

---

Aus dem  
Centrum für Muskuloskeletale Chirurgie  
Klinik für Orthopädie und Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie  
Campus Virchow Klinikum  
der Medizinischen Fakultät Charité  
Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

**Analyse der postoperativen Lebensqualität nach periprothetischen  
Frakturen bei Hüft- und Knieprothesen**

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

vorgelegt der Medizinischen Fakultät  
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Johanna Kostron (geb. Gruner)  
aus Berlin

Datum der Promotion: 05.03.2021

---

Meinem Mann Arthur gewidmet

---

Teilergebnisse der vorliegenden Arbeit wurden bereits veröffentlicht in:

Märdian, S., Schaser, K. D., Gruner, J., Scheel, F., Schwabe, P., Quality of life and functional outcome of periprosthetic fractures around the knee following knee arthroplasty. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2015;82(2):113-118.

Märdian, S., Schaser, K. D., Gruner, J., Scheel, F., Schwabe, P. Adequate surgical treatment of periprosthetic femoral fractures following hip arthroplasty does not correlate with functional outcome and quality of life, *Int Orthop.* 2015;39(9):1701-1708.

Märdian, S., Perka, C., Schaser, K. D., Gruner, J., Scheel, F., Schwabe, P., Cardiac disease and advanced age increase the mortality risk following surgery for periprosthetic femoral fractures, *Bone Joint J* 2017; 99-B: 921-926.

---

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1</b>	<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>11</b>
5.1	Epidemiologie .....	11
5.2	Ursachen und Risikofaktoren .....	12
5.3	Diagnostik .....	15
5.4	Klassifikation pPF .....	16
5.4.1	Unified Classification System (47).....	16
5.4.2	Periprothetische Femurfrakturen bei implantierter Hüftendoprothese .....	17
5.4.3	Periprothetische Femurfrakturen bei implantierter Knieendoprothese .....	18
5.4.4	Periprothetische Tibiafrakturen bei implantierter Knieendoprothese .....	18
5.5	Therapieplanung und Versorgungszeitpunkt.....	19
5.6	Konservative Therapie .....	21
5.7	Operative Therapie .....	22
5.8	Therapieverfahren .....	25
5.8.1	Plattenosteosynthese .....	26
5.8.2	Retrograder Verriegelungsnagel.....	28
5.8.3	Fixateur externe.....	29
5.8.4	Drahtcerclagen .....	29
5.8.5	(Teil-) Prothesenwechsel .....	30
5.8.6	Additive Verfahren .....	31
5.9	Lebensqualität .....	32
5.10	Gesundheitsbezogene Lebensqualität.....	33
5.11	Ziel der Studie.....	35
<b>6</b>	<b>Materialien und Methoden .....</b>	<b>36</b>
6.1	Datenerfassung .....	36
6.1.1	Aufbau der Fragebögen.....	37
6.2	Statistische Auswertung .....	43

---

<b>7</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>44</b>
7.1	Epidemiologie	44
7.2	Chirurgische Details	44
7.2.1	Verankerungen	44
7.2.2	Unfallmechanismus	44
7.2.3	Frakturtypen	45
7.2.4	Art der operativen Versorgung	46
7.2.5	Konsolidierungsrate und -dauer	46
7.2.6	Postoperative Komplikationen	47
7.3	Nebenerkrankungen	47
7.4	Überlebensrate	48
7.5	Ergebnisse der Fragebögen	49
7.5.1	VAS	49
7.5.2	Harris Hip Score	49
7.5.3	WOMAC-Score	50
7.5.4	SF-36 Score	51
7.5.5	Lysholm Score	54
7.5.6	KSS	55
7.6	Ergebnisse prädiktive Faktoren	55
7.7	Zusammenhänge von Funktion und Lebensqualität	57
<b>8</b>	<b>Diskussion</b>	<b>60</b>
<b>9</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>70</b>
<b>10</b>	<b>Eidesstattliche Versicherung</b>	<b>78</b>
<b>11</b>	<b>Anteilerklärung an etwaigen erfolgten Publikationen</b>	<b>79</b>
<b>12</b>	<b>Lebenslauf</b>	<b>80</b>
<b>13</b>	<b>Publikationsliste</b>	<b>81</b>
<b>14</b>	<b>Danksagung</b>	<b>82</b>

---

## 1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Vancouver Klassifikation.....	17
Abbildung 2: Su-Klassifikation der periprothetischen Femurfrakturen .....	18
Abbildung 3: Klassifikation nach Felix <i>et al.</i> für periprothetische Tibiafrakturen ..	19
Abbildung 4: Therapie-Algorithmus periprothetischer Femurfrakturen bei implantierter Hüftprothese .....	23
Abbildung 5: Therapiealgorithmus bei distalen periprothetischen Femurfrakturen bei implantierter Knieendoprothese .....	24
Abbildung 6: Therapiealgorithmus für periprothetische Tibiafrakturen .....	25
Abbildung 7: pPHF nach Vancouver-Klassifikation.....	45
Abbildung 8: pPKF nach Su-Klassifikation und Felix-Klassifikation.....	45
Abbildung 9: kumulierte Überlebensrate der gesamten Patientenkohorte.....	48
Abbildung 10: HHS (pPHF) kategorisiert nach Fraktureinteilung und Therapieverfahren .....	50
Abbildung 11: WOMAC-Score (pPHF) kategorisiert nach Fraktureinteilung und Therapieverfahren .....	50
Abbildung 12: WOMAC-Score Ergebnisse pPKF kategorisiert nach Frakturtyp und Therapieverfahren .....	51
Abbildung 13: SF-36 Score (pPHF) kategorisiert nach Fraktureinteilung und Therapieverfahren .....	53
Abbildung 14: SF-36 Score (pPKF) kategorisiert nach Frakturtyp und Therapieverfahren .....	53
Abbildung 15: ASA-Klassifikation als Prädiktor für das Ergebnis des HHS.....	56
Abbildung 16: ASA-Klassifikation als Prädiktor für das Ergebnis des SF-36 Scores.....	56
Abbildung 17: Korrelation zwischen Harris Hip Score und SF-36.....	57
Abbildung 18: Korrelation zwischen Harris Hip Score und WOMAC Score.....	58
Abbildung 19: Korrelation zwischen WOMAC Score und KSS Funktionssscore .	59
Abbildung 20: Korrelation zwischen SF-36 Score und KSS Funktionssscore .....	59

---

## 2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Intraoperative versus postoperative Risikofaktoren pPF (13, 27-30) ..	14
Tabelle 2: Aufbau der Datentabelle .....	37
Tabelle 3: Inhalt des standardisierten Fragebogens für pPHF und pPKF .....	38
Tabelle 4: Unfallmechanismus für pPHF und pPKF .....	44
Tabelle 5: ASA Score für pPHF und pPKF .....	47
Tabelle 6: Mittelwerte SF-36; Vergleich zwischen pPHF, pPKF und Normpopulation.....	52

---

### 3 Abkürzungsverzeichnis

ADL	Activities of daily living
ASA	American Society of Anaesthesiologists
BSG	Blutsenkungsgeschwindigkeit
CRIF	Closed reduction internal fixation (geschlossene Reposition und interne Fixierung)
CRP	C-reaktives Protein
CT	Computertomographie
etc.	et cetera
ggf.	gegebenenfalls
HHS	Harris Hip Score
KSS	Knee Society Score
LISS	Less Invasive Stabilization System
MRT	Magnetresonanztomographie
ORIF	Open Reduction internal fixation (offene Reposition und interne Fixierung)
pPF	periprothetische Fraktur
pPHF	periprothetische Hüftfraktur
pPKF	periprothetische Kniefraktur
prox.	proximal
ROM	Range Of Motion
SF-36	Short Form 36
TEP	Totalendoprothese
u.a.	unter anderem
WOMAC	Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index
z.B.	zum Beispiel



---

## 4 Zusammenfassung

Die periprothetische Fraktur (pPF) ist eine seltene und gefürchtete Komplikation bei Patienten mit liegender Hüft- oder Knieendoprothese. Aufgrund des oft fortgeschrittenen Alters und der häufigen multiplen Begleiterkrankungen der Patienten ist die Therapie komplex und stellt das interdisziplinäre Behandlungsteam vor eine große Herausforderung. Neben der adäquaten und langlebigen Frakturversorgung ist ein weiterer wesentlicher Aspekt eine gute Funktion mit hoher Lebensqualität. Letztere hängt sehr eng mit der körperlichen Mobilität zusammen und spielt gerade bei der hohen Aktivität von Patienten auch im fortgeschrittenen Alter eine immer wichtigere Rolle.

Diese Arbeit stellt die Ergebnisse von 157 Patienten vor, die in einem 8 Jahres-Zeitraum in einem Zentrum der Maximalversorgung therapiert wurden. Es zeigte sich, dass die postoperative Lebensqualität (gemessen am WOMAC Score und SF-36 Score) bei Patienten nach versorgter periprothetischer Hüftfraktur (pPHF) signifikant besser im Vergleich zu Patienten nach versorgter periprothetische Kniefraktur (pPKF) ist. Interessanterweise konnte jedoch in der Subgruppenanalyse beider Kohorten kein signifikanter Unterschied der Lebensqualität in Bezug auf die Frakturmorphologie oder Operationstechnik ermittelt werden. Weiterhin zeigte sich, dass das funktionelle Outcome (gemessen an HHS und KSS Funktionsscore) maßgeblich die postoperative Lebensqualität nach operativer Versorgung einer pPF beeinflusst. Der einzige prädiktive Faktor für ein schlechtes Outcome war die ASA Klassifikation, wohingegen weder Alter, Geschlecht, Prothesenverankerung noch Art der operativen Versorgung als prädiktive Parameter detektiert werden konnten.

Aufgrund der geringen Fallzahlen ist die Aussagekraft eingeschränkt und weitere Forschungsarbeit ist notwendig. Dennoch kann festgehalten werden, dass die Behandlung von periprothetischen Frakturen in die Hand eines erfahrenen interdisziplinären Behandlungsteams gehört und eine frühzeitige und intensivierete Rehabilitation begonnen werden sollte, um ein gutes funktionelles Ergebnis und folglich auch eine hohe patientenspezifische Lebensqualität zu erreichen.

---

## **Abstract**

Periprosthetic fracture (pPF) is a rare and dreaded complication for patients with hip or knee arthroplasty. Due to advanced age and multiple comorbidities of affected patients, therapy is complex and requires an interdisciplinary team. The primary treatment goal is to gain high function as well as to achieve high posttraumatic quality of life. Those two are closely linked as physical mobility plays an increasing role in the highly active patients even in advanced age.

The aim of this research was to analyze the quality of life after surgically treated pPF with a hip or knee arthroplasty in 157 patients. The postoperative quality of life (measured by WOMAC and SF-36) was significantly better in patients after pPHF compared to patients after pPKF. However, subgroup analysis showed no significant difference in quality of life depending on fracture morphology or surgical technique. Furthermore, it was shown that the functional outcome (as measured by HHS and KSS functional scores) significantly influences postoperative quality of life after surgical treatment of pPF. The only predictive factor for a poor outcome was the ASA classification, whereas neither age, sex, prosthetic anchorage, or type of surgical care were predictive factors.

Due to the small number of cases, the validity of this study is limited and further research is warranted to shed light on this increasingly important topic. When dealing with a pPF an interdisciplinary team needs to be involved and an early and intensified rehabilitation should be started to achieve a good functional outcome and hence a high patient-specific quality of life.

---

## 5 Einleitung

Aufgrund der demographischen Entwicklung mit einer zwar alternden, aber dennoch zunehmend aktiven Bevölkerung ist die Zahl an Gelenkersatzimplantationen in den letzten Jahrzehnten kontinuierlich gestiegen (1). Damit einhergehend nimmt die Zahl von Revisionseingriffen stetig zu. Hauptsächliche Indikation für solche Revisionsoperationen sind Prothesenlockerungen, Infektionen sowie periprothetische Frakturen (pPF), welche eine ebenso zunehmende (Inzidenz 0-18%) und gleichzeitig gefürchtete Komplikation sind (2-4). Mit steigendem Alter und höherer Prävalenz von Komorbiditäten resultieren gravierende perioperative Risiken. Aktuelle Untersuchungen belegen den drastischen Anstieg von pPF in den letzten Jahren (5-7). Grundlage für ein gutes Behandlungsergebnis dieser Verletzungen ist die genaue Diagnostik, Therapieplanung und –durchführung, sowie eine adäquate Nachsorge.

Oberstes Ziel der Therapie ist neben dem funktionellen Aspekt die posttraumatische Lebensqualität der Patienten. Diese ist sehr eng mit der körperlichen Mobilität verbunden und spielt gerade bei der hohen Aktivität von Patienten auch im fortgeschrittenen Alter eine immer wichtigere Rolle.

### 5.1 Epidemiologie

Im Jahr 2014 wurden in Deutschland über 160.000 Hüft- und über 130.000 Knieendoprothesen implantiert (8). Damit zählt die Bundesrepublik Deutschland international mit zu den Spitzenreitern der Endoprothesenimplantationen (9). Die Indikation wird aufgrund der fortschrittlichen Prothesen- und Implantationstechnik nicht nur bei alten und multimorbiden Patienten gestellt, sondern auch auf jüngere, mobile und aktive Patienten ausgeweitet, die aufgrund des hohen Aktivitätslevels besonders in die Risikogruppe für pPF fallen (10).

Der erste publizierte Fall einer pPF bei einliegender Hemiendoprothese am Hüftgelenk stammt aus dem Jahr 1954 (11). Heute machen pPF nach Hüftgelenkersatz mit Abstand den größten Teil aller periprothetischen Frakturen aus (12).

Eine Untersuchung der Arbeitsgruppe um Lindahl, welche Daten aus dem schwedischen Hüftprothesenregister untersucht, wies pPF mit einer Inzidenz von 9,5% neben aseptischen Lockerungen in 60,1% und rezidivierenden Prothesenluxationen in 13,1% als die dritthäufigste Ursache für einen Revisionseingriff an der Hüfte aus (13). Jedoch

---

schwanken die Angaben der Inzidenz pPF in der Literatur sehr, was unter anderem dem Fehlen zentraler Register geschuldet ist. In der gängigen Literatur wird sie mit 0,1 – 6% (14, 15) nach Hüftgelenksprothesen und 0,3 – 5,5% (16-22) nach Kniegelenksprothesen angegeben.

Bezüglich der Frakturklassifikation und damit gleichzeitig der Lokalisation werden in der Literatur unterschiedliche Häufigkeiten angegeben. Generell entfällt jedoch der geringste Anteil auf Frakturen im Bereich des Trochanter major bzw. minor (0 - 4%) (10, 23). Der größte Anteil der Frakturen liegt im Bereich des proximalen Femurs, vom Trochanter major bis zur Prothesenspitze (55% - 86%). Frakturen distal des Prothesenschaftes machen zwischen 10% - 37% der Fälle aus (10, 23).

Der Vollständigkeit halber seien an dieser Stelle auch die postoperativen, periprothetischen Azetabulumfrakturen zu nennen, die sehr selten auftreten und in der Literatur oft als Einzelfallbeschreibungen zu finden sind. In einer Studie von Peterson *et al.* wird die Inzidenz bei größtenteils zementfreien Implantationen mit 1:1490 beschrieben (24).

Bei pPF um das Kniegelenk entfällt der größte Anteil auf das distale Femur (0,3 – 2,5% (2)), während Tibia- (0,3 - 0,5% (7, 18)) und Patellafrakturen (0,15 - 0,68% (25, 26)) deutlich seltener sind. In einer großen retrospektiven Analyse der Mayo-Klinik wurde bei 12.464 Kniegelenkprothesen in 85 Fällen (0,68%) eine periprothetische Patellafraktur diagnostiziert.

## **5.2 Ursachen und Risikofaktoren**

Verschiedene Studien haben sich mit der Analyse und Identifikation von Risikofaktoren für pPF beschäftigt (13, 27-30). Grundsätzlich werden intraoperative von postoperativen Frakturen unterschieden (siehe Tabelle 1).

Das Risiko für intraoperative Femurfrakturen liegt bei Primärimplantation für zementierte Endoprothesen bei 0,1 - 1 % (31) und bei 3 - 20 % (32, 33) für zementfreie Implantate. Viele Studien haben gezeigt, dass die Inzidenz pPF bei zementierten Prothesen deutlich geringer ist als bei zementfreien Prothesen (34-36). Intraoperative Frakturen können beim Einbringen der Prothese (Press-fit-Effekt) oder durch zu weites Aufraspeln des Markraumes entstehen (5, 32, 33, 37). Nach Revisionsoperationen mit zementierter Endoprothese liegt das Frakturrisiko zwischen 3,5 - 6,3 % und bei zementfreier

---

Endoprothese kann das Risiko bis auf 20,9 % steigen (38, 39).

Außerdem zeigen verschiedene Untersuchungen, dass eine schwierige Entfernung von Prothesenbestandteilen und/oder Zement bei Revisionseingriffen sowie Deformitäten des proximalen Femurs prädisponierende Faktoren sind (6, 7, 16, 40).

Ebenso steigt das Risiko für eine pPF mit steigender Anzahl an vorangegangenen Revisionsoperationen (13). Verschiedene Arbeiten belegen zudem, dass die Expertise des Operateurs sowie die Dauer des Eingriffes eine wichtige Rolle bei der Entstehung dieser Folgeverletzungen spielen (13, 27-30).

Die häufigsten Ursachen postoperativer Frakturen sind niedrigenergetische Traumata, die in der Regel durch einfache Stürze bedingt sind (41, 42). Nach einer Auswertung des schwedischen Hüftprothesenregisters sind diese mit etwa 75% die Hauptursache postoperativer pPF (10). In einer Arbeit von Beals und Tower war in 84% ein Sturz ursächlich für den Knochenbruch. Spontanfrakturen oder Hochenergetraumen werden mit jeweils 8% beziffert (43, 44).

Weitere Ursachen stellen gelockerte Prothesenanteile, abriebbedingte Osteolysen, periprothetische Infektionen oder Stressfrakturen bei nicht optimal platzierten Prothesen dar (45). Eine Zusammenfassung der intra- und postoperativen Risikofaktoren zeigt Tabelle 1.

**Tabelle 1:** Intraoperative versus postoperative Risikofaktoren pPF (13, 27-30)

<b>Intraoperative Risikofaktoren</b>	<b>Postoperative Risikofaktoren</b>
<p><b>Patient</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Steroidtherapie</li> <li>➤ Osteomalazie</li> <li>➤ Alter</li> <li>➤ Weibliches Geschlecht</li> <li>➤ Neurologische Erkrankungen</li> <li>➤ Metabolische Erkrankungen</li> <li>➤ Erkrankungen des rheumatischen Formenkreises</li> <li>➤ Verminderte Knochenqualität und -quantität</li> <li>➤ Hoher ASA-Score</li> </ul> <p><b>Operation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Erfahrungen des Operateurs</li> <li>➤ Vorrangegangene Revisionsendoprothesen</li> <li>➤ lange Operationsdauer</li> <li>➤ Einbringen (Press-fit-Effekt) der Prothese</li> </ul> <p><b>Implantat</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Größe und Wahl des Implantats</li> <li>➤ Verankerung (zementiert vs. Zementfrei)</li> <li>➤ Fehlposition der Implantate und Achsenfehlstellung</li> </ul>	<p><b>Postoperativ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Implantatlockerung</li> <li>➤ Medikamenteneinnahme (z.B. Kortison)</li> <li>➤ Infektionen</li> <li>➤ Achsenfehlstellung</li> <li>➤ Lokale Osteolysen</li> <li>➤ Perforation</li> </ul>

Zu den allgemeinen patientenspezifischen Risikofaktoren zählen das Patientenalter, Erkrankungen, die mit einer verminderten Knochenqualität oder Frakturheilung (z. B. Osteoporose, Steroidtherapie, Erkrankungen des rheumatischen Formenkreises, metabolische Knochenerkrankungen, Morbus Paget, Osteogenesis imperfecta) einhergehen oder neurologische Erkrankungen (z. B. zerebrale Ataxie, Morbus Parkinson und Myasthenia gravis) mit erhöhtem Sturzrisiko (13, 18, 46).

---

### 5.3 Diagnostik

Eine ausführliche klinische Untersuchung, sowie eine genaue Anamnese bilden die Grundlage für das weitere diagnostische und therapeutische Vorgehen bei pPF. Im Rahmen der Anamnese sind neben der Erhebung aller relevanter Nebendiagnosen vor allem die Anzahl und Art der Voroperationen zu erheben. Um die zentrale Frage der Implantatstabilität (locker versus fest verankert) beantworten zu können, ist eine dezidierte Schmerz- und Funktionsanamnese des betroffenen Gelenkes zu erheben. Diese Informationen können in Zusammenschau mit der radiologischen Basisdiagnostik wegweisend für die Entscheidungsfindung sein. Im Rahmen der körperlichen Untersuchung muss nach den Kardinalssymptomen für Frakturen (Fehlstellung, Schmerz, Funktionseinschränkung, Schwellung, Hämatom) gefahndet werden. Durch genaue Kenntnisse der Komorbiditäten der betroffenen Patienten kann ggf. eine Ursache (z. B. kardiale Synkope) identifiziert und im Anschluss ggf. auch kausal therapiert werden. Selbstverständlich muss im Rahmen des Patientengesprächs der implantierte Prothesentyp (inklusive Hersteller) eruiert oder im optimalen Falle dem vorhandenen Prothesenpass entnommen werden. Eine zweite zentrale Frage, welche im Rahmen der Diagnostik neben der Lockerung gestellt werden muss, ist die nach einem Protheseninfekt.

Grundlegende laborchemische Parameter wie das C-reaktive Protein (CRP), die Blutsenkungsgeschwindigkeit (BSG) und die Leukozytenzahl müssen erhoben werden und können hinweisend für eine mögliche periprothetische Infektion sein. Anamnestische Angaben wie z. B. Fieber und Nachtschweiß in Kombination mit erhöhten Entzündungsparametern, können bei Ausschluss anderer Ursachen als Zeichen einer systemischen Ausbreitung gewertet werden.

Neben den genannten anamnestischen Angaben und den Untersuchungsbefunden stellt die konventionell radiologische Diagnostik den Goldstandard dar. Die angefertigten Aufnahmen sollten so gewählt werden, dass alle Prothesenkomponenten und der betroffene Skelettabschnitt mit den angrenzenden Gelenken abgebildet sind. So können die Lokalisation und der Frakturverlauf klassifiziert, die Prothese und deren Verankerung beurteilt, sowie erste Aussagen über die vorherrschende Knochenqualität gemacht werden.

Ergibt sich aufgrund der Anamnese der Verdacht einer Prothesenlockerung, die jedoch in der konventionell radiologischen Diagnostik nicht sicher nachgewiesen werden kann,

---

ist eine weiterführende Diagnostik angezeigt. Obwohl die Aussagekraft der Computertomographie aufgrund von Artefaktbildung durch das einliegende Metallimplantat eingeschränkt ist, hat sich diese bei komplexen Fällen als äußerst hilfreich erwiesen, insbesondere da die Bildqualität in den letzten Jahrzehnten deutlich verbessert werden konnte. Zuletzt wurde durch technische Innovationen geräteseitig aber auch durch softwaregestützte Bildverarbeitung eine sehr gute Metallartefaktreduktion erreicht, sodass in den meisten Fällen die CT-Diagnostik der periprothetischen Fraktur hilfreiche Zusatzinformationen bis hin zur Feindiagnostik der Frakturverläufe zulässt. Dennoch muss damit gerechnet werden, dass eine Prothesenlockerung zuletzt erst intraoperativ festgestellt wird, was sich wiederum in der chirurgischen Expertise als auch in der Vorhaltung von revisionsendoprothetischen Möglichkeiten widerspiegeln muss. Die Magnetresonanztomographie (MRT) hat in der Diagnostik von pPF bisher einen untergeordneten Stellenwert und ist individuellen Fragestellungen (z. B. Begleitverletzungen) vorbehalten.

## **5.4 Klassifikation pPF**

### **5.4.1 Unified Classification System (47)**

Aus Aktualitätsgründen, jedoch nicht in dieser Arbeit verwendet, ist das sogenannte Unified Classification System (UCS) zu erwähnen, das Duncan und Haddad 2013 entwickelten (47). Diese Klassifikation bietet den Vorteil, dass sie auf das gesamte Spektrum der pPF anwendbar ist (48). Die UCS-Klassifikation verbindet das Grundprinzip der AO-Klassifikation (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen) mit der Vancouver Klassifikation und lässt sich sowohl auf intraoperativ als auch auf postoperativ aufgetretene pPF anwenden (siehe unten).

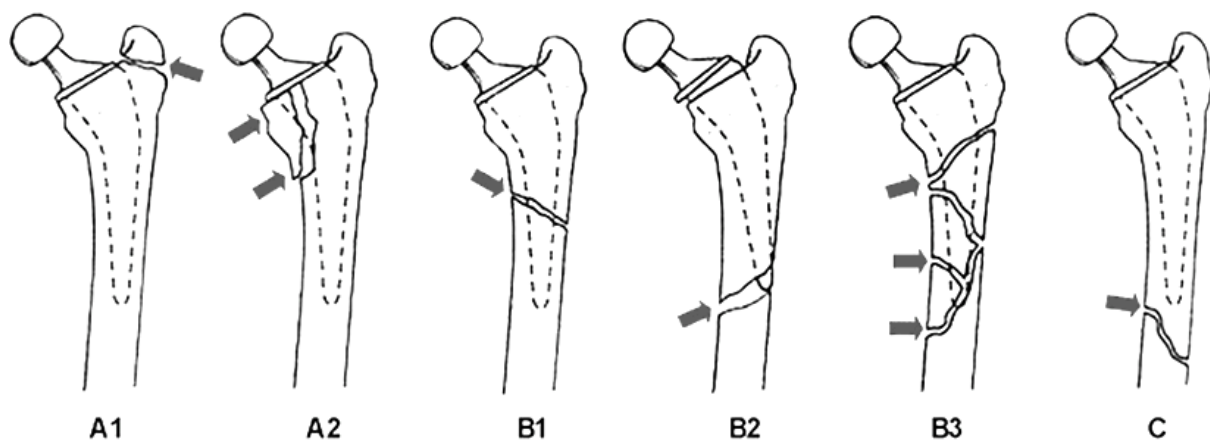
Die UCS-Klassifikation umfasst die Frakturlokalisierung und den Frakturtyp in Bezug auf das Implantat. Frakturen vom Typ A sind apophysär lokalisiert. Frakturen vom Typ B betreffen den Bereich des Implantatlagers. Typ C Frakturen befinden sich außerhalb des Implantatlagers. Typ D Frakturen repräsentieren interprothetische Frakturen. Bei Typ E Frakturen sind beide Knochen um ein Implantat frakturiert und bei Typ F Frakturen befindet sich die Fraktur um eine Hemiendoprothese. Neben der Knochenqualität wird weiter berücksichtigt, ob das Implantat fest verankert oder aber gelockert ist. In Abhängigkeit der Stabilität des Implantates und der Knochenqualität werden pPF auf



Höhe des Prothesenschafts in B1, B2 und B3 unterteilt (B1: Prothese bei guter Knochenqualität fest integriert; B2: Prothese gelockert bei guter Knochenqualität; B3: Prothese gelockert bei schlechter Knochenqualität oder bestehenden Knochendefekten). Mit Hilfe dieser Klassifikation ist eine Einteilung auf jedes Gelenk übertragbar und somit eine einheitliche Beschreibung pPF möglich.

#### 5.4.2 Periprothetische Femurfrakturen bei implantierter Hüftendoprothese

Die bekannteste Klassifikation pPF nach Hüfttotalendoprothese ist die sog. Vancouver Klassifikation nach Duncan und Masri. Diese Klassifikation berücksichtigt nicht nur die anatomische Lage zur Fraktur, sondern auch den Verankerungszustand des Implantates. Damit ergibt sich die Möglichkeit eines Therapiealgorithmus für die jeweiligen Frakturentitäten (siehe unten) (49).



**Abbildung 1:** Vancouver Klassifikation modifiziert nach Raschke *et al.* (50)

Frakturen des Typs A sind im Bereich des Trochantermassivs lokalisiert. A<sub>G</sub> (greater trochanter, = A<sub>1</sub>): Trochanter major, A<sub>L</sub> (lesser trochanter = A<sub>2</sub>): Trochanter minor. Typ B Frakturen befinden sich distal des Trochanter major im Bereich des Prothesenschaftes und können bis zur Prothesenspitze reichen. Sie werden weiter subklassifiziert in Typ B1 (fest verankerte Prothesen) und B2 (gelockerte Prothese bei guter Knochenqualität), Typ B3 bezeichnet Frakturen bei welchen zusätzlich zur gelockerten Prothese eine schlechte Knochenqualität mit Osteolysen oder Trümmerzonen vorherrschen. Frakturen, die sich vollständig distal des Prothesenschaftes befinden, werden als Typ C bezeichnet. Bei diesen ist die Prothese fest verankert.

---

### 5.4.3 Periprothetische Femurfrakturen bei implantierter Knieendoprothese

Die Klassifikation nach Su *et al.* aus dem Jahr 2004 basiert auf einer rein anatomischen Zuordnung des Frakturtyps, die zu spezifischen chirurgischen Therapieoption zugeordnet werden können. Su *et al.* unterscheiden 3 Frakturtypen (51).

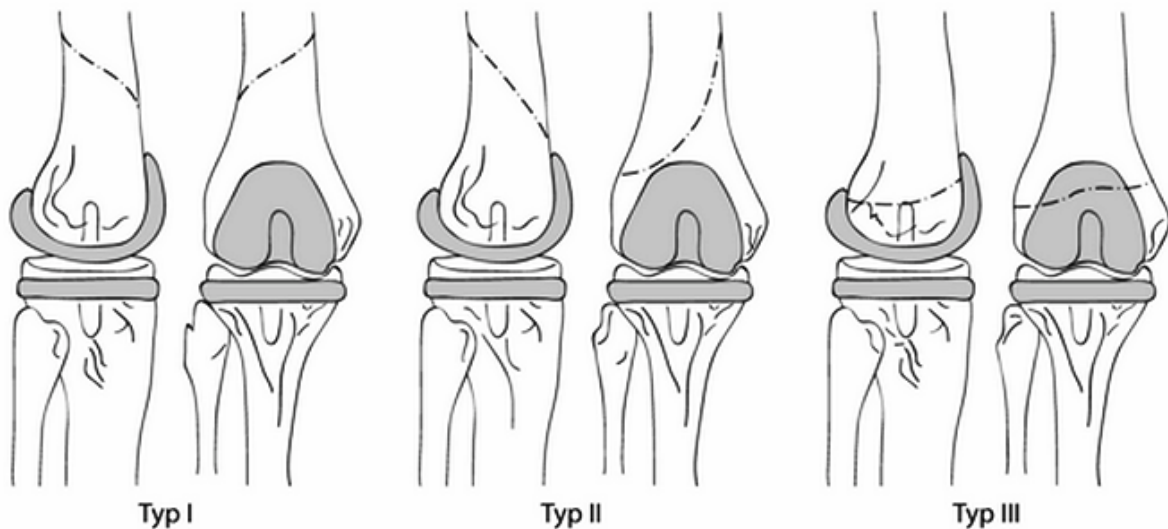


Abbildung 2: Su-Klassifikation der periprothetischen Femurfrakturen, modifiziert nach Heineck *et al.* (52)

Typ I Frakturen befinden sich vollständig proximal der femoralen Prothesenkomponente und damit außerhalb des Implantatlagers. Bei Typ II Frakturen beginnt die Frakturlinie auf Höhe des Prothesenschildes und verläuft von dort aus nach proximal, reicht also bis an das Implantatlager heran. Alle Frakturanteile der Typ III Frakturen liegen distal des Prothesenschildes und tangieren damit das Lager der Prothese.

### 5.4.4 Periprothetische Tibiafrakturen bei implantierter Knieendoprothese

Periprothetischen Tibiafrakturen werden nach Felix *et al.* eingeteilt (53). Diese 1997 publizierte Einteilung berücksichtigt neben der anatomischen Lokalisation der Fraktur auch den Verankerungszustand der Prothese. Daraus ergeben sich 12 Typen.

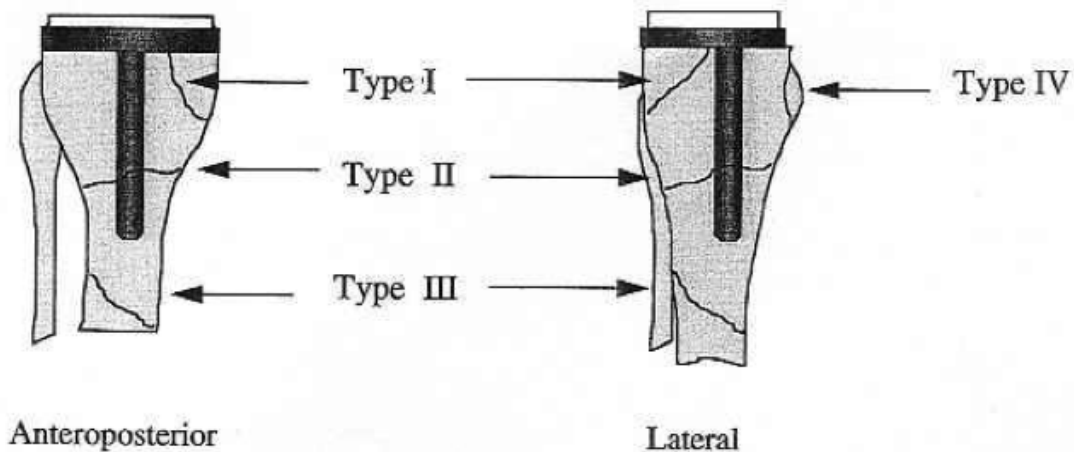


Abbildung 3: Klassifikation nach Felix *et al.* für periprothetische Tibiafrakturen, modifiziert nach Heineck *et al.* (52)

Typ I Frakturen beschreiben Frakturen im Bereich des Tibiaplateaus. Typ II Frakturen befinden sich im meta-/diaphysären Übergangsbereich und Typ III Frakturen sind distal der Prothesenspitze lokalisiert. Typ IV schließt den distalen Kniestreckapparat bzw. die Tuberositas tibiae mit ein. Neben dem eigentlichen Frakturtyp werden zusätzlich radiologisch fest integrierte Prothesen mit (A), gelockerte Prothese mit (B) und intraoperative Frakturen mit (C) gekennzeichnet.

## 5.5 Therapieplanung und Versorgungszeitpunkt

Das Therapieziel bei pPF besteht darin, die ursprüngliche Funktion und Mobilität wiederherzustellen (7). Aufgrund der Schwere und Komplexität dieser Verletzung sowie der Tatsache, dass zumeist geriatrische Patienten mit erheblichen Komorbiditäten, einer erhöhten Sturzneigung und schlechter Knochenqualität betroffen sind, wird der behandelnde Chirurg vor eine große Herausforderung gestellt. Neben den bestehenden Therapiealgorithmen (s. unten), die mithilfe der beschriebenen Klassifikationen entwickelt wurden, ist auch die Erfahrung des Operators von entscheidender Bedeutung für die Therapieplanung und den Therapieverlauf (54). Gleichfalls kommt dem peri- und postoperativen anästhesiologischen Management eine ebenso wichtige Bedeutung zu wie der oft notwendigen geriatrischen Nachbehandlung der Patienten (55).

---

Die Grundlage für ein erfolgreiches Therapiekonzept sollte unter anderem die folgenden Faktoren berücksichtigen (16, 56):

- Frakturmorphologie
- Knochenqualität
- Verankerung der Prothese (zementiert oder nicht zementiert)
- Prothesendesign
- Verletzungsschwere (z. B. begleitende Weichteilschäden, Gefäß- oder Nervenverletzung)
- Begleiterkrankungen
- Alter
- geistiger und körperlicher Gesundheitszustand
- Compliance des Patienten
- Bisherige Mobilität und Funktion
- Anspruch des Patienten

Die wesentlichen Therapieziele sind die komplikationsfreie Frakturheilung binnen 6 Monaten, der Erhalt bzw. Wiederaufbau des Knochens (vor allem bei Vancouver Typ B3 Frakturen), eine stabile Prothesenverankerung, Schmerzfreiheit, sowie die Wiederherstellung des Bewegungsausmaßes und der anatomischen Achsen der betroffenen Extremität (43, 57-59). Heilt die Fraktur in einer Fehlstellung aus, kann dies zu Fehlbelastungen mit einem erhöhtem Lockerungsrisiko für die einliegende Prothese führen (18, 51, 60).

Heutzutage wird eine möglichst frühzeitige definitive operative Stabilisierung dieser Frakturen angestrebt und konservative Therapieansätze wurden weitestgehend verlassen. Ausnahmen stellen lediglich nicht dislozierte Frakturen des Typs A<sub>G</sub> und A<sub>L</sub>, sowie Patienten mit einem unvertretbaren Risiko perioperativer Letalität dar.

In der Regel sollte die operative Versorgung pPF zeitnah durchgeführt werden. Bhattacharyya *et al.* beschrieben einen Anstieg der Mortalität um 27 % bei einer Verzögerung der Operation von 2 Tagen und mehr für die Versorgung periprothetischen Hüft- und Kniefrakturen (pPHF und pPKF) (61). Jedoch konnten in einer aktuellen Studie dieser Arbeitsgruppe gezeigt werden, dass vor allem kardiale Risikofaktoren das Überleben dieser Patientengruppe beeinflusst, sodass zu empfehlen ist, dass die operative Versorgung zugunsten einer Präkonditionierung und Verbesserung dieser

---

kardialen Situation aufgeschoben wird (62). Liegt eine offene Fraktur, Gefäß- oder Nervenverletzung oder ein manifestes Kompartmentsyndrom vor, besteht die Indikation zu einer Notfalloperation (16). Dabei stellt jedoch nicht die Fraktur an sich, sondern die Begleitverletzung die Indikation dar, sodass in diesen Fällen vor allem die temporäre Retention der Fraktur mittels externer Fixateure sowie das Weichteilmanagement im Vordergrund steht bzw. die Wiederherstellung der Durchblutung oder die Entlastung der betroffenen Kompartimente.

Ziel der definitiven operativen Behandlung ist eine mindestens übungs-, wenn möglich aber eine belastungsstabile Situation, da der postoperative Heilungsprozess auch durch eine schnelle Mobilisation des Patienten begünstigt wird (biologischer Reiz für die Knochenheilung) und gleichzeitig auch mögliche Komplikationen reduziert werden, die durch eine verlängerte Bettruhe und Inaktivität hervorgerufen werden. Trotz technisch sicher und stabil versorgter Frakturen ist die postoperative Mobilisation aufgrund vorbestehender Begleiterkrankungen in vielen Fällen jedoch erschwert.

## **5.6 Konservative Therapie**

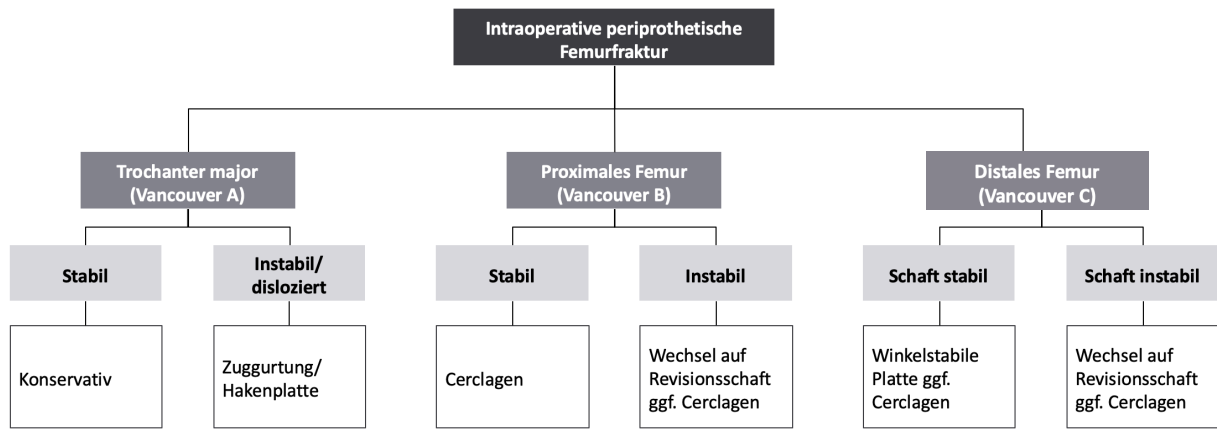
Aufgrund der beträchtlichen Komplikationsrate ist die konservative Therapie pPF nur Ausnahmefällen und speziellen Frakturtypen vorbehalten (gering dislozierte stabile Frakturen, stabil verankerte Prothese) (18, 45, 63). Außerdem hängt die Entscheidung für eine konservative Therapie von verschiedenen Faktoren ab, die eine individuelle Einschätzung und Beratung eines jeden Patienten obligat machen. Eine wichtige Voraussetzung für die konservative Therapie ist die Compliance des Patienten, um den regelmäßigen klinischen und radiologischen Kontrollen nachkommen und den Vorgaben des behandelnden Arztes Folge leisten zu können. Zielführend ist bei einer konservativen Therapie eine frühe Mobilisation und adäquate Analgesie, gestützt durch engmaschige klinische und radiologische Verlaufskontrollen. Es muss jedem Behandler bewusst sein, dass durch die notwendigen langen Immobilisationszeiten, die eine konservative Therapie mit sich bringen, das Risiko für Komplikationen wie Thrombosen, Lungenembolien, Pneumonien oder Weichteilprobleme steigt (18, 19, 46, 64).

---

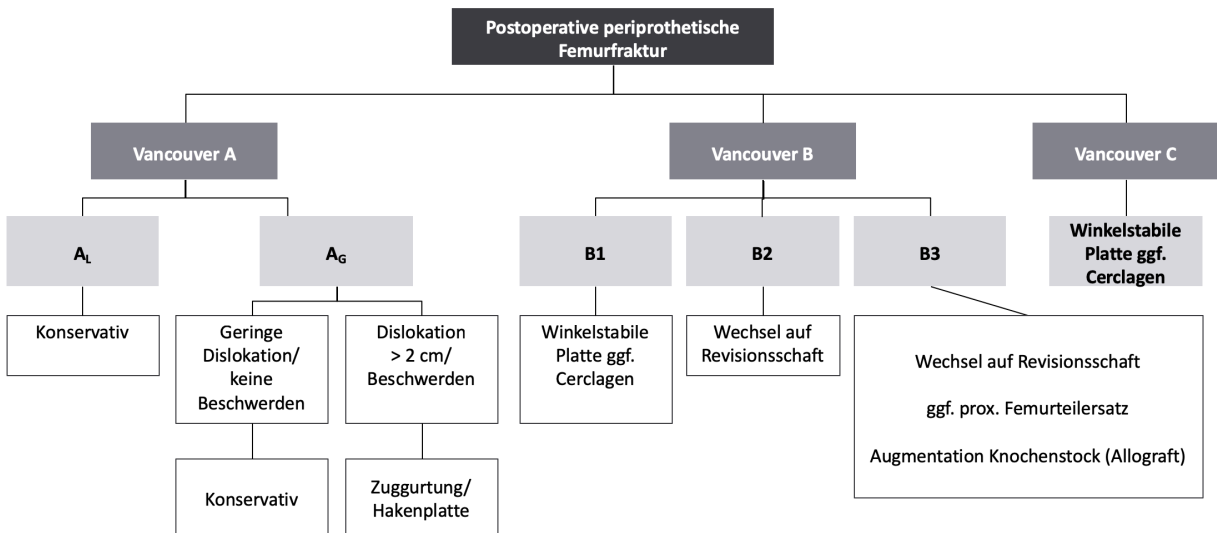
## 5.7 Operative Therapie

Basierend auf den oben vorgestellten Frakturklassifikationen, wurden operative Behandlungskonzepte mit dem Ziel entwickelt, eine adäquate Knochenheilung zu ermöglichen und den ursprünglichen Mobilitätsgrad wieder herzustellen (65, 66). Ausschlaggebend für die Entscheidung zwischen osteosynthetischer Rekonstruktion und Revisionsendoprothese ist maßgeblich der Verankerungszustand der Prothese (fest versus locker). Jedoch spielen auch der Frakturtyp sowie patientenabhängige Faktoren (Möglichkeit der Teilbelastung, Compliance, Komorbiditäten) eine wesentliche Rolle (67). Ist die Prothese gelockert, so muss ein (Teil-) Prothesenwechsel ggf. in Kombination mit einem osteosynthetischen Verfahren durchgeführt werden. In Ausnahmefällen kann bei immobilen Patienten zur Wiederherstellung der Lagerungsfähigkeit und Schmerztherapie ggf. auch eine minimalinvasive osteosynthetische Versorgung bei lockerer Prothese in Betracht gezogen werden (18, 42, 67). Wird eine Prothesenlockerung erst intraoperativ festgestellt, muss das geplante Verfahren ggf. verlassen und entsprechend der neuen Situation ein adaptiertes revisionsendoprothetisches Vorgehen gewählt werden (18). Dies bedeutet, dass der behandelnde Chirurg sowohl in der osteosynthetischen Rekonstruktion als auch in der Revisionsendoprothetik versiert sein muss. Außerdem muss der Patient vor einem solchen Eingriff immer über alle möglichen Vorgehensweisen schriftlich aufgeklärt werden. Weiterhin muss die versorgende Einrichtung die entsprechende Infrastruktur vorweisen (Implantate, Anästhesiekapazität, Intensivkapazität), um Patienten mit diesen Verletzungen adäquat zu therapieren zu können.

Wenn auch grundsätzlich jeder Patient ein individuelles Therapiekonzept benötigt, so lassen sich für die verschiedenen definierten Frakturtypen Therapieansätze formulieren (siehe folgende Abbildungen).

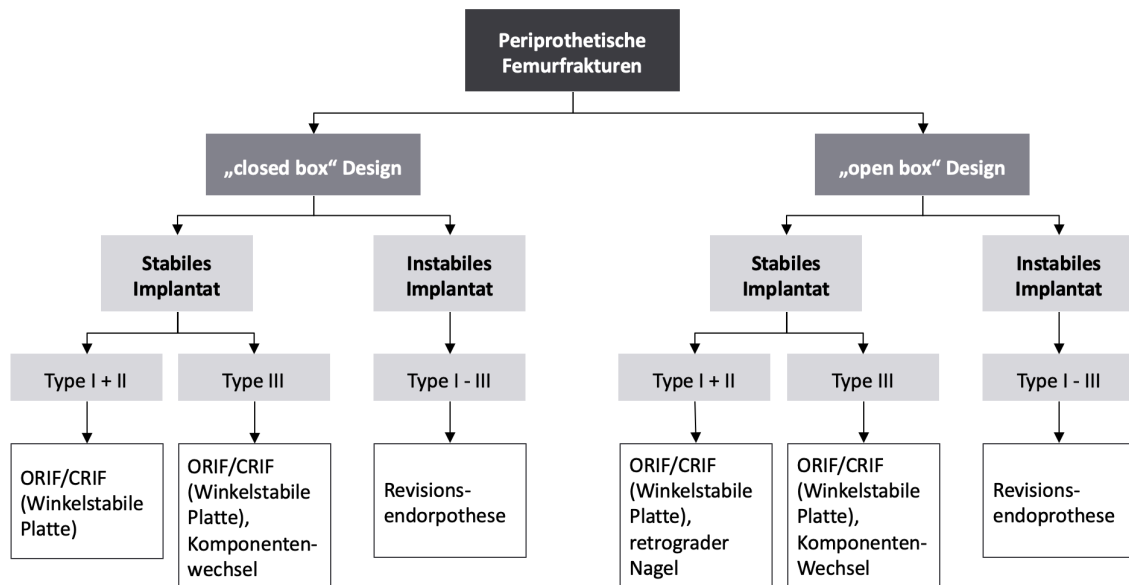


**a**



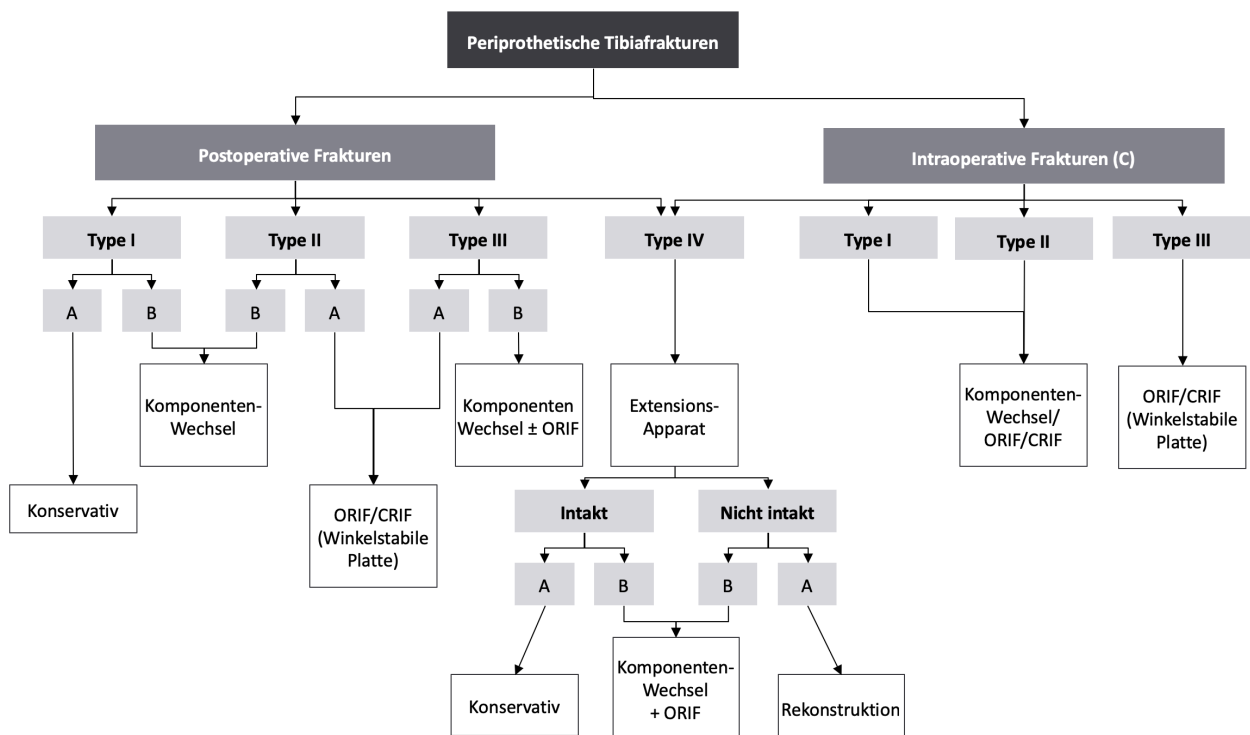
**b**

**Abbildung 4:** Therapie-Algorithmus periprothetischer Femurfrakturen bei implantierter Hüftprothese. Die im Rahmen der Primärimplantation intraoperativ auftretenden Frakturen (a) werden je nach Lokalisation bzw. Typ entweder konservativ (z. B. Vancouver A<sub>G</sub> mit stabilem Schaft), mittels osteosynthetischen Techniken (z. B. Plattenosteosynthese bei Vancouver C Frakturen) oder aber auch durch einen direkten Wechsel auf ein anderes Schaftsystem (z. B. Vancouver B2 Frakturen) therapiert. Bei den postoperativ auftretenden Frakturen (b) ist neben dem Verankerungszustand zusätzlich die Knochenqualität bzw. der Nachweis von Knochenverlusten (Defekte durch chron. Lockerung, Osteoporose) zwingend mit in die Überlegungen einzubeziehen um den richtigen Behandlungspfad einzuschlagen; modifiziert nach Masri *et al.* (54)



**Abbildung 5:** Therapiealgorithmus bei distalen periprothetischen Femurfrakturen bei implantierter Knieendoprothese. Typ I und II, sowie proximale Typ III Frakturen bei stabilem Implantat mit „closed-box design“ (geschlossener Interkondylarraum) sind optimale Kandidaten für osteosynthetische Verfahren. Beim „open-box“ (offener Interkondylarraum) design kann alternativ bei Typ I und II Frakturen der retrograde Nagel zum Einsatz kommen. Bei Typ III Frakturen kann als Alternative auch ein Komponentenwechsel statt osteosynthetischen Verfahren durchgeführt werden. Bei gelockerten Implantaten sollte ein Wechsel der Endoprothese bzw. einer Komponente (z. B. Typ I-III Frakturen mit gelockertem Implantat sowohl bei „closed-box“ design also auch bei „open-box-design“) erfolgen. Auch hier sind natürlich der Verankerungszustand, Knochenqualität bzw. der Nachweis von Knochenverlusten (Defekte durch chron. Lockerung, Osteoporose) zwingend mit in die Überlegungen einzubeziehen, um den richtigen Behandlungspfad zu wählen. ORIF: offene Reposition und interne Fixation; CRIF: geschlossene Reposition und interne Fixation; modifiziert nach Mittlmeier *et al.* (18) und Märdian *et al.* (67).





**Abbildung 6:** Therapiealgorithmus für periprothetische Tibiafrakturen. Alle Frakturtypen (Typ I-IV) mit gelockertem Implantat (Subtyp B) stellen die Indikation für eine Revisionsendoprothese bzw. mind. dem Austausch der Tibiakomponente dar. Intraoperativ verursachte Frakturen (Subtyp C) können entweder mit einem osteosynthetischen Verfahren (Typ I-III) oder mit einer Revisionsverfahren behandelt werden (Typ I-III) (6, 18, 68). Ein konservatives Verfahren kann bei Typ IA und IVA zum Einsatz kommen. Einfließend in die Entscheidung, welche Versorgungsart gewählt wird, sind auch hier Verankerungszustand und Knochenqualität bzw. der Nachweis von Knochenverlusten (Defekte durch chron. Lockerung, Osteoporose) ORIF: Offene Reposition und interne Fixation; CRIF: geschlossene Reposition und interne Fixation; modifiziert nach Mittlmeier *et al.* (18) und Märdian *et al.* (67).

## 5.8 Therapieverfahren

Dem Operateur steht heute eine Vielzahl an Behandlungsmöglichkeiten für die Versorgung pPF zur Verfügung, wobei die folgenden hauptsächlich zur Anwendung kommen:

- Plattenosteosynthese (konventionell, winkelstabil, spezielle periprothetische Schraubenverankerungsoptionen)
- Retrograde Marknagelosteosynthese
- Fixateur externe
- Cerclagen
- (Teil-) Prothesenwechsel
- Kombinierte Verfahren

---

### 5.8.1 Plattenosteosynthese

Es wird zwischen winkelstabilen und nicht-winkelstabilen (konventionellen) Implantaten unterschieden, wobei letztere nahezu gänzlich von modernen winkelstabilen Plattensystemen verdrängt wurden (69). Grund dafür ist einerseits die erhöhte Primärstabilität winkelstabiler Implantate und andererseits die Möglichkeit diese minimalinvasiv zu implantieren (z. B. Less Invasive Stabilisation System [L.I.S.S.], Firma DePuy Synthes).

Durch die offene Vorgehensweise mit nicht-winkelstabilen Platten kann die anatomische Reposition erlangt werden und somit eine primäre Knochenheilung, bei der kein Kallus gebildet werden muss, sondern die Osteone den Frakturspalt direkt überbrücken. Allerdings kommt es durch die Manipulation an den Knochenfragmenten oft zu einer Ablösung des Periostes und somit zu einer Störung der kritischen Durchblutung der Frakturlemente (70). Konsekutiv kann neben einer Frakturheilungsstörung eine erhöhte Gefahr für Infektionen sowie Nekrosen- und Pseudarthrosenbildung resultieren, sodass die anatomische Rekonstruktion keinen Vorteil gegenüber biologischen Fixationsverfahren bietet (70). Dabei wird lediglich eine indirekte Reposition mit einer Wiederherstellung von Achse, Länge und Rotation angestrebt und keine exakte anatomische lückenlose Rekonstruktion der Knochenfragmente (71). Hierbei wird die Frakturzone überbrückend stabilisiert und auf die Manipulation und Reposition der einzelnen Knochenfragmente zugunsten einer verbesserten Vitalität verzichtet (19). Dadurch wird das Frakturhämatom belassen sowie die periostale Blutversorgung erhalten, sodass bei einer minimalen Weichteilirritation eine beschleunigte Frakturkonsolidierung und eine niedrige Infektionsrate beobachtet werden kann (16, 72). Aufgrund der flexiblen Fixierung und der damit verbundenen Möglichkeit von Mikrobewegungen kommt es zu einer sekundären Frakturheilung bei der aus dem Frakturhämatom zunächst der bindegewebige Kallus und im weiteren Verlauf wieder ein adäquater Knochen entsteht (73). Aufgrund der hohen Primärstabilität kann dieses Verfahren auch bei osteoporotischem Knochen angewendet und das Risiko eines sekundären Repositionsverlustes deutlich vermindert werden (69).

Die winkelstabile Plattenosteosynthese ist in der Literatur vor allem bei knöchern fest integrierten Prothesen ein häufig beschriebenes Verfahren zur Behandlung pPF (23, 70, 74). Aufgrund der multiplen Verankerungsmöglichkeiten und der guten Primär- und Rotationsstabilität (15) kommt sie bei allen pPF der unteren Extremität, bei welchen ein

---

Prothesenerhalt möglich ist, zum Einsatz (19). Auch im Falle einer prothesennahen Fraktur beziehungsweise einer Fraktur mit Prothesenlagerbeteiligung kann durch eine Plattenosteosynthese eine gute Fixierung und Primärstabilität erreicht werden (45).

Monoaxiale winkelstabile Osteosyntheseverfahren konnten aufgrund der oben genannten Eigenschaften in der Behandlung pPF in vielen Studien gute Ergebnisse erzielen (3, 16, 19, 72). Nachteilig an monoaxialen Systemen ist die vorgegebene Positionierung der Schrauben, da der einliegende Prothesenschaft mit der Positionierung von Schrauben interferieren kann (75). Um die Befestigung monoaxialer Platten trotzdem zu ermöglichen wurden spezielle Zusatzimplantate, wie z.B. die Locking Attachment Plate (Firma DePuy Synthes) entwickelt. Diese Platte kann in einem Schraubenloch der Hauptplatte 90° zur Plattenlage angebracht werden und bietet mit ihren beiden Flügeln die Möglichkeit, zwei Schrauben vorbei am Prothesenschaft zu positionieren.

Eine Weiterentwicklung der monoaxialen sind die polyaxialen winkelstabilen Systeme wie z.B. das NCB-DF (NON-Contact Bridging-Platte für das distale Femur; Zimmer, Winterthus, Schweiz).

Vorteil bietet dieses Verfahren in der multidimensionalen Positionierung der Schrauben meist innerhalb eines Radius von 30° (d. h. 15° Auslenkung in jede Richtung) (46, 75, 76). Durch ein breites Plattendesign und der Verteilung der Schraubenlöcher erlaubt es eine gezielte Platzierung der Schrauben um die Prothese herum und bietet somit die Möglichkeit die Schrauben bikortikal zu verankern (75, 77). So haben verschiedene Studien gezeigt, dass bikortikale Schrauben, den monokortikalen in der Stabilität und axialen Belastung bis zum Versagen überlegen sind (77-79). Versagt eine solche bikortikal ausgeführte Plattenosteosynthese jedoch, so kommt es zu einem sehr komplexen Versagensmuster, sodass in einem solchen Fall unter Umständen wenige Rückzugsmöglichkeiten für einen Revisionseingriff bestehen (79). Daher sollte die Verwendung dieser Systeme kritisch hinterfragt werden und jenen Fällen vorenthalten bleiben, bei denen die sofortige Belastbarkeit der Osteosynthese sowie das Erreichen einer hohen Primärstabilität von höchster Wichtigkeit sind (79).

Nachteilig zeigen sich alle Arten der Plattenosteosynthese bei varischer oder Rotations-Belastung, da durch den dezentrierten Kraftfluss die Plattenosteosynthese eine weniger stabile Fixation als z. B. die intramedulläre Marknagelung bietet (80). Dies könnte ein Grund für die erhöhte Rate an Pseudarthrosen der winkelstabilen Plattenosteosynthese gegenüber der retrograden Nagelung sein (46, 81). Ein weiterer Grund liegt in einer

---

asymmetrischen Kallusbildung bei winkelstabilen Plattenosteosynthesen, die die Knochenheilung negativ beeinflusst (73).

### 5.8.2 Retrograder Verriegelungsnagel

Diese Form der Frakturretention kommt in speziellen Fällen periprothetischer Femurfrakturen bei implantierter Knieendoprothese in Betracht (82-84). Das Verfahren ist sehr weichteilschonend, da es in der Regel minimalinvasiv eingebracht werden kann (45). Die Voraussetzungen hierfür sind ein ausreichend langes distales Fragment (18), eine feste Prothese sowie ein so genanntes „open-box design“ der Prothese, in der die interkondyläre Region zugänglich ist (85). Der Prothesentyp muss im Rahmen der Therapieplanung bekannt sein, damit die Weite der open-box erfragt werden kann. Diese muss größer sein als der Außendurchmesser des zu implantierenden Marknagels. Auch muss ein ggf. zur Anwendung kommender Zielbügel in die Planung eingeschlossen werden. Da der Nageleintrittspunkt durch das Prothesendesign vorgegeben ist und der Nageldurchmesser entsprechend der interkondylären Distanz der Femurprothese gewählt werden muss, kann diese Technik nur limitiert eingesetzt werden (19).

Der retrograde Marknagel wird mittels Kniegelenksarthrotomie implantiert, sodass die Fraktur geschlossen reponiert werden kann und die Frakturfragmente achsengerecht eingestellt werden können. Um eine ausreichende Rotationsstabilität zu gewährleisten, müssen in jedem Falle mindestens zwei distale Verriegelungen eingebracht werden (86). Um unnötigen Stress auf das Femur zu vermeiden und somit periprothetischen bzw. periimplantären Frakturen vorzubeugen, sind bei der Wahl des Marknagels in der Regel längere Implantate zu bevorzugen, da diese eine geringere Hebelkraft auf das nicht frakturierte Rest-Femur ausüben (76).

Vorteil dieses Verfahrens ist die frakturferne, weichteilschonende und schnelle Stabilisierung, wobei ähnlich wie bei der minimalinvasiven Plattenosteosynthese das Frakturhämatom unangetastet bleibt und die periostale Durchblutung nicht kompromittiert wird. Hierdurch senkt sich ebenfalls das perioperative Infektionsrisiko und die Vitalität der Frakturfragmente wird nicht zusätzlich bedroht (83). Als zusätzlicher Vorteil gegenüber der minimalinvasiven Plattenosteosynthese ist die intramedulläre Kraftübertragung zu nennen, welche eine erhöhte Primärstabilität bietet und somit eine frühe postoperative

---

Mobilisation erlaubt (64, 76). Die Mobilisation der meist älteren multimorbiden Patienten kann somit rasch erfolgen und dadurch kann das postoperative Risiko gemindert werden (64, 76).

Nachteil der distalen Marknagelosteosynthese ist die Gefahr von Rotationsfehlern bei der Reposition, da sich diese oft nur schwer korrekt einstellen lässt (87). Die Folge sind Fehlstellungen, die in bis zu 23 % der Fälle auftreten können (86, 88). Weiterhin sind eine vermehrte Rate von Achsenfehlstellungen, postoperative Beinlängendifferenzen und die Limitation auf „open box“-Prothesen zu nennen (45). Ein weiterer Nachteil ist, dass sehr distal gelegene Frakturen aufgrund der fehlenden distalen Verankerungsmöglichkeit nicht ausreichend stabilisiert werden können (67).

Kontraindikation für die retrograde Marknagelosteosynthese sind unter anderem eine eingeschränkte Flexion im Kniegelenk, weit distal gelegene Femurfrakturen, Prothesen mit „closed-box design“ sowie ipsilateral einliegende, lange Hüftimplantate (76).

### 5.8.3 Fixateur externe

Da der Fixateur externe eine rasche und wenig invasive Stabilisierung ermöglicht, kommt er vor allem bei mehrfachverletzten oder polytraumatisierten Patienten sowie bei offenen Frakturen zum Einsatz. Hierdurch wird bei drohendem Kompartmentsyndrom oder ausgedehntem Weichteilschaden eine Gewebekonsolidierung ermöglicht, die von höchster Bedeutung für die weitere operative Versorgung ist (17-19). Jedoch stellen die intramedullär einliegenden Prothesenelemente ein relevantes Hindernis für jegliche Platzierung von Fixateur-Pins dar. Dadurch und durch die erhöhte Infektionsgefahr im Bereich der Pins (pin tract infection) wird diese Form der Stabilisierung, außer bei den o.g. Indikationen, nur in Ausnahmefällen empfohlen (17-19).

### 5.8.4 Drahtcerclagen

Cerclagen und Zuggurtungen können supportiv im Rahmen von osteosynthetischen Rekonstruktionen oder revisionsendoprothetischen Eingriffen eingesetzt werden, um Fragmente zu reponieren oder zu fixieren (54, 89). Jedoch sind Cerclagen als alleinige Stabilisierungsmaßnahme bei B- und C-Verletzungen insuffizient, da sie keine

---

ausreichende Stabilität gewährleisten (59, 90). Im Gegensatz dazu können ausgewählte Frakturen vom Typ Vancouver A mit Cerclagen stabilisiert werden (54).

#### 5.8.5 (Teil-) Prothesenwechsel

Es besteht Konsens, dass bei pPF und zugrundeliegender gelockerter Endprothese ein Teil- bzw. vollständiger Prothesenwechsel erforderlich ist (45). Die verfügbaren Verfahren reichen von zementierten / zementfreien Revisionsendoprothesen über partielle oder vollständige Knochenersatzverfahren (z. B. Tumorendoprothesen) bis hin zu patientenspezifisch angefertigten Implantaten (45). Um eine adäquate Primärstabilität und ein korrektes Alignment zu gewährleisten, sollten grundsätzlich Prothesenkomponenten eingesetzt werden, welche die Fraktur um mindestens zwei Schaftbreiten überbrücken (18, 49).

Bei pPHF kommt es meist zu einem gelockerten Prothesenschaft bei weiterhin fest integrierter azetabulärer Komponente, sodass hier auch ausschließlich der Prothesenschaft gewechselt werden muss.

Bei pPKF mit Prothesenlockerung hingegen wird meist ein kompletter Prothesenwechsel durchgeführt, denn die Bedingungen für einen Teilprothesenwechsel (Bandstabilität, passende Frakturmorphologie und passende Prothesenteile) werden selten erfüllt. Bei pPF der Tibia mit gelockertem Implantat sind die femoralen Komponenten jedoch häufig fest integriert, so dass in diesem Fall ein Teilprothesenwechsel durchgeführt werden kann (91). Dies hängt jedoch vom Typ der implantierten Prothese ab und ob diese einen Teilwechsel auf ein Revisionsimplantat zulässt.

Die Entscheidung, ob eine zementierte oder nicht zementierte Prothese verwendet wird, ist von vielen Faktoren abhängig, wie z.B. der ursprünglich einliegenden Prothese, dem Patientenalter, dem Frakturtyp, dem Mobilitätsgrad des Patienten etc. Klare Richtlinien sind hier in der Literatur nicht vorhanden. Generell kann festgehalten werden, dass ein nicht zementierter Prothesenwechsel einer periprothetischen Femurfraktur bei Hüftendoprothese bevorzugt wird, da bei Verwendung von Zement bei der Implantation dieser in den Frakturspalt eindringen und folglich zu Störungen bei der Knochenheilung, zu Pseudarthrosen, Refrakturen und verbleibenden Knochendefekten führen kann (43). Bei gewissen Frakturtypen, bei älteren und schwer mobilisierbaren Patienten kann ein

---

zementierter Prothesenwechsel jedoch auch bei pPHF von Vorteil sein. So kann durch eine höhere Primärstabilität durch den Zement eine frühere Mobilisation erfolgen.

Vorteil des (Teil-) Prothesenwechsels sind der zentrale Kraftfluss, die hohe Primärstabilität und die Möglichkeit der frühfunktionellen Nachbehandlung (45). Nachteilig ist der hohe Verlust an Knochensubstanz, zu welchem es durch die Entfernung der Prothesenbestandteile und dem Knochenzement bei zuvor zementierten Prothesen kommen kann. Außerdem birgt das Entfernen des Zements das Risiko einer Perforation im Schaftbereich (27). Durch den verursachten Verlust an Knochensubstanz kann es weiterhin zu Schwierigkeiten bei der Fixierung und Verankerung der neuen Prothese kommen (43). Weitere Nachteile sind eine mögliche postoperative Beinlängendifferenz und die Luxationsgefahr der Hüftprothese (45).

#### 5.8.6 Additive Verfahren

In Abhängigkeit von der Größe der Knochendefekte kann eine Augmentation mit allogener oder autologer Spongiosaplastik sinnvoll sein (54, 58, 92). Zudem besteht die Möglichkeit der Anwendung von sogenannten Strut Grafts (strukturelle Allografts). Dies sind allogene Kortexanteile von Femora, welche vor allem bei fehlender medialer Abstützung hilfreich sein können. Anwendung findet dieses Verfahren bei erheblicher Fragmentdislokation, bei Mehrfragmentfrakturen und zum Aufbau von knöchernen Defekten bei der zementfreien Revisionsprothese (93).

Durch die Anwendung einer autologen Spongiosaplastik kann die Prothese besser einheilen und Defekte innerhalb des Knochens aufgefüllt werden. Vor allem die hervorragende Verträglichkeit aufgrund der fehlenden Antigenität stellt einen entscheidenden Vorteil dieses Verfahrens dar (93).

Nachteilig hingegen sind verlängerte Operations- und Narkosezeiten, ein größerer Weichteilschäden aufgrund der direkten Darstellung des Frakturbereiches, sowie die Entnahmemorbidity, zu der je nach Entnahmestelle unter anderem Blutungen, Nerven- und Gefäßverletzungen, Narbenhernien, Fraktur- und Infektionsgefahr sowie prolongierte Schmerzen zu zählen sind (94-96). Beim geriatrischen Patientengut ist eine suffiziente Gewinnung von autologer Spongiosa (sowohl qualitativ als auch quantitativ) oft nicht möglich, da durch eine manifeste Osteoporose nur eingeschränkt Knochensubstanz vorhanden ist, welche zur Defektdeckung gewonnen werden kann (97).

---

Allogenes Material wird in lokalen Knochenbanken vor allem aus Femurköpfen gewonnen, die als Lebendspende, z. B. im Rahmen von Hüftgelenkersatzoperationen zur Verfügung gestellt werden (98). Ein wesentlicher Vorteil ist die nahezu unbegrenzte Verfügbarkeit sowie der Wegfall der Entnahmemorbidität mit all ihren genannten Risiken (99, 100). Allogener Knochen ist osteokonduktiv sowie osteoinduktiv, wirkt im Gegensatz zu autologer Spongiosa jedoch nicht osteogenetisch (99-101). Es muss erwähnt werden, dass trotz strenger Richtlinien eine Übertragung von Infektionskrankheiten nicht mit absoluter Sicherheit verhindert werden kann (99, 101). Weiterhin kann es beim Empfänger aufgrund des Fremdmaterials zu einer Immunantwort kommen (99, 101).

Eine weitere additive Option, die Knochenheilung zu unterstützen, ist die Anlagerung von demineralisierter Knochenmatrix. Durch die Demineralisierung von allogenen Knochen wird die darin enthaltene osteoinduktive Aktivität freigesetzt, die heterotrope Knochenneubildung anregt (102, 103). Die Anwendung von demineralisierter Knochenmatrix bei Knochendefekten bietet den Vorteil der nahezu unbegrenzten Verfügbarkeit der Substanz (104). Demineralisierte Knochenmatrix liefert jedoch im Gegensatz zu Strut Grafts keine strukturelle Unterstützung (105).

Im klinischen Einsatz konnte die demineralisierte Knochenmatrix im Vergleich zu autologen Spongiosa bei der Versorgung von Pseudarthrosen bessere klinische Ergebnisse bezüglich Funktion erzielen (106). Eine Gleichwertigkeit konnte hinsichtlich der Effektivität für demineralisierte Knochenmatrix im Vergleich zu autologer Spongiosa bei der Anwendung in der Wirbelsäulen Chirurgie gezeigt werden (107). Zusammenfassend haben sich diese Substanzen jedoch bisher nicht flächendeckend in der Versorgung von pPF durchsetzen können.

## **5.9 Lebensqualität**

Wie bereits eingangs erwähnt ist neben dem funktionellen Aspekt der Erhalt bzw. die Wiederherstellung von Lebensqualität ein wesentliches Therapieziel jeglicher unfallchirurgisch-orthopädischer Intervention und insbesondere bei pPF. Der Begriff der Lebensqualität ist jedoch nicht einfach einzugrenzen und bedarf einer genauen Definition. Bereits in den 1960er Jahren taucht er in der sozialwissenschaftlichen Literatur auf (108). Hier wird die Lebensqualität als subjektiver Begriff beschrieben, welcher sich als multidimensionales psychologisches Konstrukt sehen lässt, das die subjektive



---

Wahrnehmung von physischem, psychischem und sozialem Wohlbefinden, kognitiver und emotionaler Komponenten miteinschließt (109, 110).

Der Begriff „Lebensqualität“ hat in den letzten Jahrzehnten immer mehr an Bedeutung gewonnen. Er ist nicht nur in der Medizin gebräuchlich, sondern auch bei philosophischen Fragen, in der Politik, der Soziologie sowie der Sozioökonomie. Eine einheitliche Definition, die sich auch international durchgesetzt hat, existiert bislang nicht. Jedoch besteht Einigkeit in der Tatsache, dass Lebensqualität ein multifaktorielles Geschehen ist, das unter anderem von der Rasse, dem sozioökonomischen Status, der Kultur, dem Beschäftigungsstatus, der Religion, der Qualität der etablierten zwischenmenschlichen Beziehungen sowie dem Gesundheitszustand abhängt (111). Laut Koch (1979) ist es unabdingbar, dass „bei einer Definition von Lebensqualität das physische Befinden und die körperliche Verfassung ebenso berücksichtigt werden wie die soziale Integration und die funktionale Kompetenz.“ (110).

Die WHOQOL-Arbeitsgruppe entwickelte 1994 eine der komplexesten Definitionen zur Lebensqualität. Dort wird die Lebensqualität definiert als „subjektive Wahrnehmung einer Person über ihre Stellung im Leben im Kontext zur Kultur und dem Wertesystem, in dem sie lebt und in Relation zu ihren Zielen, Erwartungen, Standards und Anliegen. Es ist ein umfassendes und weitreichendes Konzept, das in komplexer Weise beeinflusst wird durch die körperliche Gesundheit, den psychologischen Zustand, den Grad der Unabhängigkeit, die sozialen Beziehungen und den hervorstechenden Eigenschaften der Umwelt“ (112).

### **5.10 Gesundheitsbezogene Lebensqualität**

In den vergangenen Jahrzehnten vollzog sich ein grundlegender Wandel der Verteilung und Gewichtung des Morbiditätsspektrums in der Bevölkerung westlicher Industrienationen. Die Relevanz einer Krankheit wurde traditionell anhand der Mortalitätsdaten gemessen. Mit steigender Lebenserwartung, zunehmender Mobilität auch im fortgeschrittenen Alter und den erreichten medizinischen Behandlungserfolgen bei der Mortalitätsbekämpfung liegt das Morbiditätsspektrum nun zunehmend bei chronischen Krankheiten (113, 114). Chronische Erkrankungen beeinflussen die Lebensqualität der Patienten erheblich. So fanden Tóthová *et al.* wenig überraschend heraus, dass es einen signifikanten Unterschied in der Bewertung der Lebensqualität

---

zwischen Patienten mit chronischen Krankheiten (rheumatoide Arthritis, COPD oder ischämische Erkrankung der unteren Extremität) und einer gesunden Bevölkerung gibt (115). Auch in Übereinstimmung mit anderen Studien zeigt sich eine signifikant schlechtere Lebensqualität bei Vorliegen einer oder mehrerer chronischer Krankheiten (114, 116-118). Psychische Erkrankungen wie beispielsweise Depressionen oder Ängste können die Lebensqualität der Patienten zusätzlich einschränken (119). Zudem verschlechtern psychische Erkrankungen in vielen Fällen die Krankheitsprognose und tragen zu einem rascheren Fortschreiten der körperlichen Erkrankung und somit auch zu einer geringeren Lebenserwartung bei (119).

Aufgrund der Erkenntnis, dass psychische Faktoren einen erheblichen Einfluss auf die physische Gesundheit haben, wird die sogenannte gesundheitsbezogene bzw. krankheitsspezifische Lebensqualität heutzutage bei verschiedensten Fragestellungen als Messinstrument für Gesundheit verwendet (114).

Die gesundheitsbezogene Lebensqualität wiederum ist ein wichtiger Teilaspekt aus dem Gesamtkonstrukt der allgemeinen Lebensqualität (120), eine eindeutige oder allgemeingültige Definition zum Begriff der gesundheitsbezogenen Lebensqualität existiert bislang jedoch nicht (121). Es haben sich allerdings unterschiedliche Definitionsansätze herausgebildet (122), unter denen sich die Definition von Bullinger international etablieren konnte (123). Nach Bullinger versteht sich die gesundheitsbezogene Lebensqualität als ein multidimensionales Konstrukt, welches körperliche, mentale, soziale, psychische und funktionale Komponenten des Wohlbefindens und der Funktionsfähigkeit beschreibt, mit wesentlicher Orientierung auf der subjektiven Wahrnehmung durch den Patienten (123).

---

### 5.11 Ziel der Studie

Bisherige Untersuchungen zu pPF beschäftigten sich vorrangig mit dem funktionellen Ergebnis nach operativer oder konservativer Therapie oder verglichen verschiedene operative Strategien hinsichtlich ihres Erfolges. Ein weiterer Fokus lag auf der Entwicklung bzw. Optimierung von Implantaten zur Stabilisierung dieser Frakturtypen. Daten zur posttraumatischen Lebensqualität dieser Patienten sind bisher nur begrenzt vorhanden und in der gängigen Literatur unterrepräsentiert. Daher war es Ziel dieser Untersuchung, die postoperative gesundheitsspezifische Lebensqualität von Patienten mit pPF zu analysieren. Es sollten insbesondere folgende Fragen beantwortet werden:

1. Lassen sich Unterschiede hinsichtlich der verschiedenen Frakturtypen nachweisen?
2. Lassen sich Unterschiede hinsichtlich der operativen Strategien (osteosynthetische Rekonstruktion versus Revisionsendoprothese) nachweisen?
3. Lassen sich Unterschiede hinsichtlich des betroffenen Gelenkes nachweisen (nach Knie-TEP versus nach Hüft-TEP)?

---

## **6 Materialien und Methoden**

Im Rahmen dieser Untersuchung wurden alle Patienten, die aufgrund einer pPF nach Hüft- bzw. Knie-TEP im Zeitraum von Januar 2005 bis Dezember 2012 operativ im Centrum für Muskuloskeletale Chirurgie der Charité – Universitätsmedizin Berlin versorgt wurden, retrospektiv analysiert. Insgesamt konnten in diesem Zeitraum 157 Patienten identifiziert werden. 118 Patienten erlitten eine pPF nach Hüft-TEP (pPHF) und 39 Patienten eine pPF nach Knie-TEP (pPKF). Von diesen verstarben innerhalb des Nachuntersuchungszeitraums 37 Patienten (23,6%) (28 pPHF, 9 pPKF). 28 Patienten (17,8%) (23 pPHF, 5 pPKF) waren unbekannt verzogen oder konnten nicht erreicht werden, sodass insgesamt 65 (41,4%) ausgeschlossen werden mussten. 92 Patienten (67 pPHF, 25 pPKF) konnten mit vollständigen Datensätzen eingeschlossen werden. Das mittlere Follow up lag bei den pPHF bei  $45,45 \pm 23,87$  Monaten sowie bei  $34,44 \pm 18,94$  Monaten bei den pPKF.

### **6.1 Datenerfassung**

Mithilfe des klinikinternen zentralen Patientensystems wurden zunächst die elektronischen Patientenakten analysiert und epidemiologische Daten, Details zur chirurgischen Therapie, Anamnese sowie Begleiterkrankungen extrahiert. Weiterhin wurden zur Bestimmung des Frakturmusters sowie zur Anwendung der Klassifikationssysteme, die dem jeweiligen Patienten zugehörigen Röntgenbilder aus dem digitalen PACS-System ermittelt. Die klinischen Untersuchungsdaten sowie die Daten der Fragebögen wurden im Rahmen von klinischen Wiedervorstellungsterminen der Patienten in der unfallchirurgischen Poliklinik der Charité erhoben. Alle Daten wurden mithilfe von IBM® SPSS® Version 22.0 (IBM Corporation, Armonk, New York, USA) erfasst. Eine detaillierte Aufstellung der erhobenen Parameter gibt Tabelle 2.

**Tabelle 2: Aufbau der Datentabelle**

<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Geschlecht</li> <li>➤ Größe</li> <li>➤ Gewicht</li> <li>➤ Unfallmechanismus             <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Intraoperativ</li> <li>➤ Spontan</li> <li>➤ Sturz</li> <li>➤ Verkehrsunfall</li> </ul> </li> <li>➤ Frakturtyp             <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Vancouver-Klassifikation</li> <li>➤ Klassifikation nach Su <i>et al.</i></li> <li>➤ Klassifikation nach Felix <i>et al.</i></li> </ul> </li> <li>➤ Seite der Fraktur</li> <li>➤ Intervall zwischen Primärimplantation und Fraktur</li> <li>➤ OP Datum</li> <li>➤ Alter bei OP</li> <li>➤ Operationstechnik             <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Prothesenwechsel</li> <li>➤ Osteosynthese</li> <li>➤ Kombination</li> </ul> </li> <li>➤ Follow up</li> <li>➤ Stationäre Aufenthaltsdauer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Frakturheilung             <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ja</li> <li>➤ Nein</li> </ul> </li> <li>➤ Frakturheilung (Zeitintervall)</li> <li>➤ ASA-Klassifikation</li> <li>➤ Begleiterkrankungen             <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Alkoholabusus</li> <li>➤ Diabetes Mellitus</li> <li>➤ pAVK</li> <li>➤ Cortisontherapie</li> <li>➤ Arterieller Hypertonus</li> <li>➤ Osteoporose</li> <li>➤ Neurologische Erkrankungen</li> <li>➤ Hypothyreose</li> <li>➤ Erkrankungen des rheumatischen Formenkreises</li> <li>➤ Niereninsuffizienz</li> <li>➤ Koronare Herzkrankheit</li> </ul> </li> <li>➤ Postoperative Komplikationen             <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Osteosyntheseversagen</li> <li>➤ Postoperative Infektion</li> <li>➤ Non union</li> <li>➤ Erneute pPF</li> </ul> </li> </ul>
--	--

### 6.1.1 Aufbau der Fragebögen

Zur Erfassung der einzelnen Scores wurden standardisierte Fragebögen zusammengestellt. Diese umfassten die in Tabelle 3 aufgelisteten Scores. Je nachdem, ob die Fraktur nach Hüft-TEP oder Knie-TEP auftrat, füllten die Patienten den entsprechenden Fragebogen aus.

**Tabelle 3:** Inhalt des standardisierten Fragebogens für pPHF und pPKF

<b>pPHF</b>	<b>pPKF</b>
➤ Visuelle Analogskala (VAS)	➤ Visuelle Analogskala (VAS)
➤ Harris Hip Score (HHS)	➤ Knee Society Score (KSS)
	➤ Lysholm Score
➤ Western Ontario and McMaster Universities Arthritis Index (WOMAC)	➤ Western Ontario and McMaster Universities Arthritis Index (WOMAC)
➤ Shortform Gesundheitsfragebogen (SF-36)	➤ Shortform Gesundheitsfragebogen (SF-36)

#### 6.1.1.1 VAS

Die Visuelle Analogskala (VAS) ist eine subjektive Sichtbewertungsskala. 1921 veröffentlichten zwei Mitarbeiter der Scott Paper Company erstmals eine VAS als grafische Ratingskala, die als Methode diente, Arbeitnehmer durch den Vorgesetzten beurteilen zu lassen (124). Bis heute hat sich diese Methode zu einem einfachen, jedoch erfolgreichen Instrument unter anderem zur Beurteilung von Schmerzintensitäten entwickelt. In verschiedenen Untersuchungen konnte die Validität, Reliabilität und Sensitivität bereits gezeigt werden (125, 126). In der vorliegenden Studie wurde daher eine visuelle Analogskala genutzt, um die Schmerzintensität sowohl in Ruhe als auch unter Belastung zu erfassen. Dabei wird dem Patienten ein quer verlaufender Balken vorgegeben, auf welchem die Zahlen 0 bis 10 markiert sind (127). Nun kann der Patient die Zahl ankreuzen, die sein persönliches Schmerzempfinden am besten widerspiegelt. Dabei steht die „0“ für Schmerzfreiheit und die „10“ für die am stärksten vorstellbaren Schmerzen. In der Analyse wurden die beiden Bewertungszustände (Ruhe/Belastung) getrennt voneinander betrachtet.

#### 6.1.1.2 Harris-Hip-Score (HHS)

Der Harris Hip Score (HHS) ist ein 1969 durch S. W. Harris publizierter Score, der die klinische Funktion des degenerativen Hüftgelenkes erfasst (128). Der HHS kann auf verschiedene weitere Krankheitsbilder der Hüfte (z. B. Hüftkopfnekrose, Schenkelhalsfraktur) sowie zur Beurteilung derer Therapieformen (z. B. endoprothetischer Hüftgelenkersatz, Osteosynthesen) angewendet werden.

---

Die Maximalpunktzahl des HSS beträgt 100 Punkte, die sich auf insgesamt 4 verschiedene Qualitäten verteilen. Hüftschmerzen stellt die erste erfasste Qualität dar, in der eine maximale Punktzahl von 44 für völlige Schmerzfreiheit erreicht werden kann. Die zweite Qualität erfasst die Funktion, die in zwei Unterkategorien aufgeteilt und mit insgesamt maximal 47 Punkten bewertet wird. Die erste Subkategorie erfasst die Nutzung von Gehhilfen, beurteilt das Gangbild sowie die maximale Gehstrecke und wird mit 33 (3 x 11) Punkten bewertet. Die zweite Subkategorie bezieht sich auf tägliche Aktivitäten wie Sitzen (max. 5 Punkte), Treppensteigen (max. 4 Punkte), Anziehen von Schuhen und Strümpfen (max. 4 Punkte) sowie die Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel (1 Punkt), sodass maximal 14 Punkte erreichbar sind.

Die dritte Qualität beurteilt eventuell vorliegende Deformitäten der Extremität. Hierbei können vier Punkte erreicht werden, wenn keine Kontraktionen oder Beinlängendifferenzen vorliegen. Die vierte und letzte Qualität beurteilt das vorliegende Bewegungsausmaß. Hierbei können maximal fünf Punkte erreicht werden. Der Gesamtscore errechnet sich aus der Summe der einzelnen Werte. Diese Summe wird nachfolgend nach dem unten angegebenen Schema erneut kategorisiert:

- 90-100 Punkte: Hervorragendes Ergebnis
- 80-90 Punkte: Gutes Ergebnis
- 70-80 Punkte: Mäßiges Ergebnis
- Unter 70 Punkte: Schlechtes Ergebnis

### 6.1.1.3 WOMAC

Der Western Ontario and McMaster Universities Arthritis Index (WOMAC) wurde 1982 in Kanada entwickelt (129). Der WOMAC ist ein zuverlässiger, valider und änderungssensitiver Test für Hüft- und Kniebeschwerden und wurde in insgesamt 65 Sprachen übersetzt (130, 131). Die deutsche Version wurde von Stucki *et al.* 1996 nach internationalen Standards erstellt (132).

Er umfasst insgesamt 24 Fragen, die in drei Kategorien (Schmerz, Gelenksteifigkeit und Funktionseinschränkungen) aufgeteilt werden. Somit gliedert sich der Fragebogen in Teil A, B und C. Teil A enthält fünf Fragen zum Thema Schmerz, Teil B 2 Fragen zur

---

Gelenksteifigkeit und Teil C beinhaltet 17 Fragen zur funktionellen Beeinträchtigung. Die Fragen werden mit numerischen Werten von 0 bis 10 beantwortet. Bei jeder Frage gibt es 5 Antwortmöglichkeiten, die mit 0, 2, 5, 7 oder 10 Punkten bewertet werden. Hierbei stehen 0 Punkte für keinerlei Probleme und 10 Punkte für maximale Probleme. Der Summenscore errechnet sich aus den einzelnen Fragen der Teile A, B und C. Im Frageteil A können maximal 50, in Teil B maximal 20 und in Teil C maximal 170 Punkte erreicht werden. Die erreichten Punkte des jeweiligen Teils werden mit 100 multipliziert und durch die Höchstpunktzahl des jeweiligen Bereiches dividiert. Beispiel: 40 Punkte für Teil A Schmerz, dann heißt das,  $40 \times 100 / 50 = 80$ . Zur Berechnung des sogenannten Globalindex werden die Ergebnisse der jeweiligen drei Einzelskalen des WOMAC addiert und entsprechend der Anzahl der Skalen durch drei dividiert. Die Werte des Globalindex werden wie unten aufgeführt beurteilt:

- 0 – 20 Punkte: Sehr gutes Ergebnis
- 20 – 40 Punkte: Gutes Ergebnis
- 40 – 60 Punkte: befriedigendes Ergebnis
- > 60 Punkte: unbefriedigendes Ergebnis

#### 6.1.1.4 Shortform Gesundheitsfragebogen (SF-36)

Der Shortform Gesundheitsfragebogen (SF-36) ist ein zuverlässiges, valides und sensitives Messinstrument, welches Aspekte des allgemeinen Gesundheitszustandes bzw. der gesundheitsbezogenen Lebensqualität erfasst, ohne auf die konkrete zugrundeliegende Erkrankung einzugehen (133). Damit repräsentiert er ein krankheitsübergreifendes Messinstrument und dient heute der Beurteilung der Lebensqualität nach bzw. bei verschiedensten Erkrankungen und Therapieformen.

Er wurde im Zeitraum von 1985 – 1992 von Ware und Sherbourne entwickelt und schließlich 1992 publiziert (134). Er ist mittlerweile in über 50 Sprachen erhältlich und wurde 1995 von Bullinger ins Deutsche übersetzt (133). Durch Selbsteinschätzung des jeweiligen Probanden werden durch die Fragen physische, psychische und soziale Aspekte erfasst.

Der Fragebogen setzt sich aus insgesamt 36 Fragen zusammen, die in acht Kategorien unterteilt sind. Das Gros der Fragen erlaubt die Entscheidung zwischen zwei möglichen Antworten, wobei ein Teil der Fragen mehrstufig aufgebaut ist.



---

Die acht Kategorien umfassen:

1. Körperliche Funktionsfähigkeit
2. Körperliche Rollenfunktion
3. Körperliche Schmerzen
4. Allgemeine Gesundheitswahrnehmung
5. Vitalität
6. Soziale Funktionsfähigkeit
7. Emotionale Rollenfunktion
8. Psychisches Wohlbefinden

Mithilfe einer speziellen Syntax können die Rohdaten zu einem, auf die Normbevölkerung gewichteten Score umgerechnet werden. Es resultieren daraus sowohl Scorewerte für die einzelnen Kategorien als auch ein psychischer und physischer Gesamtscore. Bessere Summenskalenwerte entsprechen dabei einer besseren Lebensqualität (135).

Die zu erreichenden Punkten reichen von 0 bis 100. Wobei 0 Punkte als Ergebnis mit den größten Einschränkungen gilt. Das beste Ergebnis wird demnach mit 100 Punkten beziffert.

#### 6.1.1.5 Knee Society Score (KSS)

Der Knee Society Score (KSS) wurde 1989 von der American Knee Society erarbeitet (136). Der KSS ist ein häufig eingesetztes Verfahren, um die Kniefunktion bei verschiedenen Erkrankungen bzw. nach verschiedenen operativen Verfahren zu beurteilen. Bei diesem Score werden patientenabhängige Daten (aus Befragungen oder Selbsteinschätzungen) mit objektiven Untersuchungsdaten kombiniert.

Der KSS setzt sich aus 2 Bereichen zusammen: Dem Knie- und Funktionsscore, die jeweils mit maximal 100 Punkten bewertet werden. Ein Wert von 200 Punkten steht für absolute Beschwerdefreiheit. Der Kniescore beinhaltet ärztliche und patientenbezogene Angaben und umfasst die Schmerzempfindung, Stabilität, Bewegungseinschränkung und Deformität des Gelenkes. Der Funktionsscore, der lediglich Angaben des Patienten beinhaltet, umfasst die Teilbereiche Gehstrecke, Treppenlaufen und benötigte Gehhilfen. Mit jeweils 25% haben die Teilbereiche Schmerz, Gehstrecke und das Treppensteigen Anteil an der Höchstpunktzahl. Die Teilbereiche Bewegungsausmaß und Stabilität

---

umfassen jeweils 12,5%. Das Ergebnis setzt sich aus der Summe der gebildeten Items wie folgt zusammen:

- 180 – 200 Punkte: Hervorragendes Ergebnis
- 160 – 179 Punkte: Gutes Ergebnis
- 140 – 159 Punkte: Mäßiges Ergebnis
- 120 – 139 Punkte: Schlechtes Ergebnis

#### 6.1.1.6 Lysholm Score

Als Bewertungsmaßstab für die Beurteilung und Einstufung von Stabilität und Funktionalität des Kniegelenks wurde in dieser Arbeit der von Lysholm und Gillquist 1982 entwickelte Score verwendet (137).

Hierbei handelt es sich um einen Score für die subjektive Evaluation von Funktionalität und Stabilität des Kniegelenkes. Der Lysholm Score umfasst 8 verschiedene Kategorien, die sich, unterschiedlich gewichtet, zu einer Gesamtpunktzahl addieren:

- Hinken (max. 5 Punkte)
- Gehhilfen (max. 10 Punkte)
- Treppensteigen (max. 10 Punkte)
- Hocken (max. 5 Punkte)
- Instabilität (max. 30 Punkte)
- Schmerzen (max. 30 Punkte)
- Schwellung (max. 5 Punkte)
- Muskelatrophie (max. 5 Punkte)

Das Ergebnis setzt sich aus der Summe der verschiedenen Kategorien, mit einer maximal zu erreichenden Gesamtpunktzahl von 100 zusammen. Diese werden dann kategorisiert, um ein Votum für das jeweilige Ergebnis abgeben zu können:

- 91-100 Punkte: sehr gutes Ergebnis
- 84 – 90 Punkte: gutes Ergebnis
- 65 – 83 Punkte: mäßiges Ergebnis
- < 65 Punkte: schlechtes Ergebnis

---

## 6.2 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung erfolgte mit IBM® SPSS® Version 22.0 (IBM Corporation, Armonk, New York, USA). Die Normalverteilung und Homogenität der Varianz wurde mit dem Kolmogorov-Smirnov-Test überprüft. Der Vergleich gepaarter und ungepaarter numerischer Variablen erfolgte mit dem t-Test. Für die intervallskalierte Faktorenanalyse wurde die Varianzanalyse (ANOVA) angewandt. Im Falle von Mehrfachvergleichen fand die post hoc Bonferroni Korrektur für wiederholte Messungen Anwendung. Im Falle einer unterschiedlichen Gruppengröße wurde der Man-Whitney-U-Test angewandt. Um numerische Zahlenwerte zu korrelieren, wurde der Korrelationskoeffizient nach Pearson berechnet. Der Chi-Quadrat-Test wurde angewandt, um die Häufigkeitsverteilung zu prüfen.

Patientengruppen, die nur aus einem Patienten bestanden, wurden von der statistischen Analyse ausgeschlossen. Multivariate Regressionsanalysen wurden durchgeführt um prädiktive, Outcome-relevante Variablen zu überprüfen, welche in einer Präanalyse signifikant mit dem Outcome korrelierten. Das Signifikanzniveau wurde für  $p < 0,05$  definiert.

---

## 7 Ergebnisse

### 7.1 Epidemiologie

Von 92 Patienten (Frauen 69 = 75%, Männer 23 = 25%), welche die Einschlusskriterien erfüllten, konnten bei 67 Patienten eine pPHF (73%) und 25 Patienten eine pPKF (27%) festgestellt werden. Das mittlere Alter zum Zeitpunkt der Verletzung lag bei  $71,96 \pm 11,18$  Jahren für pPHF bzw.  $76,32 \pm 8,09$  für pPKF. Das Zeitintervall zwischen Implantation der Prothese und Frakturereignis lag für pPHF bei durchschnittlich  $63 \pm 83$  Monaten (0 - 370 Monate) und bei  $88 \pm 83$  Monaten (1 - 262 Monate) für Patienten mit pPKF.

### 7.2 Chirurgische Details

#### 7.2.1 Verankerungen

52 der Patienten (77,6%) mit pPHF hatten eine zementfreie und 15 (22,4%) eine zementierte Endoprothese. Im Kollektiv der Kniepatienten waren 23 Endoprothesen (92%) zementiert und zwei (8%) zementfrei.

#### 7.2.2 Unfallmechanismus

Tabelle 4: Unfallmechanismus für pPHF und pPKF

	<b>intraoperativ</b>	<b>spontan</b>	<b>Sturz</b>	<b>Verkehrsunfall</b>
<b>pPHF</b>	7 (10%)	19 (28%)	40 (60%)	1 (2%)
<b>pPKF</b>	-	3 (12%)	22 (88%)	-

### 7.2.3 Frakturtypen

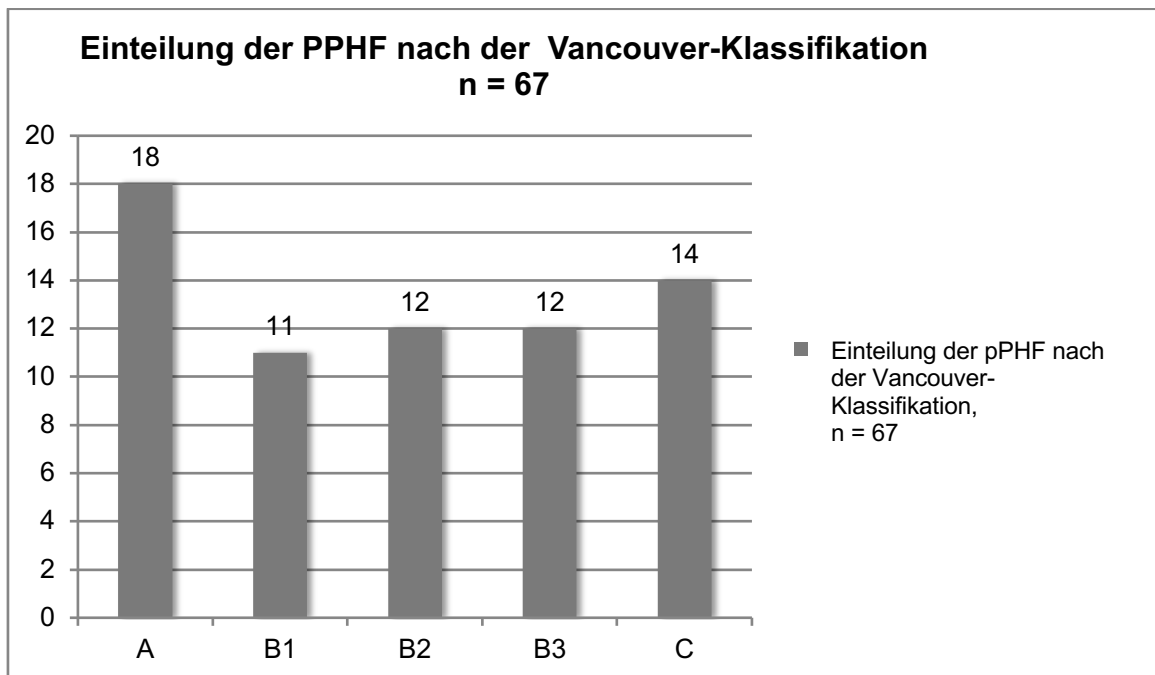


Abbildung 7: pPHF nach Vancouver-Klassifikation

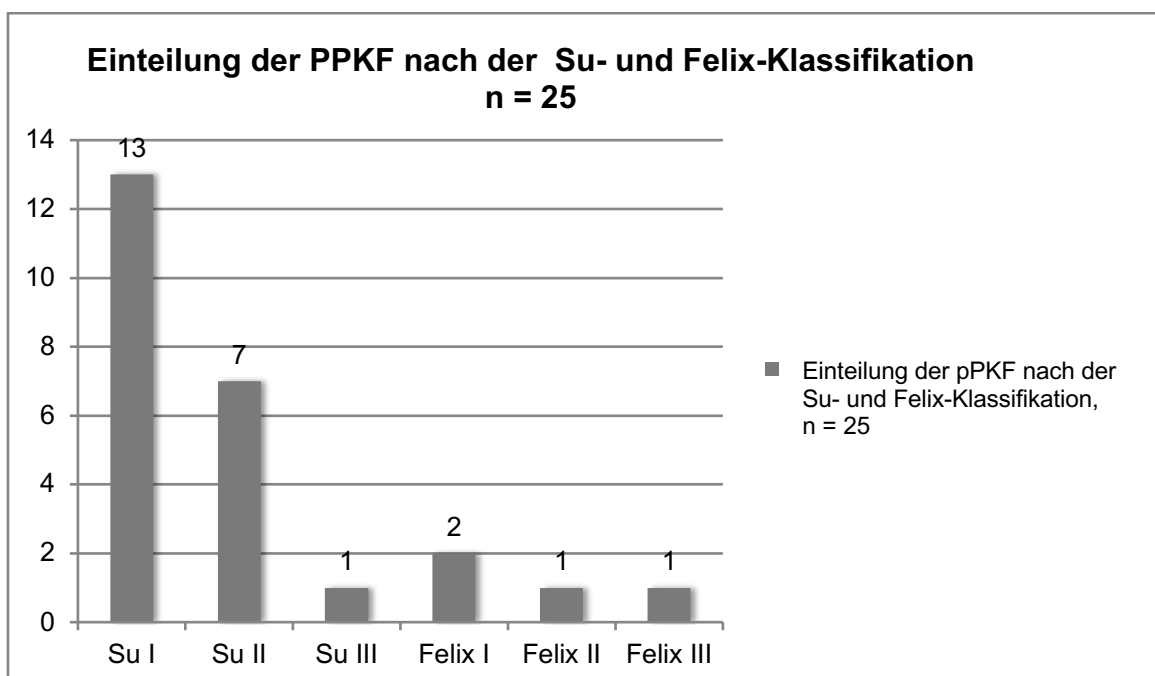


Abbildung 8: pPKF nach Su-Klassifikation und Felix-Klassifikation

---

#### 7.2.4 Art der operativen Versorgung

Bei 28 der 67 Patienten mit pPHF (41,8%) erfolgte ein Prothesenwechsel, 37 Frakturen (55,2%) wurden mit einem Osteosyntheseverfahren und bei zwei Patienten (3%) wurden die Frakturen kombiniert versorgt (Prothesenwechsel und Osteosyntheseverfahren).

Typ A Frakturen wurden zum Großteil (16 Patienten, 88,9%) mittels Osteosynthese versorgt und zwei Patienten erhielten eine Revisionsendoprothese. Eine kombinierte Versorgung gab es nicht. Bei Typ B1 Frakturen erhielten zwei Patienten einen Prothesenwechsel, 8 eine Osteosynthese und ein Patient eine kombinierte Versorgung. Typ B2 Frakturen wurden bei 11 Patienten mit einer Revisionsendoprothese und bei einem Patienten osteosynthetisch versorgt. Frakturen vom Typ B3 wurden bei 11 Patienten mit einem Prothesenwechsel versorgt. Keiner dieser Patienten erhielt eine osteosynthetische Versorgung und ein Patient wurde kombiniert versorgt. Bei Typ C Frakturen erfolgte bei zwei Patienten ein Prothesenwechsel und 12 Patienten wurden osteosynthetisch versorgt.

21 Patienten (84%) mit kniegelenksnahen Frakturen (pPKF) wurden osteosynthetisch versorgt, vier Patienten (16%) erhielten eine Kombination aus Osteosynthese und Prothesenwechsel. Zwei Frakturen vom Su Typ I, eine Fraktur vom Su Typ 2 und eine weitere Fraktur vom Felix Typ I wurden kombiniert versorgt. Eine Revisionsendoprothese ohne Osteosynthese erfolgte bei keinem Patienten.

#### 7.2.5 Konsolidierungsrate und -dauer

Bei 65,7% (44/67) der pPHF lag ein vollständiges radiologisches Follow up vor. 86,4% (n = 38) der Frakturen waren konsolidiert, bei 13,6% (n = 6) lag eine delayed union vor. Die mittlere Dauer der Frakturheilung bei den vollständig verheilten Frakturen lag bei  $9,5 \pm 8,88$  Monaten.

Bei den kniegelenksnahen Frakturen (pPKF) konnten von 76% (19/25) ein vollständiges radiologisches Follow up akquiriert werden. 89,5% (n = 17) waren vollständig konsolidiert, 8% (n = 2) Frakturen zeigten eine delayed union. Die Dauer der Frakturkonsolidierung lag hier bei durchschnittlich  $4,9 \pm 2,75$  Monaten.

---

## 7.2.6 Postoperative Komplikationen

Die allgemeine Komplikationsrate bei der Behandlung von pPHF betrug 25,4%. Ein Materialversagen konnte bei sechs Patienten (9%) detektiert werden, eine postoperative Infektion zeigte sich bei 9 Patienten (13,4%). Bei einem Patienten (1,5%) kam es zu einer Pseudarthrose und ebenfalls ein Patient (1,5%) erlitt eine erneute pPF. In der Analyse zeigten sich keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Komplikationsrate zwischen den einzelnen Frakturtypen ( $p = 0,835$ ) und dem Therapieverfahren ( $p = 0,174$ ).

Bei den kniegelenksnahen Frakturen (pPKF) betrug die allgemeine Komplikationsrate 24%. Bei einem Patienten (4%) wurde ein Materialversagen festgestellt, eine postoperative Infektion erlitt ein Patient (4%) und bei zwei Patienten (8%) wurde eine Pseudarthrose festgestellt. Refrakturen erlitten zwei Patienten (8%). In der Analyse zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Frakturtypen ( $p = 0,626$ ) und dem Therapieverfahren ( $p = 0,648$ ).

## 7.3 Nebenerkrankungen

Tabelle 5 zeigt das Verteilungsmuster der Schweregrade der Nebenerkrankungen anhand des ASA Scores.

**Tabelle 5:** ASA Score für pPHF und pPKF. ASA 1: normaler, sonst gesunder Patient. ASA 2: Patient mit leichten Allgemeinerkrankungen. ASA 3: Patient mit schweren Allgemeinerkrankungen. ASA 4: Patient mit schweren Allgemeinerkrankungen, die eine ständige Lebensbedrohung darstellt. ASA 5: moribunder (todkranker) Patient, der ohne die Operation voraussichtlich nicht überleben wird (138).

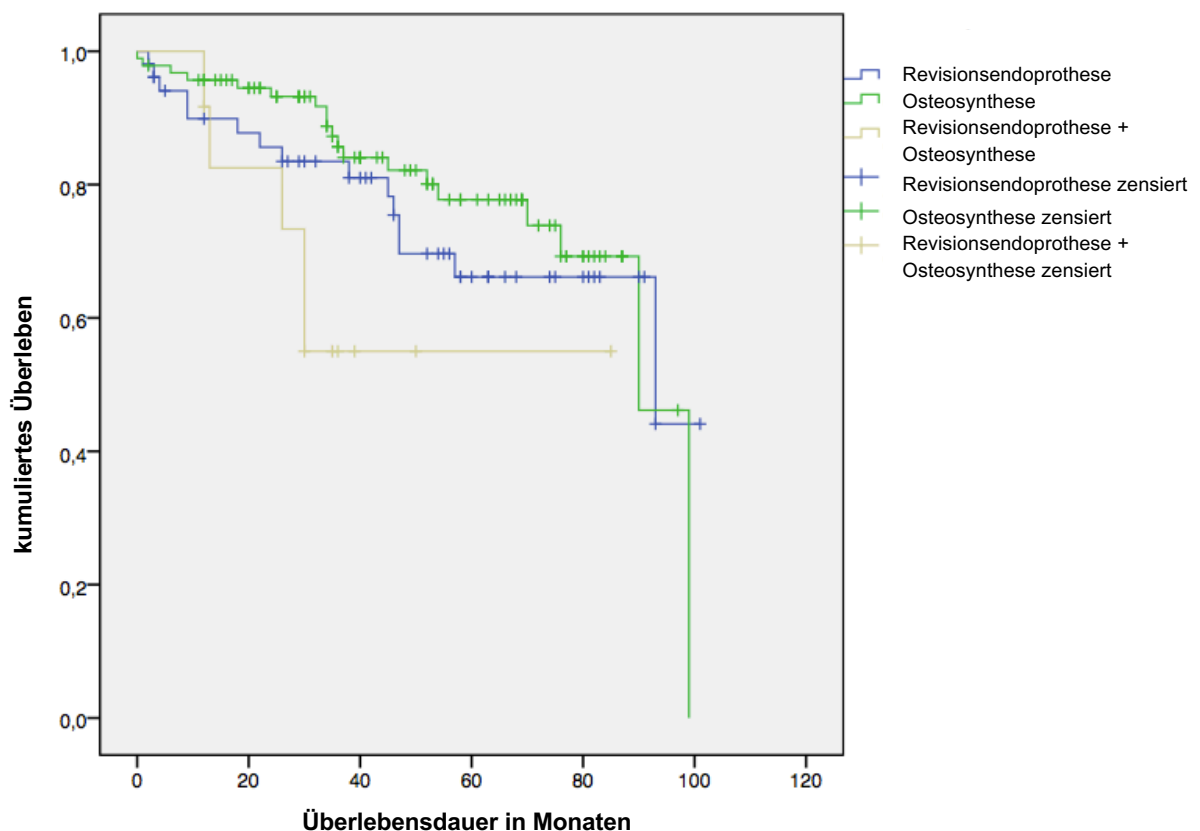
<b>ASA Score</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>pPHF</b>	1 (2%)	16 (24%)	20 (30%)	23 (34%)	5 (7%)	2 (3%)
<b>pPKF</b>	-	1 (4%)	13 (52%)	11 (44%)	-	-

## 7.4 Überlebensrate

28 der insgesamt 118 Hüftpatienten (23,7%) starben im Studienzeitraum. Bei Patienten mit kniegelenksnaher Fraktur starben 9 der insgesamt 39 Patienten (23,1%). Die mittlere Überlebenszeit des gesamten Patientenkollektivs betrug 77 Monate.

### 7.4.1.1 Überlebensrate kategorisiert nach Therapieverfahren

In der folgenden Abbildung ist die kumulierte Überlebensrate der gesamten Patientenkohorte kategorisiert nach Therapieverfahren dargestellt. In den Analysen zeigte sich, dass die Art der durchgeführten Frakturstabilisierung (Revisionsendoprothese vs. Osteosynthese) keinen Einfluss auf das Überleben hat.



**Abbildung 9:** kumulierte Überlebensrate der gesamten Patientenkohorte kategorisiert in Therapieverfahren (Osteosynthese (O) grün, Revisionsendoprothese (R) blau, kombiniert (K) gelb) mittlere Überlebenszeit betrug bei (O) 80 Monate (95% Konfidenzintervall von 72 bis 87), (R) 73 Monate (95% Konfidenzintervall von 65 bis 86) und (K) 56 Monate (95% Konfidenzintervall von 71 bis 83). Modifiziert nach Märdian et al. (62)



---

## 7.5 Ergebnisse der Fragebögen

### 7.5.1 VAS

Im Kollektiv der Hüftpatienten lag der durchschnittliche VAS in Ruhe bei  $1 \pm 2$  und bei Belastung bei  $1,99 \pm 2,86$ . Patienten mit pPKF gaben im Durchschnitt in Ruhe einen Wert von  $2 \pm 2,36$  an und bei Belastung von  $4,28 \pm 3,31$ .

Weder Frakturtyp noch das operative Verfahren hatten einen signifikanten Einfluss auf das Schmerzausmaß beider Kollektive.

### 7.5.2 Harris Hip Score

Abbildung 10 zeigt den Harris Hip Score eingeteilt nach Frakturtyp und Therapieverfahren. Es zeigten sich keine signifikanten Unterschiede bezogen auf die Wahl der operativen Strategie.

Patienten, die mit einer Revisionsendoprothese behandelt wurden ( $69,43 \pm 21,37$  Punkte), erreichten ähnliche Ergebnisse im HHS wie osteosynthetisch versorgte Verletzte ( $69,41 \pm 20,32$  Punkten), wohingegen Patienten mit einer Implantatkombination das schlechteste Ergebnis mit einer Punktzahl von  $54 \pm 12,73$  aufwiesen.

Bezogen auf das Frakturmuster erreichten Typ B1 Frakturen die höchste Punktzahl ( $79 \pm 21,8$  Punkte). In einer Subgruppenanalyse der verschiedenen operativen Versorgungsstrategien zeigten sich die besten Ergebnisse bei Patienten, die aufgrund einer Vancouver B1 Fraktur osteosynthetisch versorgt wurden ( $84,37 \pm 17$  Punkte). Die beste Punktzahl im Kollektiv der Patienten, die eine Revisionsendoprothese erhielten, wiesen Patienten mit einer Vancouver A Fraktur mit  $76,5 \pm 0,72$  Punkte auf.

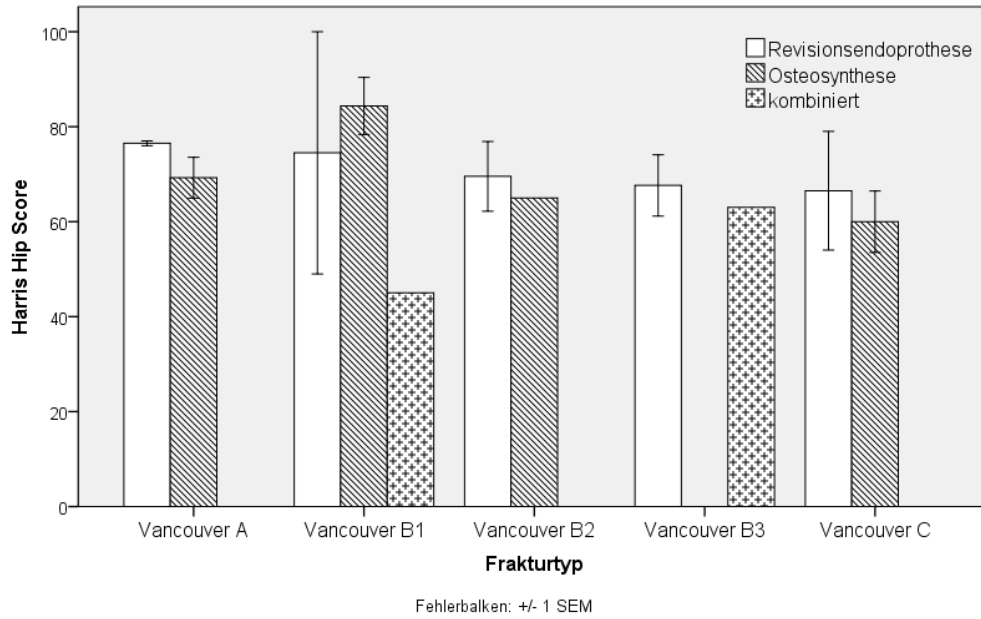


Abbildung 10: HHS (pPHF) kategorisiert nach Fraktureinteilung und Therapieverfahren. Modifiziert nach Märdian et al. (139)

### 7.5.3 WOMAC-Score

Abbildung 11 zeigt die im Mittel erreichte Punktzahl im WOMAC-Score zwischen den einzelnen Frakturtypen der Vancouver-Klassifikation und des gewählten Therapieverfahrens. Es zeigten sich keine signifikanten Unterschiede innerhalb der Wahl des operativen Verfahrens und der Frakturklassifikation.

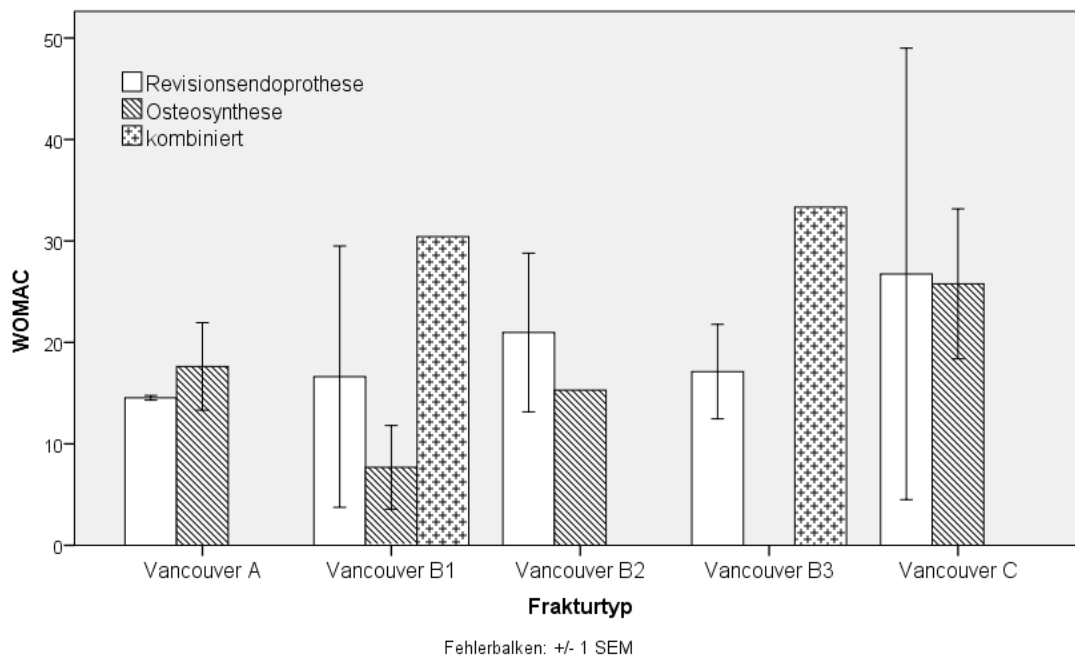


Abbildung 11: WOMAC-Score (pPHF) kategorisiert nach Fraktureinteilung und Therapieverfahren. Modifiziert nach Märdian et al. (139)

Auch bei Patienten mit einer kniegelenksnahen Fraktur zeigte die statistische Auswertung keine signifikanten Unterschiede des WOMAC-Scores zwischen den einzelnen Frakturtypen und der Behandlungsstrategie (Abbildung 12). Anzumerken ist, dass es sich bei den Ergebnissen oft um Einzelwerte handelt, womit die Aussagekraft deutlich eingeschränkt ist.

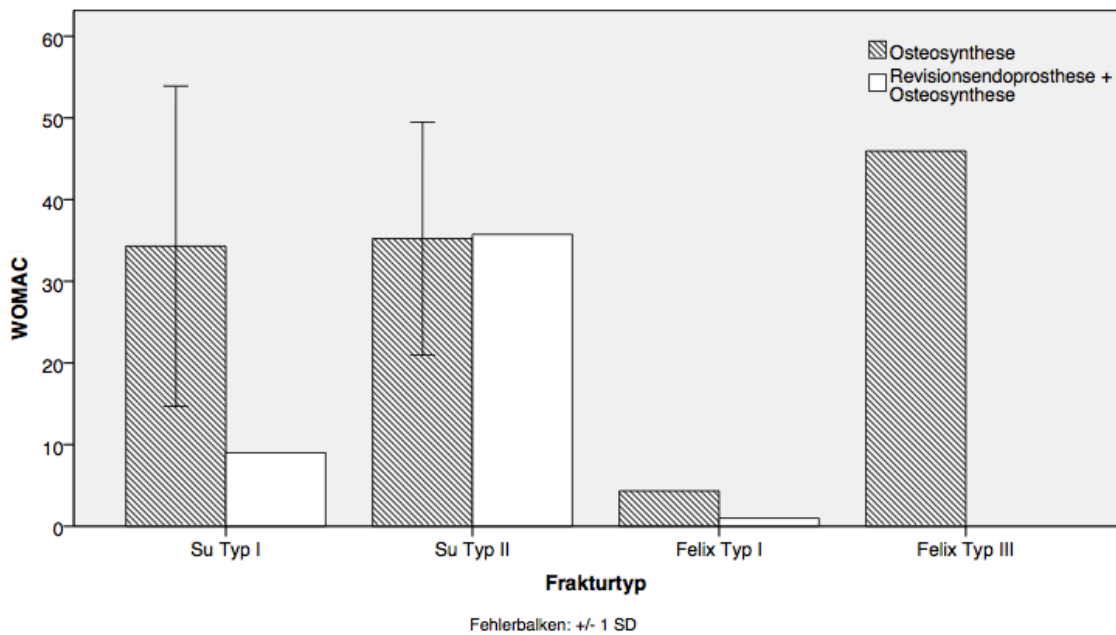


Abbildung 12: WOMAC-Score Ergebnisse pPKF kategorisiert nach Frakturtyp und Therapieverfahren

Die statistische Auswertung ergab, dass pPHF einen signifikant besseren WOMAC Index aufwiesen im Vergleich zu pPKF (pPHF:  $18,91 \pm 19,56$  vs. pPKF:  $29,33 \pm 19,41$ ,  $p = 0,036$ ).

#### 7.5.4 SF-36 Score

Tabelle 6 zeigt den SF-36 Score im Vergleich zwischen pPHF, pPKF und der Normalpopulation. Die statistische Analyse ergab keine signifikanten Unterschiede des SF-36 bezogen auf die Wahl der operativen Strategie (Revisionsendoprothese:  $67,55 \pm 21,65$  Punkte; Osteosynthese:  $65,04 \pm 22,47$  Punkte; Kombinierte Versorgung:  $65,44 \pm 13,17$ ).

Tabelle 6: Mittelwerte SF-36; Vergleich zwischen pPHF, pPKF und Normpopulation

SF-36	pPHF, n = 67	pPKF, n = 25	Normpopulation (135)
Körperliche Funktionsfähigkeit	41,94 ± 30,86	23 ± 23,54	85,71 ± 22,1
Körperliche Rollenfunktion	65,3 ± 44,16	26 ± 41,76	83,7 ± 31,73
Körperliche Schmerzen	71,06 ± 30,24	56,04 ± 31,76	79,08 ± 31,73
Allgemeine Gesundheitswahrnehmung	41,3 ± 16,81	45,88 ± 14,82	68,05 ± 20,15
Vitalität	55 ± 23,21	52,2 ± 20,47	63,27 ± 20,15
Soziale Funktionsfähigkeit	83,02 ± 25,63	69 ± 31,27	88,76 ± 18,47
Emotionale Rollenfunktion	88,56 ± 29,9	81,33 ± 38,59	90,35 ± 25,62
Psychisches Wohlbefinden	66,75 ± 17,9	63,2 ± 19,39	73,88 ± 16,38
Veränderung der Gesundheit	2,9 ± 1,07	3,52 ± 1,08	
<b>Körperliche Summenskala</b>	<b>36,53 ± 9,97</b>	<b>28,34 ± 8,4</b>	<b>50,21 ± 10,24</b>
<b>Psychische Summenskala</b>	<b>53,3 ± 9,12</b>	<b>53,32 ± 10,88</b>	<b>51,54 ± 8,14</b>
<b>SF-36 gesamt</b>	<b>44,91 ± 7,17</b>	<b>40,83 ± 6,1</b>	

Die folgende Abbildung (Abbildung 13) zeigt die im Mittel erreichte Punktzahl im SF-36 Score zwischen den einzelnen Frakturtypen der Vancouver-Klassifikation und des gewählten Therapieverfahrens. Die statistische Auswertung erbrachte keine signifikanten Unterschiede des SF-36 Scores zwischen den einzelnen Frakturtypen und der operativen Versorgung. Die höchste Punktzahl erreichten Typ B1 Frakturen mit  $69,89 \pm 15$  Punkten. In einer Subgruppenanalyse der verschiedenen operativen Versorgungsstrategien ergaben sich die besten Ergebnisse bei Patienten, die aufgrund einer Vancouver B1 Fraktur osteosynthetisch versorgt wurden ( $71,45 \pm 16,12$  Punkte).

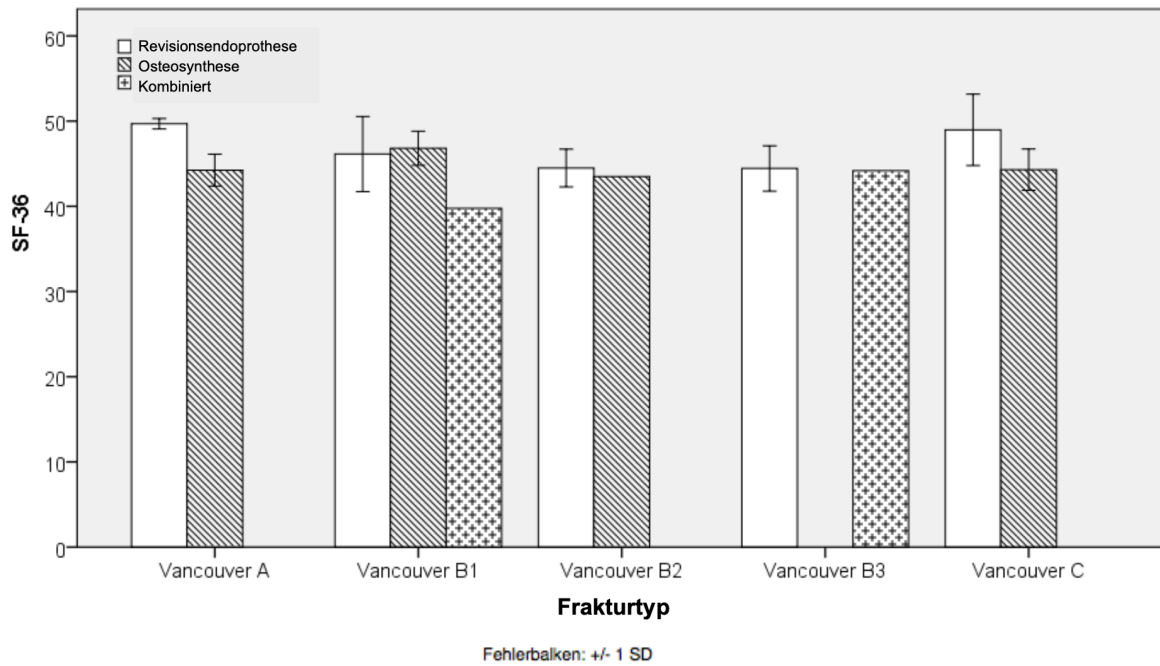


Abbildung 13: SF-36 Score (pPHF) kategorisiert nach Fraktуреinteilung und Therapieverfahren. Modifiziert nach Märdian et al. (139)

Abbildung 14 zeigt die im Mittel erreichte Punktzahl im SF-36 Score bei Patienten mit kniegelenksnahen Frakturen. Die statistische Auswertung ließ keine signifikanten Unterschiede des SF-36-Scores zwischen den einzelnen Frakturtypen erkennen.

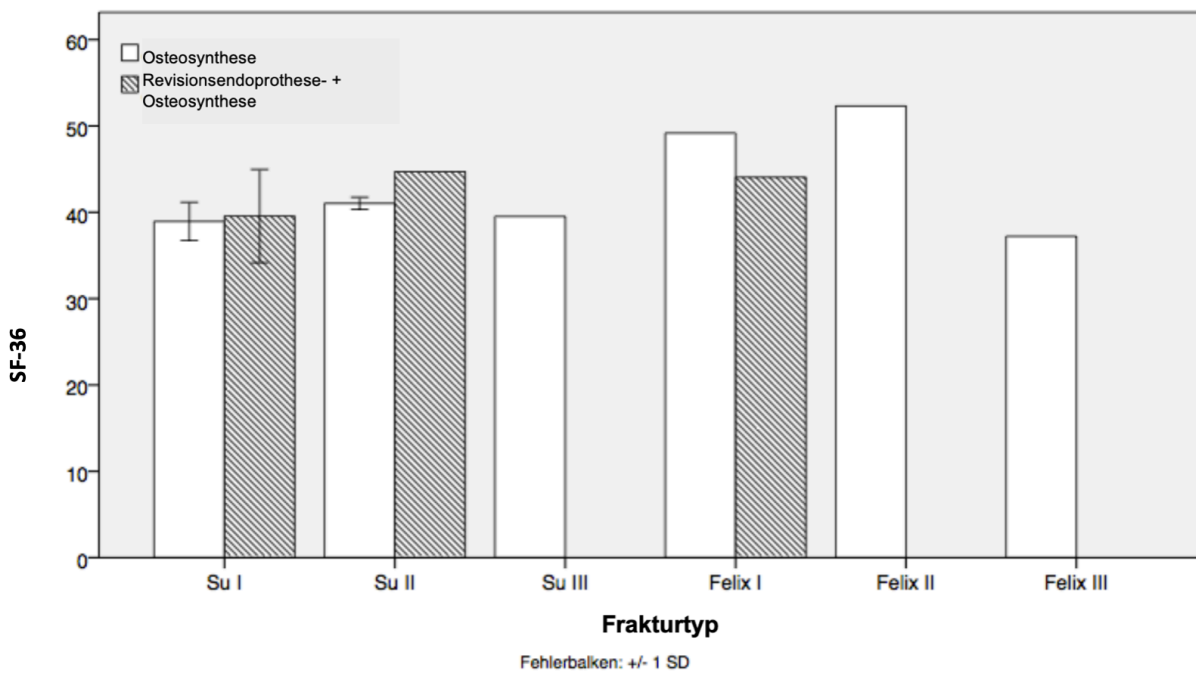


Abbildung 14: SF-36 Score (pPKF) kategorisiert nach Frakturtyp und Therapieverfahren.

---

Im Vergleich der im Mittel erreichten Werte im SF-36 zeigten pPHF mit  $66,1 \pm 21,71$  Punkten ein signifikant besseres Ergebnis als Patienten mit pPKF ( $52,5 \pm 19,28$  Punkte;  $p = 0,007$ ).

#### 7.5.5 Lysholm Score

Die durchschnittliche Punktzahl der betroffenen Extremität lag bei  $49,83 \pm 23,83$  und der nicht betroffenen Seite bei  $68 \pm 25,82$ . Patienten mit osteosynthetischer Versorgung erreichten  $46,43 \pm 22,15$  Punkte auf der betroffenen und  $66,71 \pm 26,45$  Punkte auf der nicht betroffenen Seite. Bei kombiniert versorgten Patienten zeigte sich das bessere Ergebnis mit einer Punktzahl von  $73,67 \pm 25,54$  auf der verletzten Seite und  $77 \pm 23$  auf der intakten Seite. In der statistischen Auswertung zeigten sich keine signifikanten Unterschiede bezogen auf die Wahl der operativen Strategie.

Su Typ I Verletzungen erreichten im Mittel  $39,92 \pm 20,97$  Punkte auf der betroffenen und  $66 \pm 28,74$  Punkte auf der anderen Seite. Su Typ II Frakturen lagen bei  $60,86 \pm 23,02$  (betroffene Seite) und  $69,43 \pm 23,85$  (intakte Seite) Punkten. Bei Su III Verletzungen handelt es sich um Einzelwerte mit jeweils 35 erreichten Punkten.

Patienten mit Felix Typ I Frakturen lagen bei  $57,5 \pm 17,68$  Punkten auf der behandelten Seite und bei  $70,5 \pm 23,33$  Punkten auf der anderen. Felix Typ II Frakturen sind mit 98 erreichten Punkten auf der betroffenen Seite und mit 100 erreichten Punkten auf der intakten Seite Einzelwerte und auch bei Felix Typ III Frakturen handelt es sich mit 43 (betroffene Seite) und 78 (nicht betroffene Seite) Punkten um Einzelwerte.

Die durchschnittliche Punktzahl der betroffenen Seite lag bei  $49,83 \pm 23,83$ . Bei der nicht betroffenen Seite konnte im Mittel eine Punktzahl von  $68 \pm 25,82$  erreicht werden.

Es zeigten sich keine signifikanten Unterschiede innerhalb der Frakturtypen.

Die Analyse zeigte keine signifikanten Unterschiede zwischen den Frakturtypen und der Behandlungsstrategie.

---

### 7.5.6 KSS

Die durchschnittliche Punktzahl im Kniescore lag bei  $72,46 \pm 18,61$  und im Funktionsscore bei  $40,83 \pm 32,56$ .

Patienten mit osteosynthetischer Versorgung erreichten  $71,38 \pm 19,07$  Punkte im Knie- und  $35,24 \pm 30,76$  Punkte im Funktionsscore. Bei kombiniert versorgten Patienten zeigte sich das bessere Ergebnis mit einer Punktzahl von  $80 \pm 15,72$  im Knie- und  $80 \pm 10$  im Funktionsscore. Die statistische Auswertung ergab, dass osteosynthetisch versorgte Patienten einen signifikant niedrigeren Funktionsscore aufwiesen (osteosynthetische Versorgung:  $35,24 \pm 30,76$  vs. kombinierte Versorgung:  $80 \pm 10$ ,  $p=0,012$ ), als Patienten, die kombiniert versorgt wurden. Im Kniescore zeigten sich keine signifikanten Unterschiede bezogen auf die Wahl der operativen Strategie.

Su Typ I Verletzungen erreichten im Mittel  $70,92 \pm 19,09$  Punkte im Kniescore und  $43,17 \pm 29,06$  im Funktionsscore. Su Typ II Frakturen lagen bei  $35,29 \pm 13,02$  (Kniescore) und  $68,57 \pm 21,16$  (Funktionsscore) Punkten. Bei Su III Frakturen handelt es sich um einen Einzelwert mit 84 Punkten im Knie- und 0 Punkten im Funktionsscore.

Patienten mit Felix Typ I Frakturen lagen bei  $78 \pm 7,07$  Punkten im Knie- und bei  $85 \pm 21,21$  Punkten im Funktionsscore. Felix Typ II Frakturen sind mit zwei Mal 100 erreichten Punkten ebenfalls Einzelwerte. Auch bei Felix Typ III Frakturen handelt es sich mit 65 (Kniescore) und 20 (Funktionsscore) Punkten um Einzelwerte. Die statistische Auswertung zeigte keine signifikanten Unterschiede des KSS-Scores zwischen den einzelnen Frakturtypen.

Auch hier ließen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Frakturtypen und der Behandlungsstrategie feststellen.

## 7.6 Ergebnisse prädiktive Faktoren

Es galt herauszufinden, welche Faktoren (Alter, Geschlecht, ASA-Klassifikation, Prothesenverankerung, Revisions-/Primärendoprothese, Begleiterkrankung und Art der operativen Versorgung) Einfluss auf das klinische Ergebnis haben. Untersuchte Faktoren sind in Tabelle 2 aufgeführt.

In einer multivariaten Regressionsanalyse zeigte sich, dass im Kollektiv der Patienten mit pPHF nur die ASA-Klassifikation ein signifikanter Prädiktor für das Ergebnis des HHS ( $p = 0,015$ , siehe Abbildung 15) und des SF-36 Score ( $p = 0,045$ , siehe Abbildung 16) ist. In der Gruppe der kniegelenksnahen Frakturen konnte unter den Daten kein prädiktiver Faktor für das klinische Ergebnis oder die Lebensqualität identifiziert werden.

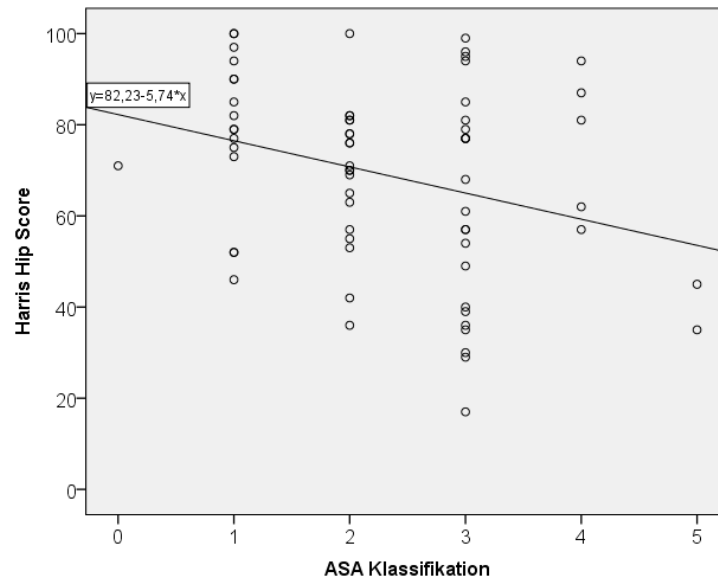


Abbildung 15: ASA-Klassifikation als Prädiktor für das Ergebnis des HHS;  $p = 0,015$

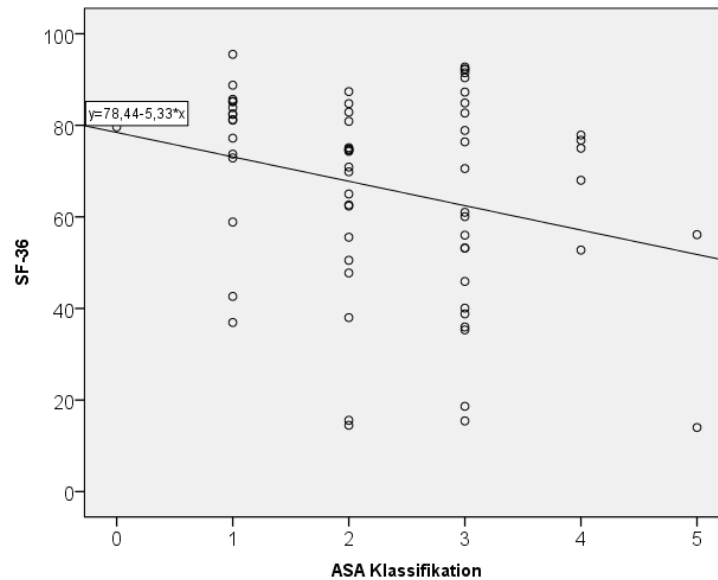


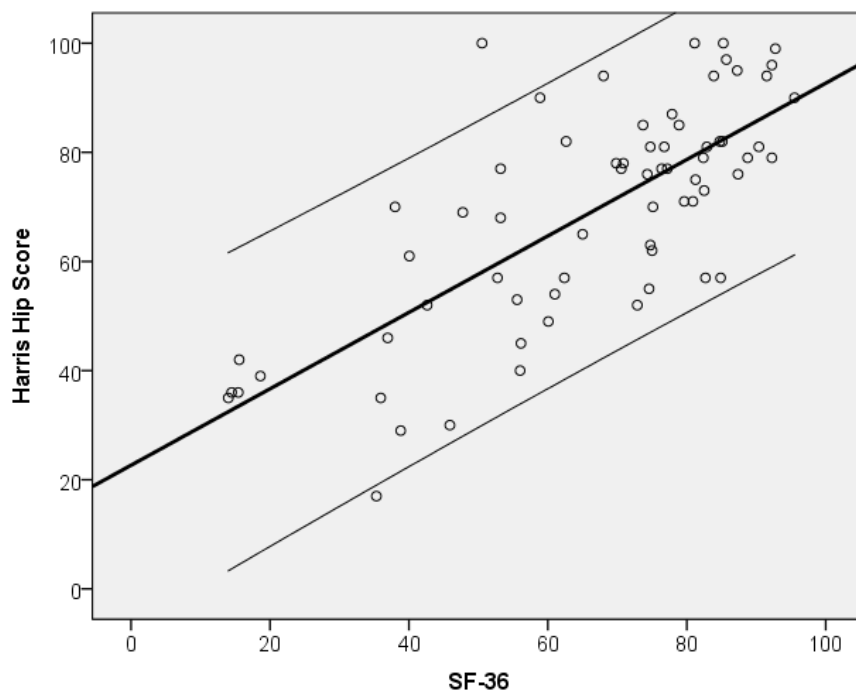
Abbildung 16: ASA-Klassifikation als Prädiktor für das Ergebnis des SF-36 Scores;  $p = 0,033$



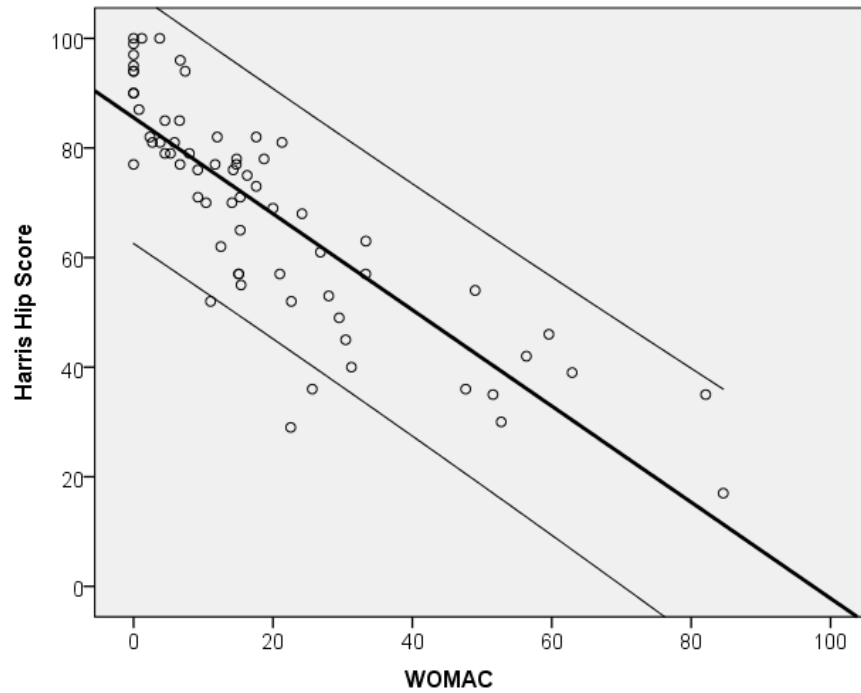
---

## 7.7 Zusammenhänge von Funktion und Lebensqualität

Die Analyse dokumentiert eine signifikante positive Korrelation des SF-36 Score mit dem HHS ( $p < 0,001$ ,  $r = 0,74$ , siehe Abbildung 17) und korrespondierend eine signifikant negative Korrelation des WOMAC mit dem HHS ( $p < 0,001$ ,  $r = -0,836$ , Abbildung 18) bei Patienten mit pPHF. Diese Analyse bestätigt, dass die Funktion einen deutlichen Einfluss auf die postoperative Lebensqualität hat.



**Abbildung 17:** Korrelation zwischen Harris Hip Score und SF-36;  $r = 0,74$ ,  $p < 0,001$ . Modifiziert nach Märdian et al. (139)



**Abbildung 18:** Korrelation zwischen Harris Hip Score und WOMAC Score;  $r = -0,836$ ,  $p < 0,001$ . Modifiziert nach Märdian et al. (139)

In der statistischen Auswertung der Kniepatienten zeigt sich eine signifikante positive Korrelation des KSS Funktionscore mit dem WOMAC ( $p < 0,001$ ,  $r = -0,581$ , siehe Abbildung 19) und dem SF-36 Score ( $p < 0,001$ ,  $r = 0,704$ , siehe Abbildung 20). Demnach ist auch hier zu sagen, dass eine verbesserte Funktionalität mit einer positiveren Lebensqualität einhergeht.

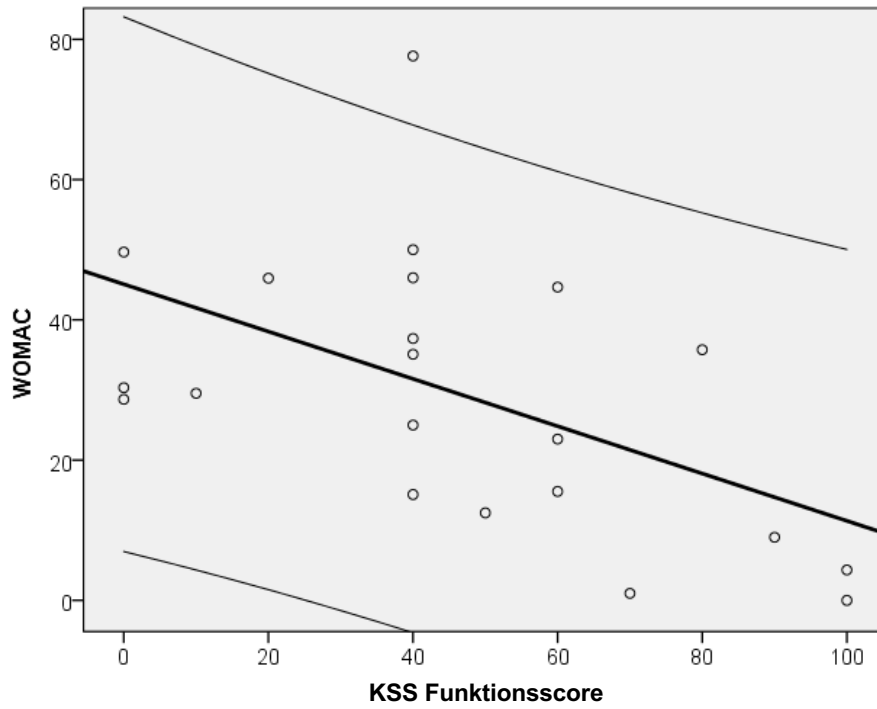


Abbildung 19: Korrelation zwischen WOMAC Score und KSS Funktionsscore;  $r = -0,581$ ,  $p = 0,006$

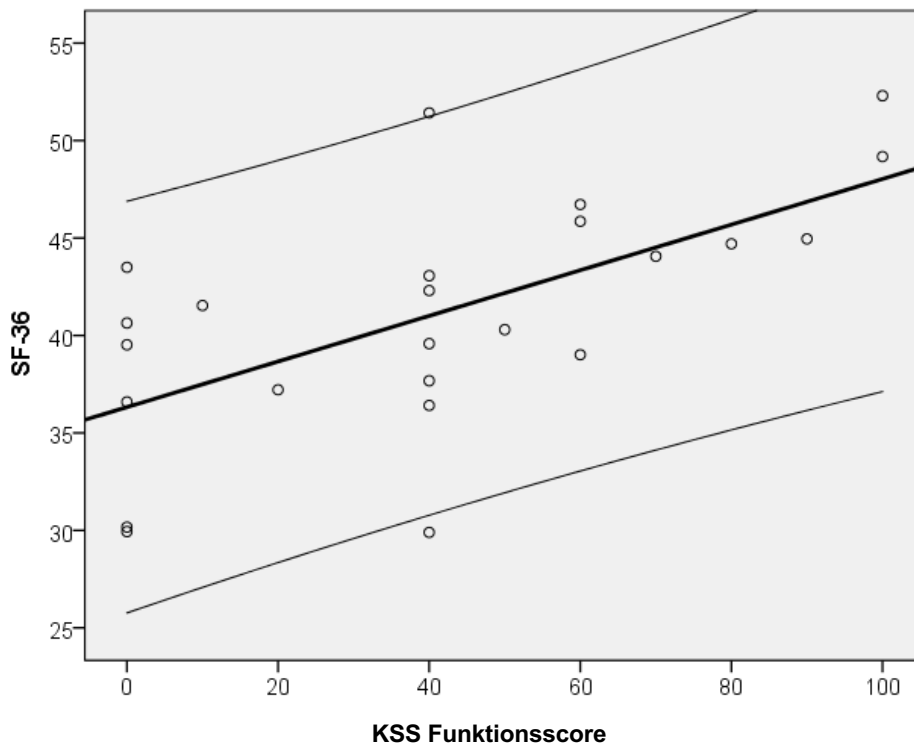


Abbildung 20: Korrelation zwischen SF-36 Score und KSS Funktionsscore;  $r = 0,704$ ,  $p < 0,001$ . Modifiziert nach Märdian et al. (140)

---

## 8 Diskussion

Periprothetische Frakturen (pPF) sind seltene, jedoch schwerwiegende Komplikationen nach Gelenkersatzoperationen an Hüfte oder Knie und stellen sowohl den behandelnden Chirurgen als auch die Patienten vor eine große Herausforderung. Dabei stellen die Komplexität der operativen Prozeduren auf der einen und patientenimmanente Faktoren (fortgeschrittenes Alter, signifikante Nebenerkrankungen, vorbestehend verminderte Mobilität) auf der anderen Seite, Hürden in der Therapie dieser Verletzungen dar. Das Ziel der Bemühungen ist die Wiederherstellung der Mobilität auf mindestens ein Niveau, wie es vor der Verletzung war. Dies verlangt trotz der etablierten Algorithmen ein an den jeweiligen Patienten angepasstes Therapiekonzept. Für das klinische Ergebnis ist die sichere knöcherne Konsolidierung mit unkompliziertem peri- und postoperativen Verlauf, die hohe Stabilität der neu implantierten Prothese und die damit einhergehende Möglichkeit der uneingeschränkten Belastbarkeit der Extremität von besonderer Wichtigkeit (43).

Ein weiteres Ziel der Therapie ist neben dem funktionellen Aspekt die posttraumatische Lebensqualität der Patienten. Diese ist sehr eng mit der körperlichen Mobilität verbunden und spielt gerade bei der hohen Aktivität von Patienten auch im fortgeschrittenen Alter eine immer wichtigere Rolle. Aufgabe dieser Arbeit war es, die Lebensqualität nach operativ versorgter pPF bei liegender Hüft- oder Knieendoprothese zu analysieren.

In der vorliegenden Arbeit zeigte sich eine signifikant bessere postoperative Lebensqualität (gemessen an WOMAC und SF-36) bei Patienten nach versorgter pPHF im Vergleich zu Patienten nach versorgter pPKF. Interessanterweise fand sich jedoch innerhalb der Patientenkollektive kein signifikanter Unterschied der Lebensqualität in Bezug auf die Frakturmorphologie oder Operationstechnik (osteosynthetische Rekonstruktion versus Revisionsendoprothese), wie es auch in anderen Studien berichtet wurde (65, 139, 141, 142).

Weiterhin konnte ermittelt werden, dass das funktionelle Outcome (gemessen an HHS und KSS Funktionsscore) maßgeblich die postoperative Lebensqualität nach operativer Versorgung pPF beeinflusst. Als einziger signifikanter Prädiktor für ein schlechtes Outcome (HHS und des SF-36 Score) erwies sich die präoperative ASA Klassifikation.

---

Das in dieser Arbeit analysierte Kollektiv von 92 Patienten ist mit den Patientenkollektiven aus anderen Arbeiten in Hinblick auf Patientenalter, Geschlechtsverteilung und Verteilung der Frakturmorphologie gut vergleichbar (23, 143-146).

In der vorliegenden Arbeit handelt es sich, wie in der Literatur beschrieben (Durchschnittsalter pPF: 58,8 - 78,6 Jahre) ebenfalls um ein überwiegend geriatrisches Patientengut (Durchschnittsalter pPHF:  $72 \pm 6,89$  Jahre; pPKF:  $76 \pm 8,89$  Jahre) (16, 19, 20, 23, 143, 146-148). Der Anteil des weiblichen Geschlechts ist mit 73% bei den Hüftpatienten und mit 80% bei Kniepatienten signifikant höher, wie es auch von anderen Autoren berichtet wurde (4, 90, 149). Es gibt allerdings auch Studien, in denen die Geschlechterverteilung ausgeglichen ist (43, 44, 150). Der deutlich erhöhte Anteil des weiblichen Geschlechts wird von einigen Autoren durch eine erhöhte Inzidenz an Osteoporose erklärt, die als einer der entscheidenden Risikofaktoren für das Entstehen von pPF gilt (151-153). Dies könnte jedoch auch an der Gegebenheit liegen, dass der Frauenanteil unter Prothesenträgern generell höher ist (8).

Im Vergleich mit der Literatur sind ähnliche Ergebnisse der Verteilung der Frakturmorphologie bei pPHF beschrieben. Frakturen vom Vancouver Typ B traten am häufigsten auf, gefolgt von Typ A und C auf (141, 154). Bei den Frakturmustern von pPKF zeigt sich im Vergleich zum aktuellem Schrifttum ein etwas anderes Verteilungsmuster, wobei sich im Gegensatz zu der vorliegenden Studie nicht Frakturen vom Su Typ 1, sondern Frakturen vom Su Typ 2 als häufigster Frakturtyp erwiesen (155). Aufgrund der geringen Fallzahlen in dieser Gruppe (n=25) ist der Literaturvergleich jedoch schwierig. Zudem werden bei pPKF teilweise unterschiedliche Klassifikationen verwendet, wie z.B. bei Gavaskar und Kollegen, welche die Klassifikation von Rorabeck und Taylor verwendeten (156).

Neben der Morphologie der Fraktur, spielt auch der Verankerungszustand der Prothese im Knochen eine maßgebliche Rolle (locker vs. fest). Eine Prothesenlockerung konnte bei pPHF in dieser Arbeit bei 36% festgestellt werden. In der Literatur werden Werte zwischen 11% und 39% (20, 43, 157), teilweise sogar bis 57% genannt (10).

Korrespondierend zum Anteil der gelockerten Prothesen konnte knapp ein Drittel der pPHF Patienten mit einem reinen Prothesenwechsel versorgt werden (30,4%). Bei Patienten mit einer pPKF war ein ausschließlicher Wechsel der Prothese in keinem Fall möglich. Hier musste in 16% die neue Prothese mit einer zusätzlichen Osteosynthese

---

kombiniert werden oder es war mit 84% eine ausschließliche osteosynthetische Versorgung angezeigt.

Bei beiden Patientengruppen war die reine Osteosynthese das häufigste Verfahren, die kombinierte Versorgung fand in beiden Patientengruppen nur bei wenigen Fällen Anwendung (6,5%). In der Literatur werden unter Berücksichtigung des Frakturverteilungsmusters in ähnlicher Häufigkeit entsprechende operative Verfahren (Osteosynthese, Revisionsendoprothese) zugeordnet (14, 23, 143, 158, 159).

Ein einfacher Sturz war, wie in anderen Publikationen beschrieben, auch im vorliegenden Patientenkollektiv, die Hauptursache für eine pPF (pPHF: 61%; pPKF: 88%) (16, 19, 23, 43). Die Standzeit der Hüftprothesen bis zum Auftreten einer pPF lag im Mittel bei  $63 \pm 83$  Monaten und ist gut vergleichbar mit dem in der Literatur angegebenen Zeitraum von 56,4 bis 87,6 Monaten (43, 160, 161). Bei den pPKF bei implantierter Knie-TEP liegt das zeitliche Intervall von Implantation bis zur Fraktur mit  $88 \pm 83$  Monaten ebenfalls innerhalb publizierter Bereiche (34,8 – 96 Monate) (151, 162).

Auch die Mortalität im Zeitraum der klinischen Nachuntersuchung (Januar 2011 bis August 2013) lag mit 23,6% (37 Patienten) in einem vergleichbaren Rahmen mit der Literatur (abhängig vom Patientenalter und Begleiterkrankungen Werte bis 34,8%) (163-168). Die Analyse der Überlebensraten der vorliegenden Studie belegt, dass mehr als 50% der Hüftpatienten innerhalb der ersten drei Jahre sterben. Erwähnenswert ist, dass Analysen von Patienten mit Prostata- oder Lungenkarzinom eine günstigere Überlebensrate zeigen (169). Eine mögliche Erklärung hierfür könnte das fortgeschrittene Patientenalter sowie die Beeinträchtigung des Organismus durch relevante Begleiterkrankungen sein (62). In einer Studie von Bhattacharyya *et al.* mit 106 Patienten konnten für pPF mit 11% eine vergleichbar hohe 1-Jahres Mortalität wie nach Schenkelhalsfrakturen erhoben werden (61). Weiterhin wurde in dieser Studie eine verlängerte Immobilisationszeit als Risikofaktor für eine Erhöhung der Mortalitätsrate bei einer Dauer von mehr als zwei Tagen zwischen stationärer Aufnahme und Operation diskutiert. Ferner zeigte sich eine signifikant höhere Mortalitätsrate nach osteosynthetischer Versorgung im Vergleich zu einem Prothesenwechsel (61). Ein Erklärungsansatz hierfür wird entgegen anderer Studien (10, 13), die den Wechsel aufgrund der Komplexität des Eingriffes als riskanter einstufen, in der Tatsache vermutet, dass Patienten nach Prothesenwechsel früher belastungsstabil sind, als Patienten die

---

osteosynthetisch versorgt wurden (61). Denn eine Einschränkung der Mobilität steigert das Risiko für Sekundärkomplikationen (z. B. Pneumonie, Thrombose, etc.) (18, 19, 46, 64).

Im vorliegenden Patientenkollektiv zeigt sich, ähnlich der publizierten Literatur, die Mortalitätsrate der kombiniert versorgten Patienten am höchsten (41,7%) (141, 170). Möglicherweise liegt dies an der längeren Operationszeit, den größeren Blutverlusten und Weichteilschäden, sowie an der dadurch erhöhten Komplikationsrate. Aufgrund der kleinen Fallzahl der kombiniert versorgten Patienten (12 Patienten) im Vergleich zu den osteosynthetisch versorgten Patienten (93 Patienten) oder den Patienten, die mit einer Revisionsendoprothese (52 Patienten) versorgt wurden, ist die Aussagekraft natürlich limitiert. Auch muss erwähnt werden, dass die Ausgangssituation der Fraktur in diesen Fällen deutlich komplexer war, sodass ein kombiniertes Verfahren erst notwendig wurde.

Die Gesamtkomplikationsrate lag in der vorliegenden Studie bei 25% (pPHF: 25,4%; pPKF: 24%). Am häufigsten kam es zu einer periimplantären Infektion (10,9%). Gefolgt von einem Osteosyntheseversagen (7,6%), einer Pseudarthrose (3,2%) und einer erneuten pPF (3,2%). In der publizierten Literatur werden sehr unterschiedliche Definitionen von Komplikationen verwendet und erschweren den direkten Vergleich. So beschreiben Probst *et al.* eine allgemeine Komplikationsrate von nur 4%, wobei es sich hier um schwerwiegende Komplikationen wie Thrombose, Lungenembolie, Paresen, Apoplex, Gangrän und Tod handelt (143). Andererseits werden für die Gesamtkomplikationsrate auch Werte von bis zu 60% angegeben (23, 43, 171, 172). Generell zeigen sich aber ähnliche Verteilungsmuster der Komplikationen wie in der vorliegenden Studie. Zu den häufigsten postoperativen Frühkomplikationen zählten z.B. bei Lindahl *et al.* starke Blutungen, oberflächliche Wundinfektion und sekundäre Dislokationen. Refrakturen und aseptische Lockerungen zählten zu den häufigsten Spätkomplikationen (10).

In den Analysen der vorliegenden Arbeit zeigte sich, dass die Komplikationsrate keinen signifikanten Einfluss auf die postoperative Funktionalität oder Lebensqualität hat. Auch das chirurgische Therapieverfahren hatte keinen Einfluss auf die Komplikationsrate. In einer Metaanalyse von Probst *et al.* wurden bei 696 Patienten die gewählten Behandlungsverfahren den Komplikationen zugeordnet. Hier lag der höchste Anteil

---

(10%) an behandlungsbedingten Komplikationen (z. B. intraoperative Frakturen, Fehlstellungen, Achsabweichungen) in der Gruppe der konservativ und minimalinvasiv behandelten, gefolgt von den Frakturen mit erfolgtem Prothesenwechsel (6%) und erfolgter Plattenosteosynthesen (2%). Postoperative Komplikationen (z.B. Pseudarthrosen, Implantatversagen, Dislokation) waren mit 17% bei den minimal und konservativ Behandelten, mit 31% bei den Frakturen mit behandelter Plattenosteosynthese und 19% mit erfolgtem Implantatwechsel zu verzeichnen (143).

In der multivariaten Regressionsanalyse konnte der präoperative ASA Score als einziger signifikanter Prädiktor für ein schlechtes funktionelles Outcome ermittelt werden (gemessen am HHS und SF-36). Auch bei Singh *et al.* zeigte sich, dass neben dem Charlson-Index ein hoher ASA-Score mit einem höheren Risiko für das Auftreten pPF verbunden ist (173). In einer Kohorte von 305 Patienten mit einer pPF nach 14.065 primären Hüftendoprothesen bestand ein doppelt so hohes Risiko für eine pPF, wenn die Patienten einen ASA-Score von 3 oder 4 aufwiesen. Einen Erklärungsansatz des erhöhten Frakturrisikos sahen die Autoren darin begründet, dass Patienten durch eine allgemeine Schwächung bei schwerwiegenden Vorerkrankungen eine erhöhte Sturzneigung haben (173). Auch in der vorliegenden Studie zeigte sich bei den meisten Patienten ein erhöhter präoperativer ASA-Score (2-4: pPHF 71%; pPKF 96%).

Es existiert eine Vielzahl von Studien, die sich mit dem Outcome nach operativ versorgten pPF beschäftigen, wobei diese zumeist nur die Frakturklassifikation, das gewählte Therapieverfahren und die postoperativen Komplikationen behandeln. Die aktuell präsentierten Daten zeigen nach bestem Wissen erstmals das funktionelle Ergebnis (HHS, KSS, Lysholm-Score) und die Lebensqualität (WOMAC, SF-36) nach pPF.

Zur Erhebung der Funktionalität wurde der HHS (pPHF), KSS (pPKF) und Lysholm-Score (pPKF) verwendet. Die durchschnittliche Punktzahl im HHS ergab mit  $69 \pm 21$  ein nur mäßiges bis schlechtes Ergebnis, 22 (32,8%) Patienten erreichten ein gutes bis hervorragendes funktionelles Resultat. Fink *et al.* kamen 3 Monaten nach operativer Versorgung Vancouver B2 und B3 Frakturen zu  $59 \pm 15$  und nach 24 Monaten zu einem guten Ergebnis mit einer Punktzahl von  $82 \pm 16$ . Andere Studien erreichten eine durchschnittliche Punktzahl zwischen 59 und 73 Punkten (13, 159, 174).



---

In der Subgruppenanalyse der osteosynthetisch versorgten Patienten konnte ein signifikant besseres Ergebnis für Typ B1 Frakturen im Vergleich zu Typ C Frakturen erreicht werden. Auch wenn bei der Interpretation der Subgruppenanalyse aufgrund geringer Fallzahlen (8 vs. 12) Vorsicht geboten ist, lässt das Ergebnis erkennen, dass Typ C Frakturen oft eine komplizierte Behandlungsstrategie mit sich führen, die mit Einbußen in der Funktionalität und Mobilität einhergehen (141, 175).

Zur Evaluation der Lebensqualität wurde in dieser Studie der SF-36 Score und der WOMAC verwendet. Die Kombination findet in der Literatur oft Anwendung, da der WOMAC eine höhere Sensitivität in den physischen Dimensionen erwiesen hat (176).

Es ist nachvollziehbar und unschwer erkennbar, dass es zu einer deutlichen Einschränkung der betroffenen Extremität kommt, wiedergespiegelt durch die erhobenen Scores (HHS, WOMAC, Subskalen des SF-36). Verglichen mit den Ergebnissen der deutschen Normalbevölkerung, sind die Ergebnisse der körperlichen Summenskala des SF-36 der Patienten dieser Studie deutlich niedriger [132]. Die Hüftpatienten erzielten im WOMAC durchschnittlich  $18,9 \pm 19,6$  und im SF-36 Score  $44,9 \pm 7,2$  Punkte (PCS  $36,5 \pm 9,9$ ; MCS  $53,3 \pm 9,1$ ).

Es stellte sich heraus, dass weder das Therapieverfahren noch der Frakturtyp einen signifikanten Einfluss auf das Ergebnis hatten. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie sind vergleichbar mit Ergebnissen von Patienten nach Revisionsendoprothese bei aseptischer Lockerung (177). Zu ähnlichen Ergebnissen kamen auch Mariconda *et al.* in ihrer Studie, in der die Lebensqualität nach Primärimplantation einer Hüftendoprothese untersucht wurde (WOMAC:  $19,4 \pm 20$ ; PCS:  $35,3 \pm 10$ , MCS:  $44,8 \pm 9$ ) (178). Vatansever *et al.* untersuchten in ihrer Studie die Lebensqualität nach Primärimplantation von Hemiendoprothesen nach proximalen Femurfrakturen. Sie fanden ebenfalls heraus, dass weder der Frakturtyp noch die Art der Prothese Einfluss auf die Lebensqualität (SF-36 Score) hat (179). Auch Mendonça *et al.* zeigten in ihrer Studie, dass die Lebensqualität nach Oberschenkelhalsfrakturen unabhängig vom Frakturtyp ist (180).

In der vorliegenden Arbeit konnte bei Patienten mit versorgter pPKF herausgefunden werden, dass die Lebensqualität (WOMAC und SF-36 Score) signifikant mit der Funktion (HHS) korreliert. Im Kollektiv der Kniepatienten wurden im KSS Kniescore durchschnittlich  $72,5 \pm 18,6$  und im Funktionsscore  $40,8 \pm 32,6$  Punkte erreicht, das als schlechtes Ergebnis zu werten ist.

---

Lizaur-Utrilla *et al.* untersuchten das funktionelle Outcome von 28 Patienten mit periprothetischer Femurfraktur bei liegender Knieendoprothese. Hier wurden durchschnittlich  $83,1 \pm 9$  Punkte im KSS Kniescore und  $80 \pm 10,7$  Punkte im KSS Funktionsscore erreicht (181). Besonders im KSS Funktionsscore ( $83,1$  vs.  $40,8$  Punkte) fiel ein deutlicher Unterschied zu den Ergebnissen dieser Studie auf. Studiendesign und Verteilungsmuster der Frakturen mit chirurgischer Versorgung sind mit dieser Studie vergleichbar. Ein Grund für die schlechteren Ergebnisse in diesem Patientenkollektiv könnte sein, dass in der Studie von Lizaur-Utrilla *et al.* eine frühzeitige, konsequente funktionelle Nachbehandlung durchgeführt wurde, die möglicherweise zu einem besseren Ergebnis geführt hat.

Einen signifikanten Unterschied im KSS innerhalb des Frakturtyps oder in der Wahl des Operationsverfahrens konnte in der vorliegenden Arbeit nicht nachgewiesen werden. Jedoch zeigte sich, dass Patienten, die kombiniert versorgt wurden, ein signifikant besseres Ergebnis erzielten als Patienten, die ein osteosynthetisches Verfahren erhielten. Natürlich ist die Aussagekraft auch hier eingeschränkt, da die Fallzahlen der Subgruppen klein sind. Es lässt sich jedoch vermuten, dass kombiniert versorgte Patienten früher belastungsstabil sind, als solche mit rein osteosynthetischer Versorgung und eine Mobilisation früher begonnen werden konnte. Somit stellt dies eine besondere Anforderung an die Belastbarkeit der Osteosynthese, die nach Möglichkeit belastungsstabil sein sollte, um eine frühfunktionelle Nachbehandlung möglich zu machen (45, 182).

Im Lysholm Score wurden im Mittel  $49,83 \pm 23,83$  Punkte erreicht, was ebenfalls als schlechtes Ergebnis gilt. In der Literatur finden sich deutlich bessere Ergebnisse (70, 183, 184). Die Patientenfallzahlen sind allerdings in allen Studien ebenfalls gering. Deswegen ist auch hier die Interpretation begrenzt.

Im WOMAC wurden bei den Kniepatienten durchschnittlich  $29,33 \pm 19,41$  und im SF-36 Score  $40,83 \pm 6,01$  (PCS:  $28,34 \pm 8,4$ ; MCS:  $53,3 \pm 20,8$ ) Punkte erreicht. Zu einem sogar schlechteren Ergebnis (SF-36 Score: 30,94 Punkte) kam eine Studie mit 35 Patienten nach primärer Implantation einer Knieendoprothese (185). In einer Studie von Brandes *et al.* mit 53 Patienten, wurden im SF-36 allerdings durchschnittlich  $82,5 \pm 15,9$  Punkte erreicht (186).

---

Insgesamt führen die Ergebnisse dieser Studie deutliche funktionelle Einschränkungen (KSS) und Einschränkungen der Lebensqualität (WOMAC, SF-36 Score) auf, wie dies auch von anderen Autoren berichtet wurde (142, 187, 188).

Weiterhin zeigte sich im Kollektiv der Kniepatienten, dass die Lebensqualität (WOMAC und SF-36 Score) signifikant mit der Funktion (KSS Funktionsscore) korreliert. Daraus ist abzuleiten, dass ein grundlegendes Therapieziel ein gutes funktionelles Ergebnis sein sollte. Die daraus resultierende Handlungsindikation, nämlich der frühzeitigen und konsequenten funktionellen Nachbehandlung, sollte zum einen das funktionelle Outcome verbessern und zum anderen eine konsekutive Verbesserung der patientenspezifischen Lebensqualität erreichen.

Im Vergleich zwischen den Gruppen der Hüft- und Kniepatienten kam es zu signifikant besseren Ergebnissen bei den Hüftpatienten im SF-36 und im WOMAC Score. Ähnliche Ergebnisse für ein besseres funktionelles Outcome liegen auch für die Situation einer primären Prothesenimplantation vor. So erreichten in einer Studie von Brien *et al.* Patienten nach primärer Hüftendoprothese ein besseres Ergebnis im Bereich Funktion und Schmerz verglichen mit Patienten nach primärer Knieendoprothese (189). Zu vergleichbaren Ergebnissen kamen auch andere Studien (190-192). Eine mögliche Erklärung wird laut Bachmeier *et al.* in der Tatsache vermutet, dass die postoperative Komplikationsrate nach Knieendoprothese leicht höher war im Vergleich zu den Hüftendoprothesen. Weiterhin wurde vermutet, dass Begleiterkrankungen eine kausale Rolle gespielt haben könnten (191). Im vorliegenden Patientenkollektiv war die Komplikationsrate der Patienten nach pPHF und pPKF allerdings ähnlich hoch (pPHF: 25,4%; pPKF 26%), ebenso waren die Ergebnisse des ASA-Scores vergleichbar (pPHF: 44,78% ASA von  $\geq 3$ ; pPKF; 44% ASA von 3). Somit lässt sich die Vermutung, dass die Komplikationsrate oder die Anzahl von Begleiterkrankungen Grund für das bessere Ergebnis bei den Hüftpatienten verantwortlich sind in der vorliegenden Studie nicht bestätigen.

Ein weiterer Erklärungsansatz für das bessere Ergebnis der Hüftpatienten ist in der Anatomie des Gelenkes zu vermuten. Das Kniegelenk ist verglichen zum Hüftgelenk komplizierter aufgebaut und vielfältigeren Belastungen ausgesetzt. Der Weichteilmantel ist weniger ausgeprägt, der dem Gelenk zum einen Schutz und zum anderen eine gute Stabilität gibt. Somit ist die Anfälligkeit des Kniegelenkes größer einzustufen als die des Hüftgelenkes.

---

Die vorliegende Studie weist einige Limitationen auf. Zum einen ist die Aussagekraft durch das retrospektive Studiendesign eingeschränkt. Eine Verbesserung dieses Faktums wäre nur durch eine prospektive Datensammlung von Primärimplantationen oder Revisionsfällen zu erreichen, was künftig z. B. durch ein Endoprothesenregister, wie in Skandinavien, realisiert werden könnte. Außerdem sind aufgrund der geringen Fallzahl der Patientenkollektive die Ergebnisse teilweise nur eingeschränkt aussagekräftig und die Interpretation beschränkt sich daher in Teilbereichen auf eine reine Deskription. Ein weiterer limitierender Faktor ist die mangelnde Erfassbarkeit der Lebensqualität als Ganzes. Die Lebensqualität muss immer in Anbetracht der Gesamtsituation bewertet werden, denn neben der aktuellen Situation haben auch Vorerkrankungen sowie die persönliche Lebensgeschichte und -erfahrung Einfluss auf die subjektive Bewertung der Lebensqualität. Die Lebensqualität zu objektivieren und dabei zu einer messbaren Größe zu machen birgt demnach gewisse Schwierigkeiten, derer man sich bewusst sein sollte. So handelt es sich bei der Befragung der Lebensqualität immer nur um eine Momentaufnahme, die von vielen Faktoren beeinflusst wird. Die Erfassung eines jeden einzelnen Einflussfaktors ist nicht möglich und deren Interpretation wäre denkbar komplex. Daher wird der Aspekt der Lebensqualität in der Medizin regelhaft nicht als gesamthafte, alle Lebensbereiche umfassende Kenngröße gesehen, sondern wird gezielt auf eine Krankheit bezogen evaluiert. Genau darin liegt nun aber die Schwierigkeit, denn Lebensqualität kann nicht auf eine Dimension reduziert werden. Die Verwendung des SF-36 Scores in Kombination mit dem WOMAC ist das aktuell beste wissenschaftliche Werkzeug, um die Lebensqualität möglichst realitätsgetreu zu quantifizieren. Generell ist die systematische Erhebung der Lebensqualität, die Aufdeckung psychosozialer Probleme von Patienten und deren Behandlung hilfreich. Die Behandlung komplexer Patienten wie z.B. Patienten mit pPF könnte dadurch in Zukunft weiter individualisiert, die gemeinsame Therapieentscheidung gefördert, Stress reduziert, Lebensqualität erhöht, sowie die Überlebenszeit möglicherweise verbessert werden (193-196).

Um der gefürchteten Komplikation einer pPF vorzubeugen, sollten präventive Maßnahmen eingeleitet werden, wie eine adäquate Sturzprophylaxe und eine leitliniengerechte Therapie der Osteoporose. Die Sturzneigung im fortgeschrittenen Alter ist multifaktoriell bedingt und muss im Rahmen der Prävention interdisziplinär abgeklärt

---

werden (197-199). Geriatrische Frakturen generell und pPF im Speziellen benötigen eine interdisziplinäre Betreuung. So konnte Friedmann *et al.* zeigen, dass es durch ein interdisziplinäres Behandlungsteam zu kürzeren Klinikaufenthalten, niedrigeren Komplikationsraten und einem generell besseren Outcome kommt (199). Des Weiteren ist, sofern dies der klinische Zustand des Patienten zulässt, eine präoperative Optimierung bzw. Behandlung der Begleiterkrankungen von eminenter Wichtigkeit, um das postoperative funktionelle Outcome zu steigern, die Mortalität zu senken und dabei die Lebensqualität konsekutiv zu verbessern.

Die Behandlung von pPF bleibt eine komplexe klinische Herausforderung, welche nur von einem interdisziplinären Team bewältigt werden kann. Es gilt die postoperative Lebensqualität, als wichtigsten patientenbezogenen Outcome-Faktor, möglichst auf das präoperative Niveau zu bringen. Hierzu müssen existierende Algorithmen erweitert und vor allem weiter individualisiert werden. Die genaue Erforschung der prädiktiven Faktoren und der besten Interventionen, um die Lebensqualität höchstmöglich zu halten, sind zum aktuellen Zeitpunkt weitgehend unklar. Daher sind weitere Studien mit größeren Fallzahlen und einem prospektiven Charakter notwendig, um die offenen Fragen weiter zu klären und die Behandlung dieser komplexen Patientengruppe weiter zu optimieren.

---

## 9 Literaturverzeichnis

1. Wengler A, Nimptsch U, Mansky T. Hip and knee replacement in Germany and the USA: analysis of individual inpatient data from German and US hospitals for the years 2005 to 2011. *Deutsches Arzteblatt international*. 2014;111(23-24):407-416.
2. Della Rocca GJ, Leung KS, Pape HC. Periprosthetic fractures: epidemiology and future projections. *Journal of orthopaedic trauma*. 2011;25 Suppl 2:S66-70.
3. Healy WL, Siliski JM, Incavo SJ. Operative treatment of distal femoral fractures proximal to total knee replacements. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 1993;75(1):27-34.
4. Figgie MP, Goldberg VM, Figgie HE, 3rd, Sobel M. The results of treatment of supracondylar fracture above total knee arthroplasty. *The Journal of arthroplasty*. 1990;5(3):267-276.
5. Berry DJ. Epidemiology: hip and knee. *Orthop Clin North Am*. 1999;30(2):183-190.
6. Kim KI, Egol KA, Hozack WJ, Parvizi J. Periprosthetic fractures after total knee arthroplasties. *Clinical orthopaedics and related research*. 2006;446:167-175.
7. Parvizi J, Jain N, Schmidt AH. Periprosthetic knee fractures. *Journal of orthopaedic trauma*. 2008;22(9):663-671.
8. Sektorenübergreifende Qualität im Gesundheitswesen: unter: [https://sqq.de/front\\_content.php?idcat=15](https://sqq.de/front_content.php?idcat=15) (letzter Zugriff am 05.08.2019)
9. Falbrede I, Widmer M, Kurtz S, Schneidmuller D, Dudda M, Roder C. Utilization rates of lower extremity prostheses in Germany and Switzerland: A comparison of the years 2005-2008. *Der Orthopade*. 2011;40(9):793-801.
10. Lindahl H, Malchau H, Herberts P, Garellick G. Periprosthetic femoral fractures classification and demographics of 1049 periprosthetic femoral fractures from the Swedish National Hip Arthroplasty Register. *The Journal of arthroplasty*. 2005;20(7):857-865.
11. Horwitz IB, Lenobel MI. Artificial hip prosthesis in acute and nonunion fractures of the femoral neck: follow-up study of seventy cases. *Journal of the American Medical Association*. 1954;155(6):564-567.
12. Kumar S, Sperling JW, Haidukewych GH, Cofield RH. Periprosthetic humeral fractures after shoulder arthroplasty. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 2004;86-A(4):680-689.
13. Lindahl H, Garellick G, Regner H, Herberts P, Malchau H. Three hundred and twenty-one periprosthetic femoral fractures. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 2006;88(6):1215-1222.
14. Rupperecht LG, F. Barvencik, M. Gebauer, D. Briem, J.M. Rueger, W. Lehmann. Periprothetische Femurfrakturen. Langzeitergebnisse nach plattenosteosynthetischer Stabilisierung. *Der Unfallchirurg*. 2008;111:812-820.
15. Dennis MG, Simon JA, Kummer FJ, Koval KJ, DiCesare PE. Fixation of periprosthetic femoral shaft fractures occurring at the tip of the stem: a biomechanical study of 5 techniques. *The Journal of arthroplasty*. 2000;15(4):523-528.
16. Gruner A, Hockertz T, Reilmann H. Periprosthetic fractures: classification, management, therapy. *Der Unfallchirurg*. 2004;107(1):35-49.
17. Diehl P, Burgkart R, Klier T, Glowalla C, Gollwitzer H. Periprosthetic fractures after total knee arthroplasty]. *Der Orthopade*. 2006;35(9):961-70, 72-74.
18. Mittlmeier T, Stockle U, Perka C, Schaser KD. Periprosthetic fractures after total knee joint arthroplasty. *Der Unfallchirurg*. 2005;108(6):481-95; quiz 96.
19. Wick M, Muller EJ, Kutscha-Lissberg F, Hopf F, Muhr G. Periprosthetic supracondylar femoral fractures: LISS or retrograde intramedullary nailing? Problems with the use of minimally invasive technique]. *Der Unfallchirurg*. 2004;107(3):181-188.
20. Merkel KD, Johnson EW, Jr. Supracondylar fracture of the femur after total knee arthroplasty. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 1986;68(1):29-43.
21. Rorabeck CH, Taylor JW. Classification of periprosthetic fractures complicating total knee arthroplasty. *The Orthopedic clinics of North America*. 1999;30(2):209-214.
22. Aaron RK, Scott R. Supracondylar fracture of the femur after total knee arthroplasty. *Clinical orthopaedics and related research*. 1987(219):136-139.
23. Siegmeth A, Menth-Chiari W, Wozasek GE, Vecsei V. Periprosthetic femur shaft fracture. Indications and outcome in 51 patients. *Der Unfallchirurg*. 1998;101(12):901-906.
24. Peterson CA, Lewallen DG. Periprosthetic fracture of the acetabulum after total hip arthroplasty. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 1996;78(8):1206-1213.
25. Akesson K, Onsten I, Obrant KJ. Periarticular bone in rheumatoid arthritis versus arthrosis. Histomorphometry in 103 hip biopsies. *Acta orthopaedica Scandinavica*. 1994;65(2):135-138.
26. Ortiguera CJ, Berry DJ. Patellar fracture after total knee arthroplasty. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 2002;84-A(4):532-540.
27. Franklin J, Malchau H. Risk factors for periprosthetic femoral fracture. *Injury*. 2007;38(6):655-660.
28. Lai SW, Liao KF, Liao CC, Muo CH, Liu CS, Sung FC. Polypharmacy correlates with increased risk for hip fracture in the elderly: a population-based study. *Medicine*. 2010;89(5):295-299.
29. Giannoudis P, Tzioupis C, Almalki T, Buckley R. Fracture healing in osteoporotic fractures: is it really different? A basic science perspective. *Injury*. 2007;38 Suppl 1:S90-99.

- 
30. Tsiridis E, Spence G, Gamie Z, El Masry MA, Giannoudis PV. Grafting for periprosthetic femoral fractures: strut, impaction or femoral replacement. *Injury*. 2007;38(6):688-697.
  31. Kavanagh BF. Femoral fractures associated with total hip arthroplasty. *Orthop Clin North Am*. 1992;23(2):249-257.
  32. Schwartz JT, Jr., Mayer JG, Engh CA. Femoral fracture during non-cemented total hip arthroplasty. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 1989;71(8):1135-1142.
  33. Fitzgerald RH, Jr., Brindley GW, Kavanagh BF. The uncemented total hip arthroplasty. Intraoperative femoral fractures. *Clinical orthopaedics and related research*. 1988(235):61-66.
  34. Smith DM, Oliver CH, Ryder CT, Stinchfield FE. Complications of Austin Moore arthroplasty. Their incidence and relationship to potential predisposing factors. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 1975;57(1):31-33.
  35. Blomfeldt R, Tornkvist H, Ponzer S, Soderqvist A, Tidermark J. Internal fixation versus hemiarthroplasty for displaced fractures of the femoral neck in elderly patients with severe cognitive impairment. *The Journal of bone and joint surgery British volume*. 2005;87(4):523-529.
  36. Foster AP, Thompson NW, Wong J, Charlwood AP. Periprosthetic femoral fractures--a comparison between cemented and uncemented hemiarthroplasties. *Injury*. 2005;36(3):424-429.
  37. Mallory TH, Kraus TJ, Vaughn BK. Intraoperative femoral fractures associated with cementless total hip arthroplasty. *Orthopedics*. 1989;12(2):231-239.
  38. Christensen CM, Seger BM, Schultz RB. Management of intraoperative femur fractures associated with revision hip arthroplasty. *Clinical orthopaedics and related research*. 1989(248):177-180.
  39. Berry DJ, Lewallen DG, Hanssen AD, Cabanela ME. Pelvic discontinuity in revision total hip arthroplasty. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 1999;81(12):1692-1702.
  40. Meek RM, Garbuz DS, Masri BA, Greidanus NV, Duncan CP. Intraoperative fracture of the femur in revision total hip arthroplasty with a diaphyseal fitting stem. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 2004;86-A(3):480-485.
  41. Sah AP, Marshall A, Virkus WV, Estok DM, 2nd, Della Valle CJ. Interprosthetic fractures of the femur: treatment with a single-locked plate. *The Journal of arthroplasty*. 2010;25(2):280-286.
  42. McGraw P, Kumar A. Periprosthetic fractures of the femur after total knee arthroplasty. *Journal of orthopaedics and traumatology : official journal of the Italian Society of Orthopaedics and Traumatology*. 2010;11(3):135-141.
  43. Beals RK, Tower SS. Periprosthetic fractures of the femur. An analysis of 93 fractures. *Clinical orthopaedics and related research*. 1996(327):238-246.
  44. Tower SS, Beals RK. Fractures of the femur after hip replacement: the Oregon experience. *The Orthopedic clinics of North America*. 1999;30(2):235-247.
  45. Hagel A, Siekmann H, Delank KS. Periprosthetic femoral fracture - an interdisciplinary challenge. *Deutsches Arzteblatt international*. 2014;111(39):658-664.
  46. Nauth A, Ristevski B, Begue T, Schemitsch EH. Periprosthetic distal femur fractures: current concepts. *Journal of orthopaedic trauma*. 2011;25 Suppl 2:S82-85.
  47. Duncan CP, Haddad FS. The Unified Classification System (UCS): improving our understanding of periprosthetic fractures. *The bone & joint journal*. 2014;96-B(6):713-716.
  48. Fuchs M, Perka C, von Roth P. Erratum to: Periprosthetic fractures following total hip and knee arthroplasty : Risk factors, epidemiological aspects, diagnostics and classification systems. *Der Unfallchirurg*. 2016;119(6):539-540.
  49. Duncan CP, Masri BA. Fractures of the femur after hip replacement. *Instructional course lectures*. 1995;44:293-304.
  50. Raschke MJ, Stange R, Kisters C. [Treatment of periprosthetic and peri-implant fractures : modern plate osteosynthesis procedures]. *Der Chirurg; Zeitschrift fur alle Gebiete der operativen Medizin*. 2012;83(8):749-59; quiz 60-61.
  51. Su ET, DeWal H, Di Cesare PE. Periprosthetic femoral fractures above total knee replacements. *J Am Acad Orthop Surg*. 2004;12(1):12-20.
  52. Heineck J, Rein S. Periprothetische kniegelenknahe Fraktur. *Klassifikation der operativen Therapie*. © Springer Medizin Verlag. 2009;10.1007/s10039-008-1468-8.
  53. Felix NA, Stuart MJ, Hanssen AD. Periprosthetic fractures of the tibia associated with total knee arthroplasty. *Clinical orthopaedics and related research*. 1997(345):113-124.
  54. Masri BA, Meek RM, Duncan CP. Periprosthetic fractures evaluation and treatment. *Clin Orthop Relat Res*. 2004(420):80-95.
  55. Bjorkelund KB, Hommel A, Thorngren KG, Gustafson L, Larsson S, Lundberg D. Reducing delirium in elderly patients with hip fracture: a multi-factorial intervention study. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2010;54(6):678-688.
  56. Berkhoff M, Meenen NM, Katzer A, Jungbluth KH. Experiences with plate osteosynthesis in treatment of peri- and sub-prosthetic femoral fractures. *Unfallchirurgie*. 1995;21(5):233-239.
  57. Kelley SS. Periprosthetic Femoral Fractures. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 1994;2(3):164-172.
  58. Haddad FS, Duncan CP, Berry DJ, Lewallen DG, Gross AE, Chandler HP. Periprosthetic femoral fractures around well-fixed implants: use of cortical onlay allografts with or without a plate. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 2002;84-A(6):945-950.

- 
59. Tsiridis E, Haddad FS, Gie GA. The management of periprosthetic femoral fractures around hip replacements. *Injury*. 2003;34(2):95-105.
  60. Engh GA, Ammeen DJ. Periprosthetic fractures adjacent to total knee implants: treatment and clinical results. *Instructional course lectures*. 1998;47:437-448.
  61. Bhattacharyya T, Chang D, Meigs JB, Estok DM, 2nd, Malchau H. Mortality after periprosthetic fracture of the femur. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 2007;89(12):2658-2662.
  62. Mardian S, Perka C, Schaser KD, Gruner J, Scheel F, Schwabe P. Cardiac disease and advanced age increase the mortality risk following surgery for periprosthetic femoral fractures. *The bone & joint journal*. 2017;99-B(7):921-926.
  63. Sharkey PF, Hozack WJ, Callaghan JJ, Kim YS, Berry DJ, Hanssen AD, LeWallen DG. Acetabular fracture associated with cementless acetabular component insertion: a report of 13 cases. *The Journal of arthroplasty*. 1999;14(4):426-431.
  64. Meyer C, Alt V, Schroeder L, Heiss C, Schnettler R. Treatment of periprosthetic femoral fractures by effective lengthening of the prosthesis. *Clinical orthopaedics and related research*. 2007;463:120-127.
  65. Parvizi J, Rapuri VR, Purtill JJ, Sharkey PF, Rothman RH, Hozack WJ. Treatment protocol for proximal femoral periprosthetic fractures. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 2004;86-A Suppl 2:8-16.
  66. Parvizi J, Vegari DN. Periprosthetic proximal femur fractures: current concepts. *Journal of orthopaedic trauma*. 2011;25 Suppl 2:S77-81.
  67. Mardian S, Wichlas F, Schaser KD, Matziolis G, Fuchtmeyer B, Perka C, Schwabe P. Periprosthetic fractures around the knee: update on therapeutic algorithms for internal fixation and revision arthroplasty. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech*. 2012;79(4):297-306.
  68. Rand JA, Coventry MB. Stress fractures after total knee arthroplasty. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 1980;62(2):226-233.
  69. von Matthey F, Ruchholtz S, Biberthaler P, Hanschen M. [Osteosynthesis after periprosthetic fractures of the knee joint]. *Der Unfallchirurg*. 2016;119(4):288-294.
  70. Kaab MJ, Stockle U, Schutz M, Stefansky J, Perka C, Haas NP. Stabilisation of periprosthetic fractures with angular stable internal fixation: a report of 13 cases. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2006;126(2):105-110.
  71. Wagner M, Frigg R, Schnider N. Biomechanische Unterschiede in der Osteosynthese zwischen Kompressionsplatten und Überbrückungsplatten. *OP-Journal*. 2012;28(2):130-134
  72. Hockertz TJ, Gruner A, Reilmann H. Treatment of femoral fracture after total knee arthroplasty with the LIS system: a new method. *Der Unfallchirurg*. 1999;102(10):811-814.
  73. Mardian S, Schaser KD, Duda GN, Heyland M. Working length of locking plates determines interfragmentary movement in distal femur fractures under physiological loading. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2015;30(4):391-396.
  74. Stange R, Raschke MJ, Fuchs T. Periprosthetic fractures. An interdisciplinary challenge. *Der Unfallchirurg*. 2011;114(8):688-696.
  75. Hanschen M, Biberthaler P. Risk factors for failure of osteosynthesis. After periprosthetic fractures of the knee joint. *Der Orthopade*. 2014;43(6):541-548.
  76. Mittlmeier T, Beck M, Bosch U, Wichelhaus A. Periprosthetic knee fractures. *Der Orthopade*. 2016;45(1):54-64.
  77. Hoffmann MF, Burgers TA, Mason JJ, Williams BO, Sietsema DL, Jones CB. Biomechanical evaluation of fracture fixation constructs using a variable-angle locked periprosthetic femur plate system. *Injury*. 2014;45(7):1035-1041.
  78. Lenz M, Perren SM, Gueorguiev B, Hontzsch D, Windolf M. Mechanical behavior of fixation components for periprosthetic fracture surgery. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2013;28(9-10):988-993.
  79. Gwinner C, Mardian S, Droge T, Schulze M, Raschke MJ, Stange R. Bicortical screw fixation provides superior biomechanical stability but devastating failure modes in periprosthetic femur fracture care using locking plates. *International orthopaedics*. 2015;39(9):1749-1755.
  80. Bong MR, Egol KA, Koval KJ, Kummer FJ, Su ET, Iesaka K, Bayer J, Di Cesare, PE. Comparison of the LISS and a retrograde-inserted supracondylar intramedullary nail for fixation of a periprosthetic distal femur fracture proximal to a total knee arthroplasty. *The Journal of arthroplasty*. 2002;17(7):876-881.
  81. Herrera DA, Kregor PJ, Cole PA, Levy BA, Jonsson A, Zlowodzki M. Treatment of acute distal femur fractures above a total knee arthroplasty: systematic review of 415 cases (1981-2006). *Acta Orthop*. 2008;79(1):22-27.
  82. Gliatis J, Megas P, Panagiotopoulos E, Lambiris E. Midterm results of treatment with a retrograde nail for supracondylar periprosthetic fractures of the femur following total knee arthroplasty. *Journal of orthopaedic trauma*. 2005;19(3):164-170.
  83. Jabczynski FF, Crawford M. Retrograde intramedullary nailing of supracondylar femur fractures above total knee arthroplasty. A preliminary report of four cases. *The Journal of arthroplasty*. 1995;10(1):95-101.
  84. McLaren AC, Dupont JA, Schroeder DC. Open reduction internal fixation of supracondylar fractures above total knee arthroplasties using the intramedullary supracondylar rod. *Clinical orthopaedics and related research*. 1994(302):194-198.
  85. Mittlmeier T, Beck M. [Retrograde medullary locking nail in periprosthetic distal femoral fracture after condylar knee joint replacement]. *Der Unfallchirurg*. 2005;108(6):497-501.



- 
86. Gurkan V, Orhun H, Doganay M, Salioglu F, Ercan T, Dursun M, Bülbül M. Retrograde intramedullary interlocking nailing in fractures of the distal femur. *Acta orthopaedica et traumatologica turcica*. 2009;43(3):199-205.
  87. Hierholzer C, von Ruden C, Potzel T, Woltmann A, Buhren V. Outcome analysis of retrograde nailing and less invasive stabilization system in distal femoral fractures: A retrospective analysis. *Indian journal of orthopaedics*. 2011;45(3):243-250.
  88. Hufner T, Citak M, Suero EM, Miller B, Kendoff D, Krettek C, Citak, M. Femoral malrotation after unreamed intramedullary nailing: an evaluation of influencing operative factors. *Journal of orthopaedic trauma*. 2011;25(4):224-227.
  89. Partridge AJ, Evans PE. The treatment of fractures of the shaft of the femur using nylon cerclage. *The Journal of bone and joint surgery British volume*. 1982;64(2):210-214.
  90. Wang JW, Wang CJ. Supracondylar fractures of the femur above total knee arthroplasties with cortical allograft struts. *The Journal of arthroplasty*. 2002;17(3):365-372.
  91. Frosch K-H, Madert J. Periprosthetic fractures around the knee. *OP-Journal*. 2015;31(1):37-41.
  92. Chandler HP, Tigges RG. The role of allografts in the treatment of periprosthetic femoral fractures. *Instructional course lectures*. 1998;47:257-264.
  93. Holzapfel BM, Prodinger PM, Hoberg M, Meffert R, Rudert M, Gradinger R. [Periprosthetic fractures after total hip arthroplasty : classification, diagnosis and therapy strategies]. *Der Orthopade*. 2010;39(5):519-535.
  94. Baqain ZH, Anabtawi M, Karaky AA, Malkawi Z. Morbidity from anterior iliac crest bone harvesting for secondary alveolar bone grafting: an outcome assessment study. *Journal of oral and maxillofacial surgery : official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*. 2009;67(3):570-575.
  95. Delloye C, Cornu O, Druetz V, Barbier O. Bone allografts: What they can offer and what they cannot. *The Journal of bone and joint surgery British volume*. 2007;89(5):574-579.
  96. Dimitriou R, Dahabreh Z, Katsoulis E, Matthews SJ, Branfoot T, Giannoudis PV. Application of recombinant BMP-7 on persistent upper and lower limb non-unions. *Injury*. 2005;36 Suppl 4:S51-59.
  97. Pierannunzii L, Zagra L. Bone grafts, bone graft extenders, substitutes and enhancers for acetabular reconstruction in revision total hip arthroplasty. *EFORT open reviews*. 2016;1(12):431-439.
  98. Pruss A, von Versen R. [Influence of European regulations on quality, safety and availability of cell and tissue allografts in Germany]. *Handchirurgie, Mikrochirurgie, plastische Chirurgie : Organ der Deutschsprachigen Arbeitsgemeinschaft für Handchirurgie : Organ der Deutschsprachigen Arbeitsgemeinschaft für Mikrochirurgie der Peripheren Nerven und Gefäße* 2007;39(2):81-87.
  99. Calori GM, Mazza E, Colombo M, Ripamonti C. The use of bone-graft substitutes in large bone defects: any specific needs? *Injury*. 2011;42 Suppl 2:S56-63.
  100. Zimmermann G, Moghaddam A. Allograft bone matrix versus synthetic bone graft substitutes. *Injury*. 2011;42 Suppl 2:S16-21.
  101. Drosos GI, Kazakos KI, Kouzoumpasis P, Verettas DA. Safety and efficacy of commercially available demineralised bone matrix preparations: a critical review of clinical studies. *Injury*. 2007;38 Suppl 4:S13-21.
  102. Novicoff WM, Manaswi A, Hogan MV, Brubaker SM, Mihalko WM, Saleh KJ. Critical analysis of the evidence for current technologies in bone-healing and repair. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 2008;90 Suppl 1:85-91.
  103. Schouten CC, Hartman EH, Spauwen PH, Jansen JA. DBM induced ectopic bone formation in the rat: the importance of surface area. *J Mater Sci Mater Med*. 2005;16(2):149-152.
  104. Urist MR. The classic : a morphogenetic matrix for differentiation of bone tissue. *Clinical orthopaedics and related research*. 2009;467(12):3068-3070.
  105. Bostrom MP, Seigerman DA. The clinical use of allografts, demineralized bone matrices, synthetic bone graft substitutes and osteoinductive growth factors: a survey study. *HSS journal : the musculoskeletal journal of Hospital for Special Surgery*. 2005;1(1):9-18.
  106. Pieske O, Wittmann A, Zaspel J, Löffler T, Rubenbauer B, Trentzsch H, Piltz S. Autologous bone graft versus demineralized bone matrix in internal fixation of ununited long bones. *Journal of trauma management & outcomes*. 2009;3:11.
  107. Aghdasi B, Montgomery SR, Daubs MD, Wang JC. A review of demineralized bone matrices for spinal fusion: the evidence for efficacy. *The surgeon : journal of the Royal Colleges of Surgeons of Edinburgh and Ireland*. 2013;11(1):39-48.
  108. Noll H-H. Konzepte der Wohlfahrtsentwicklung: Lebensqualität und "neue" Wohlfahrtskonzepte. *EuReporting Working Paper* 1999.
  109. Bullinger M. Gesundheitsbezogen Lebensqualität und subjektive Gesundheit. *Psychother Psych Med*. 1997;47:76-91.
  110. Seifert G. Lebensqualität in unserer Zeit-Modebegriff oder neues Denken? 1. Auflage, Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen. 1992:5-15.
  111. Kunz HD. Quality of life and the healthcare system: do we know what we are doing? On the importance of quality of life from the perspective of patients. *Zeitschrift für Evidenz, Fortbildung und Qualität im Gesundheitswesen*. 2014;108(2-3):146-150.
  112. WHOQOL. Position paper from the World Health Organization. *SocSciMed* 1995;41:1403-1409.
  113. Schölmerich P, Thews G. Lebensqualität als Bewertungskriterium in der Medizin. Stuttgart, Jena, New York: Gustav Fischer. 1990:9-12.

- 
114. Ellert U, Kurth BM. [Health related quality of life in adults in Germany: results of the German Health Interview and Examination Survey for Adults (DEGS1)]. *Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz*. 2013;56(5-6):643-649.
  115. Tothova V, Bartlova S, Dolak F, Kaas J, Kimmer D, Manhalova J, Martinek L, Olisarova V. Quality of life in patients with chronic diseases. *Neuro endocrinology letters*. 2014;35 Suppl 1:11-18.
  116. Mar J, Larranaga I, Arrospide A, Begiristain JM. Impact of disability on different domains of health-related quality of life in the noninstitutionalized general population. *ClinicoEconomics and outcomes research : CEOR*. 2010;2:97-103.
  117. Laguardia J, Campos MR, Travassos CM, Najar AL, Anjos LA, Vasconcellos MM. Psychometric evaluation of the SF-36 (v.2) questionnaire in a probability sample of Brazilian households: results of the survey Pesquisa Dimensoes Sociais das Desigualdades (PDSD), Brazil, 2008. *Health and quality of life outcomes*. 2011;9:61.
  118. Taft C, Karlsson J, Sullivan M. Performance of the Swedish SF-36 version 2.0. *Quality of life research : an international journal of quality of life aspects of treatment, care and rehabilitation*. 2004;13(1):251-256.
  119. Sonnenmoser M. Chronische Erkrankungen: Steigender Bedarf an begleitender Psychotherapie. *Dtsch Arztebl*. 2009(106(42)):A-2080-1.
  120. Najman J-M, Levine S. Evaluating the impact of medical care and technology on quality of life: A review and critique. *Soc Sci Med*. 1981;15 F:107-115.
  121. Spilker B. Introduction to the Field of Quality of Life Trials. In: Spilker, B. (Hrsg.): *Quality of Life in Pharmacoeconomics in Clinical Trials*. Second Edition. Lippincott-Raven, Philadelphia 1-10 1996.
  122. Katz S. The science of quality of life. *Journal of chronic diseases*. 1987;40(6):459-463.
  123. Bullinger M. Quality of life: definition, conceptualization and implications – a methodologist's view. *Theoretical Surgery* 6. 1991;143-148.
  124. M.H. H, D.G. P. Experimental Development of the Graphic Rating System. *Psychol Bull*. 1921;18(2):98–99.
  125. Revill SI, Robinson JO, Rosen M, Hogg MI. The reliability of a linear analogue for evaluating pain. *Anaesthesia*. 1976;31(9):1191-1198.
  126. Huskisson EC. Measurement of pain. *Lancet*. 1974;2(7889):1127-1131.
  127. Price DD, McGrath PA, Rafii A, Buckingham B. The validation of visual analogue scales as ratio scale measures for chronic and experimental pain. *Pain*. 1983;17(1):45-56.
  128. Harris WH. Traumatic arthritis of the hip after dislocation and acetabular fractures: treatment by mold arthroplasty. An end-result study using a new method of result evaluation. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 1969;51(4):737-755.
  129. BeUamy N. Osteoarthritis — an evaluative index for clinical trials [MSc thesis]. McMaster University, Hamilton, Ontario, Canada. 1982.
  130. Garellick G, Herberts P, Malchau H. The value of clinical data scoring systems: are traditional hip scoring systems adequate to use in evaluation after total hip surgery? *The Journal of arthroplasty*. 1999;14(8):1024-1029.
  131. Bellamy N, Wilson C, Hendrikz J, Whitehouse SL, Patel B, Dennison S, Davis T. Osteoarthritis Index delivered by mobile phone (m-WOMAC) is valid, reliable, and responsive. *Journal of clinical epidemiology*. 2011;64(2):182-190.
  132. Stucki G, Meier D, Stucki S, Michel BA, Tyndall AG, Dick W, Theiler R. [Evaluation of a German version of WOMAC (Western Ontario and McMaster Universities) Arthrosis Index]. *Zeitschrift für Rheumatologie*. 1996;55(1):40-49.
  133. Bullinger M. German translation and psychometric testing of the SF-36 Health Survey: preliminary results from the IQOLA Project. *International Quality of Life Assessment. Soc Sci Med*. 1995;41(10):1359-1366.
  134. Ware JE, Jr., Sherbourne CD. The MOS 36-item short-form health survey (SF-36). I. Conceptual framework and item selection. *Medical care*. 1992;30(6):473-483.
  135. Bullinger B, Kirchberger I. SF-36 Fragebogen zum Gesundheitszustand: Handbuch für die deutschsprachige Fragebogenversion. . Göttingen: Hogrefe Verlag. 1998.
  136. Insall JN, Dorr LD, Scott RD, Scott WN. Rationale of the Knee Society clinical rating system. *Clinical orthopaedics and related research*. 1989(248):13-14.
  137. Lysholm J, Gillquist J. Evaluation of knee ligament surgery results with special emphasis on use of a scoring scale. *The American journal of sports medicine*. 1982;10(3):150-154.
  138. (ASA). ASA. New classification of physical status. *Anesthesiology*. 1963;24:111.
  139. Mardian S, Schaser KD, Gruner J, Scheel F, Perka C, Schwabe P. Adequate surgical treatment of periprosthetic femoral fractures following hip arthroplasty does not correlate with functional outcome and quality of life. *International orthopaedics*. 2015; 39(9):1701-1708.
  140. Mardian S, Schaser KD, Scheel F, Gruner J, Schwabe P. Quality of life and functional outcome of periprosthetic fractures around the knee following knee arthroplasty. *Acta chirurgiae orthopaedicae et traumatologiae Cechoslovaca*. 2015;82(2):113-118.
  141. Zuurmond RG, van Wijhe W, van Raay JJ, Bulstra SK. High incidence of complications and poor clinical outcome in the operative treatment of periprosthetic femoral fractures: An analysis of 71 cases. *Injury*. 2010;41(6):629-633.
  142. Gondalia V, Choi DH, Lee SC, Nam CH, Hwang BH, Ahn HS, Ong AC, Park HY, Jung KA. Periprosthetic supracondylar femoral fractures following total knee arthroplasty: clinical comparison and related complications of the femur plate system and retrograde-inserted supracondylar nail. *Journal of*

- 
- orthopaedics and traumatology : official journal of the Italian Society of Orthopaedics and Traumatology. 2014;15(3):201-207.
143. Probst A, Schneider T, Hankemeier S, Brug E. [The prosthesis nail -- a new stable fixation device for periprosthetic fractures and critical fractures of the proximal femur]. *Der Unfallchirurg*. 2003;106(9):722-731.
  144. Roffman M, Mendes DG. Fracture of the femur after total hip arthroplasty. *Orthopedics*. 1989;12(8):1067-1070.
  145. Stern RE, Harwin SF, Kulick RG. Management of ipsilateral femoral shaft fractures following hip arthroplasty. *Orthopaedic review*. 1991;20(9):779-784.
  146. Hoffmann MF, Jones CB, Sietsema DL, Koenig SJ, Tornetta P, 3rd. Outcome of periprosthetic distal femoral fractures following knee arthroplasty. *Injury*. 2012;43(7):1084-1089.
  147. Noorda RJ, Wuisman PI. Mennen plate fixation for the treatment of periprosthetic femoral fractures: a multicenter study of thirty-six fractures. *J Bone Joint Surg Am*. 2002;84-A(12):2211-2215.
  148. Park SK, Kim YG, Kim SY. Treatment of periprosthetic femoral fractures in hip arthroplasty. *Clinics in orthopedic surgery*. 2011;3(2):101-106.
  149. Johansson JE, McBroom R, Barrington TW, Hunter GA. Fracture of the ipsilateral femur in patients with total hip replacement. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 1981;63(9):1435-1442.
  150. Bethea JS, 3rd, DeAndrade JR, Fleming LL, Lindenbaum SD, Welch RB. Proximal femoral fractures following total hip arthroplasty. *Clinical orthopaedics and related research*. 1982(170):95-106.
  151. Culp RW, Schmidt RG, Hanks G, Mak A, Esterhai JL, Jr., Heppenstall RB. Supracondylar fracture of the femur following prosthetic knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 1987(222):212-222.
  152. McDonough EB, Crosby LA. Periprosthetic fractures of the humerus. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*. 2005;34(12):586-591.
  153. Sanders R, Koval KJ, DiPasquale T, Helfet DL, Frankle M. Retrograde reamed femoral nailing. *Journal of orthopaedic trauma*. 1993;7(4):293-302.
  154. Phillips JR, Moran CG, Manktelow AR. Periprosthetic fractures around hip hemiarthroplasty performed for hip fracture. *Injury*. 2013;44(6):757-762.
  155. Platzer P, Schuster R, Aldrian S, Prosquill S, Krumboeck A, Zehetgruber I, Kovar F, Schwameis K, Vecsei V. Management and outcome of periprosthetic fractures after total knee arthroplasty. *The Journal of trauma*. 2010;68(6):1464-1470.
  156. Gavaskar AS, Tummala NC, Subramanian M. The outcome and complications of the locked plating management for the periprosthetic distal femur fractures after a total knee arthroplasty. *Clin Orthop Surg*. 2013;5(2):124-128.
  157. Garbuz DS, Masri BA, Esdaile J, Duncan CP. Classification systems in orthopaedics. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2002;10(4):290-297.
  158. Zuber K, Koch P, Lustenberger A, Ganz R. Femoral fractures following total hip prosthesis. *Der Unfallchirurg*. 1990;93(10):467-472.
  159. Scholz R, Pretzsch M, Matzen P, von Salis-Soglio GF. [Treatment of periprosthetic femoral fractures associated with total hip arthroplasty]. *Zeitschrift fur Orthopadie und ihre Grenzgebiete*. 2003;141(3):296-302.
  160. Cook RE, Jenkins PJ, Walmsley PJ, Patton JT, Robinson CM. Risk factors for periprosthetic fractures of the hip: a survivorship analysis. *Clinical orthopaedics and related research*. 2008;466(7):1652-1656.
  161. Korbel M, Sponer P, Kucera T, Prochazka E, Procek T. Results of treatment of periprosthetic femoral fractures after total hip arthroplasty. *Acta Medica (Hradec Kralove)*. 2013;56(2):67-72.
  162. Althausen PL, Lee MA, Finkemeier CG, Meehan JP, Rodrigo JJ. Operative stabilization of supracondylar femur fractures above total knee arthroplasty: a comparison of four treatment methods. *The Journal of arthroplasty*. 2003;18(7):834-839.
  163. Streubel PN, Ricci WM, Wong A, Gardner MJ. Mortality after distal femur fractures in elderly patients. *Clin Orthop Relat Res*. 2011;469(4):1188-1196.
  164. Han HS, Oh KW, Kang SB. Retrograde intramedullary nailing for periprosthetic supracondylar fractures of the femur after total knee arthroplasty. *Clinics in orthopedic surgery*. 2009;1(4):201-206.
  165. Ricci WM, Loftus T, Cox C, Borrelli J. Locked plates combined with minimally invasive insertion technique for the treatment of periprosthetic supracondylar femur fractures above a total knee arthroplasty. *Journal of orthopaedic trauma*. 2006;20(3):190-196.
  166. Munro JT, Masri BA, Garbuz DS, Duncan CP. Tapered fluted modular titanium stems in the management of Vancouver B2 and B3 peri-prosthetic fractures. *The bone & joint journal*. 2013;95-B(11 Suppl A):17-20.
  167. Roberts SE, Goldacre MJ. Time trends and demography of mortality after fractured neck of femur in an English population, 1968-98: database study. *BMJ*. 2003;327(7418):771-775.
  168. Elliott J, Beringer T, Kee F, Marsh D, Willis C, Stevenson M. Predicting survival after treatment for fracture of the proximal femur and the effect of delays to surgery. *Journal of clinical epidemiology*. 2003;56(8):7887-95.
  169. Bravo LE, Garcia LS, Collazos PA. Cancer survival in Cali, Colombia: A population-based study, 1995-2004. *Colomb Med (Cali)*. 2014;45(3):110-116.
  170. Fuchtmeier B, Galler M, Muller F. Mid-Term Results of 121 Periprosthetic Femoral Fractures: Increased Failure and Mortality Within but not After One Postoperative Year. *The Journal of arthroplasty*. 2015;30(4):669-674.

- 
171. Spitaler R, Reichetseder J, Rappold G, Leixnering M, Hertz H. Periprothetische Femurfraktur bei ipsilateraler Hüft- bzw. Knieendoprothese: Das Akutversorgungskonzept – ein operativer Algorithmus. *Akt Traumatol.* 2003;33: 272-280.
  172. Pütz M, Volkmann R, Eingartner C, Weller S. Osteosynthese periprothetischer Femurfrakturen mittels langschäftiger Revisionsendoprothese. *Akt Traumatol.* 1996;26: 199-204.
  173. Singh JA, Jensen MR, Harmsen SW, Lewallen DG. Are gender, comorbidity, and obesity risk factors for postoperative periprothetische fractures after primary total hip arthroplasty? *The Journal of arthroplasty.* 2013;28(1):126-131 e1-2.
  174. Young SW, Pandit S, Munro JT, Pitto RP. Periprothetische femoral fractures after total hip arthroplasty. *ANZ journal of surgery.* 2007;77(6):424-428.
  175. Moreta J, Aguirre U, de Ugarte OS, Jauregui I, Mozos JL. Functional and radiological outcome of periprothetische femoral fractures after hip arthroplasty. *Injury.* 2015;46(2):292-298.
  176. McGuigan FX, Hozack WJ, Moriarty L, Eng K, Rothman RH. Predicting quality-of-life outcomes following total joint arthroplasty. Limitations of the SF-36 Health Status Questionnaire. *The Journal of arthroplasty.* 1995;10(6):742-747.
  177. Zampelis V, Ornstein E, Franzen H, Atroshi I. A simple visual analog scale for pain is as responsive as the WOMAC, the SF-36, and the EQ-5D in measuring outcomes of revision hip arthroplasty. *Acta orthopaedica.* 2014;85(2):128-132.
  178. Mariconda M, Galasso O, Costa GG, Recano P, Cerbasi S. Quality of life and functionality after total hip arthroplasty: a long-term follow-up study. *BMC musculoskeletal disorders.* 2011;12:222.
  179. Vatansver A, Ozic U, Okcu G. [Assessment of quality of life of patients after hemiarthroplasty for proximal femoral fractures]. *Acta orthopaedica et traumatologica turcica.* 2005;39(3):237-242.
  180. Mendonca TM, Silva CH, Canto RS, Morales NM, Pinto RM, Morales RR. Evaluation of the health-related quality of life in elderly patients according to the type of hip fracture: femoral neck or trochanteric. *Clinics (Sao Paulo).* 2008;63(5):607-612.
  181. Lizaur-Utrilla A, Miralles-Munoz FA, Sanz-Reig J. Functional outcome of total knee arthroplasty after periprothetische distal femoral fracture. *The Journal of arthroplasty.* 2013;28(9):1585-1588.
  182. Wahnert D, Schliemann B, Raschke MJ, Kisters C. [Treatment of periprothetische fractures : new concepts in operative treatment]. *Der Orthopäde.* 2014;43(4):306-313.
  183. Xiong J, Fu ZG, Zhang DY, Jiang BG, Wang TB, Xu HL, Xue F, Chen JH, Dang Y, Zhang PX, Yang M. Retrospective study of therapy of periprothetische femoral supracondylar fractures after total knee arthroplasty with open reduction and less invasive stabilization system (LISS) internal fixation. *Beijing da xue xue bao Yi xue ban = Journal of Peking University Health sciences.* 2011;43(5):714-717.
  184. Muller M, Kaab M, Tohtz S, Haas NP, Perka C. Periprothetische femoral fractures: outcome after treatment with LISS internal fixation or stem replacement in 36 patients. *Acta orthopaedica Belgica.* 2009;75(6):776-783.
  185. Jerosch J, Floren M. [Quality of life improvement (SF-36) after implantation of a knee endoprosthesis]. *Der Unfallchirurg.* 2000;103(5):371-374.
  186. Brandes M, Ringling M, Winter C, Hillmann A, Rosenbaum D. Changes in physical activity and health-related quality of life during the first year after total knee arthroplasty. *Arthritis care & research.* 2011;63(3):328-334.
  187. Agarwal S, Sharma RK, Jain JK. Periprothetische fractures after total knee arthroplasty. *J Orthop Surg (Hong Kong).* 2014;22(1):24-29.
  188. Lee SS, Lim SJ, Moon YW, Seo JG. Outcomes of long retrograde intramedullary nailing for periprothetische supracondylar femoral fractures following total knee arthroplasty. *Archives of orthopaedic and trauma surgery.* 2014;134(1):47-52.
  189. O'Brien S, Bennett D, Doran E, Beverland DE. Comparison of hip and knee arthroplasty outcomes at early and intermediate follow-up. *Orthopedics.* 2009;32(3):168.
  190. Jones CA, Voaklander DC, Johnston DW, Suarez-Almazor ME. Health related quality of life outcomes after total hip and knee arthroplasties in a community based population. *The Journal of rheumatology.* 2000;27(7):1745-1752.
  191. Bachmeier CJ, March LM, Cross MJ, Lapsley HM, Tribe KL, Courtenay BG, Brooks PM. A comparison of outcomes in osteoarthritis patients undergoing total hip and knee replacement surgery. *Osteoarthritis and cartilage / OARS, Osteoarthritis Research Society.* 2001;9(2):137-146.
  192. Kirwan JR, Currey HL, Freeman MA, Snow S, Young PJ. Overall long-term impact of total hip and knee joint replacement surgery on patients with osteoarthritis and rheumatoid arthritis. *British journal of rheumatology.* 1994;33(4):357-360.
  193. Donaldson MS. Taking PROs and patient-centered care seriously: incremental and disruptive ideas for incorporating PROs in oncology practice. *Quality of life research : an international journal of quality of life aspects of treatment, care and rehabilitation.* 2008;17(10):1323-1330.
  194. Zafar SY, Alexander SC, Weinfurt KP, Schulman KA, Abernethy AP. Decision making and quality of life in the treatment of cancer: a review. *Supportive care in cancer : official journal of the Multinational Association of Supportive Care in Cancer.* 2009;17(2):117-127.
  195. Jacobsen PB. Promoting evidence-based psychosocial care for cancer patients. *Psycho-oncology.* 2009;18(1):6-13.
  196. Küchler T, Rappat S, Holst K, Graul J, Wood-Dauphinee S, Henne-Bruns D, Schreiber H-W. Zum Einfluss psychosozialer Betreuung auf Lebensqualität und Überlebenszeit von Patienten mit gastrointestinalen

- 
- Tumoren – eine prospektive randomisierte Studie. Koch U, Weis J (eds) Stuttgart: Schattauer 1998:417-436.
197. Uhrhan T, Govercin M, Schaefer M. [The effect of medications on the risk of falling in elderly patients]. *Medizinische Monatsschrift für Pharmazeuten*. 2010;33(11):418-26; quiz 27-28.
198. McMurdo ME, Gaskell A. Dark adaptation and falls in the elderly. *Gerontology*. 1991;37(4):221-224.
199. Friedman SM, Mendelson DA, Bingham KW, Kates SL. Impact of a comanaged Geriatric Fracture Center on short-term hip fracture outcomes. *Archives of internal medicine*. 2009;169(18):1712-1717.
200. Lehmann W, Rupprecht M, Nuechtern J, Melzner D, Sellenschloh K, Kolb J, Fensky F, Hoffmann M, Puschel K, Morlock M, Rueger JM. What is the risk of stress risers for interprosthetic fractures of the femur? A biomechanical analysis. *International orthopaedics*. 2012;36(12):2441-2446.

---

## 10 Eidesstattliche Versicherung

„Ich, Johanna Kostron, versichere an Eides statt durch meine eigenhändige Unterschrift, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema: „Analyse der postoperativen Lebensqualität nach periprothetischen Frakturen bei Hüft- und Knieprothesen“ selbstständig und ohne nicht offengelegte Hilfe Dritter verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel genutzt habe.

Alle Stellen, die wörtlich oder dem Sinne nach auf Publikationen oder Vorträgen anderer Autoren/innen beruhen, sind als solche in korrekter Zitierung kenntlich gemacht. Die Abschnitte zu Methodik (insbesondere praktische Arbeiten, Laborbestimmungen, statistische Aufarbeitung) und Resultaten (insbesondere Abbildungen, Graphiken und Tabellen) werden von mir verantwortet.

Ich versichere ferner, dass ich die in Zusammenarbeit mit anderen Personen generierten Daten, Datenauswertungen und Schlussfolgerungen korrekt gekennzeichnet und meinen eigenen Beitrag sowie die Beiträge anderer Personen korrekt kenntlich gemacht habe (siehe Anteilserklärung).

Meine Anteile an etwaigen Publikationen zu dieser Dissertation entsprechen denen, die in der untenstehenden gemeinsamen Erklärung mit dem Erstbetreuer, angegeben sind. Für sämtliche im Rahmen der Dissertation entstandenen Publikationen wurden die Richtlinien des ICMJE (International Committee of Medical Journal Editors; [www.icmje.org](http://www.icmje.org)) zur Autorenschaft eingehalten. Ich erkläre ferner, dass ich mich zur Einhaltung der Satzung der Charité – Universitätsmedizin Berlin zur Sicherung Guter Wissenschaftlicher Praxis verpflichte.

Weiterhin versichere ich, dass ich diese Dissertation weder in gleicher noch in ähnlicher Form bereits an einer anderen Fakultät eingereicht habe.

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

Datum

Johanna Kostron

---

## 11 Anteilserklärung an etwaigen erfolgten Publikationen

Johanna Kostron hatte folgenden Anteil an den folgenden Publikationen:

Märdian, S., Schaser, K. D., Gruner, J., Scheel, F., Schwabe, P., Quality of life and functional outcome of periprosthetic fractures around the knee following knee arthroplasty. Acta Chir Orthop Traumatol Cech. 2015;82(2):113-118.

Beitrag im Einzelnen: Patientenrekrutierung, Datenerhebung, klinische Untersuchung und Erstellen des Primärdatensatzes erfolgte zu gleichen Anteilen gemeinsam mit der Doktorandin Franziska Scheel; Mitarbeit an der Erstellung und Editierung der Abb. 4

Märdian, S., Schaser, K. D., Gruner, J., Scheel, F., Schwabe, P. Adequate surgical treatment of periprosthetic femoral fractures following hip arthroplasty does not correlate with functional outcome and quality of life, Int Orthop. 2015;39(9):1701-1708.

Beitrag im Einzelnen: Patientenrekrutierung, Datenerhebung, klinische Untersuchung und Erstellen des Primärdatensatzes erfolgte zu gleichen Anteilen gemeinsam mit der Doktorandin Franziska Scheel; Mitarbeit an der Erstellung und Editierung der Abb. 2 a, b, 3 a, b und 5 a

Märdian, S., Perka, C., Schaser, K. D., Gruner, J., Scheel, F., Schwabe, P., Cardiac disease and advanced age increase the mortality risk following surgery for periprosthetic femoral fractures, Bone Joint J 2017; 99-B: 921-926.

Beitrag im Einzelnen: Patientenrekrutierung, Datenerhebung, klinische Untersuchung und Erstellen des Primärdatensatzes erfolgte zu gleichen Anteilen gemeinsam mit der Doktorandin Franziska Scheel; Mitarbeit an der Erstellung und Editierung der Abb. 3 a

---

Unterschrift, Datum und Stempel des erstbetreuenden Hochschullehrers

---

Unterschrift der Doktorandin

---

## **12 Lebenslauf**

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



---

## 13 Publikationsliste

Märdian, S., Schaser, K. D., Gruner, J., Scheel, F., Schwabe, P., Quality of life and functional outcome of periprosthetic fractures around the knee following knee arthroplasty. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2015;82(2):113-118.

Märdian, S., Schaser, K. D., Gruner, J., Scheel, F., Schwabe, P. Adequate surgical treatment of periprosthetic femoral fractures following hip arthroplasty does not correlate with functional outcome and quality of life, *Int Orthop.* 2015;39(9):1701-1708.

Märdian, S., Perka, C., Schaser, K. D., Gruner, J., Scheel, F., Schwabe, P., Cardiac disease and advanced age increase the mortality risk following surgery for periprosthetic femoral fractures, *Bone Joint J* 2017; 99-B: 921-926.

---

## 14 Danksagung

Ich möchte allen danken, die an der Entstehung dieser Arbeit mitgewirkt haben.

Allen voran danke ich meinem Betreuer Herrn PD Dr. med. Sven Märdian und Herrn Univ.-Prof. Dr. med. Klaus-Dieter Schaser. Ich danke Herrn Univ.-Prof. Dr. med. Klaus-Dieter Schaser für das freundliche Einverständnis der Übernahme der Erstbetreuung durch Herrn PD Dr. med. Sven Märdian nach seinem Fortgang an die Universitätsklinik Dresden.

Herrn PD Dr. med. Sven Märdian möchte ich danken für die fortwährende Begleitung auch in schwierigen Phasen.

Darüber hinaus gilt mein Dank an den damaligen Direktor des Centrums für Muskuloskeletale Chirurgie der Charité-Universitätsmedizin, Herrn Univ.-Prof. Dr. med. Dr. h.c. Norbert P. Haas, in dessen Klinik ich die Studie durchführen durfte.

Ich danke sowohl der Doktorandin Franziska Scheel, als auch den Ärztinnen und Ärzten des Centrums für Muskuloskeletale Chirurgie und dem Team der Radiologie und der Ambulanz für die freundliche Zusammenarbeit und Unterstützung.

Mein größter Dank geht an meine Familie. Ohne die liebevolle Unterstützung insbesondere meines Mannes Arthur und meinen Kindern Wilma und Fritz, wäre das Fertigstellen dieser Arbeit nicht möglich gewesen. Ich danke ebenfalls meinen Eltern Beate und Karsten und meiner Schwester Luise für ihr fortwährendes Mut machen.