbesserten Passform die Prothese variieren muss. Zusätzlich bedingt die Operationstechnik einen deutlich erhöhten Knochenverlust im Vergleich zur Inlay-Versorgung, da für die Onlay Prothese die gesamte anteriore Trochlea reseziert werden muss (59). Dies kann den Umfang eines Wechseleingriffen zu einem späteren Zeitpunkt negativ beeinflussen.

1.4 Fragestellung, Hypothese und Ziele der vorliegenden Studie

Bisher gibt es viele Studien zu Onlay Prothesen und nur einige wenige zu Inlay Prothesen. Wir wollen mit dieser Studie zeigen, wie weit Patienten mit einer patellofemoralen Arthrose von einer prothetischen Versorgung mit einer Inlay-Prothese profitieren. Das hier untersuchte Implantat ist die Prothese vom Typ „Wave®“ von der Firma „arthrosurface“ aus Franklin, Massachusetts.

Ziel dieser Studie war es zu beweisen, dass das Inlay-System eine adäquate Alternative bei der Versorgung der PFA darstellt.

2. Material und Methoden

2.1 Patientenkollektiv und Nachuntersuchungszeiträume

2.1.1 Indikation zur Operation

Die isolierte patellofemorale Arthrose stellt die hauptsächliche Indikation zur patellofemorale Prothesenversorgung da. Wie schon eingangs erwähnt, ist eine genaue Diagnosestellung und ein Verständnis der Pathomorphologie der Erkrankung unabdingbar, um dem Patienten eine adäquate Therapie empfehlen zu können. Deswegen stellt sich bei Patienten mit patellofemoralem Schmerzsyndrom immer die Frage, wovon Sie am meisten profitieren. Eine patellofemorale Prothese kommt in Frage, wenn die Patienten über Schmerzen im patellofemorale Gelenk klagen und diese Sie stark in ihrer täglichen Aktivität beeinträchtigen. Typisch ist auch ein Nachtschmerz, von dem die Patienten aufwachen. Initial wird ein Röntgenbild des Kniegelenkes in drei Ebenen erstellt (anterior-posterior (a.-p.), lateral (lat.) und tangential). Hier kann man die knöchernen Strukturen beurteilen und sucht nach Knochenzysten, Frakturlinien, Osteophyten sowie bereits einer erkennbaren Dysplasie. Es kann bereits eine Arthrose Einteilung nach der IWANO Klassifikation erfolgen (88). Wichtig ist auch der Ausschluß einer femorotibialen Arthrose (FTA).

Da es sich bei der Arthrose um eine Schädigung des Gelenkknorpels handelt und knöcherne, trochleäre Deformitäten nicht auf dem Nativröntgen erkannt werden können (65), ist diese Untersuchung alleine nicht ausreichend. Man benötigt zusätzlich noch eine MRT-Untersuchung des betroffenen Kniegelenkes. Hier kann man unter anderem den Gelenkknorpel beurteilen. Zur weiteren Auswertung der radiologischen Bildgebung siehe 2.4. Die Zusammenschau aus Anamnese, klinischer Untersuchung und radiologischer Bildgebung ergibt dann die Entscheidung zur operativen Versorgung mittels patellofemorale Inlay-Prothese.

2.1.2 Ein- und Ausschlusskriterien

In diese Studie wurden nur Patienten eingeschlossen, die an einer isolierten direkten oder indirekten patellofemorale Arthrose litten. Eine schriftliche Einwilligung zur freiwilligen Teilnahme an der Studie lag für jeden Patienten vor. Die Patienten wurden zwischen dem 17.07.2013 und dem 24.03.2015 von einem Operateur versorgt. Alterseinschränkungen gab es bezüglich der Studienaufnahme keine. Ein weiteres Einschlusskriterium war die subjektive Einschätzung des Untersuchers, ob die Compliance des Patienten ausreicht, dem postoperativem Nachbehandlungsschema zu folgen, da nur durch konsequentes Einhalten des Nachbehandlungsschemas eine langfristige Besserung zu erwarten ist.

Ausgeschlossen wurden Patienten mit einer zusätzlich symptomatischen FTA, da diese ein anderes operatives Vorgehen nach sich ziehen würde. Vorhandene, ligamentäre Begleitpathologien, die nicht

die Patella betreffen, wie z.B. eine vordere Kreuzbandruptur, führten ebenfalls zum Ausschluss. Eine akute Infektsituation, die rheumatoide Arthritis, sowie die Chondrokalzinose waren weitere Ausschlusskriterien. Des Weiteren war auch die Indikation zur patellofemorale Versorgung mit einem Inlay-System nicht mehr gegeben, wenn der Bewegungsumfang stark eingeschränkt war oder sich eine ausgeprägte Achsfehlstellung in der klinischen oder radiologischen Untersuchung zeigte. Hier kam es besonders auf eine Rotationsfehlstellung $>10^\circ$ an. Bei diesen Patienten würde die patellofemorale Prothese nicht den gewünschten Erfolg erbringen, da die Achsabweichung mit einer Inlayprothese nicht korrigiert werden kann.

2.1.3 Patientengut, Geschlechts- und Altersverteilung

Insgesamt wurden 21 Patienten mit 23 Knien im angegebenen Zeitraum operiert und in die Studie eingeschlossen. Darunter befanden sich 14 Frauen und 7 Männer mit einem Durchschnittsalter bei Operation von 41,4 (+/- 11,3). Der jüngste Patient war bei der Operation 28 Jahre alt, der Älteste 73. Es wurde 11 mal das linke und 12 mal das rechte Knie operiert.

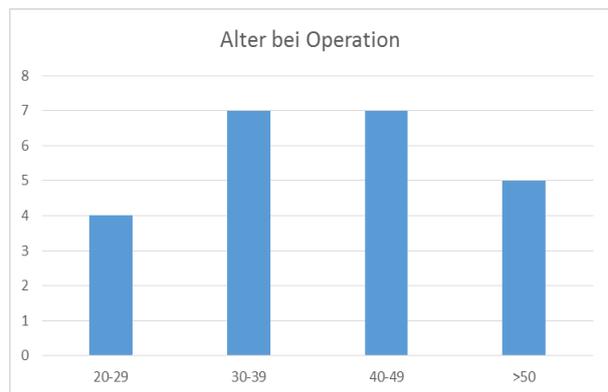


Abbildung 1 Alter bei Operation

Aufgrund einer zumeist langjährigen symptomatischen Vorgeschichte waren 15 von 21 Patienten bei der Erstvorstellung bereits voroperiert, das entspricht einer Quote von 71%.

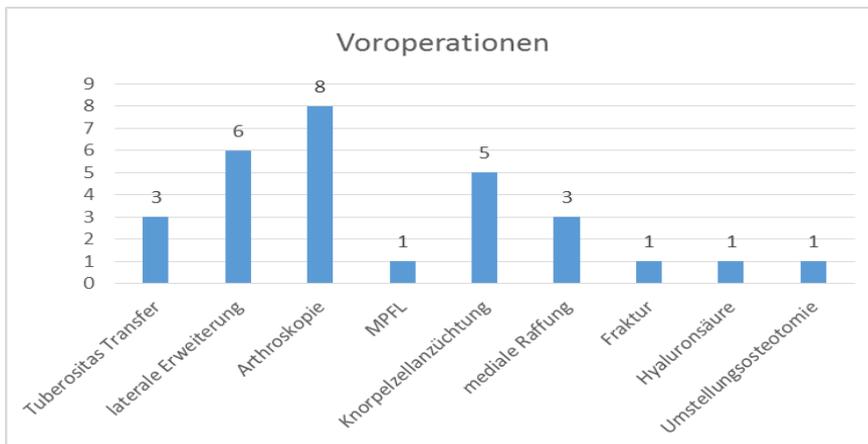


Abbildung 2 Numerische Verteilung der Voroperationen

2.1.4 Untersuchungszeiträume

Die Patienten stellte sich in der Regel zweimal vor der Operation bei uns vor. Beim ersten Gespräch wurde die Anamnese erhoben und eine klinische Untersuchung durchgeführt. Die Patienten wurden ebenfalls gebeten, einige Fragebögen zu ihrer aktuellen Beschwerdesituation aus zu füllen (siehe

Appendix). Zum zweiten Gespräch wurden alle notwendigen radiologischen Untersuchungen durchgeführt, sodass die Indikation zur Operation gestellt werden konnte.

Die erste postoperative Untersuchung erfolgt nach 2 Wochen zur Wundkontrolle und zur Fadenentfernung. Dieser Termin konnte entweder bei uns durchgeführt werden oder auch gerne wohnortnah bei einem niedergelassenen Kollegen. Zu diesem Zeitpunkt wurden keine Daten zur Auswertung erhoben.

Die weiteren Kontrolltermine wurden 6 Wochen, 3 Monate und 12 Monate postoperativ in unserer Sprechstunde vereinbart. Die Fragebögen wurden nur präoperativ, nach 3 und nach 12 Monaten ausgefüllt. Zu jedem Zeitpunkt wurde der standardisierte Anamnese- und Untersuchungsbogen vom Untersucher ausgefüllt und es wurden Röntgenbilder vom operierten Knie in drei Ebenen erstellt.

2.1.5 Nachbehandlungsschema

ab dem 1. post operativem (OP) Tag:

- Teilbelastung mit 20 kg für 2 Wochen - Thromboseprophylaxe
- Freie Beweglichkeit bis zur Schmerzgrenze
- Continuous Passive Motion (CPM) Schiene 4 x täglich (tgl.) à 20 Minuten (min)
- Eiskühlung 4x tgl. à 15 min.
- Flache Lagerungsschiene für zwei Tage
- Patellamobilisation

ab dem 2. post OP Tag:

- Gangschule, Treppensteigen
- manuelle Lymphdrainage
- Muskelstimulation

ab dem 8. post OP Tag:

- Verbesserung/Erhalt der Range of Motion (ROM)
- Kräftigung (konzentrisch/exzentrisch) kniegelenksumgebender Muskulatur sowie der Unterschenkelmuskulatur

ab der 3. post OP Woche:

- Steigerung der Belastung bis zur Schmerzgrenze

ab der 7. post OP Woche:

- Stabilisationstraining und Koordinationstraining unter Aufsicht
- Ergometertraining, Crosstrainer
- Training in der offenen Kette

nach 3 Monaten:

- freie Sportausübung ohne Kontaktsportarten, ohne Wechselrichtungssportarten

nach 9 Monaten:

- keine Einschränkung mehr

2.2 Klinische Untersuchung

2.2.1 Klinische Untersuchung und Funktionstests am Kniegelenk

Bei der Anamneseerhebung wurde Wert auf die Vorgeschichte bezüglich des betroffenen Kniegelenkes gelegt. Hier war von besonderem Interesse, wann und unter welchen Umständen (traumatisch, atraumatisch) die Beschwerden das erste Mal aufgetreten sind und ob die Gegenseite auch betroffen ist. Bereits durchgeführte Therapien und Operationen wurden erfragt, und es erfolgte eine Schmerzanamnese bezüglich der Intensität der Schmerzen und deren Veränderung bei alltäglichen und sportlichen Aktivitäten. Wichtig für die Therapie war auch der patientenpersönliche Anspruch an das Gelenk.

Die Inspektion des Kniegelenkes erfolgte am stehenden Patienten. So konnte bereits eine Aussage zum aktuellen Reizzustand des Knies getroffen werden. Auffälligkeiten wie Erguss, Rötung und Schwellung wurden dokumentiert. Der Muskelstatus wurde im Seitenvergleich erhoben. Des Weiteren konnte am stehenden Patient ein erster Eindruck über die Ganzbeinachse gewonnen werden. Das Gang-/Standbild sowie das Verhalten bei tiefer Hockstellung geben bereits einen Hinweis auf die Funktion des Gelenkes und das Beschwerdeausmaß.

In der klinisch-manuellen Untersuchung standen Funktionstest des Kniegelenkes im Vordergrund. Diese werde ich nun im Einzelnen aufführen. Zusätzlich wurde dokumentiert, ob Schmerzen oder Krepitationen bei den Tests auftraten.

2.2.1.1 J-Sign

Beim J-Sign sitzt der Patient auf der Untersuchungsfläche mit hängenden Beinen. Er wird gebeten, das Bein aktiv zu strecken. Zu beobachten ist der Lauf der Patella. Während beim gesunden Patienten die Patella eine gerade Laufbahn beschreibt, lateralisiert die Patella, sobald ihr die knöcherne Führung fehlt und beschreibt somit ein umgedrehtes „J“. Dokumentiert wird, negativ oder positiv und ab welchem Beugegrad.

2.2.1.2 Apprehensionstest

Beim Apprehensionstest sitzt der Patient auf der Untersuchungsfläche. Das Bein befindet sich in voller Streckung. Der Untersucher übt einen tangentialen Druck auf den medialen Patellarand aus. Dies wird in 0-30-60-90° Beugung wiederholt. Der Test ist als positiv zu werten, wenn die Patella sich übermäßig nach lateral verschieben lässt oder der Patient eine muskuläre Abwehrspannung aufbaut, aus Angst vor der Luxation und den damit verbundenen Schmerzen. Dokumentiert wird negativ oder positiv und bei welchen Beugegraden. Bei Schmerzen wurde der Test abgebrochen.

2.2.1.3 Patellaanpressschmerz und Schmerzen unter Belastung/in Ruhe/in der Nacht

Der Untersucher drückt mit der flachen Handfläche die Patella des Patienten gegen die Gelenkfläche. Dieses wird bei 0-30-60-90° wiederholt. Treten Schmerzen auf, bekommt man eine grobe Idee über den

Ort des Knorpelschadens. Hat bei voller Streckung der distale Patellaknorpel noch den meisten Gelenkkontakt, verschiebt sich die Hauptbelastung bei zunehmender Beugung zu den proximalen Anteilen des Patellaknorpels. Bei kompletter Beugung artikulieren nur noch die äußersten proximalen Anteile des Patellaknorpels mit der Trochlea.

Des Weiteren wurde der Patient gefragt, wann er Schmerzen im Kniegelenk verspürt. Zur Auswahl standen unter Belastung, in Ruhe und in der Nacht.

2.2.1.4 Range of Motion (ROM)

Die ROM wurde standardisiert nach der Neutral-Null Methode (NNM) gemessen. Von Interesse war nur die Flexions/Extensions Bewegung im Kniegelenk.

2.2.1.5 Bandapparat

Bei Verschieblichkeit der Patella nach lateral kann man davon ausgehen, dass das MPFL zumindestens teilrupturiert ist.

Zusätzlich wurde bei Verdacht auf weitere ligamentäre Pathologien auch der restliche Bandapparat mit untersucht. Die Kreuzbänder wurden mit der vorderen/hinteren Schublade sowie dem Lachman Test beurteilt, die Kollateralbänder wurden durch die mediale sowie laterale Aufklappbarkeit getestet.

2.3 Scores

Alle verwendeten Scores befinden sich als Anhang im Appendix.

2.3.1 Tegner-Aktivitätsscore (TAS)

Der Tegner Aktivitätsscore wird bereits vielfach in der Beurteilung der Kniefunktion verwendet (26,27). Er zeigt eine gute Validität und Reliabilität.

Der TAS beschreibt auf einer Skala von 0-10 das Aktivitätsniveau des Patienten. Jeder Stufe der Skala sind dabei mehrere Möglichkeiten zugeordnet. Normales Gehen nicht möglich gibt z.B. 0 Punkte und Hochleistungssport auf nationalem/internationalem Niveau gibt 10 Punkte. Der Score wurde durch einfaches ankreuzen der betreffenden Stufe ausgefüllt.

2.3.2 Lysholm Knee Scoring Scale

Der Lysholm Score findet ebenfalls eine breite Verwendung in der Beurteilung von Kniegelenksproblemen, insbesondere bei Verletzungen des vorderen Kreuzbandes (28). Er zeigt aber auch akzeptable Ergebnisse bei Knorpelopathologien des Knie(29). Der Lysholm Score gliedert sich in 8 Items, die wiederum 3-6 Unterpunkte enthalten. Abgefragt werden unter anderem Schmerzen sowie die Funktion im Alltag. Je nach Ausprägung geben diese unterschiedlich viele Punkte. Die maximale Punktzahl bei voller Funktionsfähigkeit beträgt 100.

2.3.3 Alternierender Kujala Knie-Score

Der Kujala Knie Score wurde besonders für Beschwerden im anterioren Kniekompartiment entwickelt (30). Er enthält 13 Items mit 3-5 Unterpunkten, die verschiedene, alltägliche Funktionen wie Springen, Treppensteigen und Kniebeugen, widerspiegeln. Maximal sind bei voller Funktionalität 100 Punkte zu erreichen.

2.3.4 Knee and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS)

Der KOOS kann gut das Outcome nach der Implantation patellofemorale Prothesen zeigen (31). Er enthält 5 Hauptgruppen, wie z.B. den Schmerz, die Aktivität und die Lebensqualität. Zu jeder Hauptgruppe gibt es unterschiedlich viele Fragen, die innerhalb eine 5er-Abstufung angekreuzt werden. Es gibt keine Freitextantworten.

2.4 Radiologische Untersuchung

Die radiologische Bildgebung nimmt in der Diagnostik der patellofemorale Arthrose einen großen Stellenwert ein. Die klinische Untersuchung kann immer nur einen begrenzten Teil der Informationen liefern. Um aber entscheiden zu können, in wie weit die Symptomatik operativ versorgt werden kann, benötigt man ein genaues Bild der beteiligten Knochen-/Knorpel- und Bandstrukturen. Für diese Studie wurden Nativröntgenbilder des Kniegelenkes in 3 Ebenen (a-p, latera, tangential) prä- und postoperativ angefertigt. Bei bereits klinisch sichtbaren Achsabweichungen wurde ebenfalls eine Ganzbeinaufnahme im Stand veranlasst. Zusätzlich wurde ein MRT des zu operierenden Knies erstellt, um den genauen Knorpelstatus beurteilen zu können.

2.4.1 Nativröntgen

Im Nativröntgen kann man einschätzen, in wie weit die Patella zentralisiert in der Trochlea läuft. Zusätzlich erhält man Informationen über die Ausrichtung der Patella im Vergleich zu ihrer Gleitrinne. Der trochleare Sulcus Winkel lässt sich ebenfalls messen. Allerdings ist hier zu erwähnen, dass man nur den knöchernen Anteil im Röntgen sieht. Man erhält keinerlei Informationen über die Knorpeldicke und Verteilung. Deswegen sind Aussagen über den Sulcus-Winkel sowie über eine vorhandene Trochleadysplasie im Röntgen-Bild zwar möglich, allerdings sehr vage und bedürfen einer Abklärung mittels MRT.

Bei einer guten anterioren-posterioren (a.-p.) Aufnahme des Kniegelenkes ist der Gelenkspalt frei abgebildet, das laterale Tibiaplateau strichförmig und das mediale leicht oval. Normalerweise steht die Patella mittig. Dieses kann allerdings aufgrund einer eventuellen Patellapathologie mit Dezentrierung nicht als Qualitätskriterium hergenommen werden. Besonders bei Rotationsfehlern ist das a.-p. Röntgenbild nur eingeschränkt verwendbar, da die Notch nicht zentral über der Eminentia projiziert wird, sondern asymmetrisch steht.

Bei der streng seitlichen Aufnahme sind die hinteren Kondylen deckungsgleich und der Gelenkspalt ist wieder frei dargestellt. Das Fibulaköpfchen darf weder vollständig verdeckt noch komplett sichtbar sein.

2.4.1.1 Patella Höhe nach Caton-Deschamps

Die Patellahöhe kann nur im streng seitlichen Röntgenbild aussagekräftig bestimmt werden. Bei einem streng seitlichen Röntgenbild überlagern sich die beiden Kondylen zu 100%. Erst unter dieser Voraussetzung kann man mit den verschiedenen Messungen beginnen und reproduzierbare Ergebnisse erzeugen.

Die Aussage über eine Patella alta oder baja hilft bei der Suche nach der Pathomorphologie des anterioren Knieschmerzes. Eine Patella alta sitzt zu proximal. Dadurch gleitet sie später in die Trochlearinne und unterliegt einer größeren Gefahr der Luxation. Eine Patella baja sitzt zu distal im Vergleich zu einer normalen Patella. Das bedeutet, dass die Hebelwirkung des Quadrizeps abgeschwächt ist. Daraus resultiert häufig eine Extensionsschwäche. Zusätzlich kann eine Patella baja auch zu Bewegungseinschränkungen im Kniegelenk führen.

Die Patellahöhe nach Caton-Deschamps lässt sich wie folgt bestimmen. Man teilt die Strecke vom distalen Ende der retropatellaren Gelenkfläche zur Tibiavorderkante durch die Länge der retropatellaren Gelenkfläche. Werte unter 0,6 deuten auf eine Patella baja hin, Werte über 1,2 lassen eine Patella alta vermuten.

2.4.1.2 Arthrose einteilung nach Kellgren/Lawrence und Iwano

Die Einteilung nach Kellgren und Lawrence ist die klassische röntgenologische Einteilung der Arthrose und für alle Gelenke gültig (87). Die Einteilung besteht aus 4 Stadien.

1	Geringe subchondrale Sklerosierung. Keine Osteophyten. Keine Gelenkspaltverschmälerung
2	Geringe Gelenkspaltverschmälerung. Beginnende Osteophytenbildung. Angedeutete Unregelmäßigkeit der Gelenkfläche
3	Ausgeprägte Osteophytenbildung. Gelenkspaltverschmälerung. Deutliche Unregelmäßigkeit der Gelenkfläche
4	Ausgeprägte Gelenkspaltverschmälerung bis zu vollständigen Destruktion. Deformierung/Nekrose der Gelenkpartner.

Tabelle 1 Einteilung der Arthrose nach Kellgren und Lawrence

Für das patellofemorale Gelenk im speziellen gibt es die radiologische Klassifikation nach Iwano und Mitarbeiter, die sich ebenfalls in 4 Stadien einteilt (88). Diese Klassifikation wurde in diesem Fall herangezogen, da sie spezifischer ist.

1	Minimale Gelenkspaltverschmälerung >3mm
2	Moderate Gelenkspaltverschmälerung <3mm, ohne Knochenkontakt
3	Deutliche Gelenkspaltverschmälerung mit Knochenkontakt
4	Erhebliche Gelenkspaltverschmälerung mit ausgedehntem Knochenkontakt

Tabelle 2 Einteilung der patellofemorale Arthrose nach Iwano et al

2.4.2 MRT- Diagnostik

2.4.2.1 Tuberosity Tibiae-Trochlea Groove (TTTG)

Der TTTG beschreibt einen Abstand in Millimeter (mm). Er beschreibt die Distanz des Sulcus trochleae zur Tuberositas tibiae auf zwei übereinander gelegten axialen Schnittbildern und kann knöchern oder

cartilaginär bestimmt werden (s.u.). Ein erhöhter pathologischer Wert ist entweder auf eine Medialisierung der Trochlea (Trochleadysplasie) oder eine Lateralisierung der Tuberositas zurück zu führen. Somit erhält man eine Aussage über die Ausrichtung des Streckapparates. Der TTTG wurde zuerst von Goutallier et al beschrieben (36) und durch Dejour et al wurde die pathomorphologische Relevanz eines erhöhten Wertes bewiesen (34). Schöttle et al konnten zeigen, dass die MRT zur Beurteilung des TTTG genauso aussagekräftig ist, wie die Computertomographie (CT) (35). Dadurch wird dem Patienten die zusätzliche Strahlenbelastung der CT erspart.

Zur Bestimmung werden zwei axiale Schichten benötigt, die danach übereinander gelegt werden. Die ersten Referenzpunkte erfolgen in der Schicht, die von proximal kommend zum ersten Mal den gesamten Knorpel der Trochlea darstellt. Hier wird der tiefste Punkt der Trochlea senkrecht zur dorsalen Kondylenebene eingezeichnet. Die zweite Schicht wird mittig durch die Tuberositas trochleae gelegt. Es erfolgt wieder die senkrechte Markierung der Tuberositas an ihrem anteriorsten Punkt, dieses Mal parallel zur bereits eingezeichneten Linie. Es wurden absolute Grenzwerte bestimmt, die einen Abstand >20mm als pathologisch beschreiben (34). Da dieser Wert allerdings nicht die Größe des patellofemorales Gelenkes beachtet, wurde der TTTG-Index entwickelt (37). Dieser beschreibt den TTTG im Vergleich zur Größe des Gelenkes und ergibt so einen patientenindividuellen Wert. Der Index wird berechnet aus dem bereits bekannten TTTG-Wert, geteilt durch die Strecke vom proximalen chondralen Trochleaeingang bis zur Tuberositas tibiae, der sogenannten TTTE (tuberositas tibiae-trochlea entrance). $TTTG\text{-Index} = TTTG / TTTE$.

2.4.2.2 Trochleadysplasie nach Déjour

Die Trochleadysplasie erweist sich häufig als Ursache für verschiedene patellofemorale Beschwerden, wie Patellaluxationen oder Arthrose des Gelenkes. Deswegen ist es von entscheidender Bedeutung, diese Dysplasie frühzeitig zu erkennen und zu therapieren. Die erste Einteilung erfolgt durch H. Déjour et al anhand von Röntgenaufnahmen. Sein Sohn D. Déjour erweiterte diese später um ein Schnittbildverfahren zu der aktuellen Einteilung in 4 Typen. Diese Einteilung beruht auf Messwerten in der MRT, wie dem Sulcuswinkel, sowie Zeichen im streng seitlichen Röntgenbild. Hier werden das „crossing sign“ und das Doppelkonturzeichen bestimmt.

A	Sulcuswinkel <145°, positives crossing sign
B	Flache oder konvexe Trochlea mit Bump
C	Doppelkonturzeichen (Überprojektion der hypoplastischen medialen Facette in der seitlichen Aufnahme)
D	Darstellung eines lateralen Buckels mit sog. Supratrochlearem Sporn

Tabelle 3 Einteilung der Trochleadysplasie nach Déjour D et al

2.4.2.3 Patella Tracking: Tilt und Shift

Der Patella-Tilt gibt die Orientierung der Patella im Vergleich zur Trochlea wieder. Hierfür wird in der MRT wieder die erste Schicht mit vollständigem Knorpel aufgesucht und eine Verbindungslinie auf die beiden hinteren Kondylenspitzen gelegt. Eine weitere Linie legt man durch die mediale und laterale

Patellafacetten. Der sich ergebende Winkel ist der Tilt-Winkel und gibt die Verkippung der Patella an. Als normal gelten Werte unter 5°.

Der Patellashift gibt eine Dezentralisierung der Patella an. Wiederum wird in der gleichen Schicht wie oben beschrieben die posteriore Kondylenlinie eingezeichnet. Eine weitere wird orthogonal so zu dieser Verbindungslinie gelegt, dass sie durch den Sulcus patellaris geht. Die dritte Linie, ebenfalls orthogonal zur ersten Verbindungslinie, schneidet den Patellafirst. Die Strecke zwischen den beiden Linien gibt die Abweichung der Patella von ihrer zentralen Position an. Als normal gelten Werte unter 2mm.

2.4.2.4 Zustand des MPFL

Das MPFL ist der wichtigste passive Stabilisator der Patella und wirkt dem lateralen Zug des M. quadrizeps entgegen. Es befindet sich auf der medialen Seite und gehört mit dem medialen patellotibialen Ligament zum medialen patellofemoralem Komplex. Es verläuft extraartikulär und zieht von seinem femoralen Insertionspunkt fächerförmig an die oberen zwei Drittel der Patella.

Die axialen Schichten des MRTs eignen sich hervorragend zur Beurteilung des MPFLs. Rupturen des Bandes können patellanah, femoral oder intraligamentär auftreten. Es zeigen sich die typischen Rupturzeichen, wie Kontinuitätsunterbrechung und Signalanhebung.

3. Ergebnisse

3.1 Stationärer Aufenthalt

Bei jedem Patienten wurde die gleiche Prothese der Firma arthrosurface eingebaut. Die Prothesen unterschieden sich nur in der Krümmung und der Tiefe, die patientenspezifisch intraoperativ bestimmt wurde (Abb. 3).

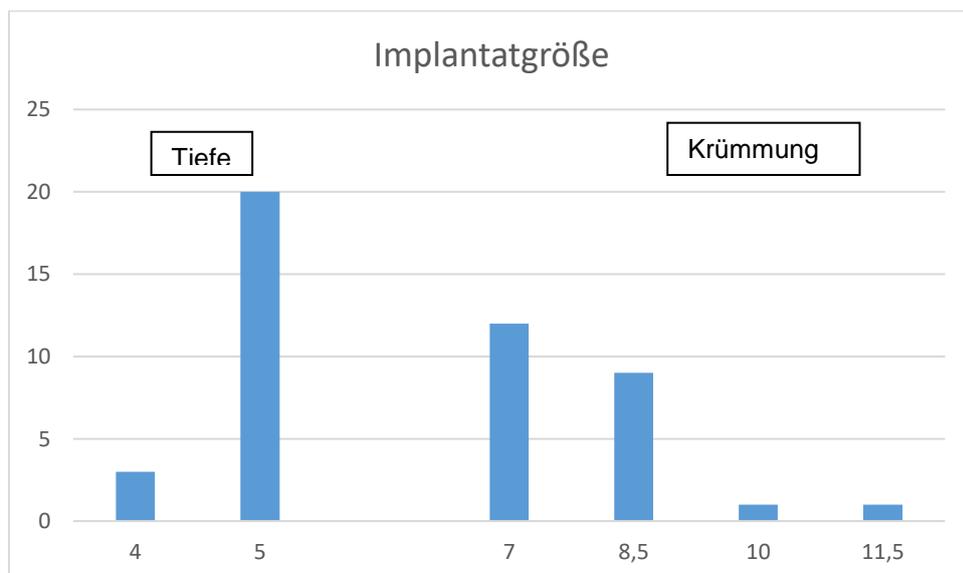


Abbildung 3 Übersicht über die verwendeten Implantatgrößen

Zusätzlich reichte bei 15 Patienten die isolierte Versorgung der PFA nicht aus und wir versorgten folgende Begleitpathologien (Abb. 4):

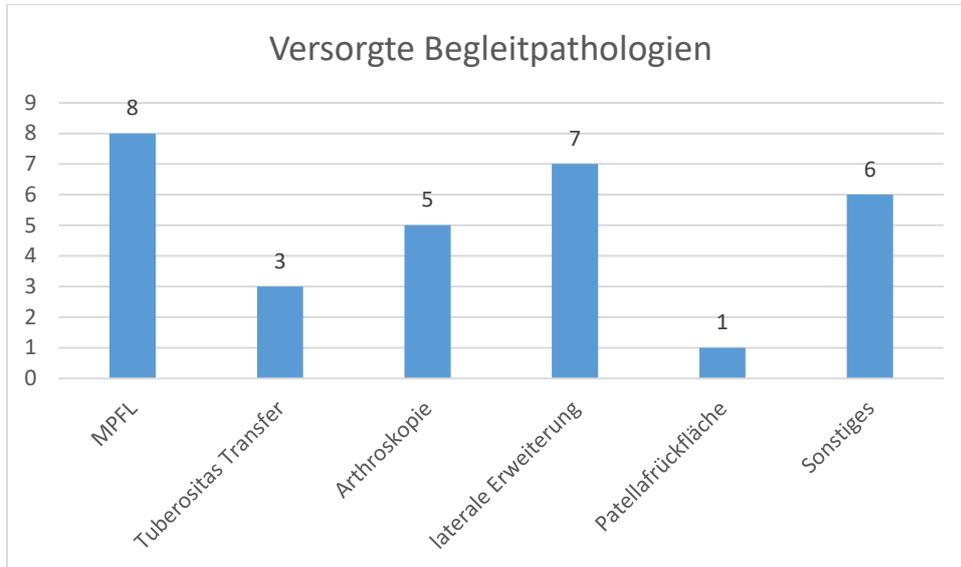


Abbildung 4 Übersicht über die versorgten Begleitpathologien

Die durchschnittliche Verweildauer im Krankenhaus betrug 6,6 Tage, mindestens 4 und längstens 8 Tage.

Nach separater Aufklärung wurde ein Femoralis Katheter zur postoperativen Schmerztherapie gelegt. Dieser blieb im Durchschnitt 2,5 Tage (1-4 Tage). 23 mal wurde Ibuprofen verschrieben, 2mal traten Unverträglichkeiten auf, aufgrund derer wir Metamizol gaben. Zusätzlich erhielten 14 Patienten Targin für 3 +/-1 Tage, welches jeweils während des stationären Aufenthaltes wieder beendet werden konnte.

3.2 Klinische Untersuchung und Funktionstests

In den klinischen Untersuchung präoperativ und im Verlauf zeigten sich folgende pathologischen Befunde (Abb. 5):

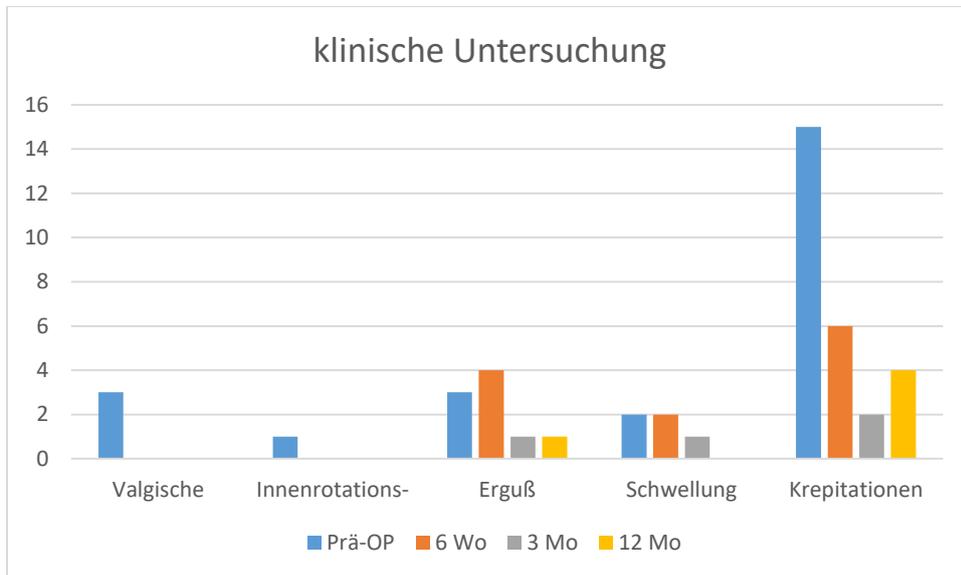


Abbildung 5 Übersicht über die klinische Untersuchung

3.2.3 J-Sign

Das J-Sign war präoperativ in 8 Fällen positiv. Postoperativ war es im Verlauf der Nachkontrollen in allen 23 Fällen negativ.

3.2.4 Apprehensionstest

Der Apprehensionstest war präoperativ 4 mal positiv. Postoperativ war er im Verlauf der Nachkontrollen bei allen 23 Fällen negativ.

3.2.5 Patellaanpressschmerz und Schmerzen unter Belastung/in Ruhe/in der Nacht

Postoperativ zeigten fast alle Patienten eine eindeutige Schmerzreduktion. Lediglich unter Belastung beklagten noch 3 Patienten Beschwerden nach 12 Monaten. Der patellare Anpressschmerz war nach 12 Monaten nur noch in einem Fall nachweisbar, dieser Patient befand sich nicht in der Gruppe, die auch noch Beschwerden unter Belastung angaben (Abb. 6).

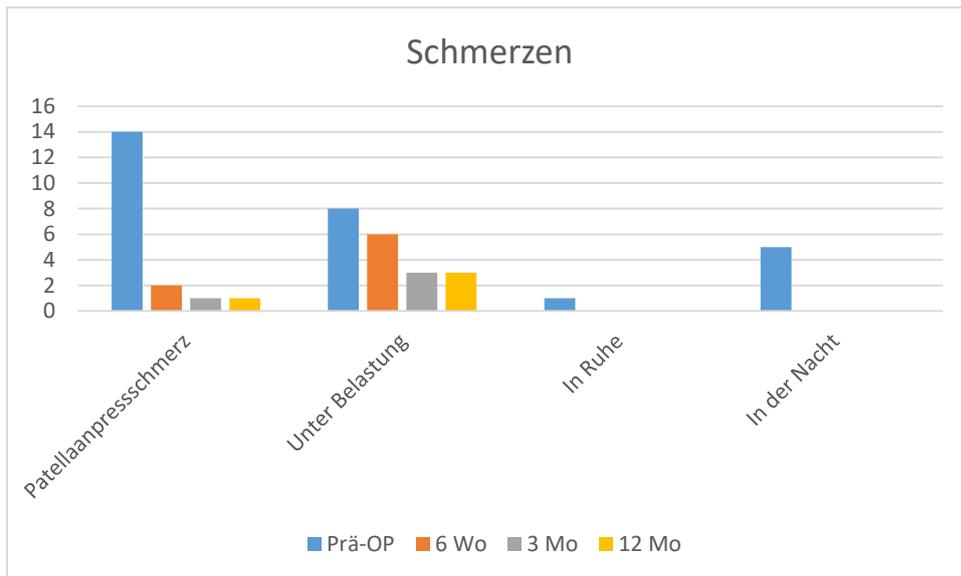


Abbildung 6 Übersicht über den Schmerzverlauf

3.2.6 Range of Motion

Bereits nach 3 Monaten zeigte sich in Bezug auf die Flexion keine Einschränkung der Range of Motion mehr.

	Flexion				Extensionsdefizit	Bereich
	Min	Max	Mittel			
Prä-OP					1	5°
Entlassung	40°	100°	78°			
6 Wo	100°	140°	119°		3	3°-10°
3 Mo	110	160	148		2	3°-5°

Tabelle 4 Übersicht über die Range of Motion im Verlauf

3.3 Scores

3.3.1 Tegner-Aktivitätsscore (TAS)

Der Tegner-Aktivitätsscore zeigte sich über den Untersuchungszeitraum von 12 Monaten nicht signifikant verbessert (p-Wert = 0,8982), hier zuerst tabellarisch dargestellt (Tab. 5), dann grafisch als Boxplot (Abb. 7).

	Prä-operativ					3 Monate					12 Monate				
	mean	median	min	max	sd	mean	median	min	max	sd	mean	median	min	max	sd
TAS	3,9	4	0	7	1,8	2,9	3	0	5	1,4	4,0	4	0	7	1,8
p-Wert	0,8982														

Tabelle 5 TAS - Untersuchungszeiträume

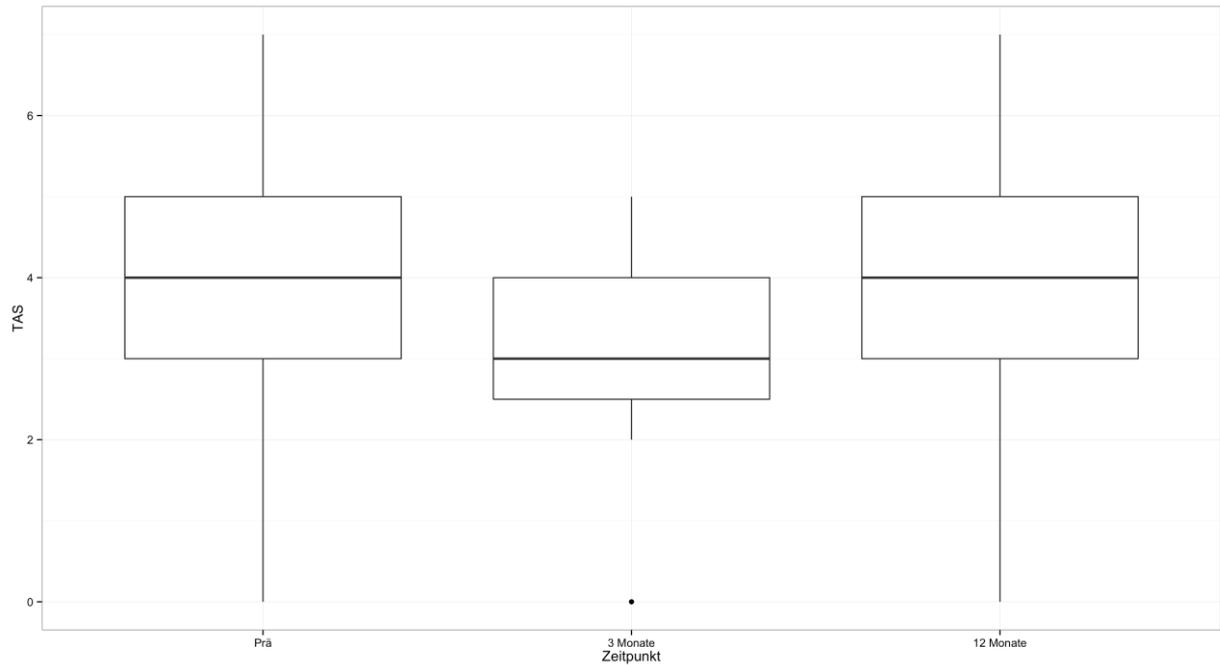


Abbildung 7 Boxplot TAS – Untersuchungszeiträume

Der Zusammenhang zwischen einer Verbesserung des TAS und der Trochleasdysplasie war nicht signifikant (p-Wert = 0,477), hier zuerst tabellarisch dargestellt (Tab. 6), dann grafisch als Boxplot (Abb. 8).

	Trochea Dys	Mittelwert	Median	Min	Max	Anzahl
TAS	a	-1,3	-1	-3	0	3
TAS	b	0,8	0	-3	5	8
TAS	c	-0,1	0	-3	3	9
TAS	d	0,7	0	-1	3	3
		Median [25%-75% Quantil]			N	
Delta TAS		0,00 [-1,00;0,50]			23	
	p-Wert					
Delta TAS	0,477					

Tabelle 6 TAS – Trochleas Dysplasie

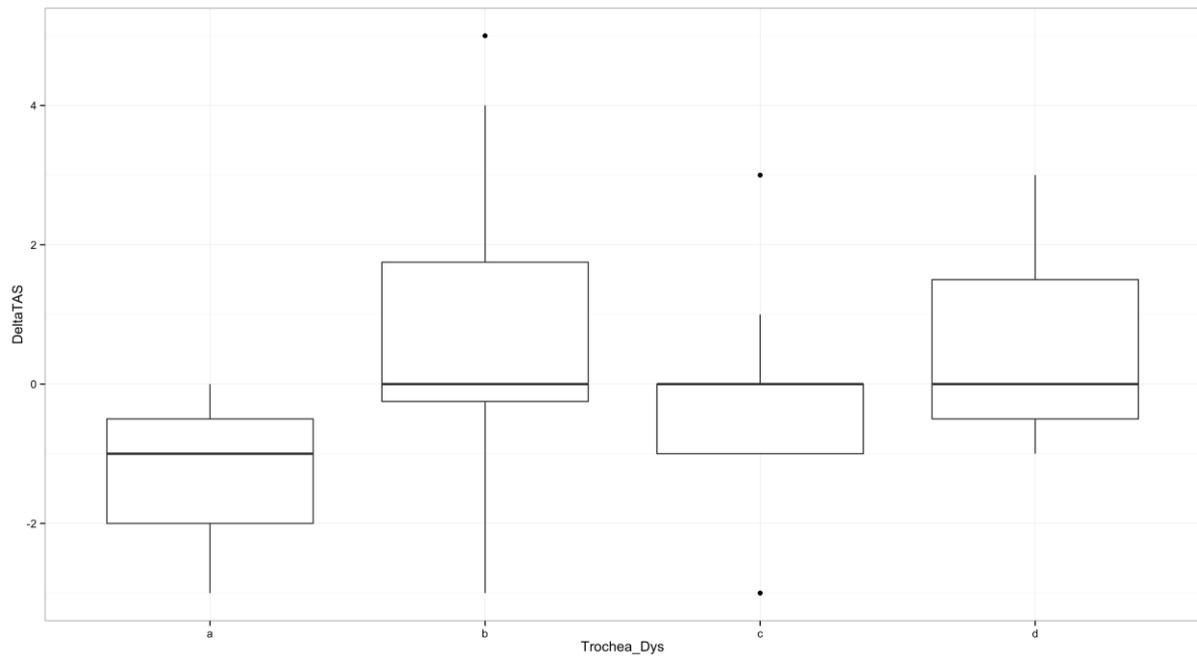


Abbildung 8 Boxplot TAS – Trochlea Dysplasie

Der Zusammenhang zwischen einer Verbesserung des TAS und dem Alter bei der Operation war nicht signifikant (p-Wert = 0,113), ebenso wenig wie die Anzahl der Voroperationen (p-Wert = 0,191).

3.3.2 Lysholm Knee Scoring Scale

Der Lysholm Knee Score zeigte sich über den Untersuchungszeitraum von 12 Monaten signifikant verbessert (p-Wert = 0,0027), hier zuerst tabellarisch dargestellt (Tab. 7), dann grafisch als Boxplot (Abb. 9).

	Prä-operativ					3 Monate					12 Monate				
	mean	median	min	max	sd	mean	median	min	max	sd	mean	median	min	max	sd
Lysholm	41,8	39	7	87	21,1	51,3	50	13	86	20,8	63,2	65	26	99	23,2
p-Wert	0,0027														

Tabelle 7 Lysholm Score - Untersuchungszeiträume

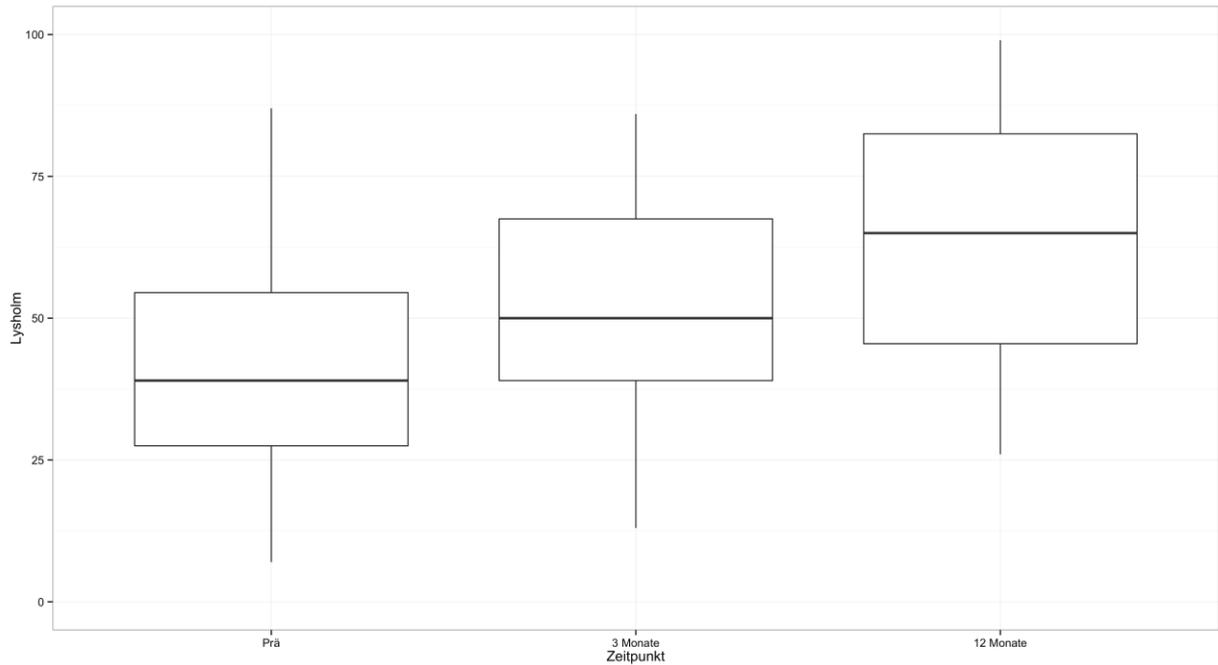


Abbildung 9 Boxplot Lysholm – Untersuchungszeiträume

Der Zusammenhang zwischen einer Verbesserung des Lysholm Scores und der Trochleasdysplasie war nicht signifikant (p-Wert = 0,723), hier zuerst tabellarisch dargestellt (Tab. 8), dann grafisch als Boxplot (Abb. 10).

	Trochea Dys	Mittelwert	Median	Min	Max	Anzahl
Lysholm	a	1,3	-6	-42	52	3
Lysholm	b	25,0	16	-9	92	8
Lysholm	c	21,4	12	3	61	9
Lysholm	d	31,7	45	-13	63	3
		Median [25%-75% Quantil]			N	
Delta Lysholm		13,0 [2,50;45,0]			23	
p-Wert	0,723					

Tabelle 8 Lysholm – Trochlea Dysplasie

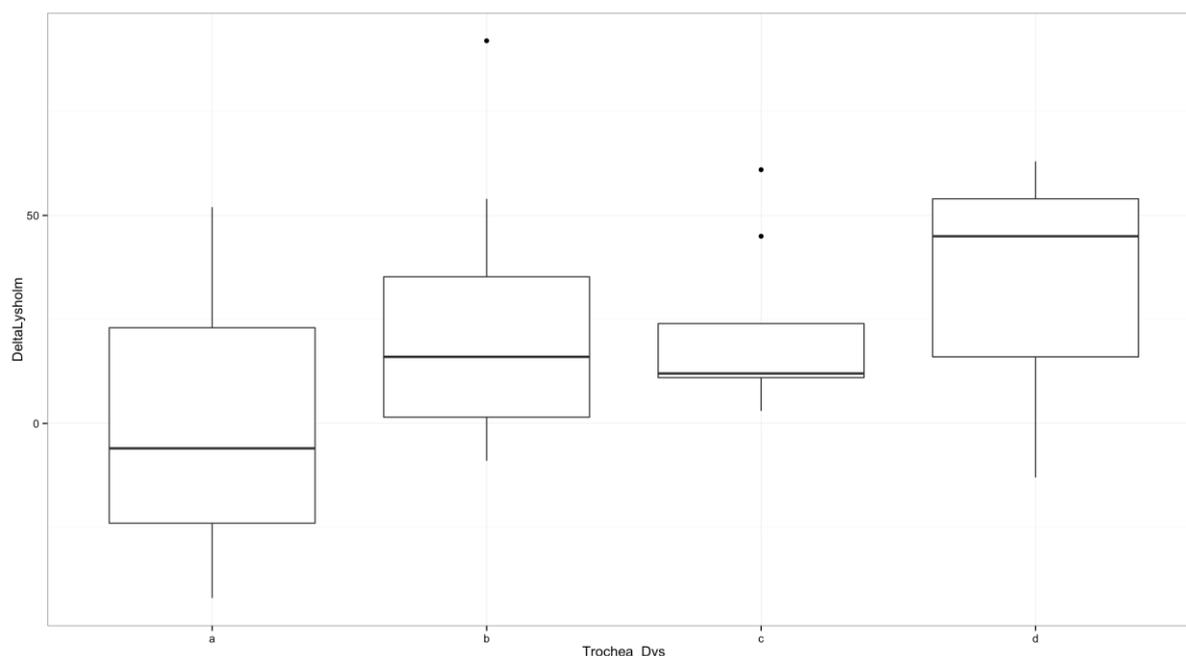


Abbildung 10 Boxplot Lysholm – Trochlea Dysplasie

Nicht signifikant war der Zusammenhang zwischen einer Verbesserung des Lysholm Scores und dem Alter bei der Operation (p-Wert = 0,637), sowie der Anzahl der Voroperationen (p-Wert = 0,185), diese Ergebnisse sind ohne grafische Darstellung.

3.3.3 Alternierender Kujala Knie-Score

Der Alternierende Kujala Knie-Score zeigte sich über den Untersuchungszeitraum von 12 Monaten signifikant verbessert (p-Wert = 0,0015), hier zuerst tabellarisch dargestellt (Tab. 9), dann grafisch als Boxplot (Abb. 11).

	Prä-operativ					3 Monate					12 Monate				
	mean	median	min	max	sd	mean	median	min	max	sd	mean	median	min	max	sd
Kujala	41,3	36	17	80	17,1	48,9	50	4	80	19,9	58,7	67	18	87	21,4
p-Wert	0,0015														

Tabelle 9 Kujala - Untersuchungszeiträume

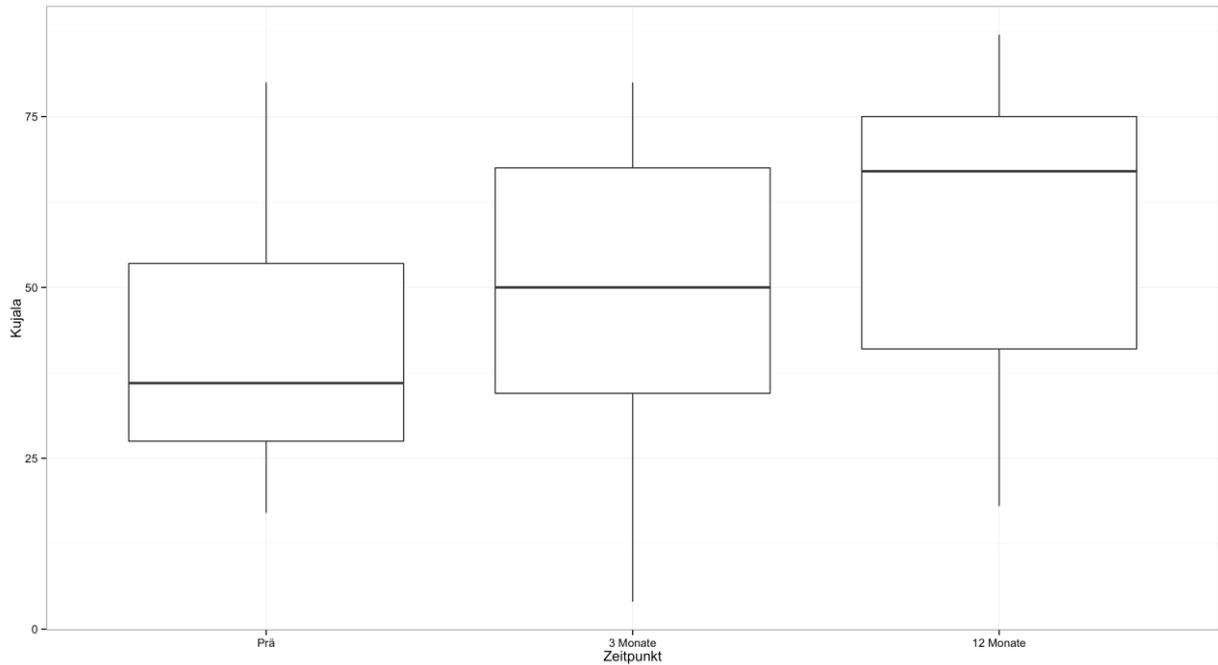


Abbildung 11 Kujala– Untersuchungszeiträume

Der Zusammenhang zwischen einer Verbesserung des Kujala Scores und der Trochleasdysplasie war nicht signifikant (p-Wert = 0,193), hier zuerst tabellarisch dargestellt (Tab. 10), dann grafisch als Boxplot (Abb. 12).

	Trochea Dys	Mittelwert	Median	Min	Max	Anzahl
Kujala	a	1,3	-10	-14	28	3
Kujala	b	15,5	4	0	49	8
Kujala	c	17,9	20	-4	44	9
Kujala	d	37,3	43	9	60	3
		Median [25%-75% Quantil]			N	
Delta Kujala		9,00 [1,00;31,5]			23	
p-Wert	0,193					

Tabelle 10 Kujala – Trochlea Dysplasie

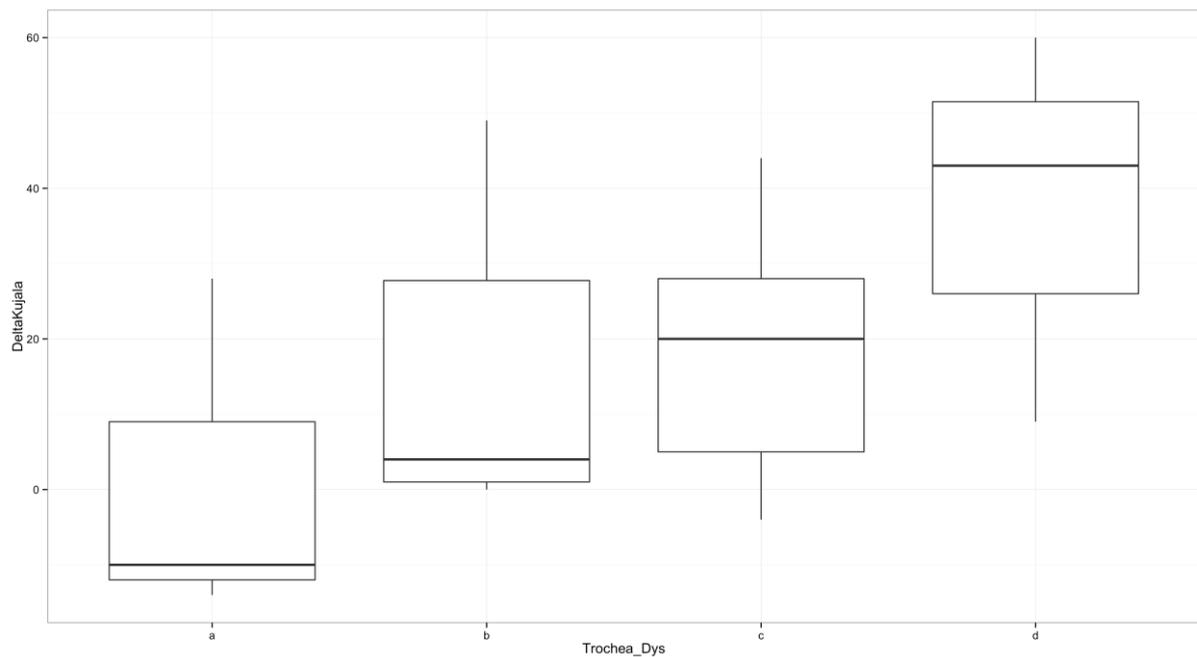


Abbildung 12 Boxplot Kujala – Trochleadysplasie

Nicht signifikant war der Zusammenhang zwischen einer Verbesserung des Kujala Scores und dem Alter bei der Operation (p-Wert = 0,55), die Anzahl der Voroperationen zeigte sich als signifikanter Parameter (p-Wert = 0,033), diese Ergebnisse sind ohne grafische Darstellung.

3.3.4 KOOS-Score

Der KOOS Scores mit allen 5 Bereichen zeigte sich über den Untersuchungszeitraum von 12 Monaten signifikant verbessert, hier zuerst tabellarisch dargestellt (Tab. 11,12), dann grafisch als Boxplot (Abb. 13-17).

	Prä-operativ					3 Monate					12 Monate				
	mean	median	min	max	sd	mean	median	min	max	sd	mean	median	min	max	sd
Symp %	49,0	57	14	79	21,9	54,2	61	21	86	22,6	65,7	64	25	96	22,2
SZ %	48,1	50	11	83	21,3	53,9	56	6	97	26,1	64,2	67	8	100	27,0
Alltag %	51,0	44	26	99	19,0	55,3	57	3	99	25,0	71,2	74	22	99	21,4
Sport %	20,4	15	5	60	14,6	31,5	25	0	100	25,9	42,0	40	0	100	30,3
LQ %	20,7	19	0	63	15,3	32,5	25	0	88	24,1	46,0	38	19	100	25,4

Tabelle 11 KOOS - Untersuchungszeiträume

	P-Wert
Sympt %	0,0093
SZ %	0,0012
Alltag %	0,0002
Sport %	0,0022
LQ %	0,0001

Tabelle 12 KOOS Score – Untersuchungszeiträume - p-Werte

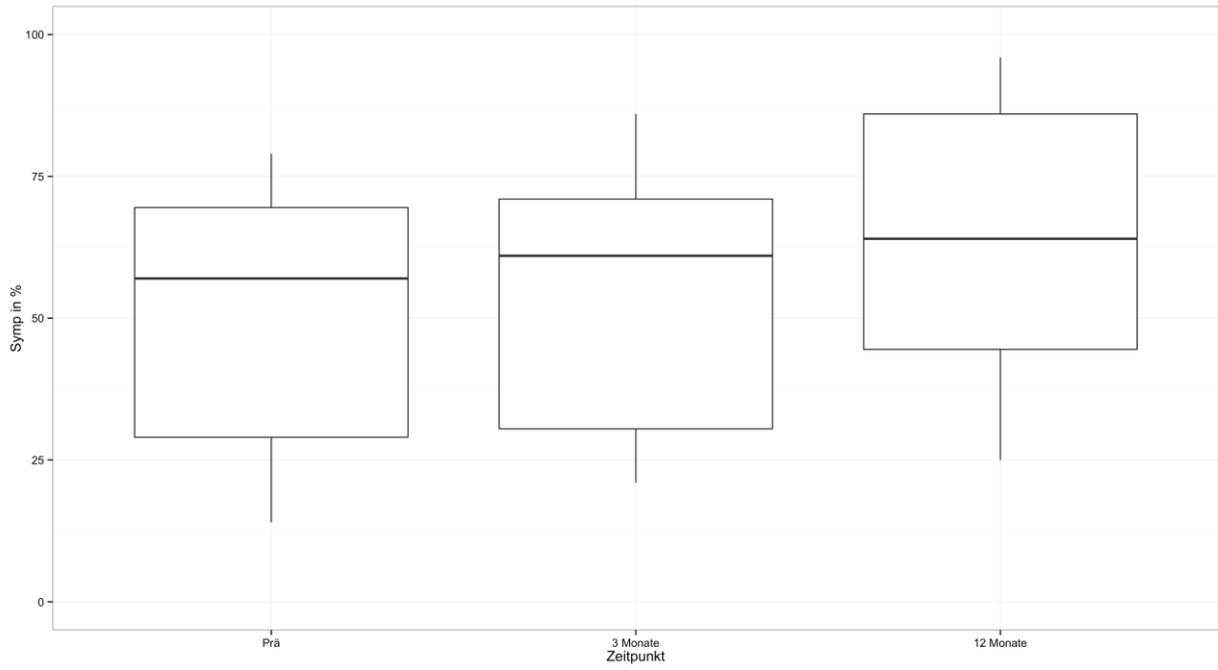


Abbildung 13 Boxplot KOOS Symptome in % - Untersuchungszeiträume

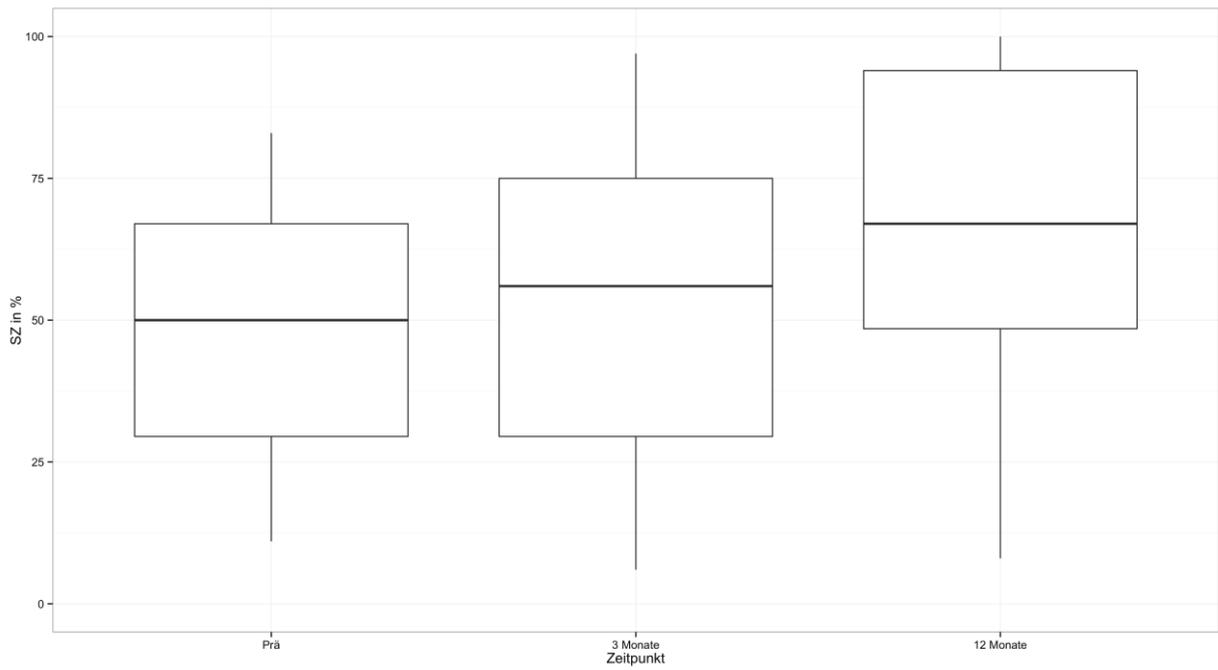


Abbildung 14 Boxplot KOOS Schmerzen in % -- Untersuchungszeiträume

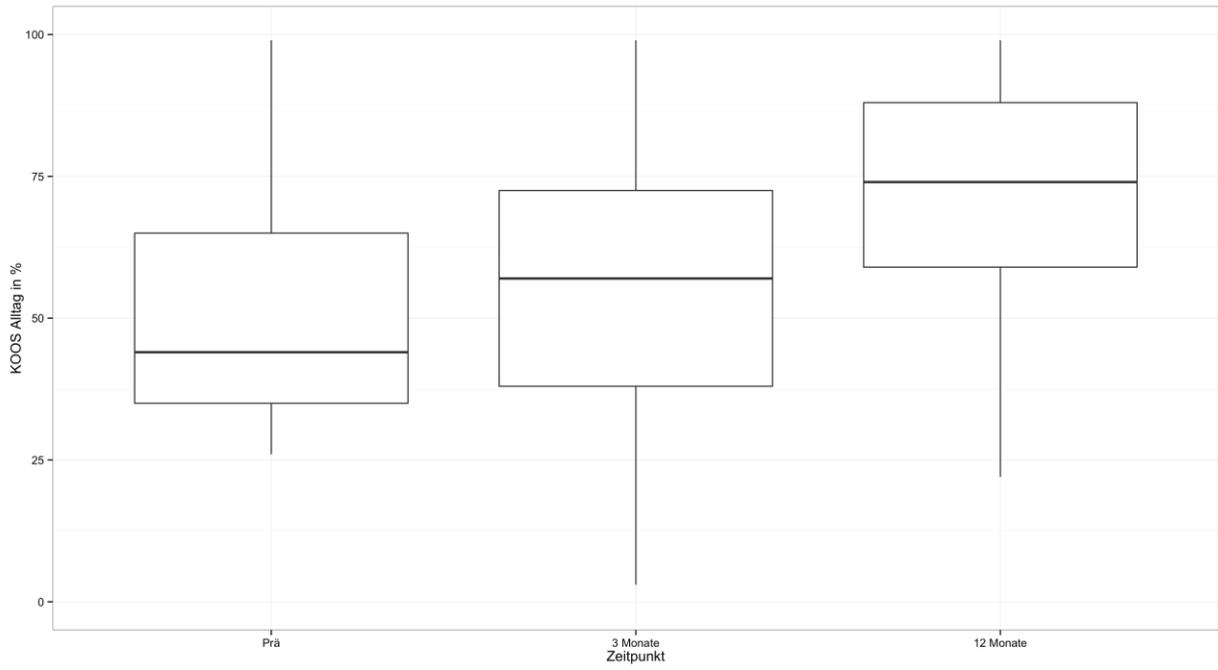


Abbildung 15 Boxplot KOOS Alltag in % - Untersuchungszeiträume

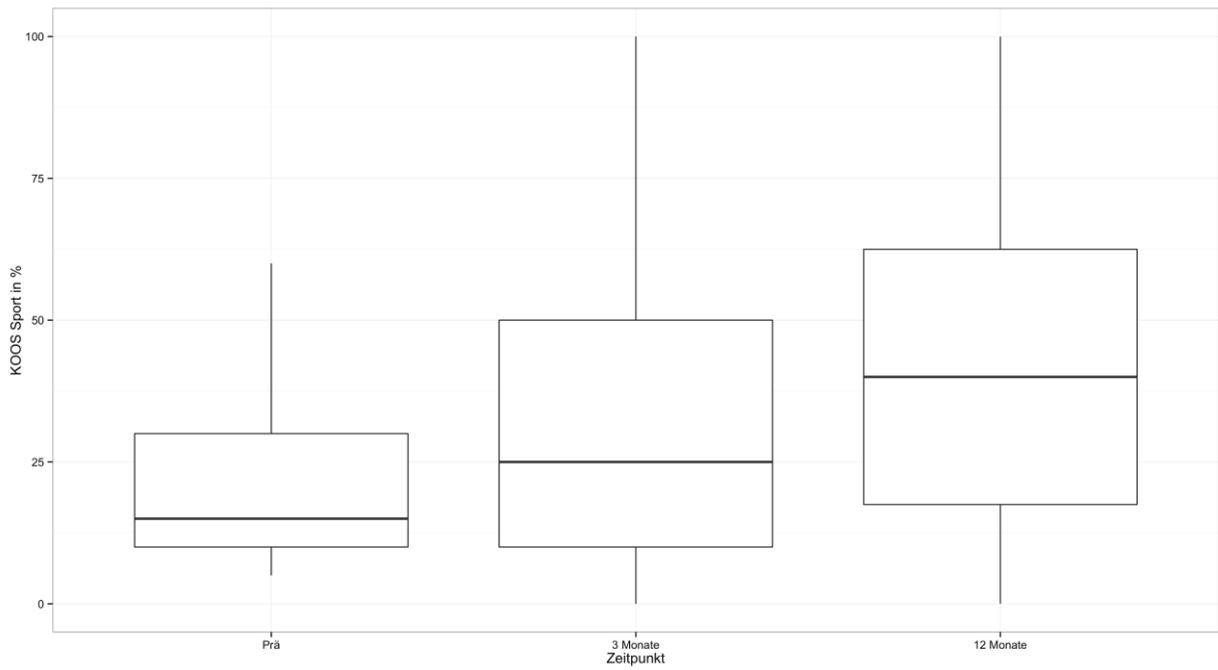


Abbildung 16 Boxplot KOOS Sport in % - Untersuchungszeiträume

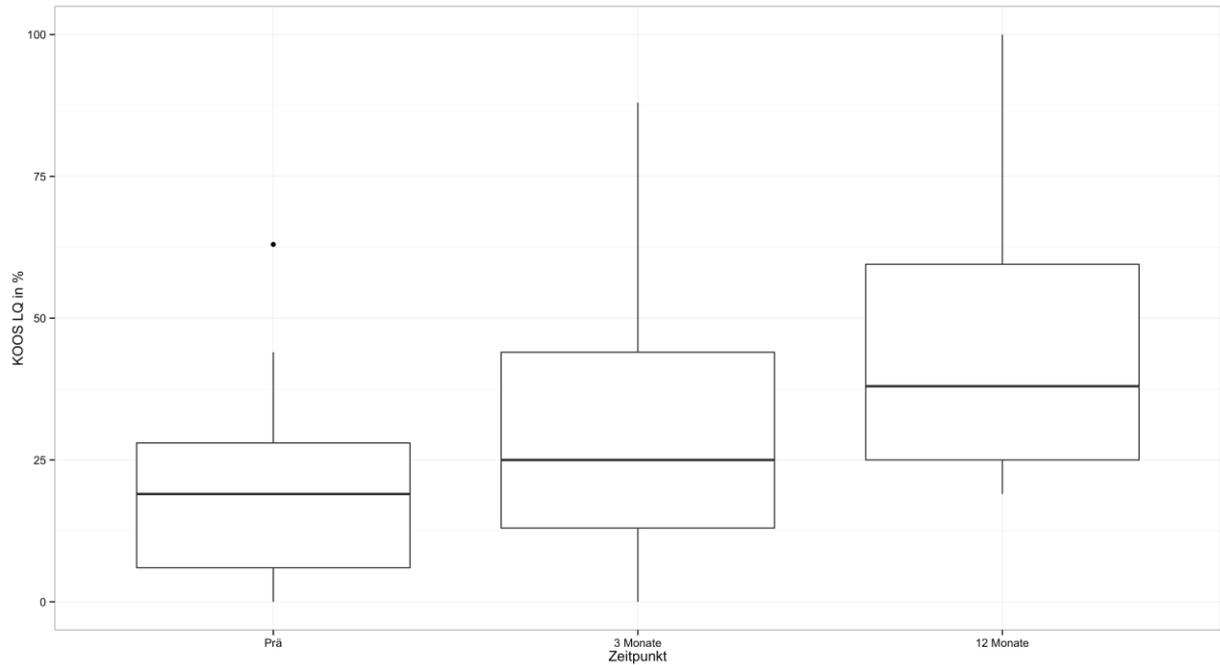


Abbildung 17 Boxplot KOOS Lebensqualität in % - Untersuchungszeiträume

Die einzelnen Bereiche des KOOS Scores verglichen mit dem Alter bei Operation, sowie der Anzahl der Voroperationen zeigte unterschiedliche Signifikanzwerte. Die genauen p-Wert sind in Tabelle 14 dargestellt.

	Alter bei OP	Vor-Ops
	p-Wert	
Sympt %	0,093	0,010
SZ %	0,309	0,065
Alltag %	0,027	0,003
Sport %	0,690	0,019
LQ %	0,427	0,038

Tabelle 13 KOOS - Alter bei OP/Vor-Ops - p-Werte

3.4 Radiologische Untersuchung

3.4.1 Nativröntgen

3.4.1.1 Patella Höhe nach Caton-Deschamps

Die Patella Höhe nach Caton-Deschamps zeigte sich über den Untersuchungszeitraum von 12 Monaten nicht signifikant verändert (p-Wert = 0,6406), hier zuerst tabellarisch dargestellt (Tab. 14), dann grafisch als Boxplot (Abb. 18).

	mean	median	min	max	sd
Prä-operativ	1,15	1,13	0,98	1,55	0,18
Post-operativ	1,14	1,19	0,80	1,49	0,19
3 Monate	1,19	1,22	0,95	1,42	0,16
12 Monate	1,16	1,22	0,84	1,57	0,19
p-Wert	0,6406				

Tabelle 14 Patellahöhe nach Caton-Deschamps

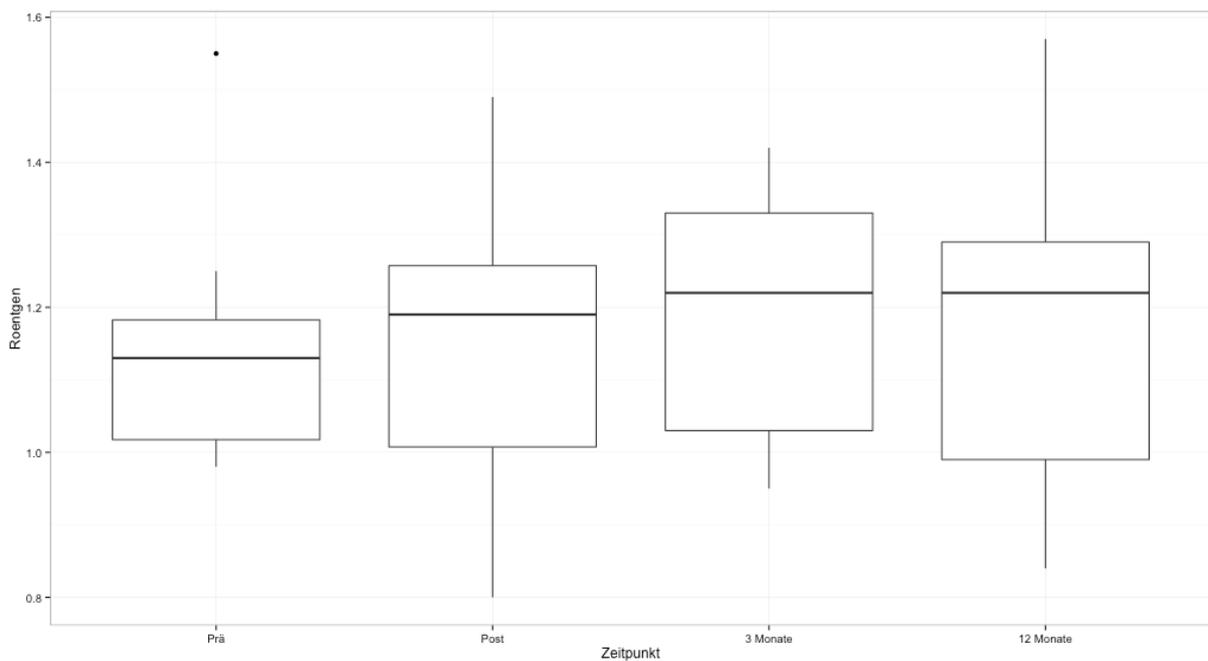


Abbildung 18 Boxplot Patellhöhe nach Caton-Deschamps

3.5 MRT-Diagnostik

3.5.1 TTTG, TTTE, TTTG-Index

Tabellarisch dargestellt die erhobenen Messwerte aus den präoperativen MRT Untersuchungen (Tab. 15).

	median	min	max	sd
--	--------	-----	-----	----

TTTG	1,02	0,17	2,10	0,3
TTTE	6,98	4,57	9,1	1,0
TTTG-Index	0,15	0,02	0,27	0,1

Tabelle 15 TTTG/TTTE/TTTG-Index

3.5.2 Trochleadysplasie nach Déjour

Der Grad der Trochleadysplasie, bestimmt mittels MRT und Röntgen, verteilte sich wie folgt (Abb. 19):

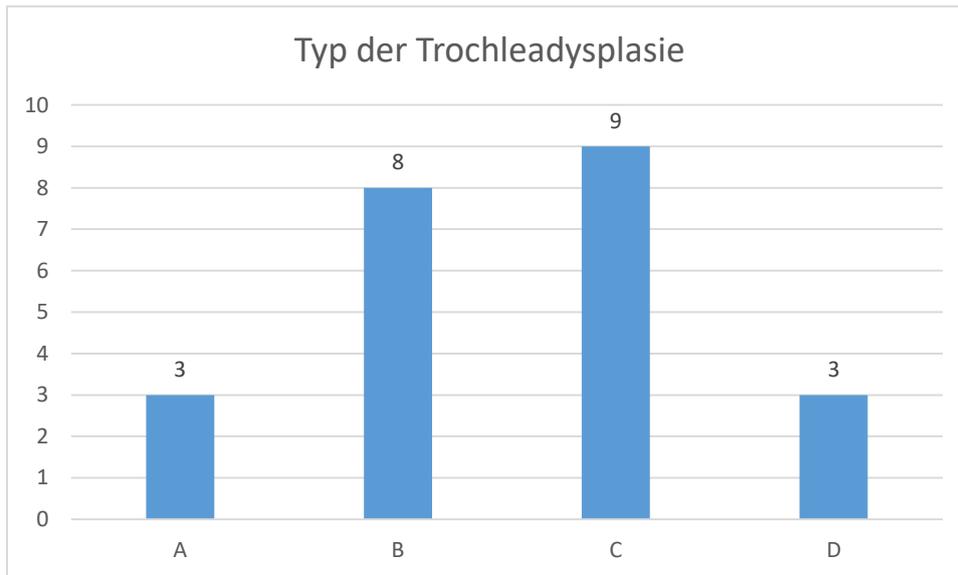


Abbildung 19 Typ der Trochleadysplasie

3.5.3 Patella Tracking: Tilt und Shift

Tabellarisch dargestellt die erhobenen Messwerte aus den präoperativen MRT Untersuchungen (Tab. 16).

	median	min	max	sd
Tilt	6,6	41,42	20,13	10,4
Shift	9,79	1,1	30,10	7,4

Tabelle 16 Patella Tilt und Shift

3.6 Zusammenfassung

Es zeigt sich eine Verbesserung aller für die PFA relevanten klinischen Parameter, allen voran des Schmerz. Zusätzlich konnte über die verwendeten Scores auch eine subjektive Verbesserung nachgewiesen werden.

Kein signifikanter Unterschied zeigte sich in Bezug auf das Alter der Patienten, sowie auf den Typ der Trochleadysplasie präoperativ.

Dieses werde ich in der folgenden Diskussion noch genauer behandeln.

4. Diskussion

Wir konnten in den klinischen Nachuntersuchungen zeigen, dass die objektiv zu erhebenden Befunde sich durchweg verbessert haben. Tests, die auf eine insuffiziente Führung der Patella hinweisen, wie das von uns getestete J-Sign und das Apprehension-Sign, waren nach der Operation und auch im 12-Montasintervall negativ. Das bedeutet, die anatomische Funktion der Trochlea konnte adäquat wieder hergestellt werden. Einzig Krepitationen traten auch nach 12 Monaten noch bei 4 Patienten auf. Diese zeigten allerdings keinen Krankheitswert.

Ebenfalls positiv zeigte sich die Auswertung der von uns verwendeten Scores. Mit hoher Signifikanz zeigten sich alle Scoresysteme, außer dem TAS, gebessert (p-Werte: Lysholm 0,0027, Kujala 0,0015, Koos 0,0088/0,0012/0,0002/0,0001, TAS 0,89).

Bereits Imhoff et al (25) konnten bei einer Untersuchung der gleichen Prothese zeigen, dass sich die klinischen Parameter und Scores verbesserten. Wir konnten zusätzlich zeigen, dass die Prothese selbst bis ins hohe Alter, unser ältester Patient war 72 Jahre, gute Ergebnisse erzielt. Konträr zeigte sich zu unseren erhobenen Befunden bei Imhoff eine signifikante Verbesserung des TAS. Zu diskutieren ist hier, dass der TAS initial für die Beurteilung von Bandschädigungen am Kniegelenk in Kombination mit dem Lysholm Score entwickelt wurde (50). Naal et al (66) stellten zwar fest, dass der TAS Score eine adäquate test-retest Reliabilität auch für Totalendoprothesen am Knie zeigt, doch sind auf jeden Fall weitere Studien zu empfehlen, um die Funktionalität des TAS bei der Beurteilung von patellofemorale Pathologien zu quantifizieren.

In keiner der Onlay und Inlay Studien wurden die radiologischen Ergebnisse nachkontrolliert und statistisch ausgewertet. Wie sich bei unseren Ergebnissen zeigt, ist das wahrscheinlich auch nicht sinnvoll. Die präoperativ erhobenen Werte im MRT dienen lediglich der Dysplasie und Knorpel Bestimmung und der daraus resultierenden Indikation. Die radiologisch gemessene Patella Höhe wurde bei uns mit Hilfe des Index nach Caton-Deschamps bestimmt. Die alleinige Neugestaltung der Trochlearinne ändert nichts an der Patellahöhe.

Die Versorgung der patellofemorale Arthrose wird heutzutage immer noch kontrovers diskutiert. Duncan et al konnten nachweisen, dass bei Patienten mit Knieschmerz zu 24% eine isolierte patellofemorale Arthrose vorliegt (92). Im Gegenteil dazu steht eine deutschlandweite Befragung, an der 2008 über 200 Kliniken teilnahmen und insgesamt 55000 endoprothetische Eingriffe erfasst wurden. Becher et al zeigten in dieser Studie, dass nur 0,37% aller Prothesen isolierte patellofemorale Prothesen waren. Gleichzeitig wurden die Operateure auch nach dem Grund für die seltene Verwendung der Prothese gefragt. Hier gaben 62% an, kein Vertrauen in das Design, das Outcome und die Haltbarkeit der Prothese zu haben.

Diese schlechte Meinung der patellofemorale Prothese muss immer abhängig vom Zeitpunkt der Befragung gesehen werden. Die patellofemorale Prothese wurde im Laufe der Jahre der anatomischen Form der Trochlea angepasst. Dy et al. konnten nachweisen, dass die 2. Generation bereits bessere Resultate als die 1. Generation der Trochleaprothesen erzielte (52), allerdings beschrieben Odumenya et al ein Fortschreiten der Arthrose nach Implantation einer patellofemorale Prothese (PFP) von 20% (90). Van Jonbergen et al hatten in einer Studie mit 185 Prothesen 10-Jahres Überlebensraten von 84%. Der Hauptgrund zur Konversion auf eine Totalendoprothese war wiederum das Fortschreiten der

Arthrose (91). Gemeinsam all dieser Studien war die Verwendung einer patellofemorale Onlay-Prothese.

Vor diesem Hintergrund untersuchten wir mit dieser Studie die erste auf dem Markt befindliche Inlay-Prothese. Wie eingangs schon beschrieben, lag der Fokus vor Allem auf dem funktionellen und sportlichem Outcome nach Implantation.

Im Vergleich zu den wenigen Studie zum Inlay-Design gibt es bereits mehrere Arbeiten, die sich vor allem mit aktuellen Onlay Prothesen befassen. Hier konnten bei korrekter Indikation ebenfalls gute Ergebnisse erzielt werden, allerdings immer nur bei einem sehr ausgewählten Patientenkollektiv (24, 48, 71). Ebenso konnten Hoogervorst et al in einer Studie aus dem Jahr 2015 über die patellofemorale Onlay-Prothese Richards II eine 21% Konversionsrate auf eine Totalendoprothese innerhalb von knapp 10 Jahren zeigen (72). Als Hauptproblem beschreiben Sie die fortschreitende tibiofemorale Arthrose. Das zeigt sich auch in anderen Studien (77,78).

Feucht et al (93) vergleichen in einer Übersichtsarbeit Onlay und Inlay Prothesen und konnten keinen signifikanten Unterschied im klinischen Outcome bezüglich der Scores zwischen den verwendeten Prothesentypen finden. Jedoch haben bereits Monk et al (48) die typischen Probleme der Onlay-Prothese benannt: Erhöhte Auflagefläche und daraus resultierendes Overstuffing bei erniedrigtem patellofemorale Gelenkspalt, erhöhte patellofemorale Belastung und erhöhte Weichteilspannung.

Die von uns untersuchte Inlay-Prothese HemiCAP zeigte demgegenüber die bereits von Provencher et al (41) beschriebenen Vorteile. Die geringe Knochenresektion ist durch die Operationsmethode bestimmt (59). Die geringere Weichteilspannung und das geringere Overstuffing konnten wir durch eine deutliche Schmerzreduktion und Funktionsverbesserung zeigen. Einzig die von Provencher et al beschriebene erhöhte Implantatstabilität und die geringeren patellofemorale Komplikationen konnten innerhalb unserer kurzen Beobachtungsdauer nur unzureichend dargestellt werden. Dieser Punkt muss in der Langzeitbetrachtung von patellofemorale Prothesen durchaus ernst genommen und untersucht werden.

Patienten mit isolierter patellofemorale Arthrose sind im Durchschnitt jünger als Patienten für eine Totalendoprothese des Knies. In früheren Studien wurde bereits dargestellt, dass aufgrund der durch das junge Alter hohen Belastung und der langen Laufzeit die Prothesen Gefahr laufen, sich zu lockern und ersetzt werden müssen (45,78,79). Das ist ein typisches Problem aller künstlichen Gelenkprothesen. Die neueren Knieprothese haben eine Überlebensdauer von 15-20 Jahren. Der Vorteil der patellofemorale Prothese vom Typ Wave ist, dass Sie als Inlay-Prothese nur minimal Knochensubstanz entfernt. Dadurch kann im Verlauf ohne Probleme auf ein größeres System, wie eine Totalendoprothese, gewechselt werden. Zusätzlich kann man mit einer kleinstmöglichen Versorgung die Zeit bis zur TEP hinaus zögern.

Wichtig bleibt auch die Indikationstellung. Cotic et al. (59) beschrieben klare Indikationen und Operationstechniken, um das optimale Langzeitergebnis einer patellofemorale Prothese zu erzielen. Patienten mit einer primären patellofemorale Arthrose zeigen schlechtere Outcome Ergebnisse, als Arthrosen aufgrund von Dysplasien und Instabilitäten (75,76). Ein möglicher Erklärungsansatz ist, dass Patienten mit einer primären Arthrose zu weiteren degenerativen Veränderungen neigen, da bereits ein Teil des Kniegelenks eine Arthrosereaktion zeigt (76).

Wie auch schon van Jonbergen et al (91) in ihrer Studie zu einer Onlay-Prothese konnten wir zeigen, dass Parameter wie das Alter des Patienten (von 28-73 Jahre), Geschlecht oder auch die Dysplasiestufe keinen Einfluß auf das postoperative Ergebnis hat. Zusätzlich haben wir herausgefunden, dass auch nach mehrfachen Voroperationen die Inlay-Prothese gleich gute Ergebnisse liefert, wie bei einem bisher operativ nicht versorgtem Knie.

Zusätzlich zeigt sich in unserer Studie, dass bei Mitbehandlung von Begleitpathologien ein ebenso zufriedenstellendes Ergebnis erzielt werden kann. Ein Maltracking der Patella führt über Jahre zwangsläufig zu einer Arthrose (73,74). Je nach Situation haben wir deswegen das MPFL mittels einer Sehnenplastik ersetzt oder die Tuberositas versetzt, um so ein optimales Patellatracking zu gewährleisten. Sofern also die Ursache des Maltrackings behoben wurde, war das postoperative Outcome der Gruppe mit Begleitpathologien identisch zu der Gruppe ohne Begleitpathologien.

5. Limitationen

Mit 23 operierten Knien ist diese Studie vergleichsweise klein. Leider gewinnt die patellofemorale Arthrose nur sehr langsam die notwendige Aufmerksamkeit und wird noch viel zu häufig als Teil des „Kniegelenkes“ gesehen. So erfolgt keine individuell spezifische Therapie. Um die Ergebnisse zu verifizieren, werden zukünftig noch weitere Studien nötig sein. Da die patellofemorale Arthrose im Vergleich zur femorotibialen Arthrose prozentual seltener vorkommt, ist hier ein gemeinsames Vorgehen mehrerer Zentren zu empfehlen, um die nötige Power und Patientenzahl zu generieren.

Mit 1 Jahr ist der Nachuntersuchungszeitraum sehr kurz. Dementsprechend kann keine zufriedenstellende Aussage über ein Langzeitergebnisse getroffen werden.

6. Schlußfolgerung

Wir empfehlen, das patellofemorale Inlay Prothesensystem bei ausgesuchten isolierten patellofemorale Arthrosen zu verwenden. Wir konnten zeigen, dass selbst ein hohes Alter und multiple Voroperationen kein Ausschlusskriterium darstellen. Allerdings fehlen noch aussagekräftige Studien zum Langzeitergebnis dieser Prothese. Ebenso gilt es noch in direkten Vergleichsstudien mit anderen Inlay- und Onlayprothesen den Nutzen zu verifizieren. Des Weiteren sollten in nachfolgenden Studien die Indikation bezüglich systemischen Begleiterkrankungen bestätigt werden. Bei höhergradigen Rotationsfehlern ist diese Prothese nicht zu empfehlen. Hierzu haben wir keine statistischen Daten erhoben, allerdings ergibt sich aus der Operationsmethode, dass eine Achskorrektur mit einer Inlayprothese nicht möglich ist.

7. Appendix

7.1 Anamnesebogen

Anamnesebogen

Name _____ Vorname _____ Geb.-Datum _____

Rechts	Links
--------	-------

Erstluxation		
Alter bei Erstluxation		
Häufigkeit der Luxationen		
Bagatellverletzung		
Schwerer Unfall		
Hüftprobleme (Dysplasie)		
Ähnliches in der Familie	nein Ja,	nein Ja,
Sonstiges		

Vorooperationen		
VMO Raffung		
Lateral Release		
Tuberositas Transfer med		
Umstellungsosteotomie		
MPFL		
Trochleoplastik		
Sonstiges		

Untersuchungsbogen

Name _____ Vorname _____ Geb.-Datum _____

Datum der Untersuchung _____ Datum der OP _____

Art der Untersuchung _____ Größe (cm) _____ Gewicht (kg) _____ BMI _____

Rechts	Links
---------------	--------------

Schmerzen	Nein	Ja	Nein	Ja
In Ruhe				
Bei Bewegung				
In der Nacht				
Sonstiges				

Inspektion				
Beinachse				
Schwellung				
Erguß				
Rötung				
Atrophie	nein	Wo?	nein	Wo?
Sonstiges				

Klinische Untersuchung	Negativ	Positiv	Negativ	Positiv
Apprehensionstest		bis		bis
J-Sign		ab		ab
Krepitationen		von bis		von bis
Anpressschmerz		von bis		von bis
Subluxation				
Patellabeweglichkeit				
Range of Motion	Aktiv			
	Passiv			
Sonstiges				

7.3 Patientenaufklärung

Patientenaufklärung zu folgender Untersuchung:

Klinisch-Radiologisch prospektive Untersuchung zum Outcome nach Implantation eines patellofemorales Oberflächenersatzes

1.) **Bestätigung der Vertraulichkeit:**

Alle Daten und Informationen, die im Rahmen der Untersuchung verwendet werden, unterliegen der ärztlichen Schweigepflicht und werden nur in anonymisierter Form ausgewertet.

2.) **Risiken:**

Durch die Teilnahme an der Untersuchung entstehen Ihnen keine zusätzlichen Risiken. Es handelt sich lediglich um die Risiken, die durch die Operation gegeben sind. Über diese wurden Sie gesondert aufgeklärt. Es werden keine Tests oder radiologische Untersuchungen durchgeführt, die nicht im Rahmen der regulären postoperativen Versorgung von Nöten gewesen wären. Es entsteht Ihnen lediglich ein zeitlicher Mehraufwand zum Ausfüllen der Fragebögen.

3.) **Einleitung:**

Wie Ihnen durch Herrn Dr. Schöttle bereits in Ihrem Aufklärungsgespräch zur anstehenden Operation mitgeteilt wurde, leiden Sie an einer Arthrose des patellofemorales Gelenkes. Das bedeutet, dass der schützende Gelenkknorpel aufgebraucht ist und der direkte Knochenkontakt der Gelenkpartner Ihnen Schmerzen bereitet. Die Implantation des Oberflächenersatzes ersetzt diesen Knorpel und reduziert Ihre Beschwerden.

4.) **Grund der Untersuchung:**

Aktuell gibt es noch keine aussagekräftigen Untersuchungen zur Differenzierung zwischen verschiedenen Prothesendesigns und postoperativen Nachbehandlungen. Mit dieser Untersuchung wollen wir die Langzeitergebnisse des Oberflächenersatzes vom Typ „Wave®“ der Firma „arthrosurface“ erfassen. Dadurch werden wir beurteilen zu können, wie gut Sie im Anschluss an die Operation wieder Ihren alltäglichen und sportlichen Aktivitäten nachgehen können. Dadurch können wir die Prothese sowie die postoperative Nachbehandlung individueller gestalten.

5.) **Aufnahme in die Untersuchung:**

Wir schließen Sie in die Untersuchung mit ein, da Sie einen Oberflächenersatz des femoropatellares Gelenkes erhalten haben und durch Herrn Dr. Schöttle operiert wurden.

6.) **Durchführung der Untersuchung:**

Zur Erhebung der Daten werden wir Sie bitten, im Verlaufe der Behandlung Fragebögen zu Ihrer aktuellen Situation auszufüllen. Die Fragen beschäftigen sich mit Ihrer sportlichen Aktivität und der Erledigung alltäglicher Aufgaben. Insgesamt sind es 4 Mal die gleichen Fragebögen zu folgenden Zeiten: Vor der Operation und 6 Wo/3 Mo/12 Mo nach der Operation. Wir werden Ihnen diese im Rahmen der regelmäßigen postoperativen Kontrolltermine in unserer Praxis aushändigen oder im Vorfeld per Post zusenden. Die Beantwortung wird circa 15min in Anspruch nehmen. Zusätzlich verwenden wir Daten aus der klinischen Untersuchung und der radiologischen Bildgebung. Dies bedeutet für Sie allerdings keinen Mehraufwand.

7.4 Patienteneinverständniserklärung

Patienteneinverständniserklärung zu folgender Untersuchung:

Klinisch-Radiologisch prospektive Untersuchung zum Outcome nach Implantation eines patellofemorale Oberflächenersatzes

Patientenaufkleber

Ich,....., wurde von meinem Arzt über Wesen, Bedeutung und Tragweite der klinischen Prüfung mit dem oben genannten Titel aufgeklärt. Ich habe den Aufklärungstext gelesen und verstanden. Ich hatte die Möglichkeit, Fragen zu stellen und habe die Antworten verstanden und akzeptiere sie. Mein Arzt hat mich über die mit der Teilnahme an der Studie verbundenen Risiken und den möglichen Nutzen informiert.

Ich hatte ausreichend Zeit, mich zur Teilnahme an dieser Studie zu entscheiden und weiß, dass die Teilnahme an dieser klinischen Prüfung freiwillig ist. Ich weiß, dass ich jederzeit und ohne Angaben von Gründen diese Zustimmung widerrufen kann, ohne dass sich dieser Entschluss nachteilig auf die spätere Behandlung durch meinen Arzt auswirken wird.

Mir ist bekannt, dass meine Daten in verschlüsselter Form gespeichert werden.

Ich habe eine Kopie der Patienteninformationen und dieser Einwilligungserklärung erhalten. Ich erkläre hiermit meine freiwillige Teilnahme an dieser klinischen Studie.

(Ort, Datum)

Unterschrift des Patienten

(Ort, Datum)

Unterschrift des aufklärenden Arztes

7.5 Tegner-Aktivitätsscore

Kreuz	Aktivitätsgrad	Tätigkeit	Punkt-zahl
	Hochleistungssport – nationale und internationale Elite	Fußball	10
	Leistungssport	Eishockey, Ringen, Turnen, Fußball (untere Ligen)	9
	Leistungssport	Skifahren, Badminton, Squash, Leichtathletik (Weitsprung)	8
	Leistungssport	Handball, Tennis, Basketball, Leichtathletik (laufen), Querfeldeinlauf	7
	Freizeitsport	Eishockey, Fußball, Squash, Weitsprung, Querfeldeinlauf	7
	Freizeitsport	Badminton, Tennis, Basketball, Skifahren, Joggen bis 5x die Woche	6
	Leistungssport	Radfahren, Skilanglauf	5
	Freizeitsport	Joggen auf unebenem Boden mind. 2x die Woche	5
	Arbeit	Schwerarbeit (Bauarbeiter)	5
	Freizeitsport	Skilanglauf, Radfahren, Joggen auf ebenem Boden mind. 2x die Woche	4
	Arbeit	zeitweise schwere Arbeit	4

	Leistungssport	Schwimmen	3
	Freizeitsport	Schwimmen	
	Arbeit	leichte körperliche Arbeiten	
	Gehen	Gehen auf unebenem Boden	
	Arbeit	kaum körperliche Arbeit	2
	Gehen	Gehen im Wald unmöglich	
	Arbeit	überwiegend sitzend	1
	Gehen	Gehen nur auf ebenem Boden möglich	
	Arbeit	Arbeitsunfähigkeit aufgrund einer Kniegelenksverletzung	0
	Gehen	normales Gehen nicht möglich	

7.6 Lysholm-Knee-Scoring Scale



LYSHOLM SCORE (MODIFIZIERTER SCORE NACH LYSHOLM UND GILLQUIST)

HINKEN	
• nein	5
• wenig oder zeitweise	3
• stark oder immer	1
BELASTUNG	
• Vollbelastung	5
• Gehstützen oder Stock	3
• Belastung nicht möglich	0
BLOCKIERUNG	
• keine Blockierung und kein Gefühl der Einklemmung	15
• Gefühl der Einklemmung aber keine Blockierung	10
• gelegentliche Blockierung	6
• häufige Blockierung	2
• blockiertes Gelenk bei Untersuchung	0
INSTABILITÄT	
• Niemals "giving way" Phänomen	25
• "giving way" selten während des Sports oder anderer schwerer Anstrengung	20
• "giving way" häufig während des Sports oder anderer schwerer Anstrengung (oder unmöglich, daran teilzunehmen)	15
• "giving way" gelegentlich während Tätigkeiten des Alltags	10
• "giving way" oft während Tätigkeiten des Alltags	5
• "giving way" bei jedem Schritt	0
SCHMERZEN	
• keine	25
• unregelmäßig and gering während schwerer Anstrengung	20
• deutlich/ausgeprägt während schwerer Anstrengung	15
• deutlich während oder nach dem Gehen von mehr als 2km	10
• deutlich während oder nach dem Gehen von weniger als 2km	5
• ständig	0
SCHWELLUNG	
• keine	10
• bei schwere Anstrengung	6
• bei gewöhnlicher Anstrengung	2
• ständig	0
TREPPENSTEIGEN	
• kein Problem	10
• ein wenig beeinträchtigt	6
• Schritt für Schritt	2
• nicht möglich	0
HOCKEN	
• kein Problem	5
• wenig beeinträchtigt	4
• nicht über 90°	2
• nicht möglich	0
GESAMTPUNKTEZAHL	



Fortbildungen für orthopädische Medizin und manuelle Therapie

Kujala's Anterior Knee Pain Score

<http://www.kneejointurgery.com/kujala.pdf>

Name: _____ Geburtstag: _____ Datum: _____

Betroffenes Kniegelenk: L / R

Wie lange haben Sie schon Beschwerden: _____ Jahre _____ Monate

Bitte wählen Sie bei folgenden Fragen ihre zutreffende Beschwerde aus (immer nur ein Kreuz).

- | | |
|---|---|
| <p>1.) Humpeln/hinken beim Gehen?</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> nie (5) <input type="radio"/> etwas oder periodisch (3) <input type="radio"/> konstant /dauerhaft (0) <p>2.) Gewichtsbelastung des Kniegelenks</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> volle Unterstützung ohne Schmerz (5) <input type="radio"/> ist schmerzhaft (3) <input type="radio"/> ist unmöglich (0) <p>3.) Normales Gehen im Alltag</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> unbegrenzt ohne Schmerz (5) <input type="radio"/> mehr als 2 km möglich (3) <input type="radio"/> 1-2 km möglich (2) <input type="radio"/> ist unmöglich (0) <p>4.) Treppen steigen</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> keine Schwierigkeit (10) <input type="radio"/> leichter Schmerz beim treppab gehen (8) <input type="radio"/> Schmerz bei treppab und -auf gehen (5) <input type="radio"/> nicht mehr möglich (0) <p>5.) Hocke/tiefe Kniebeuge</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> keine Schwierigkeit (5) <input type="radio"/> Schmerz bei wiederholter Bewegung (4) <input type="radio"/> Schmerz bei jeder Bewegung (3) <input type="radio"/> ist möglich unter Teilbelastung des betroffenen Kniegelenks (2) <input type="radio"/> nicht mehr möglich (0) <p>6.) Rennen/Joggen</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> keine Schwierigkeit (10) <input type="radio"/> Schmerz bei mehr als 2 km (8) <input type="radio"/> bei Beginn ein leichter Schmerz (6) <input type="radio"/> bei Beginn starke Schmerzen (3) <input type="radio"/> nicht mehr möglich (0) <p>7.) Springen</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> keine Probleme (10) <input type="radio"/> geringe Schwierigkeit (7) <input type="radio"/> konstanter Schmerz (2) <input type="radio"/> nicht mehr möglich (0) | <p>8.) Längeres Sitzen mit gebeugtem Kniegelenk</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> keine Schwierigkeit (10) <input type="radio"/> Schmerz nach Übungen (8) <input type="radio"/> konstanter Schmerz (6) <input type="radio"/> wegen Schmerz muss das Kniegelenk zeitnah gestreckt werden (4) <input type="radio"/> nicht mehr möglich (0) <p>9.) Schmerz</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> kein Schmerz (10) <input type="radio"/> leicht und gelegentlich (8) <input type="radio"/> stört den Schlaf (6) <input type="radio"/> gelegentlich starker Schmerz (3) <input type="radio"/> konstant starker Schmerz (0) <p>10.) Schwellung</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> keine Schwellung (10) <input type="radio"/> nach schweren Anstrengungen (8) <input type="radio"/> nach Alltagsaktivitäten (6) <input type="radio"/> jeden Abend (4) <input type="radio"/> konstant/dauerhaft (0) <p>11.) Abnormale schmerzhafte Bewegung der Kniescheibe</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> niemals (10) <input type="radio"/> gelegentlich bei sportlicher Aktivität (6) <input type="radio"/> gelegentlich bei Alltagsaktivitäten (4) <input type="radio"/> mindestens eine dokumentierte Dislokation der Kniescheibe (2) <input type="radio"/> mehr als 2 Dislokationen (0) <p>12.) Muskelabnahme des Oberschenkels</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> keine Muskelabnahme (5) <input type="radio"/> leichte Abnahme (3) <input type="radio"/> starke Abnahme (0) <p>13.) Defizite bei Kniebeugung</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> keine Defizite (5) <input type="radio"/> leichte Defizite (3) <input type="radio"/> starke Defizite (0) |
|---|---|

Gesamtpunktzahl _____

„KOOS“ KNIEFRAGEBOGEN

Datum: ____/____/____ Geburtsdatum: ____/____/____

Patienten Nr: _____

ANLEITUNG: Dieser Ankreuzbogen befragt Sie, welchen Eindruck Sie von Ihrem Knie haben. Die dadurch gewonnene Information wird uns helfen zu überwachen, wie es Ihnen mit Ihrem Knie geht und wie gut Sie in der Lage sind, Ihre üblichen Aktivitäten zu verrichten.

Beantworten Sie bitte jede Frage durch ankreuzen des zugehörigen Kästchens. Bitte nur ein Kästchen pro Frage ankreuzen. Wenn Sie sich unsicher sind, wie Sie die Frage beantworten sollen, wählen Sie die Antwort aus, die Ihnen am zutreffendsten erscheint.

Symptome

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

S1. Haben Sie Schwellungen an Ihrem Knie?

niemals	selten	manchmal	oft	immer
<input type="checkbox"/>				

S2. Fühlen Sie manchmal ein Mahlen, hören Sie manchmal ein Klicken oder irgendein Geräusch, wenn Sie Ihr Knie bewegen?

niemals	selten	manchmal	oft	immer
<input type="checkbox"/>				

S3. Bleibt Ihr Knie manchmal hängen, oder blockiert es, wenn Sie es bewegen?

niemals	selten	manchmal	oft	immer
<input type="checkbox"/>				

S4. Können Sie Ihr Knie ganz ausstrecken?

immer	oft	manchmal	selten	nie
<input type="checkbox"/>				

S5. Können Sie Ihr Knie ganz beugen?

immer	oft	manchmal	selten	nie
<input type="checkbox"/>				

Steifigkeit

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

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

S6. Wie stark ist Ihre KniestEIFigkeit morgens direkt nach dem Aufstehen?

keine	schwach	mäßig	stark	sehr stark
<input type="checkbox"/>				

S7. Wie stark ist Ihre KniestEIFigkeit nach dem Sie saßen, lagen, oder sich ausruhten im **Verlauf des Tages**?

keine	schwach	mäßig	stark	sehr stark
<input type="checkbox"/>				

Schmerzen

P1. Wie oft tut Ihnen Ihr Knie weh?

niemals	monatlich	wöchentlich	täglich	immer
<input type="checkbox"/>				

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

P2. sich im Knie drehen?

keine	schwach	mäßig	stark	sehr stark
<input type="checkbox"/>				

P3. Ihr Knie ganz ausstrecken?

keine	schwach	mäßig	stark	sehr stark
<input type="checkbox"/>				

P4. Ihr Knie ganz beugen?

keine	schwach	mäßig	stark	sehr stark
<input type="checkbox"/>				

P5. auf ebenem Boden gehen?

keine	schwach	mäßig	stark	sehr stark
<input type="checkbox"/>				

P6. Treppen herauf oder heruntergehen?

keine	schwach	mäßig	stark	sehr stark
<input type="checkbox"/>				

P7. nachts im Bett liegen?

keine	schwach	mäßig	stark	sehr stark
<input type="checkbox"/>				

P8. saßen oder lagen, z.B. auf der Couch?

keine	schwach	mäßig	stark	sehr stark
<input type="checkbox"/>				

P9. aufrecht stehen?

keine	schwach	mäßig	stark	sehr stark
<input type="checkbox"/>				

Aktivitäten des täglichen Lebens

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

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

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

A1. Treppen herunterstiegen?

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>				

A2. Treppen hinaufstiegen?

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>				

A3. vom Sitzen aufstehen?

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>				

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

A4. standen?

keine wenig einige große sehr große

A5. sich bückten um z.B. etwas vom Boden aufzuheben?

keine wenig einige große sehr große

A6. auf ebenen Boden gingen?

keine wenig einige große sehr große

A7. ins Auto ein- oder ausstiegen?

keine wenig einige große sehr große

A8. einkaufen gingen?

keine wenig einige große sehr große

A9. Strümpfe/Socken anzogen?

keine wenig einige große sehr große

A10. vom Bett aufstanden?

keine wenig einige große sehr große

A11. Strümpfe/Socken auszogen?

keine wenig einige große sehr große

A12. im Bett lagen und sich drehen, ohne das Knie dabei zu beugen?

keine wenig einige große sehr große

A13. in oder aus der Badewanne kamen?

keine wenig einige große sehr große

A14. saßen?

keine wenig einige große sehr große

A15. sich auf die Toilette setzten oder aufstanden?

keine wenig einige große sehr große

A16. schwere Hausarbeit verrichteten (schrubben, Garten umgraben, ...)?

keine wenig einige große sehr große

A17. leichte Hausarbeit verrichteten (Staub wischen, kochen, ...)?

keine wenig einige große sehr große

Sport und Freizeit

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

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

SP1. in die Hocke gingen?

keine wenig einige große sehr große

SP2. rannten?

keine wenig einige große sehr große

SP3. hüpfen?

keine wenig einige große sehr große

SP4. sich auf Ihrem kranken Knie umdrehen?

keine wenig einige große sehr große

SP5. sich hinknieten?

keine wenig einige große sehr große

Beeinflussung der Lebensqualität durch das betroffene Knie

Q1. Wie oft spüren Sie Ihr erkranktes Knie?

nie monatlich wöchentlich täglich immer

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

nicht wenig etwas stark vollständig

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

gar nicht wenig einiges schlimm sehr schlimm

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

keine wenig etwas große sehr große

Vielen Dank für die Beantwortung aller Fragen dieses Fragebogens

8. Abkürzungsverzeichnis

a-p	anterior-posterior
Abb	Abbildung
BMI	Body Mass Index
CPM	continous passive motion
CT	Computertomographie
FTA	femorotibiale Arthrose
KOOS	Knee and osteoarthritis Outcome Score
M.	Musculus
MACI	matrix-included autologous chondrocyte implantation
min	Minuten
mm	Millimeter
MPFL	mediale patellofemorale Ligament
MRT	Magnetresonanztomographie
NNM	Neutral-Null-Methode
OATS	osteochondral autograft transfer system
OP	Operation
PFA	patellofemorale Arthrose
PFG	patellofemorale Gelenk
PFI	patellofemorale Instabilität
PFP	Patellofemorale Prothese
ROM	Range of Motion
Tab	Tabelle
TAS	Tegner Aktivitätsscore
TEP	Totalendoprothese
tgl	täglich
TTTE	Tuberositas Tibiae-Trochlea Entrance
TTTG	Tuberositas Tibiae-Trochlea Groove
z.B.	zum Beispiel

9. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Alter bei Operation	14
Abbildung 2 Numerische Verteilung der Voroperationen	14
Abbildung 3 Übersicht über die verwendeten Implantatgrößen	21
Abbildung 4 Übersicht über die versorgten Begleitpathologien	22
Abbildung 5 Übersicht über die klinische Untersuchung	23
Abbildung 6 Übersicht über den Schmerzverlauf	24
Abbildung 7 Boxplot TAS – Untersuchungszeiträume	25
Abbildung 8 Boxplot TAS – Trochlea Dysplasie	26
Abbildung 9 Boxplot Lysholm – Untersuchungszeiträume	27
Abbildung 10 Boxplot Lysholm – Trochlea Dysplasie	28
Abbildung 11 Kujala– Untersuchungszeiträume	29
Abbildung 12 Boxplot Kujala – Trochleadysplasie	30
Abbildung 13 Boxplot KOOS Symptome in % - Untersuchungszeiträume	31
Abbildung 14 Boxplot KOOS Schmerzen in % -- Untersuchungszeiträume	31
Abbildung 15 Boxplot KOOS Alltag in % - Untersuchungszeiträume.....	32
Abbildung 16 Boxplot KOOS Sport in % - Untersuchungszeiträume	32
Abbildung 17 Boxplot KOOS Lebensqualität in % - Untersuchungszeiträume	33
Abbildung 18 Boxplot Patellhöhe nach Caton-Deschamps.....	34
Abbildung 19 Typ der Trochleadysplasie	35

10. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Einteilung der Arthrose nach Kellgren und Lawrence	19
Tabelle 2 Einteilung der patellofemorale Arthrose nach Iwano et al	19
Tabelle 3 Einteilung der Trochleadysplasie nach Déjour D et al.....	20
Tabelle 4 Übersicht über die Range of Motion im Verlauf.....	24
Tabelle 5 TAS - Untersuchungszeiträume	24
Tabelle 6 TAS – Trochleas Dysplasie	25
Tabelle 7 Lysholm Score - Untersuchungszeiträume.....	26
Tabelle 8 Lysholm – Trochlea Dysplasie.....	27
Tabelle 9 Kujala - Untersuchungszeiträume	28
Tabelle 10 Kujala – Trochlea Dysplasie	29
Tabelle 11 KOOS - Untersuchungszeiträume	30
Tabelle 12 KOOS Score – Untersuchungszeiträume - p-Werte.....	30
Tabelle 13 KOOS - Alter bei OP/Vor-Ops - p-Werte	33
Tabelle 14 Patellhöhe nach Caton-Deschamps	34
Tabelle 15 TTTG/TTTE/TTTG-Index.....	35
Tabelle 16 Patella Tilt und Shift.....	35

11. Literaturverzeichnis

- 1.) Reilly, DT., Martens, M. (1972). Experimental analysis of the quadricepsmuscleforce and patellofemoral joint reactionforce for various activities. *ActaOrthopScand*, 43, 126–137
- 2.) Argenson, JN., Guillaume, JM., Aubaniac, JM. (1995). Is there a place for patellofemoral arthroplasty?. *ClinOrthopRelatRes*, 321, 162–167
- 3.) Iwano, T., Kurosawa, H., Tokuyama, H. et al. (1990). Roentgenographic and clinical findings of patellofemoral osteoarthritis. With special reference to its relationship to femorotibial osteoarthritis and etiologic factors. *ClinOrthopRelatRes*, 252, 190–197
- 4.) Dejour, D., Allain, J. (2004). Histoire naturelle del' arthrose fémoropatellaire isolée. *RevChirOrthopReparatriceApparMot*, 90(Suppl5), IS69–IS129
- 5.) Barber FA., McGarry JE. (2008). Elmslie-Trillat procedure for the treatment of recurrent patellar instability. *Arthroscopy*, 24(1), 77–81
- 6.) Caton, JH., Dejour, D. (2010). Tibial tubercle osteotomy in patello-femoral instability and in patellar height abnormality. *Int Orthop*, Feb 34(2), 305-9
- 7.) Rue, JP., Colton, A., Zare, SM. et al. (2008). Trochlear contact pressures after straight anteriorization of the tibial tuberosity. *Am J Sports Med*, 36(10), 1953–1959
- 8.) Biedert, RM. (2008). Osteotomies. *Orthopäde*, 37(9), 872–883
- 9.) Radin, EL. (1986). The Maquet procedure – anterior displacement of the tibial tubercle. Indications, contraindications, and precautions. *Clin Orthop Relat Res*, (213), 241–248
- 10.) Fulkerson, JP. (1983). Anteromedialization of the tibial tuberosity for patellofemoral malalignment. *Clin Orthop*, (177), 176–181
- 11.) Kohn, D., Steimer, O., Seil, R. (2004). Anterior medial correction the tibial tuberosity. *Orthopäde*, 33(2), 218–223
- 12.) Pidioriano, AJ., Weinstein, RN., Buuck, DA., Fulkerson, JP. (1997). Correlation of patellar articular lesions with results from anteromedial tibial tubercle transfer. *Am J Sports Med*, 25(4), 533–537
- 13.) Dye, SF. (2005). The pathophysiology of patellofemoral pain: a tissue homeostasis perspective. *Clin Orthop Relat Res*, 436, 100–110
- 14.) Saranathan, A., Kirkpatrick, MS., Mani, S. et al. (2012). The effect of tibial tuberosity realignment procedures on the patellofemoral pressure distribution. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 20, 2054–2061
- 15.) Atkinson, HD., Bailey, CA., Anand, S., Johal, P., Oakeshott, RD. (2012). Tibial tubercle advancement osteotomy with bone allograft for patellofemoral arthritis: a retrospective cohort study of 50 knees. *Arch Orthop Trauma Surg*, Apr 132(4), 437-45
- 16.) Pritsch, T., Haim, A., Arbel, R., Snir, N., Shasha, N., Dekel, S. (2007) Tailored tibial tubercle transfer for patellofemoral malalignment: analysis of clinical outcomes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, Aug 15(8), 994-1002
- 17.) Trinh, TQ., Harris, JD., Siston, RA., Flanigan, DC. (2013). Improved outcomes with combined autologous chondrocyte implantation and patellofemoral osteotomy versus isolated autologous chondrocyte implantation. *Arthroscopy*, Mar 29(3), 566-74
- 18.) Meyerkort, D., Ebert, JR., Ackland, TR., Robertson, WB., Fallon, M., Zheng, MH., Wood, DJ. (2014). Matrix-induced autologous chondrocyte implantation (MACI) for chondral defects in the patellofemoral joint. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, Oct 22(10), 2522-30
- 19.) Imhoff, AB., Ottl, GM., Burkart, A., Traub, S. (1999). Autologous osteochondral transplantation on various joints. *Orthopäde*, 1(28), 33–44
- 20.) Hangody, L., Fules, P. (2003). Autologous osteochondral mosaicplasty for the treatment of full-thickness defects of weight-bearing joints: 10 years of experimental and clinical experience. *J Bone Joint Surg Am*, 85A(Suppl 2), 25–32
- 21.) Kuroda, R., Kambic, H., Valdevit, A., Andrish, JT. (2001). Articular cartilage contact pressure after tibial tuberosity transfer. A cadaveric study. *Am J Sports Med* 4(29), 403–409
- 22.) Steinwachs, MR., Kreuz, PC., Gohlke-Steinwachs, U., Niemeyer, P. (2008). Current treatment for cartilage damage in the patellofemoral joint. *Orthopäde*, 9(37), 841–847
- 23.) Braun, S., Steadman, JR., Rodkey, WG., Briggs, KK. (2008). Mikrofrakturierung und spezifische Rehabilitation zur Behandlung von Arthrose des Kniegelenks - Indikationsstellung, operative Technik und Rehabilitationsprotokoll. *Arthroskopie*, 22, 183–192
- 24.) Beitzel, K., Schottle, PB., Cotic, M., Dharmesh, V., Imhoff, AB. (2013). Prospective clinical and radiological two-year results after patellofemoral arthroplasty using an implant with an asymmetric trochlea design. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 21(2), 332–339

- 25.) Imhoff, AB., Feucht, MJ., Meidinger, G., Schottle, PB., Cotic, M. (2013). Prospective evaluation of anatomic patellofemoral inlay resurfacing: clinical, radiographic, and sports-related results after 24 months. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, May 23(5), 1299-307
- 26.) Swanenburg, J., Koch, PP., Meier, N., Wirth, B. (2014). Function and activity in patients with knee arthroplasty: validity and reliability of a German version of the LysholmScore and the Tegner Activity Scale. *Swiss Med Wkly*, Jun 12, 144
- 27.) Wirth, B., Meier, N., Koch, PP., Swanenburg, J. (2013). Development and evaluation of a German version of the Tegner activity scale for measuring outcome after anterior cruciate ligament injury *Sportverletz Sportschaden*, Mar 27(1), 21-7
- 28.) Wang, D., Jones, MH., Khair, MM., Miniaci, A. (2010) Patient-reported outcome measures for the knee. *J Knee Surg*, Sep 23(3), 137-51
- 29.) Kocher, MS., Steadman, JR., Briggs, KK., Sterett, WI., Hawkins, RJ. (2004). Reliability, validity, and responsiveness of the Lysholm knee scale for various chondral disorders of the knee. *J Bone Joint Surg Am*, Jun 86-A(6), 1139-45.
- 30.) Kujala, UM., Jaakkola, LH., Koskinen, SK., Taimela, S., Hurme, M., Nelimarkka, O. (1993). Scoring of patellofemoral disorders. *Arthroscopy*, 9(2), 159-63
- 31.) Utukuri, MM., Khanduja, V., Somayaji, HS., Dowd, GS. (2008). Patient-based outcomes in patellofemoral arthroplasty. *J Knee Surg*, Oct 21(4), 269-74
- 32.) Culvenor, AG., Lai, CC., Gabbe, BJ., Makdissi, M., Collins, NJ., Vicenzino, B., Morris, HG., Crossley, KM. (2014). Patellofemoral osteoarthritis is prevalent and associated with worse symptoms and function after hamstring tendon autograft ACL reconstruction. *Br J Sports Med*, Mar 48(6), 435-9
- 33.) Culvenor, AG., Cook, JL., Collins, NJ., Crossley, KM. (2013). Review Is patellofemoral joint osteoarthritis an under-recognised outcome of anterior cruciate ligament reconstruction? A narrative literature review. *Br J Sports Med*, 47, 66-70
- 34.) Dejour, H., Walch, G., Nove-Josserand, L., Guier, C.. (1994). Factors of patellar instability: an anatomic radiographic study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2(1), 19-26
- 35.) Schoettle PB1, Zanetti M, Seifert B, Pfirrmann CW, Fucentese SF, Romero J. (2006). The tibial tuberosity–trochlear groove distance; a comparative study between CT and MRI scanning. *The Knee*, Jan 13(1), 26-31
- 36.) Goutallier, D., Bernageau, J., Lecudonnet, B. (1977). The measurement of the tibial tuberosity. Patella groove distanced technique and results. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*, 64(5), 423–428
- 37.) Hingelbaum, S., Best, R., Huth, J., Wagner, D., Bauer, G., Mauch, F. (2014) The TT-TG Index: a new knee size adjusted measure method to determine the TT-TG distance. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, Oct 22(10), 2388-95
- 38.) Lonner, JH. (2008) Patellofemoral arthroplasty: the impact of design on outcomes. *Orthop Clin North Am*, 39, 347–354
- 39.) Kim, BS., Reitman, RD., Schai, PA., Scott, RD. (1999) Selective patellar nonresurfacing in total knee arthroplasty. 10 year results. *Clin Orthop Relat Res*, 367, 81–88
- 40.) Lustig S., Magnussen RA., Dahm, DL., Parker, D. (2012). Patellofemoral arthroplasty, where are we today? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 20, 1216–1226
- 41.) Provencher, M., Ghodadra, NS., Verma, NN., Cole, BJ., Zaire, S., Shewman, E., Bach, BR Jr. (2009). Patellofemoral kinematics after limited resurfacing of the trochlea. *J Knee Sur*, 22(4), 310–316
- 42.) Lonner, JH. (2004). Patellofemoral arthroplasty: pros, cons, and design considerations. *Clin Orthop Relat Res*, 428, 158–165
- 43.) Hassaballa, MA., Porteous, AJ., Newman, JH. (2004). Observed kneeling ability after total, unicompartmental and patellofemoral knee arthroplasty: perception versus reality. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 12, 136–139
- 44.) Odumenya, M., Costa, ML., Parsons, N., Achten, J., Dhillon, M., Krikler, SJ. (2010). The Avon patellofemoral joint replacement: five-year results from an independent centre. *J Bone Joint Surg Br*, 92, 56–60
- 45.) Dahm, DL., Al-Rayashi, W., Dajani, K., Shah, JP., Levy, BA., Stuart, MJ. (2010). Patellofemoral arthroplasty versus total knee arthroplasty in patients with isolated patellofemoral osteoarthritis. *Am J Orthop*, 39, 487–491
- 46.) Hendrix, MR., Ackroyd, CE., Lonner, JH. (2008). Revision patellofemoral arthroplasty: three- to seven-year follow-up. *J Arthroplasty*, 23, 977–983
- 47.) Delanois, RE., McGrath, MS., Ulrich, SD., Marker, DR., Seyler, TM., Bonutti, PM., Mont, MA. (2008). Results of total knee replacement for isolated patellofemoral arthritis: when not to perform a patellofemoral arthroplasty. *Orthop Clin North Am*, Jul 39(3), 381-8
- 48.) Monk AP., van Duren BH., Pandit H., Shakespeare D., Murray DW., Gill HS. (2012) In vivo sagittal plane kinematics of the FPV patellofemoral replacement. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2012 Jun;20(6):1104-9.

- 49.) Kooijman, HJ., Driessen, AP., van Horn, JR, (2003), Long-term results of patellofemoral arthroplasty. A report of 56 arthroplasties with 17 years of follow-up. *J Bone Joint Surg Br*, 85(6), 836–840
- 50.) Tegner Y, Lysholm J. Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries. *Clin Orthop Relat Res*.1985;198:43–9.
- 51.) Schottle, PB., Romero, J., Schmeling, A., Weiler, A., (2008). Technical note: anatomical reconstruction of the medial patellofemoral ligament using a free gracilis autograft. *Arch Orthop Trauma Surg*, 128, 479–484
- 52.) DY, CJ., Franco, N., Ma, Y., Mazumdar, M., McCarthy, MM., Gonzalez Della Valle, A. (2012). Complications after patellofemoral versus total knee replacement in the treatment of isolated patello-femoral osteoarthritis. A meta-analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 20, 2174–2190
- 53.) Crossley, KM., Marino, GP., MacIlquham, MD., Schache, AG., Hinman, RS. (2009). Can Patellar Tape Reduce the Patellar Malalignment and Pain Associated With Patellofemoral Osteoarthritis? *Arthritis & Rheumatism*, Dec 15 (61/12), 1719–1725
- 54.) Quilty, B., Tucker, M., Campbell, R., Dieppe, P. (2003). Physiotherapy, including quadriceps exercises and patellar taping, for knee osteoarthritis with predominant patello-femoral joint involvement: randomized controlled trial. *J Rheumatol*, Jun 30(6), 1311-7
- 55.) Atkinson, HD., Bailey, CA., Anand, S., Johal, P., Oakeshott, RD. (2012). Tibial tubercle advancement osteotomy with bone allograft for patellofemoral arthritis: a retrospective cohort study of 50 knees. *Arch Orthop Trauma Surg*, Apr 132(4), 437-45
- 56.) Kim, JH., Kim, JR., Lee, DH., Bang, JY., Hong IT. (2013). Combined medial open-wedge high tibial osteotomy and modified Maquet procedure for medial compartmental osteoarthritis and patellofemoral arthritis of the knee. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, Aug 23(6), 679-83
- 57.) Scott, RD. (1979). Prosthetic replacement of the patellofemoral joint. *Orthop Clin North Am*, Jan 10(1), 129-37
- 58.) Miller, RK., Goodfellow, JW., Murray, DW., O'Connor, JJ. (1998). In vitro measurement of patellofemoral force after three types of knee replacement. *J Bone Joint Surg Br*, Sep 80(5), 900-6
- 59.) Cotic, M., Imhoff, AB. (2014). Patellofemoral arthroplasty : Indication, technique and results. *Orthopade*, Oct 43(10), 898-904
- 60.) Heyse, TJ., Becher, C., Kron, N., Ostermeier, S., Hurschler, C., Schofer, MD., Tibesku, CO., Fuchs-Winkelmann, S. (2010). Patellofemoral pressure after TKA in vitro: highly conforming vs. posterior stabilized inlays. *Arch Orthop Trauma Surg*, Feb 130(2), 191-6
- 61.) Sharma, GB., Saevarsson, SK., Amiri, S., Montgomery, S., Ramm, H., Lichti, DD., Lieck, R., Zachow, S., Anglin, C. (2012). Radiological method for measuring patellofemoral tracking and tibiofemoral kinematics before and after total knee replacement. *Bone Joint Res*, Oct 1,1(10), 263-71
- 62.) Dejour, D., Hoser, C., Fink, C., Tecklenburg, K. (2006). Bony and cartilaginous anatomy of the patellofemoral joint. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 14, 235–240
- 63.) Nawaz, SZ., Bentley, G., Briggs, TW., Carrington, RW., Skinner, JA., Gallagher, KR., Dhinsa, BS.. (2014). Autologous Chondrocyte Implantation in the Knee Mid-Term to Long-Term Results. *J Bone Joint Surg Am*, May 21,96(10), 824-30
- 64.) Becher, C., Renke, A., Heyse, TJ., Schofer, M., Tibesku, CO., Fuchs-Winkelmann, S. (2008). Patellofemoral arthroplasty--results of a nation-wide survey in Germany and review of the literature. *Z Orthop Unfall*, Nov-Dec 146(6), 773-81
- 65.) Salzmann, GM., Weber, TS., Spang, JT., Imhoff, AB., Schöttle, PB. (2010). Comparison of native axial radiographs with axial MR imaging for determination of the trochlear morphology in patients with trochlear dysplasia. *Arch Orthop Trauma Surg*, 130(3), 335–340
- 66.) Naal FD, Impellizzeri FM, Leunig M. Which is the best activity rating scale for patients undergoing total joint arthroplasty? *Clin Orthop Relat Res*. 2009;467:958–65.
- 67.) Keshmiri, A., Maderbacher, G., Baier, C., Sendtner, E., Schaumburger, J., Zeman, F., Grifka, J., Springorum, HR. (2015). The influence of component alignment on patellar kinematics in total knee arthroplasty. *Acta Orthop*, 86(4), 444-50
- 68.) Keshmiri, A., Maderbacher, G., Baier, C., Zeman, F., Grifka, J., Springorum, HR. (2014). Significant influence of rotational limb alignment parameters on patellar kinematics: an in vitro study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, Nov 16, [Epub ahead of print]
- 69.) Keshmiri, A., Springorum, H., Baier, C., Zeman, F., Grifka, J., Maderbacher, G. (2015). Is it possible to re-establish pre-operative patellar kinematics using a ligament-balanced technique in total knee arthroplasty? A cadaveric investigation. *Int Orthop*, Mar 39(3), 441-8
- 70.) Lysholm J., Gillquist J. (1982). Evaluation of knee ligament surgery results with special emphasis on use of a scoring scale. *Am J Sports Med*. 1982;10:150–4.
- 71.) Vasta S., Papalia R., Zampogna B., Espregueira-Mendes Joag., Amendola A. (2016). Current design (onlay) PFA implants have similar complication and reoperation rates compared to those of TKA for isolated PF osteoarthritis: a systematic review with quantitative analysis. *JISAKOS* 1;257-268

- 72.) Hoogervorst P., de Jong RJ., Hannink G., van Kampen A. (2015). A 21% conversion rate to total knee arthroplasty of a first-generation patellofemoral prosthesis at a mean follow-up of 9.7 years. *Int Orthop*. 2015 Sep;39(9):1857-64.
- 73.) Arendt E (2005) Anatomy and malalignment of the patellofemoral joint: its relation to patellofemoral arthrosis. *Clin Orthop Relat Res* 436:71–75
- 74.) Grelsamer RP., Dejour D., Gould J. (2008) The pathophysiology of patellofemoral arthritis. *Orthop Clin North Am* 39(3):269–274
- 75.) Leadbetter WB., Kolisek FR., Levitt RL., Brooker AF., Zietz P., Marker DR., Bonutti PM., Mont MA. (2009) Patellofemoral arthroplasty: a multi-centre study with minimum 2-year followup. *Int Orthop* 33(6):1597–1601
- 76.) Nicol SG., Loveridge JM., Weale AE., Ackroyd CE., Newman JH. (2006) Arthritis progression after patellofemoral joint replacement. *Knee* 13(4):290–295
- 77.) Kooijman HJ., Driessen AP., van Horn JR. (2003) Long-term results of patellofemoral arthroplasty. A report of 56 arthroplasties with 17 years of follow-up. *J Bone Joint Surg Br* 85(6):836–840
- 78.) Tarassoli P., Punwar S., Khan W., Johnstone D. (2012) Patellofemoral arthroplasty: a systematic review of the literature. *Open Orthop J* 6:340–347
- 79.) Leadbetter WB. (2008) Patellofemoral arthroplasty in the treatment of patellofemoral arthritis: rationale and outcomes in younger patients. *Orthop Clin North Am* 39(3):363–380
- 80.) van Jonbergen HP., Werkman DM., van Kampen A. (2009) Conversion of patellofemoral arthroplasty to total knee arthroplasty: a matched case-control study of 13 patients. *Acta Orthop* 80(1):62–66
- 81.) Goodfellow J., Hungerford DS., Zindel M. (1976) Patello-femoral joint mechanics and pathology. 1. Functional anatomy of the patello-femoral joint. *J Bone Joint Surg Br*. 1976 Aug;58(3):287-90.
- 82.) Grelsamer RP., Klein JR. (1998) The biomechanics of the patellofemoral joint. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1998 Nov;28(5):286-98.
- 83.) Schöttle PB., Hensler D. (2009) Therapie der patellofemorale Arthrose. *Arthroskopie* 2009 · 22:205–216
- 84.) Dickschas J., Harrer J., Reuter B., Schwitulla J., Strecker W. (2015) Torsional osteotomies of the femur. *J Orthop Res*. 2015 Mar;33(3):318-24.
- 85.) Strecker W., Dickschas J. (2015) Torsional osteotomy : Operative treatment of patellofemoral maltracking. *Oper Orthop Traumatol*. 2015 Dec;27(6):505-24
- 86.) Davies AP., Vince AS., Shepstone L et al. (2002) The radiologic prevalence of patellofemoral osteoarthritis. *Clin Orthop* 402:206–212
- 87.) Kellgren JH., Lawrence JS. (1957) Radiological Assessment of osteo-arthrosis. *Ann. rheum. Dis.* 16, 494. B
- 88.) Iwano T., Kurosawa H., Tokuyama H., Hoshikawa Y. (1990) Roentographic and clinical findings of patellofemoral arthritis. *Clin Orthop* 1990;252:190-7.
- 89.) van Duijvenbode D., Stavenuiter M., Burger B., van Dijke C., Spermon J., Hoozemans M. (2016) The reliability of four widely used patellar height ratios. *Int Orthop*. 2016 Mar;40(3):493-7. doi: 10.1007/s00264-015-2908-2. Epub 2015 Jul 16.
- 90.) Odumenya M., Costa ML., Parsons N., Achten J., Dhillon M., Krikler SJ. (2010) The Avon patellofemoral joint replacement: Five-year results from an independent centre. *J Bone Joint Surg Br*. 2010 Jan;92(1):56-60.
- 91.) van Jonbergen HP., Werkman DM., Barnaart LF., van Kampen A. (2010) Long-term outcomes of patellofemoral arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2010 Oct;25(7):1066-71.
- 92.) Duncan RC., Hay EM., Saklatvala J., Croft PR. (2006) Prevalence of radiographic osteoarthritis—it all depends on your point of view. *Rheumatology* 2006;45:757–760
- 93.) Feucht MJ., Cotic M., Beitzel K., Baldini JF., Meidinger G., Schöttle PB., Imhoff AB. (2017) A matched-pair comparison of inlay and onlay trochlear designs for patellofemoral arthroplasty: no differences in clinical outcome but less progression of osteoarthritis with inlay designs. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* (2017) 25:2784–2791