

Aus dem Orthopädisch- Unfallchirurgischen Zentrum
der Medizinischen Fakultät Mannheim
der Universität Heidelberg
(Direktor: Prof. Dr. med. Sascha Gravius)

**Einfluss der Blutsperre bei Implantation von Knie-
Totalendoprothesen auf die Funktion, die Patientenzufriedenheit
und den Gesundheitszustand: eine randomisierte klinische Studie**

Inauguraldissertation
zur Erlangung des medizinischen Doktorgrades
der
Medizinischen Fakultät Mannheim
der Ruprecht-Karls-Universität
zu
Heidelberg

vorgelegt von
Dania Kuhn (geb. Skeirek)

aus
Mannheim
2021

Dekan: Prof. Dr. med. Sergij Goerd
Referent: Prof. Dr. med. Ahmed Jawhar

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit wurden veröffentlicht:

Jawhar, A, **Skeirek, D**, Stetzelberger, V, Kollowa, K, Obertacke, U: No effect of tourniquet in primary total knee arthroplasty on muscle strength, functional outcome, patient satisfaction and health status: a randomized clinical trial. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2020 Apr;28(4):1045-1054. doi: 10.1007/s00167-019-05646-5. Epub 2019 Aug 1.

Weitere eigene Veröffentlichungen:

Jawhar, A, **Skeirek, D**, Stetzelberger, V, Obertacke, U: Influence of the Tourniquet on Pain and Function in Total Knee Arthroplasty: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Z Orthop Unfall*, 2020 Dec;158(6):630-640. doi: 10.1055/a-0983-3808. Epub 2019 Sep 25

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	1
1 EINLEITUNG	2
1.1 Die Gonarthrose	2
1.1.1 Symptomatik	2
1.1.2 Diagnostik	2
1.1.3 Therapie.....	3
1.1.4 Komplikationen nach Implantation von Knie-Totalendoprothesen	3
1.2 Die Blutsperre	4
1.2.1 Mögliche Vorteile einer Anwendung	4
1.2.1.1 Zementierung.....	4
1.2.1.2 Blutverlust.....	4
1.2.1.3 Operationszeit	4
1.2.2 Potentielle Nachteile der Anwendung einer Blutsperre	5
1.2.2.1 Range of Motion (ROM).....	5
1.2.2.2 Schwellung	5
1.2.2.3 Postoperative Schmerzen.....	5
1.2.2.4 Tiefe Beinvenenthrombose (TVT)	5
1.2.2.5 Muskelkraft	5
1.3 Isokinetik	6
1.3.1 Hintergrund	6
1.3.2 Funktionsweise.....	6
2 MATERIAL UND METHODEN	9
2.1 Patientenauswahl	9
2.2 Ein- und Ausschlusskriterien	10
2.3 Operationstechnik und postoperative Rehabilitation	11
2.4 Datenerhebung	12
2.5 Primäre Parameter.....	12

2.5.1	EQ-5D Index (Euroqol)	12
2.5.2	EQ-VAS	13
2.5.3	"Oxford Knee Score"	13
2.5.4	WOMAC-Score	14
2.5.5	Mancuso-Score	14
2.5.6	HADS	15
2.6	Sekundäre Parameter	15
2.6.1	Muskelkraft	15
2.6.2	NAS	16
2.6.3	Komplikationen	16
2.7	Ethik-Zustimmung	17
2.8	Statistische Analyse	17
3	ERGEBNISSE	18
3.1	Primäre Parameter	19
3.1.1	EQ-5D Index	19
3.1.2	EQ-5D VAS	19
3.1.3	"Oxford Knee Score"	20
3.1.4	WOMAC-Score	20
3.1.5	Mancuso-Score	22
3.1.6	HADS	22
3.2	Sekundäre Parameter	24
3.2.1	Spitzenkraft	24
3.2.2	Arbeit	25
3.2.3	Arbeit Total	26
3.2.4	Leistung	27
3.2.5	Ausdauer	28
3.2.6	NAS	29
3.2.7	Validierung der Methodik zur Bestimmung der Muskelkraft	29
3.2.8	Komplikationen	29
4	DISKUSSION	30
4.1	EQ-5D	30
4.2	OKS	30

4.3	WOMAC-Score	31
4.4	Mancuso-Score	31
4.5	HADS	31
4.6	Schmerz	31
4.7	Funktion anhand isokinetischer Messung	33
4.8	Komplikationen.....	33
4.9	Stärken und Schwächen dieser Arbeit	34
4.9.1	Stärken	34
4.9.2	Schwächen.....	34
5	SCHLUSSFOLGERUNG.....	35
6	ZUSAMMENFASSUNG	36
7	LITERATURVERZEICHNIS	38
8	TABELLEN UND ABBILDUNGEN	44
9	DANKSAGUNG	46
10	LEBENS LAUF	47
11	ANHANG.....	48

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Abb.	Abbildung
ASA	American society of Anesthesiologists
ASS	Acetylsalicylsäure
BMI	Body mass index
CCI	Charlston comorbidity index
Diagr.	Diagramm
et al.	Et altus (dt.: und andere)
HADS	Hospital Anxiety and Depression Scale
ICD	Implantierbarer Cardioverter-Defibrillator
KHK	Koronare Herzkrankheit
LFAC	Abstand laterale Femurkondyle - Außenknöchelspitze in mm
mmHg	Millimeter Quecksilbersäule
n	Anzahl
n.s.	Nicht signifikant
NAS	Numerische Analogskala
OKS	Oxford Knee Score
OP	Operation
ROM	Range of motion
PRO	Patient reportet outcome
SD	Standard Deviation (dt.: Standardabweichung)
SIAC	Abstand Spina iliaca anterior superior - Außenknöchelspitze in mm
TEP	Totalendoprothese
Tab.	Tabelle
TMLF	Abstand Trochanter-major-Spitze - laterale Femurkondyle in mm
TVT	Tiefe Beinvenenthrombose
WHO	World Health Organisation
WOMAC	Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis index
VAS	Visuelle Analogskala

1 EINLEITUNG

In Anbetracht der demografischen Entwicklung der Bevölkerung in Deutschland wird auch die Prävalenz an degenerativen Gelenkserkrankungen fortwährend zunehmen¹. Die Erhaltung der Selbstständigkeit hat einen hohen Stellenwert im fortgeschrittenen Alter und trägt maßgeblich zur Lebensqualität bei². Die schmerzfreie Beweglichkeit ist deshalb besonders wichtig zur Erhaltung der Aktivität³. Deshalb wird ein Mobilitätsverlust durch eine Arthrose über kurz oder lang durch konservative oder operative Maßnahmen behandelt. Neben der Coxarthrose hat dabei vor allem die Gonarthrose die größte klinische Bedeutung⁴.

1.1 Die Gonarthrose

Die Kniegelenksarthrose ist eine chronisch-progrediente Destruktion des hyalinen Knorpels und der umliegenden Gelenksstrukturen⁵. Sie gehört zu den häufigsten Gelenkserkrankungen im höheren Lebensalter und wird mit einer Prävalenz von 15-40% im Alter von 50-74 Jahren angegeben⁶. Die Ursache der primären (ideopathischen) Gonarthrose ist bisher nicht bekannt, höchstwahrscheinlich aber multifaktoriell bedingt⁷. Genetik, fortgeschrittenes Alter, Adipositas und das weibliche Geschlecht gehören zu den Prädispositionsfaktoren⁷. Die sekundäre Gonarthrose kann auf eine oder mehrere Ursachen zurückgeführt werden. Dazu zählen unter anderem Traumata, Gelenkfehlstellungen (Genu Varum oder Genu Valgum) und entzündliche Arthritiden³.

1.1.1 Symptomatik

Schmerzen im Kniegelenk, Schwellung, Ergussbildung und Flexionseinschränkung gehören zu den Leitsymptomen einer Gonarthrose⁸. Ebenso kann es zu einem Instabilitätsgefühl kommen⁹. Zu Beginn der Erkrankung werden die Schmerzen meist bei körperlicher Belastung wahrgenommen, mit fortschreitendem Verlauf auch in Ruhe und in der Nacht, was die Lebensqualität zunehmend reduziert¹⁰. Die schmerzfreie Gehstrecke ist deutlich verkürzt und alltägliche Bewegungen wie Treppensteigen werden erschwert.

1.1.2 Diagnostik

Anhand der typischen Anamnese, einer klinischen Untersuchung und Röntgenaufnahmen in zwei Ebenen (anterior-posterior und lateral) kann eine Gonarthrose diagnostiziert werden⁶. Bei der körperlichen Untersuchung zeigen sich meist Schwellung, Erwärmung und ein Druckschmerz über dem betroffenen Kniegelenk⁵. Klassifiziert werden kann die Gonarthrose anhand radiologischer Veränderungen z.B. nach Kellgren und Lawrence (Tab. 1)¹¹. Ein Erguss kann zusätzlich palpatorisch und/oder sonografisch dargestellt werden¹⁰. Durch eine Röntgenaufnahme des ganzen Beines kann mit Hilfe der Mikulicz-Linie eine eher laterale Valgus-Gonarthrose von einer eher medial betonten Varus-Gonarthrose unterschieden werden¹².

Stadium	Radiologische Veränderungen
I	Geringe subchondrale Sklerosierung, keine Osteophyten, keine Gelenkspaltverschmälerung
II	Unregelmäßige Gelenkfläche mit subchondraler Sklerosierung, beginnende Osteophytenbildung, geringe Gelenkspaltverschmälerung
III	Deutliche Unregelmäßigkeit der Gelenkfläche, ausgeprägte Osteophytenbildung, Gelenkspaltverschmälerung
IV	Deformierung bzw. Nekrose der Gelenkflächen, ausgeprägte Osteophytenbildung, ausgeprägte Gelenkspaltverschmälerung bis zur vollständigen Destruktion

Tabelle 1 Kellgren/Lawrence Score (1957)¹¹

1.1.3 Therapie

Konservativ ist die Behandlung der Gonarthrose eine rein symptomatische Therapie und erfolgt mit Hilfe von Gewichtsreduktion, Physiotherapie, physikalischer Therapie wie z.B. Wärme- oder Kältepackungen, orthopädischen Hilfsmitteln und eine kurzzeitige Einnahme von Analgetika nach dem WHO-Stufenschema⁸. Weiterhin kann eine intraartikuläre Injektion von Glukokortikoiden oder Hyaluronsäure vorübergehende Schmerzlinderung schaffen¹³.

Wenn alle konservativen Möglichkeiten erschöpft sind, erfolgt zumeist eine operative Behandlung.

Bei jüngeren Patienten mit Beinachsenfehlstellung und beginnender Gonarthrose kann eine korrigierende Osteotomie die Beschwerden lindern¹⁴.

Im fortgeschrittenen Stadium kommt es meist zur Notwendigkeit eines Gelenkersatz. Die Indikation zu einer Operation hängt vor allem von dem subjektiven Leidensdruck und der eingeschränkten Lebensqualität des jeweiligen Patienten ab. Außerdem sollte mindestens sechs Monate eine konservative Therapie erfolgt sein und ein radiologischer Nachweis eines Strukturschadens vorhanden sein⁵. Durch die hohe Prävalenz der Gonarthrose gehört die Implantation einer Endoprothese zu den 20 häufigsten operativen Eingriffen in deutschen Kliniken⁴. Bei der Prothesenimplantation werden eine unikondyläre Schlittenprothese bei isoliert medialer bzw. lateraler Arthrose mit intaktem Kapsel-Band-Apparat und eine Totalendoprothese bei beidseitiger (bikonylärer) Destruktion unterschieden¹⁵. Präoperativ wird die Beinachse mit Hilfe der Mikulicz-Linie bestimmt und durch die intraoperative Balancierung der Weichteile und der Resektion der Knochenoberflächen distal femoral und proximal tibial im Rahmen der Implantation der Knie-Totalendoprothesen (Knie-TEP) korrigiert¹². Das mediale und laterale Gelenkkompartiment werden somit gleichermaßen belastet und ein vorzeitiger Verschleiß vorgebeugt. Die Implantation erfolgt entweder unter Erhalt des hinteren Kreuzbandes (Cruciate retaining) oder mit Resektion (Cruciate substitute)¹⁵.

1.1.4 Komplikationen nach Implantation von Knie-Totalendoprothesen

Neben allgemeinen Komplikationen bei operativen Eingriffen wie Wundinfektion, Blutung, Wundheilungsstörung, Gefäß/Nervenschäden und Blutgerinnselbildung, sind vor allem die aseptische Prothesenlockerung, anhaltende Bewegungseinschränkung, ein hoher perioperativer Blutverlust und eine bakterielle Besiedelung der Prothese als spezielle Komplikationen nach Implantation von Knie-Totalendoprothesen zu nennen⁵.

1.2 Die Blutsperre

Die Verwendung einer pneumatischen Blutsperre (Synonym Tourniquet, frz. für Drehkreuz) ist ein etabliertes Verfahren bei unfallchirurgischen und orthopädischen Extremitätenoperationen^{16, 17}. Eine Art Blutsperre zur Unterbrechung des Blutflusses wurde schon zu Kriegszeiten bei Amputationen verwendet¹⁸. Anfang des 18. Jahrhunderts entwickelte J. Louis Petit die nach von ihm benannte „Tourniquet“, die den Blutfluss der Extremität durch eine Art Drehapparat komprimierte¹⁹. Nach Einführung der Esmarch-Binde 1873 kam es vermehrt zu Paralysen der betroffenen Extremitäten, woraufhin 1904 ein pneumatisches Tourniquet, angelehnt an das von S. Riva-Rocci 1896 entworfene Blutdruckmessgerät, entwickelt wurde¹⁹.

In neuerer Zeit wird die Blutsperre verwendet, um den Blutverlust bei Extremitätenoperationen während des Eingriffes zu reduzieren und zudem eine bessere Sicht auf das Operationsgebiet zu ermöglichen. Theoretisch führt dies zu einer Verkürzung der Operationszeit sowie einer hypothetisch besseren Zementierung des Implantats. Weiterhin reduziert hypothetisch ein geringerer Blutverlust die Morbidität und Mortalität der Patienten.

Die Manschette wird um den Oberschenkel angelegt und vor Operationsbeginn auf einen bestimmten Druck aufgepumpt (in der Literatur je nach Studie entweder an den systolischen Blutdruck adaptiert oder zwischen 300-350 mmHg). Somit wird die Blutzirkulation temporär eingestellt.

In den letzten Jahren wird allerdings der Nutzen in Relation zum Risiko zunehmend kontrovers diskutiert.

1.2.1 Mögliche Vorteile einer Anwendung

1.2.1.1 Zementierung

Die Hypothese war, dass der gestaute Blutfluss eine saubere Knochenoberfläche ermöglicht und die Operationsübersicht verbessert, infolgedessen dann eine optimale Zementierung der Prothese erfolgen kann. Diese Annahme wurde in mehreren Studien nicht bestätigt²⁰. So fand Ozkunt et al.²¹ und Vertullo et al.²² heraus, dass es mit oder ohne Blutsperre keinen Unterschied bei der Zementierung gab.

1.2.1.2 Blutverlust

Die Blutstauung sollte theoretisch zu einer Reduzierung des Blutverlustes führen. Einige Autoren widerlegten diese Hypothese ebenso und zeigten teilweise sogar einen höheren „versteckten Blutverlust“ bei der Nutzung der Blutsperre²³⁻²⁶. So zeigten Li et al.²⁷ in ihrer prospektiv randomisierten Studie, dass mit Blutsperre der „hidden blood loss“ 56% des Gesamtblutverlustes betrug, ohne Blutsperre dagegen 42%. Als Grund wurde die reaktive Hyperämie nach der durch die Blutsperre verursachten Ischämie vermutet²⁷. Andere Studien dagegen kommen zu keinem signifikanten Unterschied beim Gesamtblutverlust²³⁻²⁵. Seit Anwendung intraoperativer Tranexamsäuregabe hat sich der Blutverlust auch ohne Blutsperre maßgeblich verringert, sodass dieses Motiv der Verwendung in Frage gestellt werden kann²⁸. Es lässt sich somit keine allgemeingültige Aussage in Bezug auf die Anwendung einer Blutsperre zur Senkung des Blutverlustes treffen.

1.2.1.3 Operationszeit

Es wurde vermutet, dass ein weiterer Vorteil der Blutsperre in einer Verkürzung der Operationszeit liegen könnte. Die Ergebnisse hierzu sind nicht eindeutig. So stellten

Zhou et al.²³ eine um etwa fünf Minuten kürzere OP-Zeit bei Anwendung fest und auch Wang et al.²⁹ und Liu et al.³⁰ kommen zu ähnlichen Schlussfolgerungen. Auch Cai et al.³¹ fanden in ihrer Meta-Analyse von 2019 eine kürzere Operationszeit ($p < 0,002$). Dagegen zeigten viele andere Autoren keinen Unterschied in der Dauer der Operation^{24, 25, 32}.

1.2.2 Potentielle Nachteile der Anwendung einer Blutsperre

1.2.2.1 „Range of Motion“ (ROM)

Mehrere Studien fanden unmittelbar postoperativ ein eingeschränktes Bewegungsausmaß bei Anwendung einer Blutsperre^{23, 32}. Dies könnte auf eine kurzfristig verminderte Flexibilität durch die Kompression der Beinmuskulatur zurückzuführen sein³³. Ledin et al.³⁴ stellten nach zwei Jahren noch eine signifikant schlechtere ROM bei Verwendung einer Blutsperre fest. Liu et al.³⁵ und Harsten et al.³⁶ fanden dagegen zu keinem Zeitpunkt einen Unterschied.

1.2.2.2 Schwellung

Eine stärkere Schwellung schränkt die Funktion des Kniegelenks eventuell ein. Hierfür könnten die reaktive Hyperämie nach Ischämie und eine dadurch bedingte stärkere Hämatombildung ursächlich verantwortlich sein²⁷. Li et al.²⁷ zeigten nach drei Tagen und nach zwei Wochen einen signifikant größeren Umfang nach Operation mit Blutsperre. Wakankar et al.³⁷ stellten dagegen keine Differenz beim Knieumfang fest.

1.2.2.3 Postoperative Schmerzen

Weiterhin stellten einige Studien einen höheren postoperativen Schmerz bei Operation mit Blutsperre fest^{23, 32, 34, 35, 38}. Zusätzlich fanden Ejaz et al.³² und Li et al.³⁹ einen erhöhten Analgetikabedarf bei Anwendung einer Blutsperre. Dagegen beobachteten Harsten et al.³⁶ und Tarwala et al.²⁴ keinen Unterschied.

1.2.2.4 Tiefe Beinvenenthrombose (TVT)

In der vorhandenen Literatur wurde das Auftreten einer tiefen Beinvenenthrombose mehrfach untersucht, da durch die Blutsperre entstehende Blutstase und Endothelschaden das Risiko auch mit adäquater Prophylaxe sehr hoch ist. Die Ergebnisse sind nicht eindeutig. Mehrere Autoren kamen zu keinem signifikanten Ergebnis und auch eine aktuelle Meta-Analyse von Cai et al.³¹ fanden keinen Unterschied^{31, 40-42}. Andere Studien zeigten dagegen eine erhöhte Inzidenz^{25, 38, 43}.

1.2.2.5 Muskelkraft

Die postoperative Muskelkraft nach Implantation von Knie-Totalendoprothesen mit oder ohne Anwendung einer Blutsperre wurde in wenigen Studien beschrieben⁴⁴. Liu et al. untersuchten die Quadrizepskraft anhand elektromyografischer Analysen und fanden in den ersten sechs Monaten nach der Operation eine signifikant höhere Kraft bei Nicht-Anwendung einer Blutsperre³⁵. Ebenso zeigten Dennis et al.⁴⁵ in ihrer Studie eine geringere isometrische Quadrizepskraft drei Wochen und drei Monate postoperativ.

1.3 Isokinetik

1.3.1 Hintergrund

Der aus dem griechischen stammende Begriff Isokinetik setzt sich aus der Vorsilbe „Iso“ für „gleich“ und „Kinetikos“ für „die Bewegung betreffend“ zusammen und bedeutet somit „Gleichbleibende Bewegung“, bzw. in diesem Zusammenhang gleichbleibende Bewegungsgeschwindigkeit⁴⁶. Das erste Testgerät wurde 1967 von J. Perrine in New York entwickelt⁴⁶. Sein Ziel war es eine gleichmäßige Muskelbelastung zu schaffen, da beim herkömmlichen Training das Gelenk an seinen schwachen Stellen meist überlastet und in den starken Bereichen zu wenig belastet wird.

1.3.2 Funktionsweise

Beim isokinetischen Training bleibt die Geschwindigkeit während der gesamten Übung konstant, es findet keine Beschleunigung statt^{46, 47}. Dies wird durch einen höheren Widerstand bei verstärkter Kraftaufwendung erreicht, welcher auf dem physikalischen Prinzip der Zentrifugalbremse beruht⁴⁸. Mit steigender Drehgeschwindigkeit werden die Bremsklötze an die Bremstrommel gedrückt und so die Geschwindigkeit gesenkt (Abb. 1)⁴⁸. Es wird ein Widerstand erzeugt, der einen gleichmäßigen Kraftaufwand erfordert und die Bewegungsgeschwindigkeit konstant hält. Der Muskel wird so gleichmäßig trainiert und die Gelenke geschont, weshalb es vor allem in der Rehabilitation eingesetzt wird^{49, 50}.

Dagegen bleiben beim Training mit freien Gewichten entweder die Muskelspannung (isotonische Kontraktion) oder die Muskellänge (isometrische Kontraktion) gleich^{47, 51}. Der Widerstand bleibt konstant, weshalb er so gewählt werden muss, dass er an der am stärksten belasteten Stelle überwunden werden kann. Daraus folgt, dass die Muskulatur nicht gleichmäßig gefordert wird⁵².

Computergesteuerte, isokinetische Seilzugsysteme messen zusätzlich objektiv die jeweils aufgewendete Kraft des Trainierenden⁵¹. Dabei sind die Übungen unterteilt in einen den Widerstand überwindenden, konzentrischen Teil (es findet eine Muskelverkürzung statt) und einen die Bewegung abbremsenden, exzentrischen Teil, bei dem es zu einer Muskeldehnung kommt (Tab. 2)⁴⁹. Dadurch werden Agonist (tätiger Muskel) und Antagonist (Gegenspieler) gleichermaßen gefordert⁴⁶. Durch diese Kombination werden eine optimale Belastung des Muskels und ein effektiveres Training erreicht⁴⁴. Durch die computergesteuerte Quantifizierung und Dokumentation ist zudem eine hohe Standardisierung möglich⁴⁴.

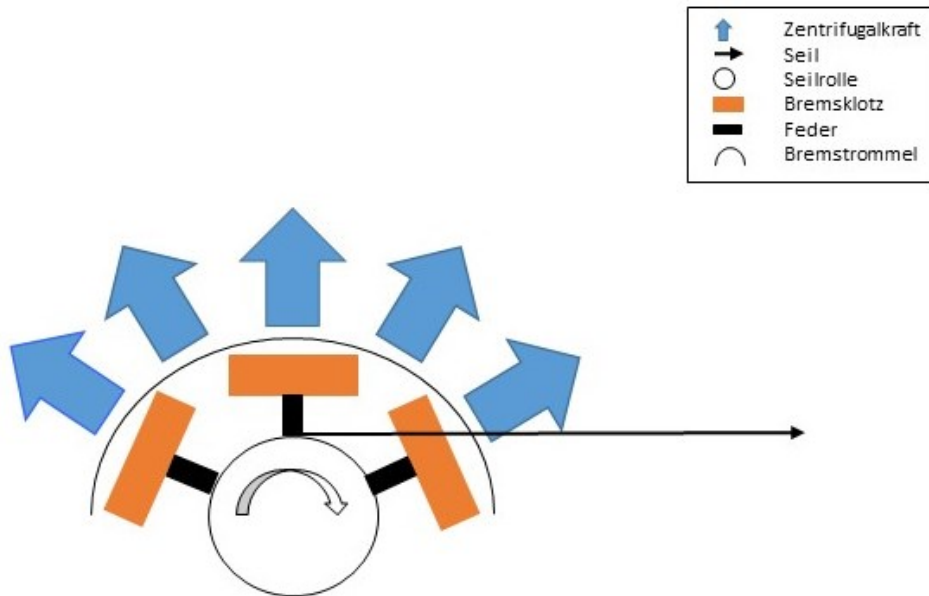


Abbildung 1 Schematische Darstellung einer Zentrifugalbremse (eigene Darstellung nach Rüdrieh et al.⁴⁸)

Konzentrische Bewegung	Exzentrische Bewegung
<ul style="list-style-type: none"> • Überwindung eines Widerstandes • Positiv dynamisch: Kraft und Kontraktion gehen in die gleiche Arbeitsrichtung (Verkürzung des Muskels) • Ansatz und Ursprung des Muskels nähern sich an • z.B. Anheben eines Gewichtes 	<ul style="list-style-type: none"> • Bremsende Bewegung • Negativ dynamisch: Kraft und Kontraktion sind entgegengesetzt (Dehnung des Muskels) • Ansatz und Ursprung entfernen sich voneinander • z.B. Absenken eines Gewichtes

Tabelle 2 Formen der isokinetischen Bewegung⁴⁹

1.4 Fragestellung

Die Knie-Prothesenimplantation ist eine der häufigen elektiven Operationen in orthopädischen Kliniken. Allerdings hat sich gezeigt, dass die Zufriedenheit der Patienten nach einer Knie-TEP geringer ist als nach einer Hüftprotheseneinsatz⁵³. Eine aktuelle Meta-Analyse zeigt, dass bis zu 25% der Patienten fünf Jahre nach Knie-TEP nicht vollständig zufrieden sind⁵⁴. Verantwortlich sind dabei vor allem persistierende Schmerzen und eine verringerte Beweglichkeit des Kniegelenks. Der Schmerz hat dabei den größten Einfluss⁵⁵. Deshalb gilt es herauszufinden, was die potentiellen Gründe für die deutliche Differenz bei den beiden Protheseneinsätzen sind. Standardmäßig erfolgte die Implantation einer Knie-TEP im Gegensatz zu einer Hüft-TEP mit Einsatz einer pneumatischen Blutsperre, da ein verringerter Blutverlust und eine bessere Sicht auf die anatomischen Strukturen angenommen wurden. Zunehmend werden aber auch potentielle Nachteile dieser Anwendung diskutiert. Dazu gehören eventuell auch ein höherer postoperativer Schmerz, eine geringere Kraft und eine eingeschränkte Beweglichkeit des Gelenks. Zu den genannten Punkten gibt es bisher nur wenige Daten. Wie die bisher veröffentlichten Studienergebnisse zeigen, bleibt die Anwendung einer Blutsperre weiterhin umstritten. Zu einer Auswirkung auf die Muskelkraft gibt es wenige klinische Studien. Deshalb erfolgt in dieser Studie eine Kraftmessung anhand eines isokinetischen Systems.

Das primäre Ziel dieser Arbeit ist es, den Einfluss einer Blutsperre bei Knie-TEP-Implantation auf die postoperative Kniegelenksfunktion, die Patientenzufriedenheit sowie den Gesundheitszustand zu untersuchen. Als sekundäre Zielvariable wurde die isokinetische Muskelkraft definiert. Dabei repräsentiert diese Arbeit einen Teil der Daten eines randomisierten, klinischen Projektes.

Die Hypothese dieser Studie ist, dass die postoperative Kniegelenksfunktion, die Patientenzufriedenheit und der Gesundheitszustand bei Knie-TEP-Implantationen ohne Anwendung einer Blutsperre positiv beeinflusst werden.

2 MATERIAL UND METHODEN

2.1 Patientenauswahl

Insgesamt erfüllten 23 Patienten die Einschlusskriterien und wurden zwischen dem 19.01.2017 und 11.06.2018 in die prospektiv-randomisierte Studie eingeschlossen (Tab. 4). Die Patienten wurden mit Hilfe einer computer- generierten Liste zu einer der beiden Gruppen (A oder B) zugeordnet. Gruppe A: Knie-TEP mit und Gruppe B: ohne Anwendung der Blutsperrre. Am Aufnahmetag wurde jeder potentielle Teilnehmer aufgeklärt und nach schriftlicher Einwilligung in die Studie aufgenommen. 20 der initial eingeschlossenen 23 Patienten standen zu allen Nachuntersuchungen zur Verfügung (Abb. 2).

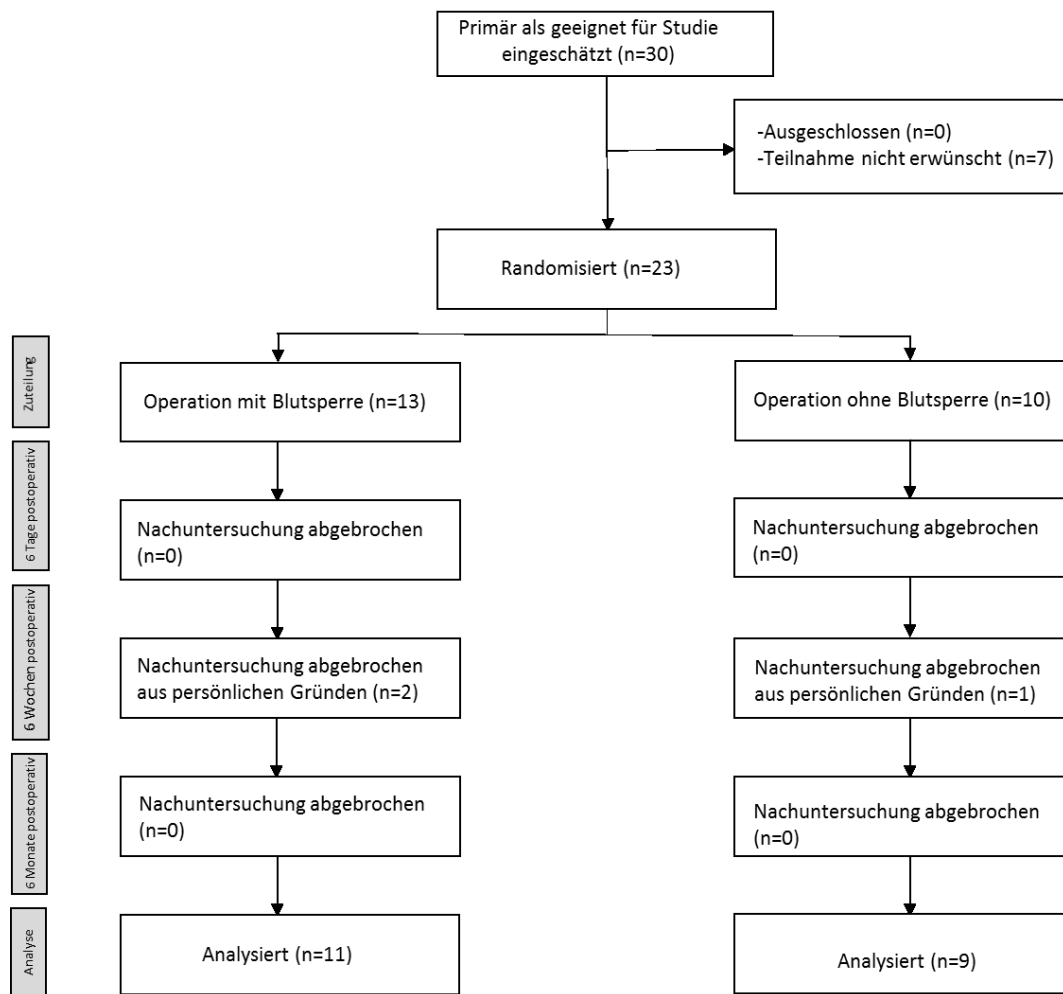


Abbildung 2 Flussdiagramm zur Gewinnung, Zusammensetzung und Veränderung der Vergleichsgruppen

Die Patienten wurden untersucht und mit Hilfe des ASA-Score (American Society of Anesthesiologists, Tab. 3) nach ihrem Gesundheitszustand eingeteilt⁵⁶. Zudem wurde anhand der Röntgenaufnahmen mit Hilfe des Kellgren/Lawrence Score (Tab. 1) der Grad der Gonarthrose erhoben.

I	Gesunder Patient
II	Leichte Allgemeinerkrankung (z.B. essentielle Hypertonie, leichter Diabetes mellitus ohne Folgeschäden)
III	Schwere Allgemeinerkrankung (z.B. Diabetes mit Folgeschäden, KHK)
IV	Schwere Allgemeinerkrankung, die eine konstante Bedrohung für das Leben des Patient darstellt (z.B. dekompensierte Herzinsuffizienz, instabile Angina pectoris)
V	Moribunder Patient, der ohne Operation voraussichtlich nicht überleben wird
VI	Hirntoter Patient, Organspender

Tabelle 3 ASA-Score⁵⁶

2.2 Ein- und Ausschlusskriterien

Einschlusskriterien	Ausschlusskriterien
<ul style="list-style-type: none"> • Alter zwischen 50 und 80 Jahren • Dritt- und viertgradige Gonathrose nach Kellgren/Lawrence • Patienten ohne Begleiterkrankungen oder mit einer leichten systemischen Erkrankung (ASA I, II oder III) • Geschäftsfähige Patienten • BMI < 45 	<ul style="list-style-type: none"> • Alter unter 50 und über 80 Jahren • Aktuelle bösartige Erkrankung • schwere systemische Erkrankungen (>ASA IV) • Erkrankung des rheumatischen Formenkreises • Infektiöse Erkrankung • Nicht geschäftsfähige Patienten • Revisionseingriffe • BMI > 45 • TVT in der Anamnese • Symptomatische periphere arterielle Verschlusskrankheit an der operierten Extremität • Einnahme von Glukokortikoiden • Immunsuppressiver Zustand (Einnahme von Zytostatika, HIV-Infektion) • Gerinnungsstörung • Leberfunktionsstörung • Einnahme von Antikoagulantien (ASS, Marcumar) • Präoperativ bekannte neurologische Störung • ICD-Träger

Tabelle 4 Ein- und Ausschlusskriterien

2.3 Operationstechnik und postoperative Rehabilitation

Alle Operationen wurden in der Orthopädisch-Unfallchirurgischen Klinik der Universitätsklinik Mannheim nach standardisiertem Protokoll durchgeführt. Die Narkose wurde überwiegend in Regionalanästhesie durchgeführt, wobei eine Spinalanästhesie eingesetzt wurde. Die pneumatische Blutsperre (balbina™, Ulrich medical, Ulm, Germany) wurde am proximalen Oberschenkel positioniert und kurz vor Schnittbeginn bei Patienten der Gruppe A auf 360 mmHg aktiviert. Nach Wundnaht und Anlage eines Verbandes wurde die Blutsperre deaktiviert. Der operative Zugang wurde von medial parapatellar durchgeführt. Das Gelenk wurde medial der Patella bogenförmig eröffnet und die Patella daraufhin lateral retiniert. Daraufhin erfolgte die Resektion von Meniskusanteilen und des vorderen Kreuzbandes. Das hintere Kreuzband wurde entweder erhalten (Cruciate retaining) oder entfernt (cruciate substitute). Ebenso wurde der Hoffa-Fettkörper teilreseziert. Osteophyten wurden abgetragen und daraufhin mit der Präparation des Femurs begonnen (Femur-First Technik). Nach dem Weichteilmanagement und der Resektion der Knochenoberflächen femoral und tibial wurden zementierte PFC®SIGMA®-Prothesen (DePuySynthes, Warsaw, IN, USA) implantiert. Nach hauseigenem Standard-Schema wurde das Kniegelenk am Ende des Eingriffs mit folgenden Medikamenten infiltriert (intraartikulär):

- 4 Ampullen Ropivacain (75mg/ 10ml Ampullen)
- 0,5 Ampullen Suprarenin (Epinephrin) (1:1000) (1mg/1ml Ampulle)
- 1 Ampulle Triam (40mg/1ml Ampulle)
41,5ml Medikamentenlösung + 8,5ml NaCl → 50ml Injektionslösung
- 1 Ampulle Diclac (75mg/3ml Ampulle)
3ml Medikamentenlösung + 17ml NaCl → 20ml Injektionslösung
- 6 Ampullen Cyklokapron (Tranexamsäure) (500mg/5ml)
30ml Medikamentenlösung + 10ml NaCl → 40ml Injektionslösung

Nach Kapsel- und Wundverschluss wurde ein elasto-kompressiver Verband angelegt. In 3 Fällen wurde die Patellarrückfläche ersetzt. Beide Gruppen erhielten postoperativ Analgetika nach standardisiertem Schema mit Anpassung an das subjektive Schmerzempfinden. Es erfolgte zudem eine der S3-Leitlinie entsprechende medikamentöse Thromboseprophylaxe, die durch den Einsatz von Kompressionsstrümpfen und rasche Mobilisation unterstützt wurde⁵⁷. Rehabilitation wurde am ersten Tag nach Operation unter Anleitung eines Physiotherapeuten passiv mit einer CPM-Bewegungsschiene (continuous passive motion) und aktiv unter Vollbelastung im Vierpunktengang gestartet und je nach Wunsch des Patienten ambulant (n=7) oder stationär (n=16) fortgeführt.

Die Entlassung erfolgte nach Erfüllung der folgenden Kriterien:

- ausreichender Kniebeugung (90 Grad Beugung)
- reizlose und trockene Wunde
- sichere Mobilisation an Unterarmgehstützen
- Kontrolle der Entzündungsparameter und des Hämoglobinwertes
- Anfertigung einer postoperativen Röntgenaufnahme

2.4 Datenerhebung

Die Fragebögen und isokinetischen Muskelkraftmessungen wurden in der Poliklinik bzw. im Physiotherapiezentrum des Orthopädisch-Unfallchirurgische Zentrum Mannheim (OUZ) durchgeführt. Präoperativ wurden neben den verschiedenen Scores allgemeine Informationen zu Größe, Gewicht und Schulabschluss erfragt.

Die Fragebögen wurden erhoben:

- Präoperativ
- 6 Wochen postoperativ
- 6 Monate postoperativ

Die Kraftmessungen erfolgten:

- Präoperativ
- 6 Tage postoperativ
- 6 Wochen postoperativ
- 6 Monate postoperativ

2.5 Primäre Parameter

Das primäre Ziel dieser Arbeit ist es, den Einfluss einer Blutsperre bei Knie-TEP-Implantation auf die postoperative Kniegelenksfunktion, die Patientenzufriedenheit, sowie den Gesundheitszustand zu untersuchen. Hierfür wurden standardisierte und validierte Fragebögen (Scores) verwendet, die im Folgenden näher beschrieben werden.

2.5.1 EQ-5D Index (Euroqol)

Der EQ-5D Index untersucht den Gesundheitszustand mit Hilfe von fünf Komponenten⁵⁸:

- Mobilität, Beweglichkeit
- Fähigkeit, für sich selbst zu sorgen
- Alltägliche Tätigkeiten (z.B. Arbeit, Studium, Hausarbeit, Familie, Freizeit)
- Schmerzen, körperliche Beschwerden
- Angst, Niedergeschlagenheit

Diese können mit 1 = „keine Probleme“, 2 = „einige Probleme“ oder 3 = „extreme Probleme“ bewertet werden. Aus den Antworten wird dann ein Indexwert berechnet, der den Gesundheitszustand zwischen 0 (sehr schlecht) und 1 (Bestmöglicher Zustand) einordnet.

2.5.2 EQ-VAS

Der zweite Teil des EQ-Instrumentes entspricht einer vertikalen visuellen Analogskala (Abb. 3), bei der die Patienten ihren aktuellen Gesundheitszustand selbst einschätzen sollen, von 0 als schlechtester, bis 100 als Best denkbarer Gesundheitszustand⁵⁸.

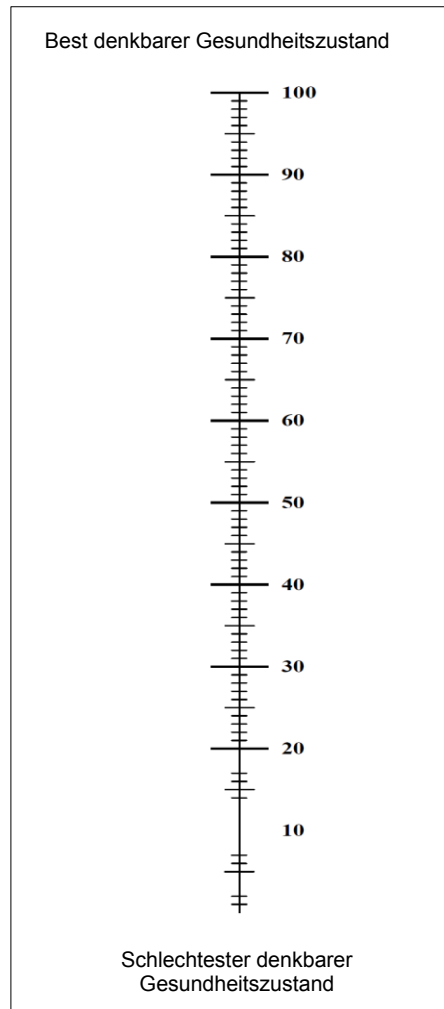


Abbildung 3 EQ-VAS

2.5.3 „Oxford Knee Score“

Der „Oxford Knee Score“ (OKS) ist ein Patient Reported Outcome (PRO) Instrument und wurde speziell für Knie-Totalendoprothesenimplantation entwickelt⁵⁹. Er besteht aus 12 Fragen, davon jeweils fünf zu Schmerzen und sieben zu der physischen Funktion des Knies.

Schmerz

- Genereller Knieschmerz
- Schmerzen beim Gehen
- Nach längerem Sitzen
- Nächtliche Knieschmerzen
- Beeinträchtigung bei z.B. Hausarbeit durch Schmerzen

- Funktion**
- Körperpflege
 - Ein- und Aussteigen in ein Auto bzw. öffentliche Verkehrsmittel
 - Hinken
 - Hinknien
 - Hausarbeit
 - Tragfähigkeit des Knies
 - Einkäufe
 - Treppensteigen (Hinunter)

Jede Frage wird mit 1-5 Punkten bewertet, wobei „eins“ keine Einschränkung und „fünf“ Punkte das schlechteste klinische Resultat bedeuten. Die Punkte werden summiert, daher ergibt sich bei 12 Punkten das beste mögliche Ergebnis und bei 60 das schlechteste.

2.5.4 WOMAC-Score

Der „Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index“(WOMAC), entwickelt von Bellamy et al.⁶⁰, ist ebenfalls ein Patient Reported Outcome Instrument, mit dessen Hilfe die Auswirkungen einer Cox- bzw. Gonarthrose auf den Patienten beurteilt werden sollen. Er besteht aus 24 Fragen und ist unterteilt in:

- **Schmerz** – 5 Fragen
- **Steifigkeit** – 2 Fragen
- **Physische Funktion** – 17 Fragen

Jede Frage wird von 0-10 Punkten bewertet, ebenfalls summiert und daraus ergibt sich bei Schmerz von 0 als bestes von 50 als schlechtestes Ergebnis, bei Steifigkeit von 0 bis 20 und bei Funktion von 0 bis 170 Punkten.

2.5.5 Mancuso-Score

In Anlehnung an den englisch-sprachigen Mancuso-Score misst dieser Test die Zufriedenheit der Patienten nach der Prothesenimplantation und besteht aus zwei Teilen. Präoperativ wird die Erwartung der Patienten bezüglich des Ergebnisses mit Hilfe von 17 Punkten abgefragt:

- Unabhängigkeit von orthopädischen Hilfsmitteln (Stützen, Krücken, Rollator)
- Das Knie vollständig strecken können
- Verbesserung des Hinaufsteigens der Treppe
- Verbesserung des Hinabsteigens der Treppe
- Verbesserung des Hinkniens (Gartenarbeit, Kirchenbank)
- Verbesserung des Hinhockens (tiefe Beugung)
- Verbesserung der Fähigkeit öffentliche Verkehrsmittel zu nutzen und selbständig Auto zu fahren
- Ermöglichung durch die OP wieder am Berufsleben teil zu haben
- Erleichterung der Teilnahme an Freizeitaktivitäten wie Tanzen, Reisen etc.
- Erleichterung der Ausführung von Aktivitäten des täglichen Lebens wie Haushaltsführung und Einkaufen

- Verbesserung der Teilnahme an sportlichen Aktivitäten
- Vereinfachung von Positionswechseln, z. B. leichteres Aufstehen aus dem Sitzen
- Verbesserung der sozialen Beziehungen (Kommunikation, Ausgehen, mit Kindern spielen)
- Verbesserung sexueller Aktivitäten
- Verbesserung des psychischen Wohlbefindens und Ausgeglichenheit

Die Wertung reicht von „eins“ (sehr wichtig) bis „fünf“ (nicht zutreffend). Summiert ergibt sich bei 17 die höchste Erwartung und bei 85 die niedrigste Erwartung. Der zweite Teil besteht aus der postoperativen Zufriedenheit der Patienten. Dieser besteht ebenfalls aus denselben 17 Punkten, wobei „eins“ sehr zufrieden und „fünf“ nicht zutreffend bedeuten. Auch hier ergeben die einzelnen Antworten zusammen eine Gesamtzahl zwischen 17 (höchste Zufriedenheit) und 85 (niedrigste Zufriedenheit).

2.5.6 HADS

Die „Hospital Anxiety and Depression Scale“ (HADS) dient zur Erfassung ängstlicher und depressiver Symptome bei Patienten mit körperlichen Beschwerden und besteht aus 14 Fragen. Dabei werden je sieben Fragen zu beiden Punkten gestellt. Für jede Antwort gibt es 0 bis 3 Punkte, die am Ende summiert werden. Dadurch ergibt sich ein möglicher Wertebereich von 0-21 je Subskala, bzw. 0-42 insgesamt. Die Patienten wissen nicht welche Wertung für welche Antwort vergeben wird. Werte über zehn je Item werden als starke Ausprägung gewertet, Werte von sieben bis zehn als mildere Ausprägung.

2.6 Sekundäre Parameter

2.6.1 Muskelkraft

Die Kraftmessung erfolgte mit einem isokinetischen geschlossenen Seilzugsystem („Moflex®“, Revotec/Bernina, Schweiz, Abb. 4,5). Dieses computerunterstützte Gerät besteht aus einem Sitz, einer Knieführungsschiene und einer verstellbaren Fußbefestigung (Abb. 4,5). Die Patienten nahmen mit aufrechtem Rücken Platz und platzierten ihren Fuß in der Vorrichtung, wo dieser auch leicht fixiert wurde. Das Bewegungsmaß wurde daraufhin schmerzfrei eingestellt und lag zwischen minimal 5 bis maximal 90 Grad. Die Einstellungen wurden zu allen Nachuntersuchungszeitpunkten für den jeweiligen Patienten übernommen, soweit dies ohne Schmerzen möglich war. Das System lief bei allen Patienten mit einer Geschwindigkeit von 0,3m/s. Jedes Übungsset bestand aus drei Probedurchläufen, um das Gerät kennenzulernen. Daraufhin startete die Kraftübung mit 15 Durchgängen, wobei ein Durchgang immer aus einer Kniestreckung und einer Kniebeugung bestand. Dabei erfolgte die jeweilige Bewegung gegen einen vom Computer auf die Kraft des Patienten angepassten Widerstand. Während der Übung wurden die Patienten, um die höchste mögliche Kraftausschöpfung zu erreichen, intensiv verbal unterstützt. Neben dem betroffenen Knie wurde auch bei jedem Patienten das gesunde Bein nach einer kurzen Pause untersucht. Der Computer zeichnete die Zeit der Übung, die Spitzenkraft in Newton, die Arbeit in Joule, die totale Arbeit in Joule, die Leistung in Watt und die Ausdauer in Joule/Zyklus auf. Diese wurde tabellarisch und visuell dargestellt und gespeichert.

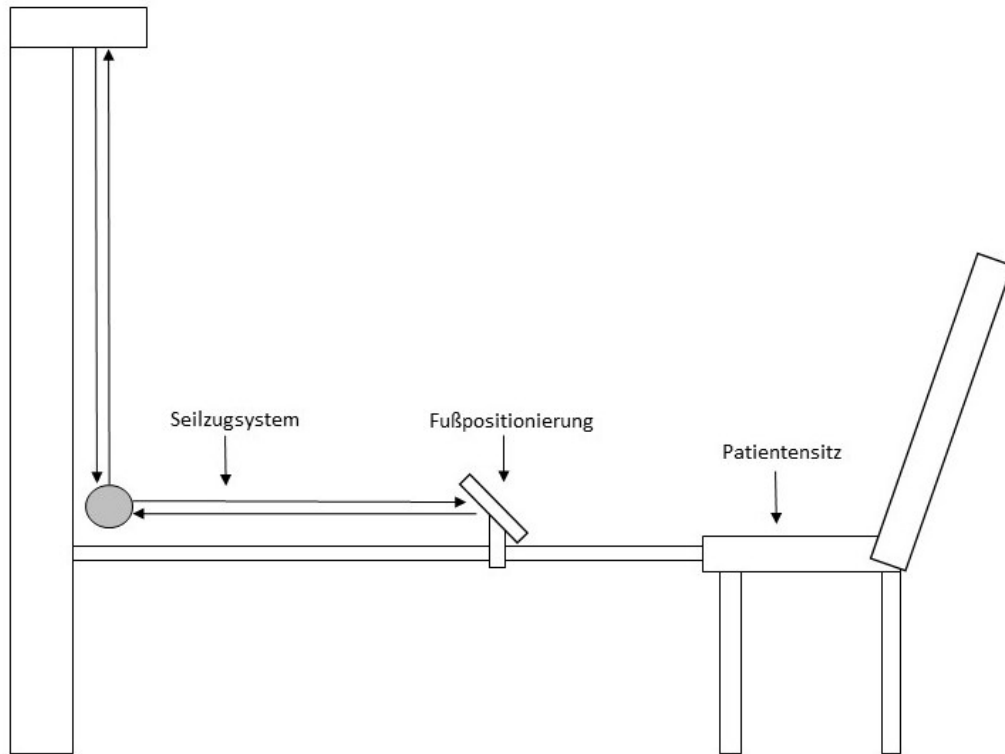


Abbildung 4 Schematische Darstellung des isokinetischen Seilzugsystems (eigene Darstellung)



Abbildung 5 Moflex Seilzugsystem

2.6.2 NAS

Nach jeder Trainingseinheit wurden die Patienten anhand einer numerischen Analogskala nach ihren Schmerzen von 0=kein Schmerz bis 10=maximaler Schmerz befragt.

2.6.3 Komplikationen

Als Komplikationen wurden ein punktionswürdiger Hämarthros, Spannungsblasen, Wundheilungsstörung, Wundinfekt, tiefe Beinvenenthrombose, Nervenläsion, Gefäßverletzung, Lungenembolie und Revision festgelegt. Darüber hinaus gehende

Komplikationen wurden unter Sonstige notiert und gegebenenfalls in den Notizen näher erläutert.

2.7 Ethik-Zustimmung

Die vorliegende Studie erfolgte unter Einhaltung der Deklaration von Helsinki. Der Antrag der Studie wurde von der Ethikkommission bewilligt (Referenznummer: 2012-334-N-MaA/Medizinische Fakultät Mannheim der Universität Heidelberg). Registriert wurde die Studie unter clinicaltrials.gov (NCT02475603).

2.8 Statistische Analyse

Die klinischen Daten wurden zunächst mittels Tabellen in Word Excel (Stand 2010) gesammelt und anschließend in IBM SPSS Statistics for Windows (Version 25.0.0.1, IBM Corp. Released 2017) überführt und statistisch ausgewertet. Eine Prüfung auf Normalverteilung wurde mittels des Shapiro-Wilk-Tests durchgeführt. Da kein Parameter zu allen von uns untersuchten Zeitpunkten eine Normalverteilung aufwies, wurden ausschließlich nicht parametrische Tests verwendet. Für nominale Daten (Geschlecht, Beruf etc.) wurde der Chi-Quadrat-Test und für höher skalierte Items der Mann-Whitney-U-Test angewendet. Die Ergebnisse wurden aufgrund der kleinen Fallzahl als Differenz aus postoperativen minus präoperativen Ergebnis ermittelt und mit Hilfe von Mittelwert und Standardfehler dargestellt. Für alle Analysen wurde ein Signifikanzniveau von $p < 0,05$ festgelegt und aufgrund der Alpha-Fehler-Kumulierung bei multiplen Testen eine entsprechende Bonferroni-Korrektur angewendet.

3 ERGEBNISSE

Die Gruppen unterschieden sich nicht hinsichtlich ihrer allgemeinen Eigenschaften (Tab. 5). Die durchschnittliche Anwendung der Blutsperre betrug 88 Minuten (66-147 Minuten Spannweite).

	Mit Blutsperre	Ohne Blutsperre	p-Wert
Fallzahl	13	10	n.s.
Alter in Jahren (Mittelwert ±s)	67,4±9	63,1±9	n.s.
Geschlecht			n.s.
Frauen	8	7	
Männer	5	3	
BMI (kg/m²) (Mittelwert ±s)	32,4±7,7	30,7±5,1	n.s.
Krankenhausaufenthalt in Tagen (Mittelwert ±s)	9,2±3,7	11,6±7,2	n.s.
Operationszeit in Minuten (Mittelwert ±s)	83,5±21,5	89,1±23,9	n.s.
Kellgren/Lawrence Score			n.s.
III	3	2	
IV	10	8	
Operateur			n.s.
Chefarzt	10	6	
Sonstige	3	4	
ASA			n.s.
I	8	10	
II	4		
III	1		
Comorbidity Score			n.s.
0	4	0	
I	5	4	
II	4	4	
III	0	2	
Patellarrückflächenersatz			n.s.
Ja	1	2	
Nein	12	8	

Tabelle 5 Patienteneigenschaften und präoperative Parameter (n.s.: nicht signifikant)

3.1 Primäre Parameter

3.1.1 EQ-5D Index

Die Differenz von post- zu präoperativ zu den jeweiligen Nachuntersuchungszeitpunkten zeigte nach sechs Wochen keinen Unterschied. Nach sechs Monaten ergab sich in der Gruppe A mit Blutsperrung ein schwach-signifikant größerer Unterschied und damit besseres Ergebnis als bei der Vergleichsgruppe ($p=0,02$) (Abb. 6).

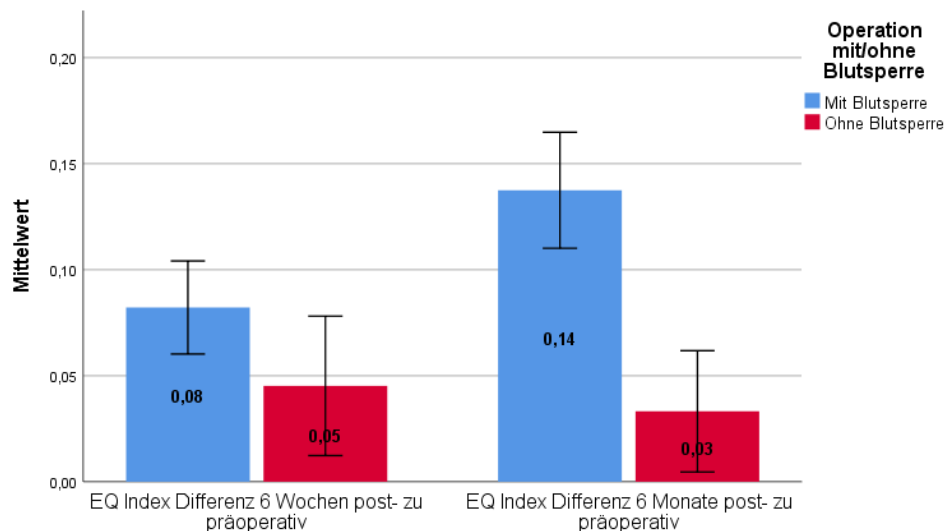


Abbildung 6 EQ-5D Index Differenz 6 Wochen ($p=0,32$) und 6 Monate ($p=0,02$) postoperativ zu präoperativ (Mittelwert ± 1 SE)

3.1.2 EQ-5D VAS

Bei der EQ-5D VAS zeigt sich weder bei der Differenz von sechs Wochen postoperativ zu präoperativ, noch bei sechs Monaten postoperativ zu vor der Operation unter den Gruppen ein signifikanter Unterschied ($p>0,05$) (Abb. 7).

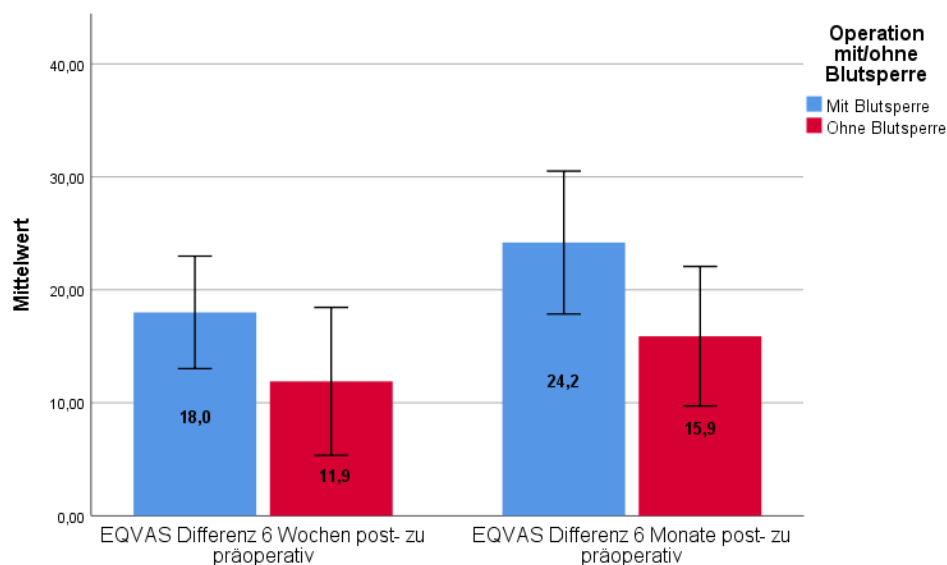


Abbildung 7 EQ-5D VAS Differenz 6 Wochen ($p=0,5$) und 6 Monate ($p=0,49$) postoperativ zu präoperativ (Mittelwert ± 1 SE)

3.1.3 „Oxford Knee Score“

Die Differenz von postoperativ zu präoperativ zeigte keinen Unterschied zwischen den Gruppen, weder nach sechs Wochen, noch nach sechs Monaten ($p > 0,05$) (Abb. 8).

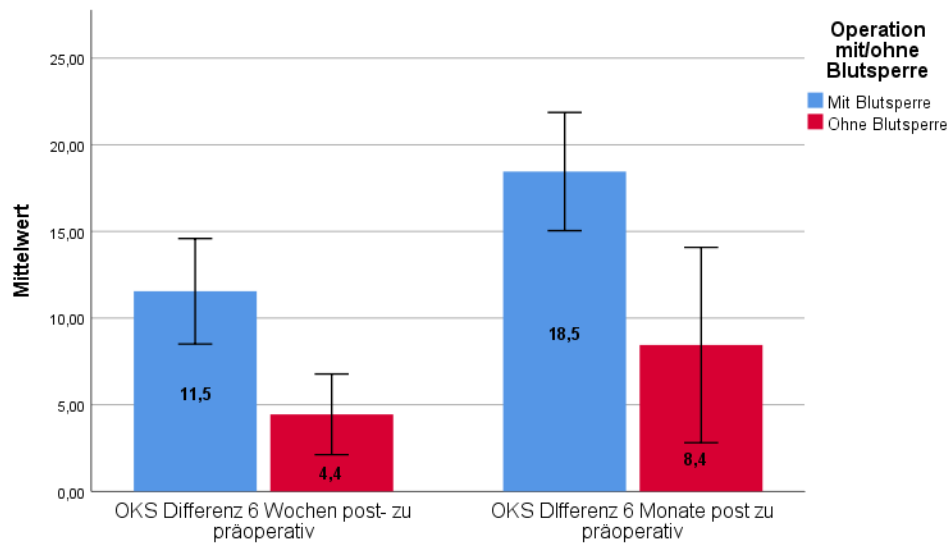
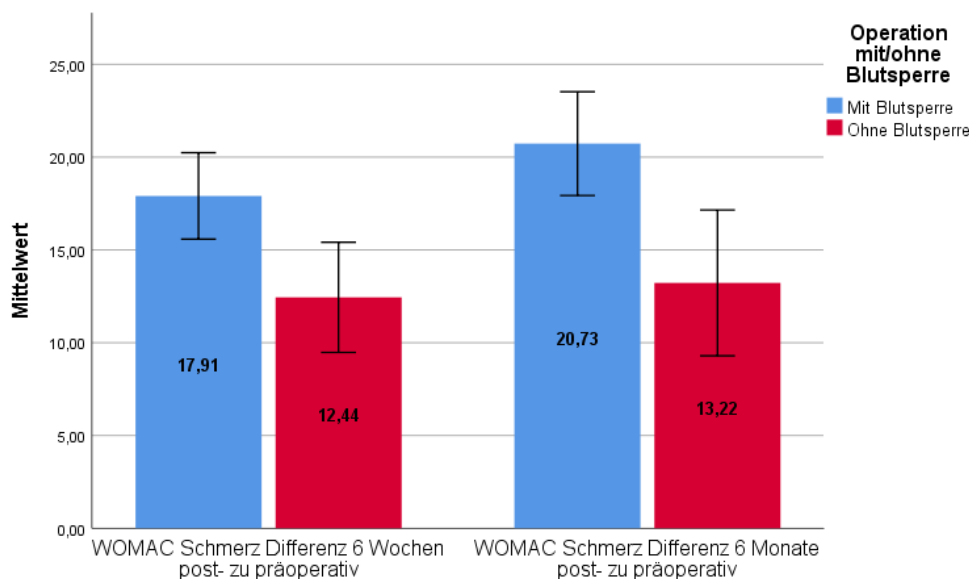


Abbildung 8 „Oxford Knee Score“ Differenz 6 Wochen ($p=0,17$) und 6 Monate ($p=0,09$) postoperativ zu präoperativ (Mittelwert ± 1 SE)

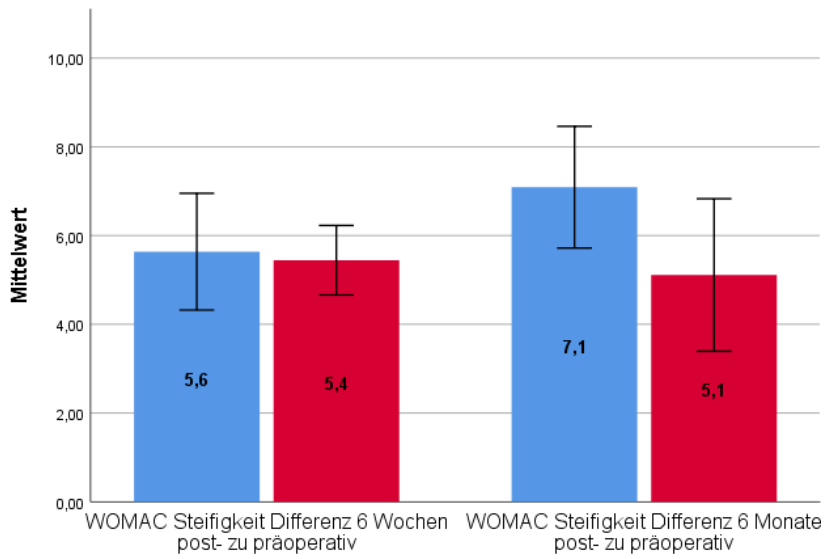
3.1.4 WOMAC-Score

In allen drei Kategorien Schmerz, Steifigkeit und Tätigkeit zeigten sich keine signifikanten Unterschieden von Patienten mit und ohne Anwendung einer Blutsperrung bei dem Vergleich von postoperativ zu präoperativ ($p > 0,05$) (Abb. 9).

a



b



c

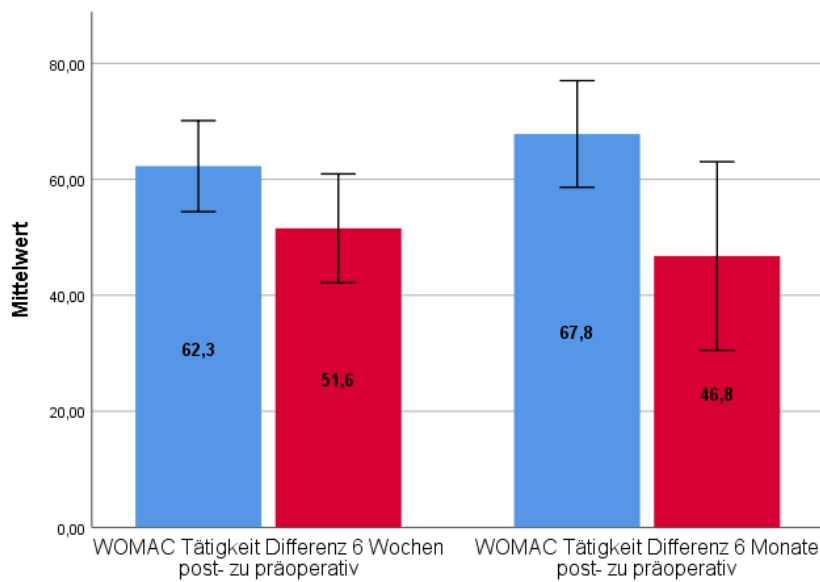


Abbildung 9 „Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index“ Differenz **a** Schmerzen: 6 Wochen ($p=0,43$), 6 Monate ($p=0,15$) **b** Tätigkeit: 6 Wochen ($p=0,87$), 6 Monate ($p=0,42$) **c** Steifigkeit: 6 Wochen ($p=0,52$), 6 Monate ($p=0,34$) postoperativ zu präoperativ (Mittelwert ± 1 SE)

3.1.5 Mancuso-Score

Da hier aufgrund der unterschiedlichen Parameter von Erwartung und Zufriedenheit keine Differenz von post- zu präoperativ ermittelt werden konnte, wurde die Differenz von sechs Monaten zu sechs Wochen berechnet und Gruppen verglichen. Die Erwartung an das Operationsergebnis der Patienten war unter den Gruppen nicht signifikant. Bei der Zufriedenheit der Patienten ergab sich keine Signifikanz bei der Differenz von sechs Monaten zu sechs Wochen postoperativ ($p > 0,05$) (Abb. 10).

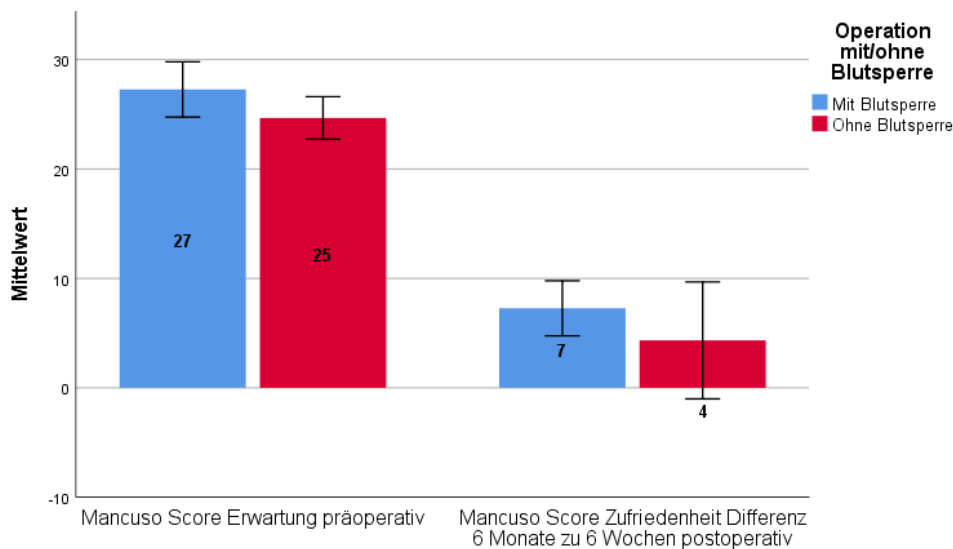
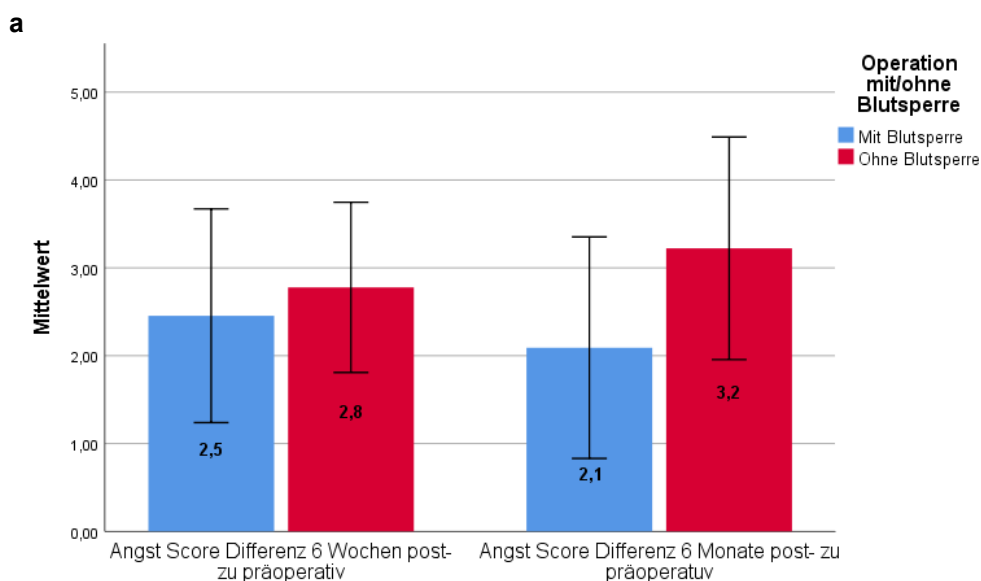


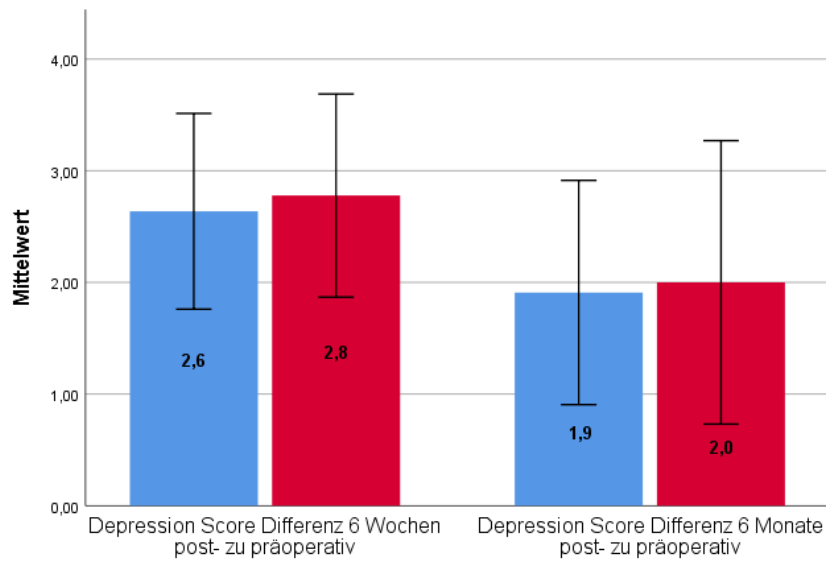
Abbildung 10 Mancuso-Score Erwartung präoperativ ($p=0,26$), und die Patientenzufriedenheit Differenz 6 Monate zu 6 Wochen postoperativ ($p=0,54$) (Mittelwert ± 1 SE)

3.1.6 HADS

Die Differenz von postoperativen zu präoperativen Zeitpunkten ergab weder bei dem Angst Score, bei dem Depression Score, noch bei der HADS eine Signifikanz ($p > 0,05$) (Abb. 11).



b



c

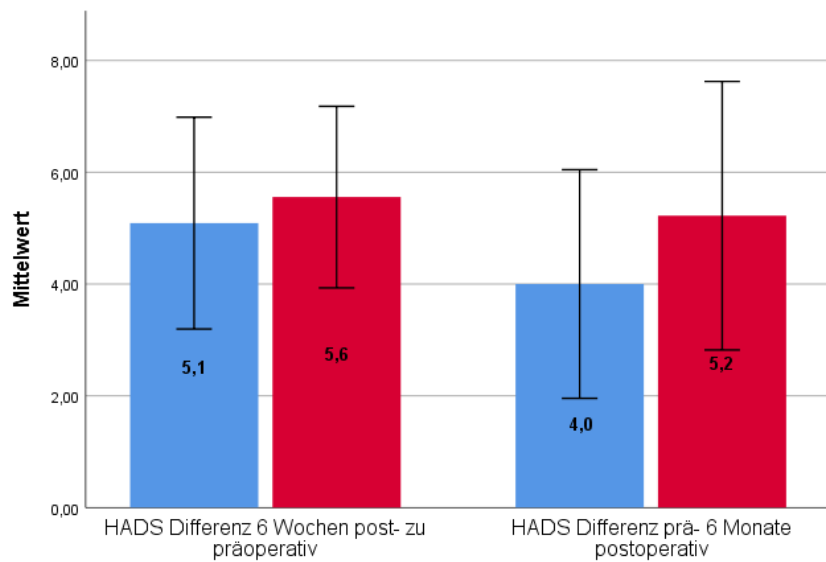


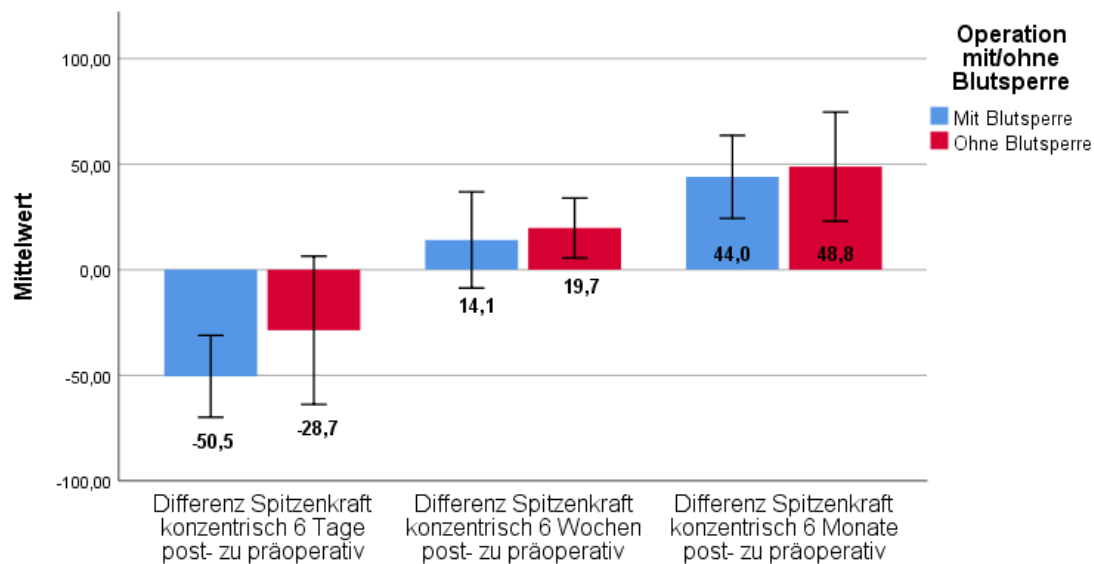
Abbildung 11 Differenz **a** Angst Score: 6 Wochen ($p=0,69$), 6 Monate ($p=0,59$) **b** Depression Score: 6 Wochen ($p=0,49$), 6 Monate ($p=0,91$) **c** „Hospital Anxiety and Depression Scale“: 6 Wochen ($p=0,72$), 6 Monate ($p=0,7$) postoperativ zu präoperativ (Mittelwert ± 1 SE)

3.2 Sekundäre Parameter

3.2.1 Spitzenkraft

Der Vergleich der Differenz der Spitzenkraft postoperativ zu präoperativ zeigte konzentrisch als auch exzentrisch keinen Unterschied zwischen den Gruppen ($p > 0,05$) (Abb. 12).

a



b

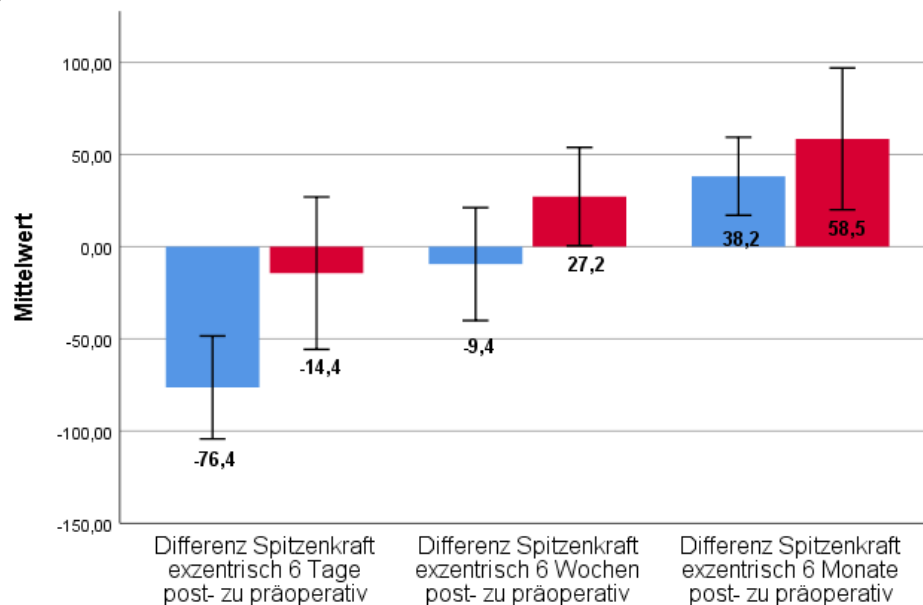
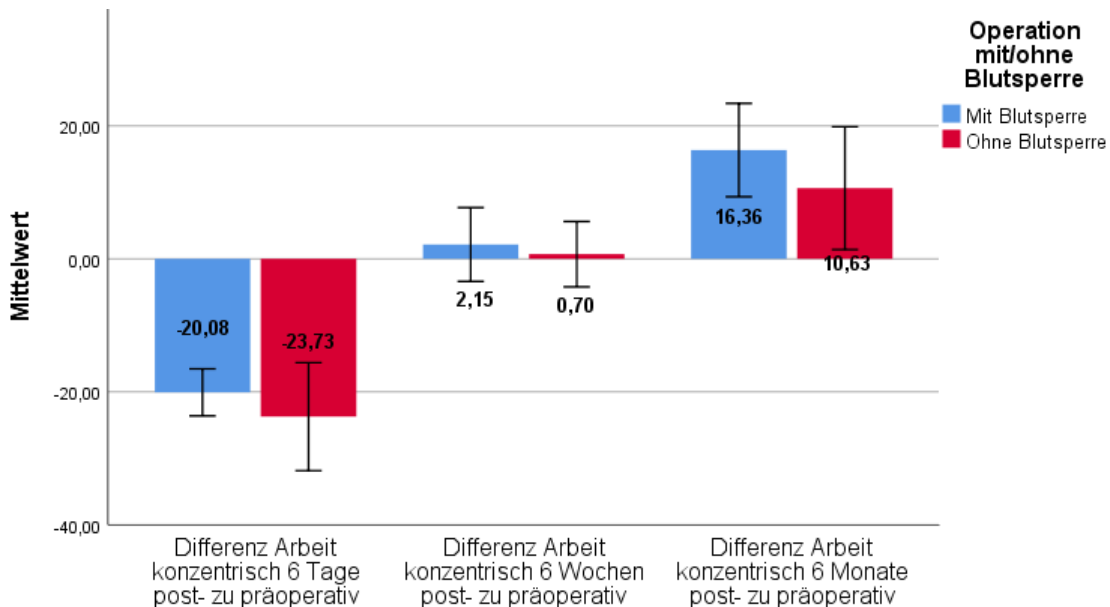


Abbildung 12 Differenz Spitzenkraft **a** konzentrisch: 6 Tage ($p=0,42$), 6 Wochen ($p=0,73$) und 6 Monate ($p=0,62$) **b** exzentrisch: 6 Tage ($p=0,15$), 6 Wochen ($p=0,47$) und 6 Monate ($p=0,85$) postoperativ zu präoperativ (Mittelwert ± 1 SE)

3.2.2 Arbeit

Die Differenz postoperativ zu präoperativ zeigte bei konzentrischer Arbeit keinen Unterschied zwischen den Gruppen ($p > 0,05$), bei exzentrischer Arbeit ergab sich eine Signifikanz von sechs Tage postoperativ zu präoperativ zugunsten der Operation ohne Blutsperrung ($p = 0,04$) (Abb. 13).

a



b

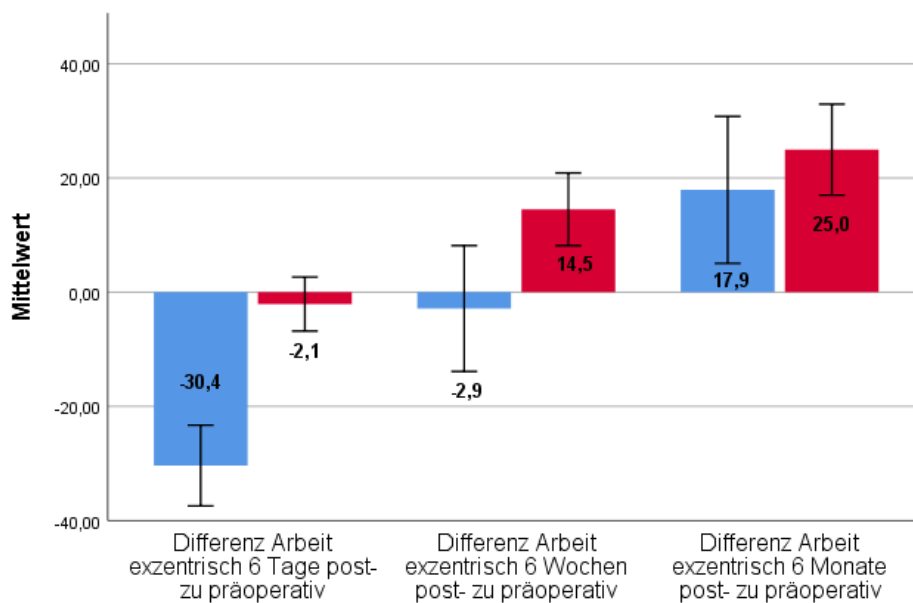


Abbildung 13 Differenz Arbeit in Joule **a** konzentrisch: 6 Tage ($p = 0,85$), 6 Wochen ($p = 0,85$) und 6 Monate ($p = 0,73$) **b** exzentrisch: 6 Tage ($p = 0,04$), 6 Wochen ($p = 0,29$) und 6 Monate ($p = 0,97$) postoperativ zu präoperativ (Mittelwert ± 1 SE)

3.2.3 Arbeit Total

Bei der konzentrischen totalen Arbeit ergab sich keine Differenz bei dem Vergleich zwischen den Nachuntersuchungszeitpunkten und präoperativ ($p > 0,05$), bei der Differenz der exzentrischen totalen Arbeit zeigte sich unmittelbar postoperativ ein signifikanter Unterschied zum Vorteil der Gruppe B ohne Blutsperrung ($p = 0,02$) (Abb. 14).

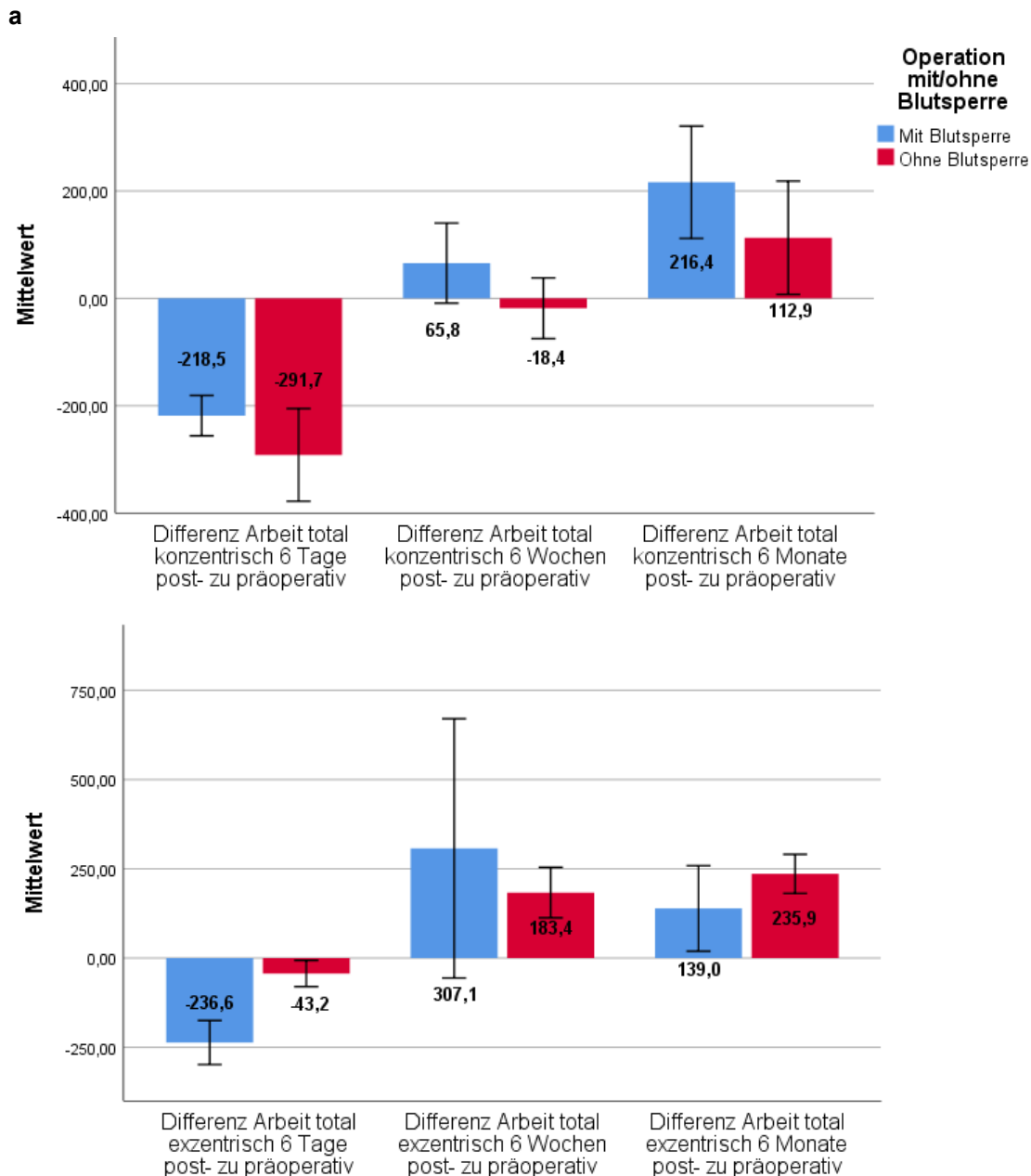


Abbildung 14 Differenz Arbeit total in Joule **a** konzentrisch: 6 Tage ($p = 0,71$), 6 Wochen ($p = 0,34$) und 6 Monate ($p = 0,68$) **b** exzentrisch: 6 Tage ($p = 0,02$), 6 Wochen ($p = 0,43$) und 6 Monate ($p = 0,97$) postoperativ zu präoperativ (Mittelwert ± 1 SE)

3.2.4 Leistung

Auch bei der Leistung ergab sich konzentrisch keine Signifikanz bei der Differenz von post- zu präoperativ ($p > 0,05$), bei der exzentrischen Leistung zeigte sich eine signifikant geringere Differenz sechs Tage postoperativ zu präoperativ und damit bessere Leistung bei Operation ohne Blutsperrung ($p = 0,01$) (Abb. 15).

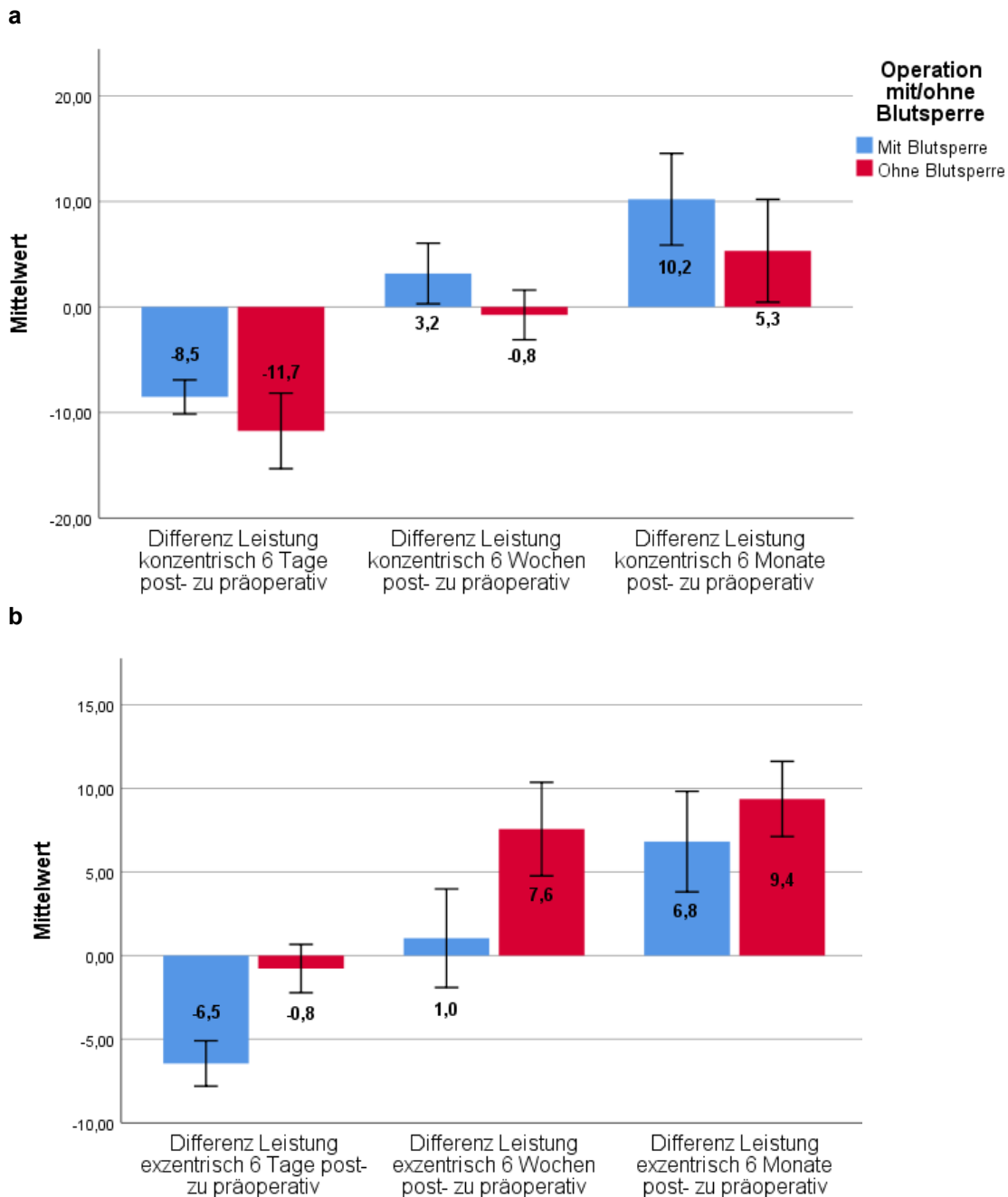
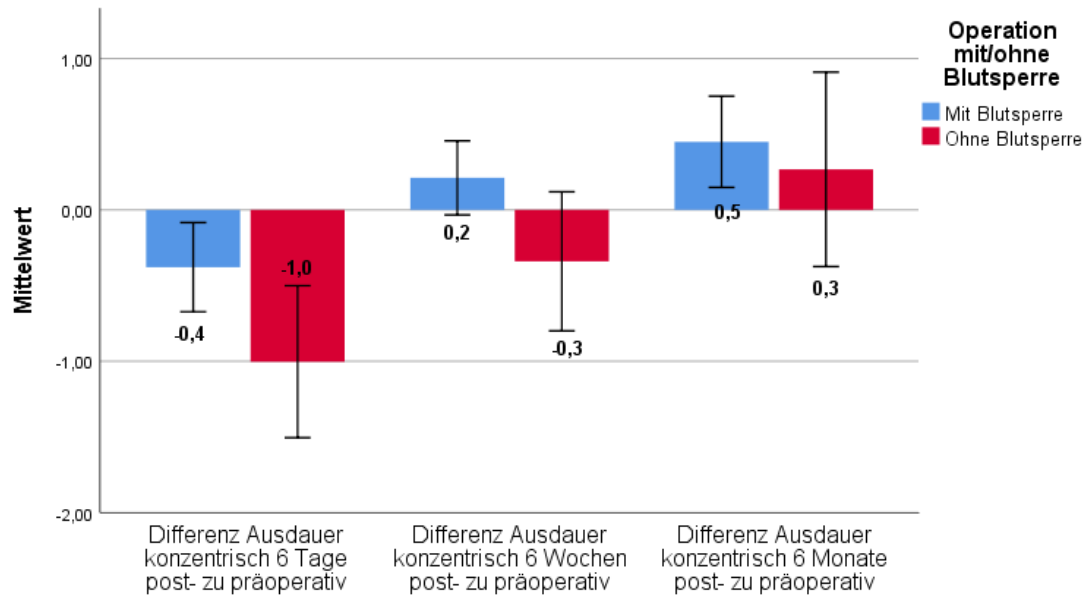


Abbildung 15 Differenz Leistung in Watt **a** konzentrisch: 6 Tage ($p = 0,9$), 6 Wochen ($p = 0,34$) und 6 Monate ($p = 0,62$) **b** exzentrisch: 6 Tage ($p = 0,01$), 6 Wochen ($p = 0,24$) und 6 Monate ($p = 0,7$) postoperativ zu präoperativ (Mittelwert ± 1 SE)

3.2.5 Ausdauer

Die Differenz zwischen der Ausdauer nach der Operation im Vergleich zu davor, zeigte bei konzentrischer Bewegung keine Signifikanz ($p > 0,05$), exzentrisch ergab sich eine signifikant bessere Ausdauer bei der Gruppe B sechs Tage nach Operation ($p = 0,03$) (Abb. 16).

a



b

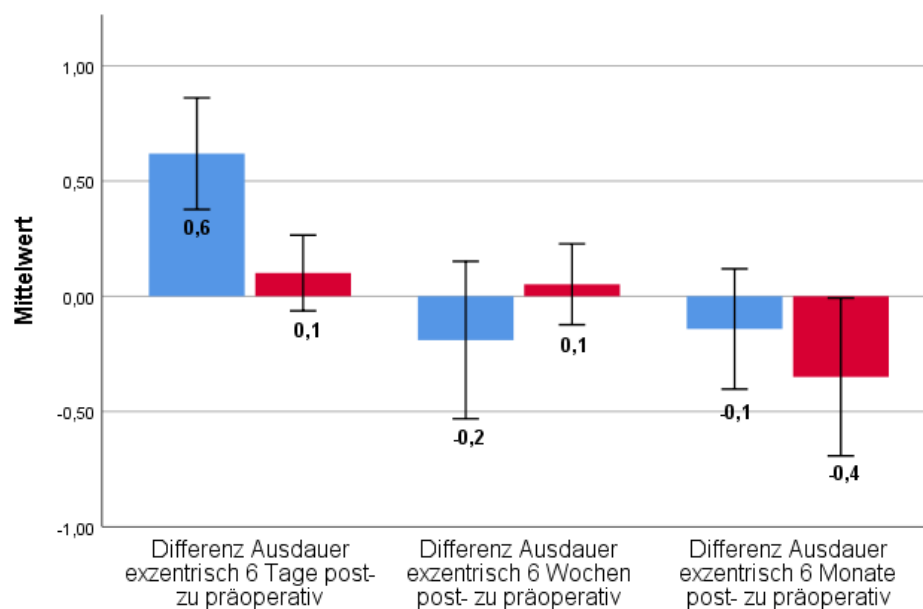


Abbildung 16 Differenz Ausdauer in Joule/Zyklus **a** konzentrisch: 6 Tage ($p = 0,22$), 6 Wochen ($p = 0,5$) und 6 Monate ($p = 1,0$) **b** exzentrisch: 6 Tage ($p = 0,03$), 6 Wochen ($p = 0,79$) und 6 Monate ($p = 0,91$) postoperativ zu präoperativ (Mittelwert ± 1 SE)

3.2.6 NAS

Die Differenz der angegebenen Schmerzen an den verschiedenen Nachuntersuchungszeitpunkten zu präoperativ zeigte keinen Unterschied zwischen beiden Gruppen ($p > 0,05$) (Abb. 17).

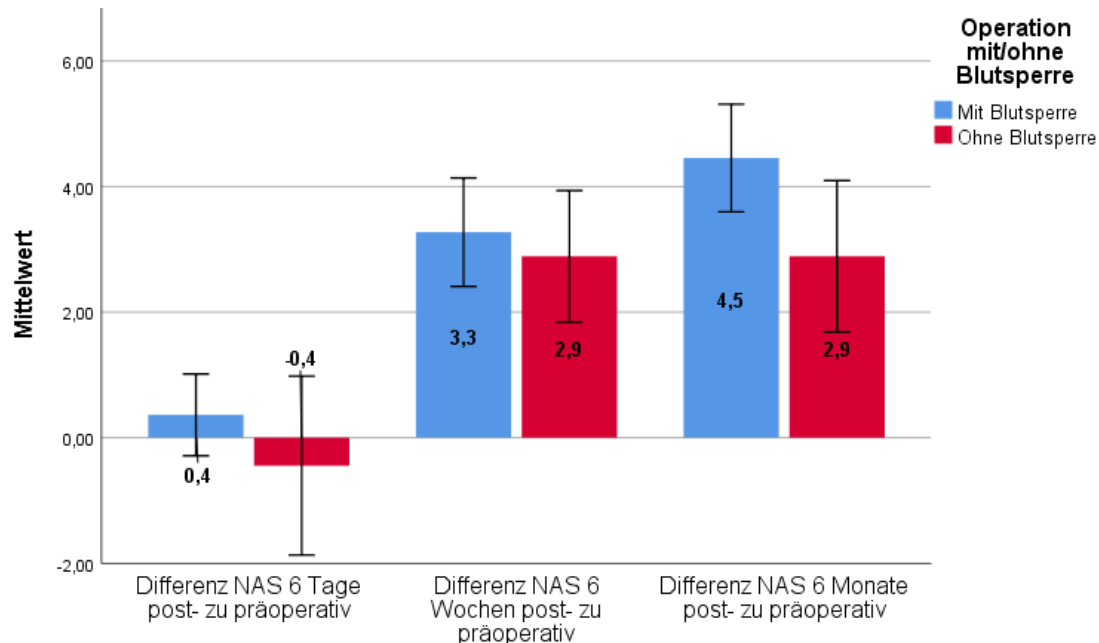


Abbildung 17 Differenz NSA 6 Tage ($p=0,36$), 6 Wochen ($p=0,79$) und 6 Monate ($p=0,36$) postoperativ zu präoperativ (Mittelwert ± 1 SE)

3.2.7 Validierung der Methodik zur Bestimmung der Muskelkraft

Bei Testen der Muskelkraft (Spitzenkraft, Arbeit, Arbeit Total, Leistung, Ausdauer) am nicht-operierten Bein (gesunde Kontrolle) zur Validierung der Methodik ergab sich zu keinem Zeitpunkt ein Unterschied zwischen den beiden Gruppen ($p > 0,05$).

3.2.8 Komplikationen

In der Gruppe mit Blutsperrre kam es zu zwei Revisionseingriffen aufgrund von Hämatombildung. In der Vergleichsgruppe wurde ein Patient aufgrund einer Infektion ein zweites Mal operiert. Eine statistische Auswertung ist aufgrund der niedrigen Fallzahl nicht sinnvoll.

4 DISKUSSION

Die Hypothese, dass die Funktionalität, der Gesundheitszustand und die Patientenzufriedenheit ohne Anwendung einer Blutsperre bei Knieprothesenimplantation besser sind als mit, konnte in den untersuchten Zeitintervallen nicht bestätigt werden.

Die Auswirkung einer Blutsperre bei Implantation einer Knie-Totalendoprothese ist vielfach Gegenstand aktueller Forschung. Da bisher keine allgemeingültige Empfehlung formuliert werden konnte, wird die Thematik weiterhin kontrovers diskutiert. Zu geringe Evidenzgrade oder Stichprobengrößen führen zu widersprüchlichen Ergebnissen. Des Weiteren wurden verschiedene Meta-Analysen zu der Thematik veröffentlicht^{31, 61, 62}.

In der vorliegenden Studie zeigte sich, dass sich bei der überwiegenden Zahl der untersuchten Parameter keine Unterschiede ergaben.

Einzig beim EQ-5D- Index zeigt sich nach sechs Monaten eine Signifikanz zu Gunsten der Gruppe A bei Operation mit Blutsperre. Unter Berücksichtigung der Bonferroni-Korrektur für multiples Testen ergibt sich auch bei diesem Parameter kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen.

Bei der Muskelkraftmessung ergab sich nach sechs Tagen postoperativ bei mehreren exzentrischen Parametern eine signifikante Differenz für die Operation ohne Blutsperre. Das zeigt, dass unmittelbar postoperativ die Blutsperre einen negativen Einfluss auf die exzentrische Kraft haben könnte. Die übrigen exzentrischen Messungen zeigten keinen Unterschied zwischen den Gruppen. Konzentrisch waren die Gruppen in allen Parametern untereinander vergleichbar. Im Folgenden werden die Ergebnisse der untersuchten Parameter diskutiert.

4.1 EQ-5D

Der EQ-5D VAS zeigt keine signifikanten Unterschiede bei dem Vergleich von post- zu präoperativ, weder nach sechs Wochen, noch nach sechs Monaten. Bei dem EQ-5D-Index schneidet die Gruppe, die ohne Blutsperre operiert wurde, nach einem halben Jahr signifikant schlechter ab als ihre Kontrollgruppe. Nach Anwendung der Bonferroni-Korrektur für multiples Testen lässt sich kein signifikanter Unterschied mehr feststellen. Diese Studie ist die erste, die dieses Instrument bei dem Vergleich zwischen Operation mit und ohne Blutsperre anwendet, weshalb keine direkte Gegenüberstellung zur Literatur herangezogen werden kann. Studien, die andere Messparameter wie den SF-12, KSS oder den KOOS verwendet haben, fanden nach sechs Monaten keine signifikanten Unterschiede^{30, 32, 44, 63}.

4.2 OKS

Die „Oxford Knee Score“ Differenz post- zu präoperativ zeigte unter den Gruppen keine signifikanten Unterschiede. Liu D. et al.³⁵ sowie Ajnin et al.⁶⁴ fanden ebenfalls keine Differenz bis 12 Monaten bzw. nach 8 Monaten postoperativ und bestätigen damit unser Ergebnis.

4.3 WOMAC-Score

In beiden Gruppen kam es postoperativ zu einer signifikanten Verbesserung, es konnte aber keine Differenz unter den beiden Gruppen festgestellt werden. Guler et al.⁶⁵ fanden ebenfalls postoperativ eine signifikante Verbesserung zum präoperativen Status; in den ersten sechs Monaten zeigte sich eine signifikante Verbesserung bei Operation ohne Blutsperre, nach 12 Monaten konnte kein Unterschied zwischen den Gruppen gefunden werden. Das retrospektive Studiendesign limitiert die Aussagekraft der Studie von Guler et al.⁶⁵. Des Weiteren erfolgte die Auswahl der Patienten, die mit Blutsperre operiert wurden, auf persönlicher Vorliebe und Erfahrung des jeweiligen Operateurs⁶⁵.

Kirkley et al.⁶⁶ untersuchten in ihrer Studie die Auswirkungen der Blutsperre bei Kniearthroskopie auf die postoperative Lebensqualität anhand des WOMAC-Scores und fanden keine Signifikanz unter den Gruppen. Da die Dauer der Anwendung der Blutsperre wesentlich geringer ist als bei Implantation einer Knie-Totalendoprothese, ist die Vergleichbarkeit erschwert, man kann aber eine Bekräftigung unserer Ergebnisse annehmen, insofern sie ebenfalls keine Signifikanz bei Anwendung einer Blutsperre auf den WOMAC-Scores nachweisen konnten.

4.4 Mancuso-Score

Präoperativ zeigten beide Gruppen eine ähnliche Erwartung an das postoperative Ergebnis. Auch die Differenz von sechs Monaten zu sechs Wochen ergibt keinen Unterschied. Schlechtere funktionale Ergebnisse aus anderen Studien könnten eventuell mit der Erwartung und Zufriedenheit der Patienten zusammenhängen. So fanden Kim et al.⁶⁷ heraus, dass die postoperativ gemessene ROM signifikant schlechter war, wenn die Patienten allgemein unzufriedener waren. Ha et al.⁶⁸ untersuchten den gleichen Sachverhalt in umgekehrter Reihenfolge und fanden eine signifikant höhere Zufriedenheit bei größerer Differenz von prä- zu postoperativer cROM (Change in ROM). Die postoperative Funktionalität und Zufriedenheit sind demnach voneinander abhängig.

4.5 HADS

Der HADS verbesserte sich in beiden Gruppen gegenüber dem präoperativen Zustand. Bereits veröffentlichte Studien bestätigen dieses Ergebnis⁶⁹.

Die Differenz von post- zu präoperativ zeigte keine Signifikanz zwischen den Gruppen, die Resultate sind also bei Anwendung einer Blutsperre ähnlich derer bei Nicht-Anwendung. Angst/Depression kann einen großen Einfluss auf die postoperative Zufriedenheit haben, was Ergebnisse, die von unserer Studie abweichen, erklären könnte⁷⁰. Eine Studie von Goh et al.⁷¹ kam zu dem Schluss, dass Patienten mit präoperativ psychischer Belastung schlechtere Ergebnisse bei Knie-TEPs aufweisen. Zudem haben ängstlichere Patienten ein höheres Risiko residuale Schmerzen zu erleiden⁷².

4.6 Schmerz

Postoperativer Schmerz ist einer der wichtigsten Gründe für Unzufriedenheit, weshalb die Ursachensuche einen hohen Stellenwert hat^{44, 73}.

Bei der VAS ergab sich zwischen den Gruppen kein Unterschied, ebenso zeigte sich bei der erhobenen NAS im Rahmen der Kraftmessung keine Signifikanz. Wankankar et al.³⁷, Harsten et al.³⁶ und Goel et al.⁶³ konnten ebenfalls keinen Unterschied

feststellen und stützen somit unsere Ergebnisse. Dagegen stellten Abdel-Salam et al.³⁸ in den ersten vier Stunden postoperativ ein erhöhtes Schmerzniveau in der Gruppe mit Blutsperre fest. Da diese Zeitspanne nicht in unserer Studie gemessen wurde, lässt sich dieser Zeitpunkt auch nicht vergleichen. Ejaz et al.³² stellten ebenfalls eine höhere VAS am Entlassungstag fest, konnte nach acht Wochen aber keinen Unterschied mehr feststellen. Einige Punkte limitieren die Vergleichbarkeit unter den Studien. So wurde z.B. in der vorliegenden Studie der Schmerz zum einen in Ruhe vor der körperlichen Aktivität anhand des VAS bestimmt, zum anderen nach intensiver Bewegung anhand der NAS^{34, 35, 74}. In vielen Studien dagegen wurde entweder nur in Ruhe oder Aktivität gemessen oder ganz ohne Angabe in welcher Situation die Patienten befragt wurden. Zudem kann eine unmittelbar davor erfolgte Schmerzmittelgabe zu geringer angegebenen Schmerzen geführt haben, als bei Patienten, die sich kurz vor der nächsten Dosis befanden. Auch in dieser Studie konnte die Messung nicht immer zu derselben Uhrzeit durchgeführt werden. Auch Unterschiede in Form und Dosis zwischen den peri- und postoperativen Analgetika kann zu den Differenzen unter den Studien geführt haben. Deshalb ist als ein weiterer wichtiger Punkt die unterschiedliche Wertigkeit der lokalen Infiltrationsanästhesie in Hinblick auf die unmittelbar postoperativen Schmerzen zu nennen. In diesem Patientenkollektiv wurde das Gelenk intraartikulär (siehe aufgeführte Medikamente) infiltriert. Andere Studien verwendeten alternative Methoden. Dadurch ist die Vergleichbarkeit zwischen den Studien ebenfalls erschwert. Die Applikation eines Femoraliskatheter vor der Operation reduziert maßgeblich die Schmerzen innerhalb der Anwendungsdauer, die auch unter den Studien differieren kann. Dadurch würde erst eine Messung der Schmerzen nach einer ausreichend langen Zeit nach Entfernen des Katheters zu verwertbaren Ergebnissen führen. Abdel-Salam et al.³⁸, die vier Stunden nach Operation einen höheren Schmerz in der Gruppe mit Blutsperre feststellten, machen zur Verwendung perioperativer Schmerzmittel keine Angabe. Deshalb kann man diese Ergebnisse nicht mit Studien vergleichen, in denen ein Femoralis- oder Ischiadikusblock verwendet und erst nach einigen Tagen gezogen wurde. Auch die verschiedenen Narkoseformen wie Intubationsnarkose oder Spinalanästhesie könnten zu unterschiedlichen postoperativen Schmerzzuständen der Patienten führen und erschweren die Gegenüberstellung der Studien.

Weiterhin untersuchten einige Autoren den Einfluss des Manschettendruckes auf die Schmerzintensität, da auch hier erhebliche Differenzen zwischen den Studien bestehen. So wurde er in den einen Studien, adaptiert an den systolischen Blutdruck, 100 mmHg darüber aufgepumpt, in anderen, wie in der vorliegenden Studie, auf Werte über 350 mmHg^{35, 36, 44, 73-76}. Worland et al.⁷⁷ verglichen diese beiden Werte anhand einer bilateralen Knie-TEP bei 28 Patienten und fanden eine signifikant höhere VAS bis zum dritten Tag postoperativ bei höherem Manschettendruck. Sie empfehlen deshalb den Druck auf 100 mmHg über den systolischen Blutdruck aufzupumpen⁷⁷. Des Weiteren könnte die Applikationsdauer eine entscheidende Rolle bei den postoperativen Schmerzen spielen. Cao et al.⁷⁸ fanden einen geringeren Schmerz und eine bessere ROM bei einer kürzeren Anwendung der Blutsperre ($37,5 \pm 5,1$ vs. $66,4 \pm 7,2$ Minuten). Eine Erklärung könnte ein erhöhter oxidativer Stress sein⁷⁹. Postoperativ bestehender Schmerz könnte die Funktion maßgeblich beeinträchtigen und die Mobilisation und Rehabilitation verzögern. Diese Hypothese wurde von Liu et al.³⁵ widerlegt. Sie fanden heraus, dass trotz unmittelbar postoperativ geringeren Schmerzen in der Gruppe ohne Blutsperre, die ROM und der OKS nach 12 Monaten keine signifikanten Unterschiede aufwiesen³⁵. Zu demselben Schluss kamen auch Tai et al.⁷³.

4.7 Funktion anhand isokinetischer Messung

Die Differenz der postoperativen gegenüber der präoperativen Messung zeigten überwiegend keine Unterschiede zwischen den Gruppen. Bei den exzentrischen Messungen zeigten sich unmittelbar postoperativ teilweise bessere Resultate bei Operation ohne Blutsperre. Es deutet also auf ähnliche Ergebnisse in beiden Gruppen, was auch die konzentrischen Testergebnisse stützen, bei der sich keine Unterschiede ergaben. Ayik et al.⁴⁴, die erst kürzlich eine ähnliche Studie mit isokinetischer Muskelkrafttestung veröffentlichten, kamen zu ähnlichen Ergebnissen und fanden nach einem und drei Monaten postoperativ keine signifikanten Unterschiede.

Harsten et al.³⁶ und Dennis et al.⁴⁵ untersuchten die Funktion anhand einer isometrischen Messung der Kniestreckkraft des Quadrizeps, das heißt in einer starren Muskelkontraktion. Harsten et al.³⁶ konnte keine Differenz zwischen den Gruppen feststellen. Dennis et al.⁴⁵ zeigte dagegen eine geringere Quadrizepskraft drei Wochen und drei Monate nach der Operation in der Gruppe, bei der es zur Anwendung einer Blutsperre kam. Die Patienten wurden bilateral operiert, ohne vorher eine Testung auf das dominante Bein durchzuführen, weshalb die Möglichkeit besteht, dass in der Gruppe ohne Anwendung zufällig eine erhöhte Anzahl der dominanten Beine ausgewählt wurde. Außerdem wurde bei 64% der Patienten in der Gruppe ohne Blutsperre während der Zementation ebendiese verwendet, weshalb die Ergebnisse ohnehin fraglich zu werten sind. Zudem weist Dennis et al. eine geringe Fallzahl auf⁴⁵. Liu et al.³⁵ stellten nach sechs Monaten ebenso eine geringere Quadrizepskraft anhand elektromyografischer Messungen fest. Allerdings weist die Studie eine geringe Stichprobengröße auf³⁵. Tai et al.⁷³ ermittelten die Entzündungsaktivität anhand des C-reaktiven Proteins und der Kreatinphosphokinase und fanden einen geringeren Anstieg in der Gruppe mit Anwendung einer Blutsperre. Im Rehabilitationsprozess, gemessen an der Zeit bis die Patienten das betroffene Bein vollständig strecken und zu 90 Grad beugen konnten, sowie Laufen an Unterarmgehstützen, fanden sie dagegen keine Differenzen. Guler et al.⁶⁵ untersuchten das Muskelvolumen des Oberschenkels anhand MRT-Aufnahmen und fanden heraus, dass der Muskel bei Anwendung einer Blutsperre signifikant mehr Volumen verlor, immer gemessen im Vergleich zum kontralateralen nicht-operierten Bein.

Ejaz et al.³² stellten nach acht Wochen einen signifikanten Unterschied zu Gunsten einer Operation ohne Blutsperre anhand des KOOS und der ROM fest, konnten nach sechs und 12 Monaten allerdings keinen Unterschied mehr feststellen. Eine aktuelle Meta-Analyse zu der Thematik von McCarthy et al.⁶² (2019) fanden ebenfalls keine Differenz bei der ROM. Durch die isokinetische Muskelkraftmessung zeigt diese Studie eine bessere Übertragbarkeit in den Alltag als durch alleinige Messung der ROM.

4.8 Komplikationen

In unserer Studienpopulation kam es in keiner Gruppe postoperativ zu einer DVT. Bisherige Studie kamen zu widersprüchlichen Ergebnissen. Eine Erklärung könnte die oftmals schlechte Vergleichbarkeit aufgrund kleiner Stichprobengröße und eine geringe Anzahl an postoperativen DVT sein. Eine aktuelle Meta-Analyse von 2019 schloss insgesamt 541 Knie-TEPs in ihre Arbeit ein und fanden bei dieser hohen Fallzahl keine signifikant erhöhte Rate an Thrombosen in der Gruppe mit Blutsperre³¹. Die widersprüchlichen Ergebnisse der klinischen Studien könnten auch aufgrund einer uneinheitlichen Anwendung der medikamentösen Antikoagulation entstanden sein. In der vorliegenden Studie kam es zu mehr Wundkomplikationen in der Gruppe ohne Blutsperre, die Gruppen waren allerdings zu klein, um eine statistische Analyse

durchzuführen. Wakankar et al.³⁷ fanden keine signifikanten Unterschiede bei Wundkomplikationen mit oder ohne Anwendung einer Blutsperre.

4.9 Stärken und Schwächen dieser Arbeit

4.9.1 Stärken

Diese Arbeit ist Teil einer prospektiven, randomisierten Studie, die eine hohe Qualität aufzeigt. Die Ein- und Ausschlusskriterien wurden strikt eingehalten, wodurch eine Strukturgleichheit der Gruppen erzeugt werden konnte (s. Tab.5). Die Operationen wurden alle in einer Klinik durchgeführt, was wiederum eine gute Vergleichbarkeit unter den Gruppen ermöglicht. Ein weiterer Vorteil ist die Verwendung des isokinetischen Seilzugsystem „Moflex“ in der vorliegenden Studie. Zum einen konnte die Muskelkraft so isokinetisch und nicht isometrisch ermittelt werden, was zwar aufwendiger und kostenintensiver ist, dafür aber alltäglichen Belastungen der Muskeln in Bewegung besser widerspiegelt. Zum anderen ist durch die Verwendung eines computergesteuerten Gerätes eine gute Reproduzierbarkeit und dadurch Standardisierung gewährleistet. Bei manueller Durchführung dagegen kann eine Verzerrung durch den jeweiligen Untersucher entstehen.

4.9.2 Schwächen

Diese Arbeit hat einige Limitationen: Dabei ist insbesondere die niedrige Fallzahl zu nennen. Da diese Publikation Teil einer klinischen randomisierten Studie ist, die mit einer größeren Studienpopulation zu überwiegend identischen Ergebnissen kommt, sind die Resultate aussagekräftig. Weiterhin zu nennen ist, dass die Patienten von verschiedenen Operateuren prothetisch versorgt wurden. Dies führt unweigerlich zu minimalen Unterschieden bei den Eingriffen durch z.B. unterschiedliche Operationserfahrungen. Die Verteilung der Operateure zwischen den Gruppen weist dabei jedoch keine signifikante Differenz auf (s. Tab.5). Des Weiteren zeigten sich bei der recht kleinen Fallzahl trotz Randomisierung präoperativ teilweise interindividuelle Unterschiede zwischen den Gruppen, weshalb die Differenz prä- zu postoperativ berechnet wurde, um eine bessere Vergleichbarkeit zu gewährleisten. Weiterhin sind drei Patienten (15%) auf eigenem Wunsch aus dieser Studie ausgetreten.

5 SCHLUSSFOLGERUNG

Zusammenfassend kann die Hypothese dieser Studie nicht bestätigt werden. Die Blutsperre hat wenig bis keinen Einfluss auf die Funktionalität des Knies, die Patientenzufriedenheit und den Gesundheitszustand. Viele Studien kommen zu demselben Schluss der vorliegenden Untersuchung und untermauern somit die Ergebnisse^{36, 63, 75}.

Bei der vorliegenden Arbeit wurde anstatt der geläufigen Parameter für Kniefunktionalität wie z.B. der ROM eine isokinetische Testung durchgeführt. Die Annahme, dass die Beweglichkeit des Knies bei Knie-TEP-Implantationen ohne Blutsperre höher ist, wird durch die Ergebnisse der Testung nicht unterstützt. Die unmittelbar postoperativ festgestellte verminderte Muskelkraft, kann nach sechs Wochen und sechs Monaten nicht mehr nachgewiesen werden. Des Weiteren erfolgten die Erhebung der Patientenzufriedenheit und der Gesundheitszustand anhand mehrerer verschiedener Scores wie der EQ5D, der WOMAC-Score, der Mancuso-Score und des HADS. Die genannten Parameter blieben unbeeinflusst und waren mit oder ohne Blutsperre unter den Gruppen vergleichbar.

Auf Grundlage unserer Daten kann daher kein eindeutiger Nachteil in der Verwendung einer Blutsperre gefunden werden, da die verminderte Kraft nur kurzzeitig nachweisbar war. Ein etwaiger Vorteil kann allerdings auch nicht identifiziert werden. Diese Ergebnisse rechtfertigen eine fortwährende Diskussion in der Literatur. Um Empfehlungen zur Verwendung einer Blutsperre während Knie-TEP-Implantation zu formulieren, sind deshalb weitere Studien mit großem Patientenkollektiv und einheitlichen Standards nötig.

6 ZUSAMMENFASSUNG

Einleitung

Die Implantation einer Knie-Totalendoprothese ist aufgrund der demografischen Entwicklung der Bevölkerung und damit Zunahme degenerativer Gelenkerkrankungen ein häufiger Eingriff in deutschen Kliniken. Standardmäßig erfolgte die Operation lange Zeit unter Zuhilfenahme einer pneumatischen Blutsperre. Durch die Blutflussunterbrechung sollte der Blutverlust reduziert und eine optimale Sicht auf das Operationsgebiet gewährleistet werden. Auf diese Hypothesen aufbauend, wurde zudem eine bessere periprothetische Zementpenetration vermutet. Diese Annahmen konnten nicht bestätigt werden, es wurde sogar teilweise ein höherer „versteckter Blutverlust“ bei Verwendung einer Blutsperre detektiert. Dazu kommen eine Reihe bestätigter Nachteile, die die Anwendung bei Routine-Knie-TEP-Implantation zunehmend in Frage stellt. Bisherige Studien zeigen unter anderem höhere postoperative Schmerzen und eine schlechtere Kniefunktionalität im Vergleich zu Patienten, die ohne eine Blutsperre operiert wurden. Außerdem ist mit der Anwendung ein höheres Auftreten von Komplikationen wie einer tiefen Beinvenenthrombose, Nervenschäden und Wundinfektionen assoziiert. Deshalb gibt es weiterhin keine einheitliche Empfehlung zur Verwendung einer Blutsperre bei Implantation einer Knie-Totalendoprothese.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, den Einfluss der Blutsperre bei Knie-TEP-Implantation auf die postoperative Kniegelenksfunktion, die Patientenzufriedenheit sowie den Gesundheitszustand zu untersuchen.

Methodik

Als Teil einer prospektiv-randomisierten Studie wurden in der Zeit von Januar 2017 bis Juni 2018 23 Patienten anhand der Ein- und Ausschlusskriterien in die Studie aufgenommen. Die Einteilung erfolgte zufällig anhand einer computergenerierten Liste. Gruppe A (n=13) wurde mit Blutsperre, Gruppe B (n=10) ohne diese operiert.

Die Patienten wurden präoperativ, sechs Tage, sechs Wochen und sechs Monate postoperativ untersucht. Allgemeine Parameter Alter, Geschlecht, Gewicht, Größe, Schulabschluss, Operationsseite, Gesundheitszustand und Grad der Gonarthrose wurden präoperativ erhoben. Der Eingriff und die Nachuntersuchungen wurden alle im Orthopädisch-Unfallchirurgischen Zentrum Mannheim (OUZ) durchgeführt. Die pneumatische Blutsperre wurde in Gruppe A kurz vor Schnittbeginn mittig am Oberschenkel platziert und auf 360 mmHg aktiviert, nach Anlage des elastischen Verbands deaktiviert.

Die primären Zielvariablen wurden mit Hilfe standardisierter und validierter Fragebögen erhoben. Diese enthalten den EQ-5D, der aus einem Index und einer vertikalen visuellen Analogskala besteht und der Beurteilung des Gesundheitszustandes dient. Der „Oxford Knee Score“(OKS) wurde speziell für Knie-TEP-Implantationen entwickelt und konzentriert sich auf Fragen zu Schmerzen und Funktion. Der WOMAC-Score dient zur Beurteilung von Patienten mit Cox- und Gonarthrose und gliedert sich in die drei Bereiche: Schmerz, Steifigkeit und Physische Funktion. Anhand des Mancuso-Scores wird die Erwartung der Patienten an die Operation und postoperativ die Zufriedenheit mit dem Ergebnis abgefragt. Als letztes dient die „Hospital Anxiety and Depression Scale“(HADS) zur Erfassung ängstlicher und depressiver Symptome bei Patienten mit physischen Beschwerden.

Als sekundäre Zielvariable erfolgte die Messung der Muskelkraft anhand eines isokinetischen geschlossenen Seilzuggerätes („Moflex®“, Revotec/Bernina,

Schweiz). Computerbasiert wurde die konzentrische (Kniestreckung) und exzentrische (Kniebeugung) Muskelkraft jeweils als Spitzenkraft in Newton, Arbeit in Joule, totale Arbeit in Joule, Leistung in Watt und Ausdauer in Joule/Zyklus ermittelt und gespeichert. Nach jeder Übung wurde das Schmerzempfinden anhand einer numerischen Analogskala (NAS) notiert. Als Validierung der Methodik zur Bestimmung der Kraftmessung wurde auch das nicht-operierte Bein gleichermaßen untersucht. Die Studie wurde von der Ethikkommission positiv beschieden (Referenznummer: 2012-334-N-MaA/Medizinische Fakultät Mannheim der Universität Heidelberg). Die Studie wurde unter clinicaltrials.gov registriert (NCT02475603). Die statistische Auswertung erfolgte anhand des Chi-Quadrat- für nominale Daten und des Mann-Whitney-U-Test für höher skalierte Parameter. Das Signifikanzniveau wurde auf $p < 0,05$ festgelegt und eine Bonferroni-Korrektur für multiples Testen aufgrund der Alpha-Fehler-Kumulierung angewendet.

Ergebnisse

Die randomisierten Gruppen unterschieden sich nicht hinsichtlich ihrer allgemeinen Merkmale wie Alter, Geschlecht, Gewicht (Body-Mass-Index), Krankenhausaufenthalt, Operationszeit, Arthrostadium, Operationstechnik, Operateur, Gesundheitszustand (ASA-Score) und Patellarrückflächen-Ersatz. Primäre Zielvariablen: Die Differenz der postoperativen gegenüber der präoperativen Daten zeigte bei dem EQ-5D Index nach sechs Wochen keinen signifikanten Unterschied. Nach sechs Monaten schnitt Gruppe A signifikant besser ab. Nach Anwendung der Bonferroni-Korrektur zeigte sich kein Unterschied zwischen den Gruppen. EQ-5D VAS, OKS, WOMAC-Score, Mancuso-Score und HADS waren zu allen Zeitpunkten unter den Gruppen vergleichbar. Sekundäre Zielvariable: Bei der Spitzenkraft konnte weder konzentrisch noch exzentrisch eine Signifikanz nachgewiesen werden. Bei der Arbeit, der totalen Arbeit, der Leistung und der Ausdauer zeigten sich bei der konzentrischen Kraftmessung ebenfalls keine signifikanten Unterschiede, bei der exzentrischen Messung ließ sich nach sechs Tagen ein signifikant besseres Ergebnis bei Operation ohne Blutsperre (Gruppe B) feststellen. Nach sechs Wochen und sechs Monaten konnte kein Unterschied festgestellt werden. Die erhobene NAS für die Analyse der postoperativen Schmerzen nach jeder Kraftübung waren zwischen den Gruppen vergleichbar.

Schlussfolgerung

Die Verwendung einer Blutsperre bei Implantation einer Knie-Totalendoprothese hat keinen Einfluss auf die Funktionalität des Kniegelenks, die Patientenzufriedenheit und den Gesundheitszustand nach der Operation. Die Ergebnisse der verschiedenen Scores (OKS, WOMAC, Mancuso, HADS) sind zu allen Nachuntersuchungen unter den Gruppen vergleichbar. Bei der konzentrischen Kraftmessung ergibt sich ebenfalls kein Unterschied bei Operation mit Blutsperre. Unmittelbar postoperativ zeigt sich bei der exzentrischen Messung ein negativer Einfluss bei Verwendung einer Blutsperre, der sich anhand geringerer Arbeit, totalen Arbeit, Leistung und Ausdauer widerspiegelt, nach sechs Wochen und sechs Monaten aber nicht mehr nachweisbar ist. Es lässt sich somit kein Vorteil für die Verwendung einer Blutsperre bei Knie-TEP-Implantation finden. Da der negative Effekt der Blutsperre auf die direkt postoperative Phase bei den späteren Nachuntersuchungen nicht mehr vorhanden war, kann auch kein mittelfristig/langfristig anhaltender Nachteil festgestellt werden. Weiterführende Studien sind nötig, um eine einheitliche Empfehlung auszusprechen.

7 LITERATURVERZEICHNIS

1. Safiri, S, Kolahi, AA, Smith, E, Hill, C, Bettampadi, D, Mansournia, MA, Hoy, D, Ashrafi-Asgarabad, A, Sepidarkish, M, Almasi-Hashiani, A, Collins, G, Kaufman, J, Qorbani, M, Moradi-Lakeh, M, Woolf, AD, Guillemin, F, March, L, Cross, M: Global, regional and national burden of osteoarthritis 1990-2017: a systematic analysis of the Global Burden of Disease Study 2017. *Annals of the rheumatic diseases*, 79: 819-828, 2020.
2. Savino, E, Volpato, S, Zuliani, G, Guralnik, JM: Assessment of mobility status and risk of mobility disability in older persons. *Current pharmaceutical design*, 20: 3099-3113, 2014.
3. Jerosch Jörg, HJTCO: *Knieendoprothetik- Indikationen, Operationstechnik, Nachbehandlung, Begutachtung*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2015.
4. Die 20 häufigsten Operationen insgesamt (OPS 5) Vollstationär behandelte Patientinnen und Patienten in Krankenhäuser 2018, Stand 18. September 2019.
5. Lützner, J, Lange, T, Schmitt, J, Kopkow, C, Aringer, M, Böhle, E, Bork, H, Dreinhöfer, K, Friederich, N, Gravius, S, Heller, KD, Hube, R, Gromnica-Ihle, E, Kirschner, S, Kladny, B, Kremer, M, Linke, M, Malzahn, J, Sabatowski, R, Scharf, HP, Stöve, J, Wagner, R, Günther, KP: [The S2k guideline: Indications for knee endoprosthesis : Evidence and consent-based indications for total knee arthroplasty]. *Der Orthopäde*, 47: 777-781, 2018.
6. Lützner J, LT, Schmitt J, Kopkow C, AringerM, BöhleE, BorkH, DreinhöferK, FriederichN,GraviusS, Heller K-D, HubeR, Gromnica-IhleE,Kirschner S, Kladny B, Kremer M, LinkeM, Malzahn J, SabatowskiR, ScharfH-P, StöveJ, Wagner R, Günther K-P: Leitlinienreport:S2k-LL Indikation Knieendoprothese (AWMF Registernummer: 033-052). Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und orthopädische Chirurgie e.V. (DGOOC).
7. Hussain, SM, Neilly, DW, Baliga, S, Patil, S, Meek, R: Knee osteoarthritis: a review of management options. *Scottish medical journal*, 61: 7-16, 2016.
8. Diehl, P, Gerdesmeyer, L, Schauwecker, J, Kreuz, PC, Gollwitzer, H, Tischer, T: Konservative Therapie der Gonarthrose. *CME*, 10: 63-74, 2013.
9. Hung, C, Ahmed, MS: Knee Osteoarthritis. In: *Musculoskeletal Sports and Spine Disorders: A Comprehensive Guide*. edited by KAHN, S. B., XU, R. Y., Cham, Springer International Publishing, 2017, pp 251-255.
10. Alshami, AM: Knee osteoarthritis related pain: a narrative review of diagnosis and treatment. *International journal of health sciences*, 8: 85-104, 2014.
11. Kellgren, JH, Lawrence, JS: Radiological assessment of osteo-arthrosis. *Annals of the rheumatic diseases*, 16: 494-502, 1957.
12. Niethard, P, Biberthaler: *Duale Reihe Orthopädie und Unfallchirurgie*, Thieme, 2009.
13. Kirkley, A, Birmingham, TB, Litchfield, RB, Giffin, JR, Willits, KR, Wong, CJ, Feagan, BG, Donner, A, Griffin, SH, D'Ascanio, LM, Pope, JE, Fowler, PJ: A randomized trial of arthroscopic surgery for osteoarthritis of the knee. *The New England journal of medicine*, 359: 1097-1107, 2008.
14. Chen, X, Yang, Z, Li, H, Zhu, S, Wang, Y, Qian, W: Higher risk of revision in total knee arthroplasty after high tibial osteotomy: a systematic review and updated meta-analysis. *BMC musculoskeletal disorders*, 21: 153, 2020.

15. Lenze, U, Pohlig, F, Schauwecker, J, Toepfer, A, Rechl, H, Gollwitzer H, von Elsenhart-Rothe, R: Die Knie totalendoprothese - Differenzialindikation und Ergebnisse. *Athroskopie*, 3: 215-222, 2012.
16. Abdel, MP, Berry, DJ: Current Practice Trends in Primary Hip and Knee Arthroplasties Among Members of the American Association of Hip and Knee Surgeons: A Long-Term Update. *The Journal of arthroplasty*, 34: S24-s27, 2019.
17. Maegele, M: The Diagnosis and Treatment of Acute Traumatic Bleeding and Coagulopathy. *Deutsches Arzteblatt international*, 116: 799-806, 2019.
18. Goodwin, T, Moore, KN, Pasley, JD, Troncoso, R, Jr., Levy, MJ, Goolsby, C: From the battlefield to main street: Tourniquet acceptance, use, and translation from the military to civilian settings. *The journal of trauma and acute care surgery*, 87: S35-s39, 2019.
19. Klenerman, L: The tourniquet in surgery. *The Journal of bone and joint surgery British volume*, 44-b: 937-943, 1962.
20. Stetzelberger, V, Obertacke, U, Jawhar, A: Tourniquet application during TKA did not affect the accuracy of implant positioning: a randomized clinical trial. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA*, 26: 1728-1736, 2018.
21. Ozkunt, O, Sariyilmaz, K, Gemalmaz, HC, Dikici, F: The effect of tourniquet usage on cement penetration in total knee arthroplasty: A prospective randomized study of 3 methods. *Medicine*, 97: e9668, 2018.
22. Vertullo, CJ, Nagarajan, M: Is cement penetration in TKR reduced by not using a tourniquet during cementation? A single blinded, randomized trial. *Journal of orthopaedic surgery (Hong Kong)*, 25: 2309499016684323, 2017.
23. Zhou, K, Ling, T, Wang, H, Zhou, Z, Shen, B, Yang, J, Kang, P, Pei, F: Influence of tourniquet use in primary total knee arthroplasty with drainage: a prospective randomised controlled trial. *Journal of orthopaedic surgery and research*, 12: 172, 2017.
24. Tarwala, R, Dorr, LD, Gilbert, PK, Wan, Z, Long, WT: Tourniquet use during cementation only during total knee arthroplasty: a randomized trial. *Clinical orthopaedics and related research*, 472: 169-174, 2014.
25. Fan, Y, Jin, J, Sun, Z, Li, W, Lin, J, Weng, X, Qiu, G: The limited use of a tourniquet during total knee arthroplasty: a randomized controlled trial. *The Knee*, 21: 1263-1268, 2014.
26. Tetro, AM, Rudan, JF: The effects of a pneumatic tourniquet on blood loss in total knee arthroplasty. *Canadian journal of surgery Journal canadien de chirurgie*, 44: 33-38, 2001.
27. Li, B, Wen, Y, Wu, H, Qian, Q, Lin, X, Zhao, H: The effect of tourniquet use on hidden blood loss in total knee arthroplasty. *International orthopaedics*, 33: 1263-1268, 2009.
28. Huang, Z, Xie, X, Li, L, Huang, Q, Ma, J, Shen, B, Kraus, VB, Pei, F: Intravenous and Topical Tranexamic Acid Alone Are Superior to Tourniquet Use for Primary Total Knee Arthroplasty: A Prospective, Randomized Controlled Trial. *The Journal of bone and joint surgery American volume*, 99: 2053-2061, 2017.
29. Wang, K, Ni, S, Li, Z, Zhong, Q, Li, R, Li, H, Ke, Y, Lin, J: The effects of tourniquet use in total knee arthroplasty: a randomized, controlled trial. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA*, 25: 2849-2857, 2017.

30. Liu, PL, Li, DQ, Zhang, YK, Lu, QS, Ma, L, Bao, XZ, Zhang, M: Effects of Unilateral Tourniquet Used in Patients Undergoing Simultaneous Bilateral Total Knee Arthroplasty. *Orthopaedic surgery*, 9: 180-185, 2017.
31. Cai, DF, Fan, QH, Zhong, HH, Peng, S, Song, H: The effects of tourniquet use on blood loss in primary total knee arthroplasty for patients with osteoarthritis: a meta-analysis. *Journal of orthopaedic surgery and research*, 14: 348, 2019.
32. Ejaz, A, Laursen, AC, Kappel, A, Laursen, MB, Jakobsen, T, Rasmussen, S, Nielsen, PT: Faster recovery without the use of a tourniquet in total knee arthroplasty. *Acta orthopaedica*, 85: 422-426, 2014.
33. Zhao, HY, Yeersheng, R, Kang, XW, Xia, YY, Kang, PD, Wang, WJ: The effect of tourniquet uses on total blood loss, early function, and pain after primary total knee arthroplasty: a prospective, randomized controlled trial. *Bone & joint research*, 9: 322-332, 2020.
34. Ledin, H, Aspenberg, P, Good, L: Tourniquet use in total knee replacement does not improve fixation, but appears to reduce final range of motion. *Acta orthopaedica*, 83: 499-503, 2012.
35. Liu, D, Graham, D, Gillies, K, Gillies, RM: Effects of tourniquet use on quadriceps function and pain in total knee arthroplasty. *Knee surgery & related research*, 26: 207-213, 2014.
36. Harsten, A, Bandholm, T, Kehlet, H, Toksvig-Larsen, S: Tourniquet versus no tourniquet on knee-extension strength early after fast-track total knee arthroplasty; a randomized controlled trial. *The Knee*, 22: 126-130, 2015.
37. Wakankar, HM, Nicholl, JE, Koka, R, D'Arcy, JC: The tourniquet in total knee arthroplasty. A prospective, randomised study. *The Journal of bone and joint surgery British volume*, 81: 30-33, 1999.
38. Abdel-Salam, A, Eyres, KS: Effects of tourniquet during total knee arthroplasty. A prospective randomised study. *The Journal of bone and joint surgery British volume*, 77: 250-253, 1995.
39. Li, B, Qian, QR, Wu, HS, Zhao, H, Lin, XB, Zhu, J, Weng, WF: [The use of a pneumatic tourniquet in total knee arthroplasty: a prospective, randomized study]. *Zhonghua wai ke za zhi [Chinese journal of surgery]*, 46: 1054-1057, 2008.
40. Tie, K, Hu, D, Qi, Y, Wang, H, Chen, L: Effects of Tourniquet Release on Total Knee Arthroplasty. *Orthopedics*, 39: e642-650, 2016.
41. Zhang, Q, Dong, J, Gong, K, Li, X, Zheng, S, Wen, T: [EFFECTS OF TOURNIQUET USE ON PERIOPERATIVE OUTCOME IN TOTAL KNEE ARTHROPLASTY]. *Zhongguo xiu fu chong jian wai ke za zhi = Zhongguo xiufu chongjian waike zazhi = Chinese journal of reparative and reconstructive surgery*, 30: 421-425, 2016.
42. Huang, Z, Ma, J, Zhu, Y, Pei, F, Yang, J, Zhou, Z, Kang, P, Shen, B: Timing of Tourniquet Release in Total Knee Arthroplasty. *Orthopedics*, 38: 445-451, 2015.
43. Wauke, K, Nagashima, M, Kato, N, Ogawa, R, Yoshino, S: Comparative study between thromboembolism and total knee arthroplasty with or without tourniquet in rheumatoid arthritis patients. *Archives of orthopaedic and trauma surgery*, 122: 442-446, 2002.
44. Ayik, O, Demirel, M, Birisik, F, Ersen, A, Balci, HI, Sahinkaya, T, Batibay, SG, Ozturk, I: The Effects of Tourniquet Application in Total Knee Arthroplasty on the Recovery of Thigh Muscle Strength and Clinical Outcomes. *The journal of knee surgery*, 2020.

45. Dennis, DA, Kittelson, AJ, Yang, CC, Miner, TM, Kim, RH, Stevens-Lapsley, JE: Does Tourniquet Use in TKA Affect Recovery of Lower Extremity Strength and Function? A Randomized Trial. *Clinical orthopaedics and related research*, 474: 69-77, 2016.
46. Hislop, HJ, Perrine, JJ: The isokinetic concept of exercise. *Physical therapy*, 47: 114-117, 1967.
47. Goebel, R, Kuessel, R., Pfaffenberg, A., Schneider P.G., Hollmann, W.: Über den Effekt eines isokinetischen Krafttrainings im Vergleich zum statischen Krafttraining. *Sport- Leistung und Gesundheit*: 63-66, 1983.
48. Rüdric P., MT, Busse M.W., Thomas M.: „Moflex®“ as simulator for low back pain patients in sports therapy-experiences and recommendations *KCS Clinical Sports Medicine*, 6(3): 56-60, 2005.
49. Froböse, I, Duesberg, F, Verdonck, A, Kurowski, P: [Muscle stress of rehabilitation-oriented concentric and concentric-eccentric implemented isokinetic training]. *Zeitschrift für Orthopädie und ihre Grenzgebiete*, 128: 218-222, 1990.
50. Hollmann W., HT: *Isokinetisches Training*, New York, Schattauer, Stuttgart, 2000.
51. Thomas, M, Kubaile, C, Busse, M: [Pulley system isokinetic training in knee rehabilitation--initial results]. *Zeitschrift für Orthopädie und ihre Grenzgebiete*, 139: 359-365, 2001.
52. Hollmann, W, Strüder, H: *Sportmedizin - Grundlagen für körperliche Aktivität, Training und Präventivmedizin*, Schattauer, Stuttgart, 2009.
53. Schulze, A, Scharf, HP: [Satisfaction after total knee arthroplasty. Comparison of 1990-1999 with 2000-2012]. *Der Orthopäde*, 42: 858-865, 2013.
54. Shan, L, Shan, B, Suzuki, A, Nouh, F, Saxena, A: Intermediate and long-term quality of life after total knee replacement: a systematic review and meta-analysis. *The Journal of bone and joint surgery American volume*, 97: 156-168, 2015.
55. Scott, CE, Howie, CR, MacDonald, D, Biant, LC: Predicting dissatisfaction following total knee replacement: a prospective study of 1217 patients. *The Journal of bone and joint surgery British volume*, 92: 1253-1258, 2010.
56. Hinton, ZW, Fletcher, AN, Ryan, SP, Wu, CJ, Bolognesi, MP, Seyler, TM: Body Mass Index, American Society of Anesthesiologists Score, and Elixhauser Comorbidity Index Predict Cost and Delay of Care During Total Knee Arthroplasty. *The Journal of arthroplasty*, 2020.
57. Fachgesellschaften), AdWM: S3-Leitlinie Prophylaxe der venösen Thromboembolie (VTE). 2. komplett überarbeitete Auflage Langversion. AWMF-Registernummer 003/001. Online:https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/003-001l_S3_VTE-Prophylaxe_2015-12.pdf, Stand 15.10.2015.
58. Siljander, MP, McQuivey, KS, Fahs, AM, Galasso, LA, Serdahely, KJ, Karadsheh, MS: Current Trends in Patient-Reported Outcome Measures in Total Joint Arthroplasty: A Study of 4 Major Orthopaedic Journals. *The Journal of arthroplasty*, 33: 3416-3421, 2018.
59. Jenny, JY, Diesinger, Y: The Oxford Knee Score: compared performance before and after knee replacement. *Orthopaedics & traumatology, surgery & research : OTSR*, 98: 409-412, 2012.
60. Bellamy, N, Buchanan, WW, Goldsmith, CH, Campbell, J, Stitt, LW: Validation study of WOMAC: a health status instrument for measuring clinically important patient relevant outcomes to antirheumatic drug therapy in patients with osteoarthritis of the hip or knee. *The Journal of rheumatology*, 15: 1833-1840, 1988.

61. Alcelik, I, Pollock, RD, Sukeik, M, Bettany-Saltikov, J, Armstrong, PM, Fismer, P: A comparison of outcomes with and without a tourniquet in total knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *The Journal of arthroplasty*, 27: 331-340, 2012.
62. McCarthy Deering, E, Hu, SY, Abdulkarim, A: Does Tourniquet Use in TKA Increase Postoperative Pain? A Systematic Review and Meta-analysis. *Clinical orthopaedics and related research*, 477: 547-558, 2019.
63. Goel, R, Rondon, AJ, Sydnor, K, Blevins, K, O'Malley, M, Purtill, JJ, Austin, MS: Tourniquet Use Does Not Affect Functional Outcomes or Pain After Total Knee Arthroplasty: A Prospective, Double-Blinded, Randomized Controlled Trial. *The Journal of bone and joint surgery American volume*, 101: 1821-1828, 2019.
64. Ajnin, S, Fernandes, R: Reduced length of stay and faster recovery after total knee arthroplasty without the use of tourniquet. *Journal of clinical orthopaedics and trauma*, 11: 129-132, 2020.
65. Guler, O, Mahirogullari, M, Isyar, M, Piskin, A, Yalcin, S, Mutlu, S, Sahin, B: Comparison of quadriceps muscle volume after unilateral total knee arthroplasty with and without tourniquet use. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA*, 24: 2595-2605, 2016.
66. Kirkley, A, Rampersaud, R, Griffin, S, Amendola, A, Litchfield, R, Fowler, P: Tourniquet versus no tourniquet use in routine knee arthroscopy: a prospective, double-blind, randomized clinical trial. *Arthroscopy : the journal of arthroscopic & related surgery : official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association*, 16: 121-126, 2000.
67. Kim, TK, Chang, CB, Kang, YG, Kim, SJ, Seong, SC: Causes and predictors of patient's dissatisfaction after uncomplicated total knee arthroplasty. *The Journal of arthroplasty*, 24: 263-271, 2009.
68. Ha, CW, Park, YB, Song, YS, Kim, JH, Park, YG: Increased Range of Motion Is Important for Functional Outcome and Satisfaction After Total Knee Arthroplasty in Asian Patients. *The Journal of arthroplasty*, 31: 1199-1203, 2016.
69. Clement, ND, MacDonald, D, Burnett, R: Primary total knee replacement in patients with mental disability improves their mental health and knee function: a prospective study. *The bone & joint journal*, 95-b: 360-366, 2013.
70. Clement, ND, Lin, CMA, McCone, E, Weir, DJ, Deehan, DJ: Depression Is Not Independently Associated with a Clinically Worse Functional Improvement but Associated with a Lower Reported Satisfaction Rate after Total Knee Arthroplasty. *The journal of knee surgery*, 2020.
71. Goh, GS, Liow, MHL, Tay, YWA, Chen, JY, Xu, S, Pang, HN, Tay, DK, Chia, SL, Lo, NN, Yeo, SJ: The long-term impact of preoperative psychological distress on functional outcomes, quality of life, and patient satisfaction after total knee arthroplasty. *The bone & joint journal*, 102-b: 845-851, 2020.
72. Mercurio, M, Gasparini, G, Carbone, EA, Galasso, O, Segura-Garcia, C: Personality traits predict residual pain after total hip and knee arthroplasty. *International orthopaedics*, 2020.
73. Tai, TW, Chang, CW, Lai, KA, Lin, CJ, Yang, CY: Effects of tourniquet use on blood loss and soft-tissue damage in total knee arthroplasty: a randomized controlled trial. *The Journal of bone and joint surgery American volume*, 94: 2209-2215, 2012.
74. Vandebussche, E, Duranthon, LD, Couturier, M, Pidhorz, L, Augereau, B: The effect of tourniquet use in total knee arthroplasty. *International orthopaedics*, 26: 306-309, 2002.

75. Alexandersson, M, Wang, EY, Eriksson, S: A small difference in recovery between total knee arthroplasty with and without tourniquet use the first 3 months after surgery: a randomized controlled study. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA*, 27: 1035-1042, 2019.
76. Pfitzner, T, von Roth, P, Voerkelius, N, Mayr, H, Perka, C, Hube, R: Influence of the tourniquet on tibial cement mantle thickness in primary total knee arthroplasty. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA*, 24: 96-101, 2016.
77. Worland, RL, Arredondo, J, Angles, F, Lopez-Jimenez, F, Jessup, DE: Thigh pain following tourniquet application in simultaneous bilateral total knee replacement arthroplasty. *The Journal of arthroplasty*, 12: 848-852, 1997.
78. Cao, Q, He, Z, Fan, Y, Meng, J, Yuan, T, Zhao, J, Bao, N: Effects of tourniquet application on enhanced recovery after surgery (ERAS) and ischemia-reperfusion post-total knee arthroplasty: Full- versus second half-course application. *Journal of orthopaedic surgery (Hong Kong)*, 28: 2309499019896026, 2020.
79. Halladin, NL: Oxidative and inflammatory biomarkers of ischemia and reperfusion injuries. *Danish medical journal*, 62: B5054, 2015.

8 TABELLEN UND ABBILDUNGEN

Tabellen

Tabelle 1 Kellgren/Lawrence Score (1957)

Tabelle 2 Formen der isokinetischen Bewegung

Tabelle 3 ASA-Score

Tabelle 4 Ein- und Ausschlusskriterien

Tabelle 5 Patienteneigenschaften und präoperative Parameter

Abbildungen

Abbildung 1 Schematische Darstellung einer Zentrifugalbremse (eigene Darstellung nach Rüdrieh et al.)

Abbildung 2 Flussdiagramm zur Gewinnung, Zusammensetzung und Veränderung der Vergleichsgruppen

Abbildung 3 EQ-VAS

Abbildung 4 Schematische Darstellung des isokinetischen Seilzugsystems (eigene Darstellung)

Abbildung 5 Moflex Seilzugsystem

Abbildung 6 EQ-5D Index Differenz 6 Wochen und 6 Monate postoperativ zu präoperativ

Abbildung 7 EQ-5D VAS Differenz 6 Wochen und 6 Monate postoperativ zu präoperativ

Abbildung 8 „Oxford Knee Score“ Differenz 6 Wochen und 6 Monate postoperativ zu präoperativ

Abbildung 9 „Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index“ Differenz **a** Schmerzen: 6 Wochen, 6 Monate **b** Tätigkeit: 6 Wochen, 6 Monate **c** Steifigkeit: 6 Wochen, 6 Monate postoperativ zu präoperativ

Abbildung 10 Mancuso-Score präoperativ, und Differenz sechs Monate zu sechs Wochen postoperativ

Abbildung 11 Differenz **a** Angst-Score: 6 Wochen, 6 Monate **b** Depression-Score: 6 Wochen, 6 Monate **c** „Hospital Anxiety and Depression Scale“: 6 Wochen, 6 Monate postoperativ zu präoperativ

Abbildung 12 Differenz Spitzenkraft **a** konzentrisch: 6 Tage, 6 Wochen und 6 Monate
b exzentrisch: 6 Tage, 6 Wochen und 6 Monate postoperativ zu präoperativ

Abbildung 13 Differenz Arbeit in Joule **a** konzentrisch: 6 Tage, 6 Wochen und 6 Monate
b exzentrisch: 6 Tage, 6 Wochen und 6 Monate postoperativ zu präoperativ

Abbildung 14 Differenz Arbeit total in Joule **a** konzentrisch: 6 Tage, 6 Wochen und 6 Monate
b exzentrisch: 6 Tage, 6 Wochen und 6 Monate postoperativ zu präoperativ

Abbildung 15 Differenz Leistung in Watt **a** konzentrisch: 6 Tage, 6 Wochen und 6 Monate
b exzentrisch: 6 Tage, 6 Wochen und 6 Monate postoperativ zu präoperativ

Abbildung 16 Differenz Ausdauer in Joule/Zyklus **a** konzentrisch: 6 Tage, 6 Wochen und 6 Monate
b exzentrisch: 6 Tage, 6 Wochen und 6 Monate postoperativ zu präoperativ

Abbildung 17 Differenz NSA 6 Tage, 6 Wochen und 6 Monate postoperativ zu präoperativ

9 DANKSAGUNG

An dieser Stelle möchte ich meinen besonderen Dank an die nachstehenden Personen richten, ohne deren Mithilfe diese Dissertation nicht möglich gewesen wäre.

An erster Stelle danke ich **Prof. Dr. med. Ahmed Jawhar**, meinem Doktorvater, für die Überlassung der Thematik und Ermöglichung dieser Arbeit. Ich fühlte mich zu jeder Zeit ausgezeichnet betreut und unterstützt. Er war stets mit großem Engagement dabei und ermutigte mich durch konstruktive Kritik und kompetenten Rat fortlaufend während dieser Periode.

Besonderer Dank geht auch an meinen Ehemann **Philip Kuhn**, der mich immer wieder zum Weitermachen motiviert hat und stets an mich geglaubt hat. Weiterhin bedanke ich mich bei meiner Mutter **Annette Skeirek**, die mich auf meinem Weg durch das Studium begleitet und unterstützt hat. Zuletzt bedanke ich mich bei meiner Oma **Waltraud Kirsch-Mayer** für die Durchsicht meiner Arbeit.

10 LEBENS LAUF

PERSONALIEN

Name und Vorname: Kuhn Dania (geb. Skeirek)
Geburtsdatum: 02.03.1993
Geburtsort: Mannheim
Familienstand: Verheiratet, 2 Kinder
Vater: Stefan Hubert Christian Roth
Mutter: Annette Gabriele Skeirek

SCHULISCHER WERDEGANG

1999 - 2004 Grundschule Hermann-Gmeiner Schule Waldsee
2004 - 2012 Gymnasium am Kaiserdom Speyer
15.03.2012 Abitur Note 1,3

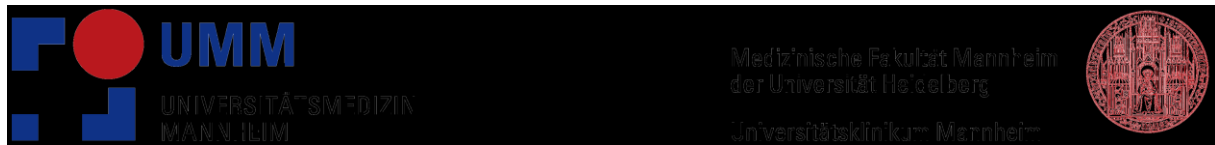
UNIVERSITÄRER WERDEGANG

WS2013/14 Beginn des Studiums der Humanmedizin an
der Universität Heidelberg Fakultät Mannheim
02.09.2015 Erster Abschnitt der Ärztlichen Prüfung (M1), Note 1,5
11.04.2019 Zweiter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung (M2), Note 2,0

STIPENDIUM

2016 PROMOS-Stipendium des DAAD (Deutscher Akademischer
Austauschdienst)

11 ANHANG



„Effekte der Blutsperrre beim Einbau einer Kniegelenkprothese“

UMM Universitätsmedizin Mannheim, 68135 Mannheim

Orthopädisch-Unfallchirurgisches Zentrum

**Einverständniserklärung zur
Durchführung der Studie**

Klinik für Unfallchirurgie

Direktor Prof. Dr. med. Udo Obertacke
D-Arzt

**Prüfarzt: Dr. med. Jawhar
Funk: 0621-383-789-5233**

Handchirurgie
Gutachtenstelle

Tel 0621/383-2335

Fax 0621/383-2009

Name der Patientin/des Patienten:
Studennummer:

Herr **Dr. med. Jawhar** hat mit mir heute ein ausführliches Aufklärungsgespräch über Art, Umfang und Bedeutung dieser klinischen Studie geführt. Dabei wurden u.a. Studienziel und Studienlänge, studienbedingte Erfordernisse und mögliche Nebenwirkungen der Studienbehandlung besprochen. Die Patienteninformation und Einverständniserklärung habe ich auch in Kopie erhalten, gelesen und verstanden. In diesem Zusammenhang bestehende Fragen wurden besprochen und beantwortet. Ich hatte ausreichend Zeit, mich für oder gegen eine Teilnahme an dieser Studie zu entscheiden.

Ich bin einverstanden, als Patient an dieser klinischen Studie teilzunehmen.

Mir ist bekannt, dass diese Studie in erster Linie der medizinischen Wissenserweiterung dient und gegebenenfalls auch keinen persönlichen Vorteil für mich bringen kann.

Ich bin darüber unterrichtet worden, dass meine Teilnahme vollkommen freiwillig erfolgen muss und ich meine Einwilligung zur Teilnahme an dieser klinischen Prüfung jederzeit ohne Angabe von Gründen und ohne persönlichen Nachteil widerrufen kann. Auch der Arzt kann aufgrund seiner ärztlichen Erfahrung die Prüfung jederzeit beenden.

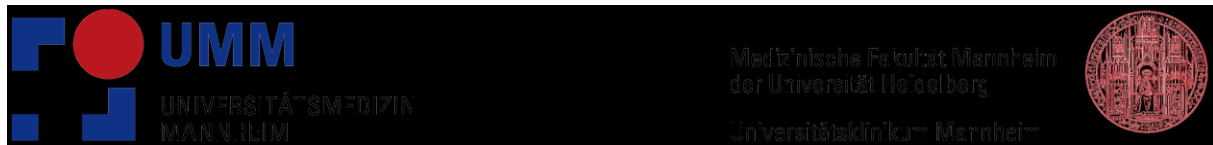
Das zugehörige Kapitel "Datenverarbeitung und Datenschutz" habe ich gelesen und stimme dem beschriebenen Vorgehen zu.

Mir ist bekannt, dass bei dieser Studie personenbezogene Daten, insbesondere medizinische Befunde, über mich erhoben, gespeichert und ausgewertet werden sollen. Die Verwendung der Angaben über meine Gesundheit erfolgt nach gesetzlichen Bestimmungen und setzt vor der Teilnahme an der Studie die folgende freiwillig abgegebene Einwilligungserklärung voraus, d.h. ohne die nachfolgende Einwilligung kann ich nicht an der Studie teilnehmen.

Der Patient hat einer Kopie der Einverständniserklärung erhalten.

Name der Patientin /des Patienten Ort Datum Unterschrift der Patientin /des Patienten

*Name der/des aufklärenden Ärztin/Arztes Ort Datum Unterschrift der/des aufklärenden
Ärztin/Arztes*



Datenerhebungsbogen

Studiennummer:

**Operierte Seite
Händigkeit**

rechts
 links

links
 rechts

	Operierte Seite	Kontralaterale Seite
Beinlänge (mm)		
SIAS-AK		
TM-LF		
LF-AK		

Beinumfang (mm)	Präop.		Postop.	
	operiert	kontralateral	operiert	kontralateral
OS20cm				
Knie				
US15cm				

Operationsdatum:

Operationsdauer (min):

Dauer der Blutsperrung (min):

Retropatellarersatz

Nein

Ja

Operateur

Prof. Scharf

Dr. Tonak

Dr. Röhl

sonstige

Femoralisblockade Ja

Nein

Blutverlust (ml)	Intraoperativ:	Postoperativ:
Hämatokrit	Präop:	1. postop. Tag:
Hämoglobin	Präop:	5. postop. Tag:
Anzahl der EK's bis zum 5. postoperativen Tag:		

Komplikationen

keine

punktionswürdiger Hämarthros

Spannungsblasen

Wundheilungsstörung

Wundinfekt

TVT

Nervenläsion

Gefäßverletzung

Lungenembolie

Revision

sonstige

Entlassungsdatum:

Art der Rehabilitation

ambulant

stationär

KLS

1

2

3

4



Beinachse (°; Varus +, Valgus -)

präop.:

postop.:

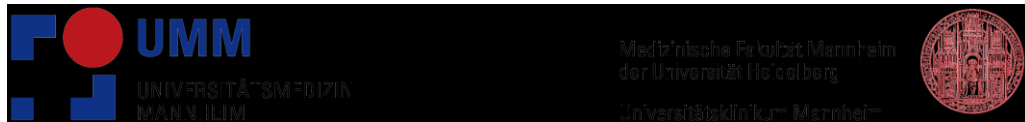
Isokinetik				
Präop.				
VAS bei der Untersuchung:				
	Operierte Seite		Kontralaterale Seite	
Distanz (mm)				
Zeit (s)				
	kon	ex	kon	ex
Spitzenkraft (N)				
Arbeit (J)				
Arbeit total (J)				
Leistung (W)				
Ausdauer (J/Zy)				
Postop.				
VAS bei der Untersuchung:				
	Operierte Seite		Kontralaterale Seite	
Distanz				
Zeit				
	kon	ex	kon	ex
Spitzenkraft				
Arbeit				
Arbeit total				
Leistung				
Ausdauer				

Datenerhebungsbogen Follow-up

Studiennummer:

Beinumfang (mm)	1. FU		2. FU	
	operiert	kontralateral	operiert	kontralateral
OS20cm				
Knie				
US15cm				

Isokinetik				
1. FU				
VAS bei der Untersuchung:				
	Operierte Seite		Kontralaterale Seite	
Distanz (mm)				
Zeit (s)				
	kon	ex	kon	ex
Spitzenkraft (N)				
Arbeit (J)				
Arbeit total (J)				
Leistung (W)				
Ausdauer (J/Zy)				
2. FU				
VAS bei der Untersuchung:				
	Operierte Seite		Kontralaterale Seite	
Distanz				
Zeit				
	kon	ex	kon	ex
Spitzenkraft				
Arbeit				
Arbeit total				
Leistung				
Ausdauer				



Name:

Vorname:

NR.:

(bitte nicht ausfüllen, nur zum internen Gebrauch)

Geburtsdatum:

Telefonnummer:

Geschlecht: weiblich
männlich

Größe:
Gewicht:

Schulbildung:

- Hochschul-/ Fachhochschulabschluss
- Realschulabschluss
- Haupt-/Volksschulabschluss mit abgeschlossener Lehre
- Haupt-/Volksschulabschluss ohne abgeschlossene Lehre
- keinen Schulabschluss

Bitte markieren sie bei Ihnen vorliegende Nebenerkrankungen

- Herzinfarkt
- Herzinsuffizienz
- Gefäßerkrankungen der Extremitäten (pAVK)
- Schlaganfall
- Demenz
- chronische Lungenfunktionsstörungen (Asthma, chron. Bronchitis)
- Magengeschwüre/Ulkuserkrankung
- Bindegewbserkrankungen
- leichte Leberfunktionsstörungen
- Diabetes mellitus
- Halbseitenlähmung
- mittelschwere/ schwere Nierenfunktionsstörung
- Tumorerkrankungen
- Leukämie
- Lymphome
- mittelschwere/schwere Leberfunktionsstörung
- Metastasen eines Tumors
- AIDS

Bitte geben Sie an, welche Aussagen Ihren heutigen Gesundheitszustand am besten beschreiben, indem Sie ein Kreuz in ein Kästchen jeder Gruppe machen.

Beweglichkeit/Mobilität

- Ich habe keine Probleme herumzugehen
- Ich habe einige Probleme herumzugehen
- Ich bin ans Bett gebunden

Für sich selbst sorgen

- Ich habe keine Probleme, für mich selbst zu sorgen
- Ich habe einige Probleme, mich selbst zu waschen oder mich anzuziehen
- Ich bin nicht in der Lage, mich selbst zu waschen oder anzuziehen

Allgemeine Tätigkeiten (z.B. Arbeit, Studium, Hausarbeit, Familien- oder Freizeitaktivitäten)

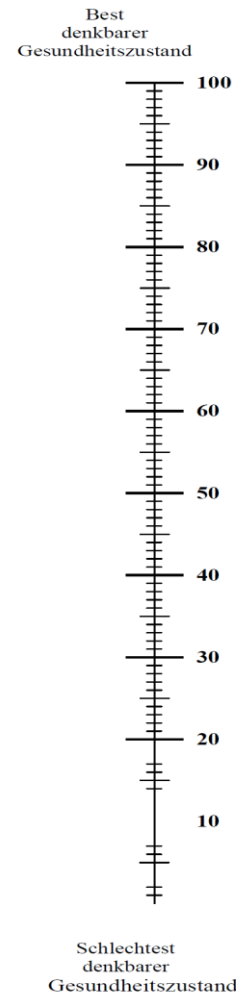
- Ich habe keine Probleme, meinen alltäglichen Tätigkeiten nachzugehen
- Ich habe einige Probleme, meinen alltäglichen Tätigkeiten nachzugehen
- Ich bin nicht in der Lage, meinen alltäglichen Tätigkeiten nachzugehen

Schmerzen/Körperliche Beschwerden

- Ich habe keine Schmerzen oder Beschwerden
- Ich habe mäßige Schmerzen oder Beschwerden
- Ich habe extreme Schmerzen oder Beschwerden

Angst/Niedergeschlagenheit

- Ich bin nicht ängstlich oder deprimiert
- Ich bin mäßig ängstlich oder deprimiert
- Ich bin extrem ängstlich oder deprimiert



Um Sie bei der Einschätzung, wie gut oder wie schlecht Ihr Gesundheitszustand ist, zu unterstützen, haben wir eine Skala gezeichnet, ähnlich einem Thermometer. Der best denkbare Gesundheitszustand ist mit einer "100" gekennzeichnet, der schlechteste mit "0".

Wir möchten Sie nun bitten, auf dieser Skala zu kennzeichnen, wie gut oder schlecht Ihrer Ansicht nach Ihr persönlicher Gesundheitszustand heute ist.

Bitte beantworten Sie die folgenden 12 Fragen, indem Sie bei jeder Frage die zutreffende Zahl ankreuzen. Wählen Sie nur eine Antwort pro Frage.

1. Wie würden Sie die Schmerzen beschreiben, die Sie üblicherweise in Ihrem Knie hatten?

- 1. Keine
- 2. Sehr Gering
- 3. Gering
- 4. Mäßig
- 5. Stark

2. Hatten Sie wegen Ihrem Knie Schwierigkeiten, sich selbst zu waschen und abzutrocknen (am ganzen Körper)?

- 1. Überhaupt keine Schwierigkeiten
- 2. Sehr geringe Schwierigkeiten
- 3. Mäßige Schwierigkeiten
- 4. Extreme Schwierigkeit
- 5. Unmöglich zu tun

3. Hatten Sie wegen Ihrem Knie Schwierigkeiten, in ein, bzw. Aus einem Auto zu steigen oder öffentliche Verkehrsmittel zu benutzen? (welches Sie eher benutzen)

1. Überhaupt keine Schwierigkeiten
2. Sehr geringe Schwierigkeiten
3. Mäßige Schwierigkeiten
4. Extreme Schwierigkeit
5. Unmöglich zu tun

4. Wie lange konnten Sie gehen, bevor Sie starke Schmerzen in ihrem Knie bekamen (mit oder ohne Stock)?

1. Keine Schmerzen / > 30 Minuten
2. 16 bis 30 Minuten
3. 5 bis 15 Minuten
4. Nur zu Hause
5. Gar nicht

5. Wie schmerzhaft war es für Sie wegen Ihrem Knie, nach einer Mahlzeit wieder vom Tisch aufzustehen?

1. Gar nicht schmerzhaft
2. Ein wenig schmerzhaft
3. Mäßig schmerzhaft
4. Sehr schmerzhaft
5. Unerträglich

6. Haben Sie wegen Ihrem Knie beim Gehen gehinkt?

1. Selten / nie
2. Manchmal oder nur am Anfang
3. Oft, nicht nur am Anfang
4. Die meiste Zeit
5. Die ganze Zeit

7. Konnten Sie sich hinknien und danach wieder aufstehen?

1. Ja, leicht
2. Mit geringen Schwierigkeiten
3. Mit mäßigen Schwierigkeiten
4. Mit extremen Schwierigkeiten
5. Nein, unmöglich

8. Wurden Sie nachts im Bett durch Schmerzen in Ihrem Knie gestört?

1. Nie
2. Nur 1 oder 2 Nächte
3. Einige Nächte
4. Die meisten Nächte
5. Jede Nacht

9. Wie sehr haben Schmerzen in Ihrem Knie Ihre normale Arbeit (einschließlich Hausarbeit) beeinträchtigt?

1. Gar nicht
2. Ein wenig
3. Mäßig
4. Erheblich
5. Vollständig

10. Hatten Sie das Gefühl, dass Ihr Knie plötzlich “nachgeben” oder Sie nicht mehr tragen könnte?

1. Selten / nie
2. Manchmal oder nur am Anfang
3. Oft, nicht nur am Anfang
4. Die meiste Zeit
5. Die ganze Zeit

11. Konnten Sie die Haushaltseinkäufe selbst erledigen?

1. Ja, leicht
2. Mit geringen Schwierigkeiten
3. Mit mäßigen Schwierigkeiten
4. Mit extremen Schwierigkeiten
5. Nein, unmöglich

12. Konnten Sie eine Treppe hinunter gehen?

1. Ja, leicht
2. Mit geringen Schwierigkeiten
3. Mit mäßigen Schwierigkeiten
4. Mit extremen Schwierigkeiten
5. Nein, unmöglich

Sie werden nun gebeten im Score die Stärke Ihrer Schmerzen, Ihrer Steifigkeit oder Ihrer Behinderung anzugeben. Bitte vergessen Sie nicht, je weiter rechts Sie das „X“ ankreuzen, umso mehr Schmerzen, Steifigkeit oder Behinderung haben Sie.

Schmerzfragen

Die folgenden Fragen beziehen sich auf die Stärke der Schmerzen, die sie im Knie haben. Bitte geben Sie für jede Frage die Stärke der Schmerzen an, die Sie in den letzten 2 Tagen verspürt haben. Bitte kreuzen Sie die zutreffenden Kästchen an.

Bitte beantworten Sie jede Frage. Bei jeder Frage sollten Sie nur ein Kästchen ankreuzen.

1. Wie stark sind Ihre Schmerzen beim Gehen auf ebenem Boden?

Keine Schmerzen Extreme Schmerzen

2. Wie stark sind Ihre Schmerzen beim Treppen hinauf- oder hinuntersteigen?

Keine Schmerzen Extreme Schmerzen

3. Wie Stark sind Ihre Schmerzen nachts im Bett?

Keine Schmerzen Extreme Schmerzen

4. Wie stark sind Ihre Schmerzen beim Sitzen oder Liegen?

Keine Schmerzen Extreme Schmerzen

5. Wie stark sind Ihre Schmerzen wenn Sie Aufrecht stehen?

Keine Schmerzen Extreme Schmerzen

Fragen zur Steifigkeit

Die folgenden Fragen beziehen sich auf die Steifigkeit (nicht die Schmerzen) im Kniegelenk. Steifigkeit ist ein Gefühl von Einschränkung oder Langsamkeit in der Beweglichkeit, wenn Sie Ihr Gelenk bewegen. Bitte geben Sie für jede Frage die Stärke der Steifigkeit an, die Sie in den letzten 2 Tagen verspürt haben.
(Bitte kreuzen Sie die zutreffenden Kästchen an)

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

Keine Schmerzen Extreme Schmerzen

2. Wie stark ist Ihre Steifigkeit nach dem Sitzen, Liegen oder Ausruhen im späteren Verlauf des Tages?

Keine Schmerzen Extreme Schmerzen

Fragen zur körperlichen Tätigkeit

Die folgenden Fragen beziehen sich auf Ihre körperliche Tätigkeit. Damit ist Ihre Fähigkeit gemeint, sich im Alltag zu bewegen und sich um sich selbst zu kümmern. Bitte geben Sie für jede der folgenden Aktivitäten den Schwierigkeitsgrad an, den Sie in den letzten 2 Tagen wegen Beschwerden im Gelenk gespürt haben.

(Bitte kreuzen Sie die zutreffenden Kästchen an)

1. Wie groß sind Ihre Schwierigkeiten eine Treppe hinunter zu gehen

Keine Schmerzen Extreme Schmerzen

2. Wie groß sind Ihre Schwierigkeiten eine Treppe hinauf zu gehen?

Keine Schmerzen Extreme Schmerzen

3. Wie groß sind Ihre Schwierigkeiten aus dem Sitzen Aufzustehen?

Keine Schmerzen Extreme Schmerzen

4. Wie groß sind Ihre Schwierigkeiten normal zu Stehen?

Keine Schmerzen Extreme Schmerzen

5. Wie groß sind Ihre Schwierigkeiten Sich zum Boden zu bücken ?

Keine Schmerzen Extreme Schmerzen

6. Wie Groß sind Ihre Schwierigkeiten beim Gehen auf ebenem Boden?

Keine Schmerzen Extreme Schmerzen

7. Wie groß sind Ihre Schwierigkeiten beim Einsteigen oder Aussteigen aus dem Auto?

Keine Schmerzen Extreme Schmerzen

8. Wie groß sind Ihre Schwierigkeiten beim Einkaufen gehen

Keine Schmerzen Extreme Schmerzen

9. Wie groß sind Ihre Schwierigkeiten sich Ihre Socken oder Strümpfe anzuziehen?

Keine Schmerzen Extreme Schmerzen

10. Wie groß sind Ihre Schwierigkeiten aus dem Bett auf zu stehen?

Keine Schmerzen Extreme Schmerzen

11. Wie groß sind Ihre Schwierigkeiten sich Ihre Socken oder Strümpfe auszuziehen?

Keine Schmerzen Extreme Schmerzen

12. Haben Sie Schwierigkeiten wenn Sie im Bett liegen?

Keine Schmerzen Extreme Schmerzen

13. Wie groß sind Ihre Schwierigkeit in ein Bad/ Dusche ein- oder auszusteigen

Keine Schmerzen Extreme Schmerzen

14. Haben Sie Schwierigkeiten wenn Sie sitzen?

Keine Schmerzen Extreme Schmerzen

15. Wie groß sind Ihre Schwierigkeiten Sich auf die Toilette zusetzen/ oder aufzustehen?

Keine Schmerzen Extreme Schmerzen

16. Wie groß sind Ihre Schwierigkeiten bei anstrengender Hausarbeiten

Keine Schmerzen Extreme Schmerzen

17. Wie groß sind Ihre Schwierigkeiten bei leichter Hausarbeiten

Keine Schmerzen

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

Extreme Schmerzen

Wie wichtig sind für Sie die Erwartungen in der Behandlung Ihres Kniegelenkes

Sehr wichtig

wichtig

mäßig wichtig

würde ich nicht erwarten

Trifft auf mich nicht zu

Nachlassen des Schmerzes

1

2

3

4

5

Wenn Sie dieses erwarten, kreuzen Sie bitte an

Verminderung der Schmerzen
überwiegende Schmerzfreiheit
vollständige Schmerzfreiheit

Verbesserung der Gehfähigkeit

1

2

3

4

5

Wenn Sie dieses erwarten, kreuzen Sie bitte an

Gehfähigkeit über Strecken bis 100m
Gehfähigkeit über mittlere Gehstrecken bis 1km
Gehfähigkeit über 1km hinaus

Wie wichtig sind für Sie die Erwartungen in der Behandlung Ihres Kniegelenkes

Sehr wichtig

wichtig

mäßig wichtig

würde ich nicht erwarten

Trifft auf mich nicht zu

Unabhängigkeit von orthopädischen Hilfsmitteln (Stützen, Krücken, Rollator)

1

2

3

4

5

Das Knie vollständig strecken können

1

2

3

4

5

Verbesserung des Hinaufsteigens der Treppe

1

2

3

4

5

Verbesserung des Hinabsteigens der Treppe

1

2

3

4

5

Verbesserung des Hinkniens (Gartenarbeit, Kirchenbank)

1

2

3

4

5

Verbesserung des Hinhockens (tiefe Beugung)

1

2

3

4

5

Verbesserung der Fähigkeit öffentliche Verkehrsmittel zu nutzen und selbständig Auto zu fahren

1

2

3

4

5

Ermöglichung durch die OP wieder am Berufsleben teil zu haben	1	2	3	4	5
Erleichterung der Teilnahme an Freizeitaktivitäten wie Tanzen, Reisen etc.	1	2	3	4	5
Erleichterung der Ausführung von Aktivitäten des täglichen Lebens wie Haushaltsführung und Einkaufen	1	2	3	4	5
Verbesserung der Teilnahme an sportlichen Aktivitäten	1	2	3	4	5
Vereinfachung von Positionswechseln, z. B. leichteres Aufstehen aus dem Sitzen	1	2	3	4	5
Verbesserung der sozialen Beziehungen (Kommunikation, Ausgehen, mit Kindern spielen)	1	2	3	4	5
Verbesserung sexueller Aktivitäten	1	2	3	4	5
Verbesserung des psychischen Wohlbefindens und Ausgeglichenheit	1	2	3	4	5

Sie werden von uns wegen körperlicher Beschwerden untersucht und behandelt. Zur vollständigen Beurteilung Ihrer vermuteten oder bereits bekannten Erkrankung bitten wir Sie im vorliegenden Fragebogen um einige persönliche Angaben. Man weiß heute, dass körperliche Krankheiten und seelisches Befinden oft eng zusammenhängen. Deshalb beziehen sich die Fragen ausdrücklich auf Ihre allgemeine und seelische Verfassung. Die Beantwortung ist selbstverständlich freiwillig.

Wir bitten Sie jedoch, jede Frage zu beantworten und zwar so wie es für Sie höchstpersönlich in der letzten Woche am ehesten zutraf. Machen Sie bitte nur ein Kreuz pro Frage und lassen Sie bitte keine Frage aus! Überlegen Sie bitte nicht zu lange, sondern wählen Sie die Antwort aus, die Ihnen auf Anhieb am Zutreffendsten erscheint! Alle Ihre Antworten unterliegen der ärztlichen Schweigepflicht.

1. Ich fühle mich angespannt oder überreizt

meistens

oft

von Zeit zu Zeit/gelegentlich

überhaupt nicht

2. Ich kann mich heute noch so freuen wie früher

ganz genau so

nicht ganz so sehr

nur noch ein wenig

kaum oder gar nicht

3. Mich überkommt eine ängstliche Vorahnung, dass etwas Schreckliches passieren könnte

ja, sehr stark

ja, aber nicht allzu stark

ja, aber es macht mir keine Sorgen

überhaupt nicht

4. Ich kann lachen und lustige Seiten der Dinge sehen

ja, so viel wie immer

nicht mehr ganz so viel

inzwischen viel weniger

überhaupt nicht

5. Mir gehen beunruhigende Gedanken durch den Kopf

ein Großteil der Zeit
verhältnismäßig oft
von Zeit zu Zeit, aber nicht all zu oft
nur gelegentlich/nie

6. Ich fühle mich glücklich

überhaupt nicht
selten
manchmal
meistens

7. Ich kann behaglich dasitzen und mich entspannen

ja, natürlich
gewöhnlich spontan
nicht oft
überhaupt nicht

8. Ich fühle mich in meinen Aktivitäten gebremst

fast immer
sehr oft
manchmal
überhaupt nicht

9. Ich habe manchmal ein ängstliches Gefühl in der Magengegend

überhaupt nicht
gelegentlich
ziemlich oft
sehr oft

10. Ich habe das Interesse an meiner äußeren Erscheinung verloren

ja, stimmt genau
ich kümmere mich nicht so sehr darum, wie ich sollte
möglicherweise kümmere ich zu wenig darum
ich kümmere mich so viel darum wie immer

11. Ich fühle mich rastlos muss immer in Bewegung sein

ja, tatsächlich sehr
ziemlich
nicht sehr
kaum bis gar nicht

12. Ich blicke mit Freude in die Zukunft

ja, sehr
eher weniger als früher
viel weniger als früher
kaum bis gar nicht

13. Mich überkommt plötzlich ein panikartiger Zustand

ja, tatsächlich sehr oft
ziemlich oft
nicht sehr oft
überhaupt nicht

14. Ich kann mich an einem guten Buch einer Radio- oder Fernsehsendung erfreuen

oft
manchmal
eher selten
sehr selten