

Aus der Klinik für Anästhesiologie mit Schwerpunkt operative Intensivmedizin der
Medizinischen Fakultät Charité-Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

**Bizentrische retrospektive Analyse zum postoperativen
Schmerzmanagement nach orthopädischen Eingriffen**

zur Erlangung des akademischen Grades

Doctor medicinae dentariae (Dr. med. dent.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Christoph Waldbaur

aus Karlsruhe

Datum der Promotion: 26.02.2016

Abkürzungsverzeichnis	4
Zusammenfassung	5
Abstract	6
1. Einleitung	8
1.1 Posttraumatische Schmerzen im Diskurs	8
1.2 Gute Praxis im Aufwachraum	9
1.3 Ziel dieser Studie	12
2. Methodik	13
2.1 Studiendesign, Studienzeitraum und Patienten	13
2.1.1 Einschlusskriterien	13
2.2 Datenerfassung	15
2.2.1 Demographische Daten	15
2.2.2 Schmerz	15
2.2.3 Katheter	16
2.2.4 PCA (patient controlled analgesia)	16
2.2.5 Schmerzmedikamente	17
2.3 Nationale Leitlinien	17
2.4 Struktur und Organisation im Aufwachraum	18
2.5 Datensicherung und Statistik	20
3. Ergebnisse	22
3.1 Basischarakteristika der eingeschlossenen Patienten	22
3.2 Intraoperative Katheterverfahren	24
3.3 Postoperative Regionalkatheter	26
3.4 Systemische Schmerzmedikation	27
3.5 Schmerzintensitäten am Operationstag	32
4. Diskussion	34
4.1. Einordnung der Ergebnisse	34
4.1.1 Schmerzdokumentation	34
4.1.2 Schmerzkatheter	36
4.1.3 Systemische Schmerzmedikation	39
4.1.4 Schmerzintensität	40

4.2 Methodenkritik und Limitationen	42
5. Schlussfolgerung	45
6. Literaturverzeichnis	46
7. Eidesstattliche Erklärung	54
8. Lebenslauf	55
9. Danksagung	56

Abkürzungsverzeichnis

ANF	Hôpital Archet Nice France
ASA	Risikoeinteilung der American Society of Anesthesiologists
ASD	Akutschmerzdienst
BMI	Body Mass Index
et al.	und andere
GoR	Grade of Recommendation
MW	Mittelwert
MEDIAN	Median
mg	Milligramm
NRS	numerische Rating-Skala
NSAR	nichtsteroidales Antirheumatikum
PACU	Post Anesthesia Care Unit
PCA	Patient Controlled Analgesia
PDA	Periduralanästhesie
PDK	Periduralkatheter
SOP	Standard Operating Procedure
SPA	Spinalanästhesie
STD	Standardabweichung
UCB	Universitätsklinikum Charité Berlin
VAS	visuelle Analogskala
VRS	visuelle Rating-Skala
WHO	World Health Organization

Zusammenfassung

Einleitung: Zahlreiche Studien konnten wiederholt Defizite im postoperativen Schmerzmanagement zeigen. Die Inzidenz akuter posttraumatischer Schmerzen ist weiterhin hoch und deren Therapie wird hinsichtlich mangelnder Dokumentation von Schmerzintensitäten und zurückhaltender Anwendung von Regionalkatheterverfahren kritisiert. Eine adäquate Analgesie nach operativen Eingriffen verbessert die Patientenzufriedenheit, verhindert die Schmerzchronifizierung und trägt maßgeblich zum langfristigen Erfolg der Operation bei. Durch Implementierung von Leitlinien verbessert sich die Patientenversorgung, wobei die Einhaltung von Standards im Aufwachraum eine Herausforderung darstellen kann. Der Erfolg der Schmerztherapie im Aufwachraum beeinflusst den stationären Verlauf und kann eine Sensibilisierung frühzeitig verhindern. Ziel der vorliegenden Studie war es, das Schmerzmanagement nach arthroplastischen Eingriffen für die Therapieempfehlungen in aktuellen Leitlinien vorhanden sind, und nach denen mit starken postoperativen Schmerzen zu rechnen ist, zu betrachten.

Methodik: Die Untersuchung wurde an zwei europäischen Universitätskliniken mit unterschiedlichem strukturellen Konzept und großem Patientenaufkommen durchgeführt. Hierfür wurde die schriftliche Dokumentation des Operationstags von insgesamt 600 Patienten aus dem Hôpital l'Archet der Sophia Antipolis Universität Nizza (ANF) und 558 Patienten aus dem Universitätsklinikum der Charité Berlin (UCB) nach arthroplastischen Eingriffen an Hüfte, Schulter und Knie erfasst. Im Folgenden fand die Auswertung hinsichtlich Dokumentation von Schmerzintensitäten, Verwendung von Katheterverfahren und systemischer Schmerzmedikation entsprechend Leitlinienempfehlungen statt.

Ergebnisse: Schmerzmessungen im Aufwachraum wurden am UCB bei 93%, am ANF bei 99% der Patienten durchgeführt. Die Inzidenz interventionsbedürftiger Schmerzen im Aufwachraum ist an beiden Standorten gering (CUB: 6%; ANF: 15%). Sowohl am ANF als auch am UCB ist die Kombination von Femoralis- und Ischiadikus Katheter bei Knie-TEP Operationen (CUB: 60,5%; ANF: 67,5%) und die interskalenäre Blockade bei Schulter-TEP Operationen die bevorzugte Regionalanästhesievariante (CUB: 78,5%; ANF: 95,5%). Entsprechend nationaler Empfehlungen sind Nichtopioiden in beiden Zentren Standardmedikation im Aufwachraum (CUB: 73%; ANF: 95%). Bei Bedarf

werden diese am Standort UCB mit starken Opioiden kombiniert (42%), am ANF bevorzugt mit Tramadol (74%).

Schlussfolgerung: Wie die Ergebnisse dieser Studie zeigen, ist in beiden Zentren die Messung von Schmerzintensitäten gut etabliert und Regionalkatheter werden bei Schulter- und Knie-TEP Operationen in beiden Zentren häufig und in empfohlener Lokalisation durchgeführt. Es zeigt sich, dass durch den Einsatz und die leitliniengerechte Anwendung aufwendiger aber effektiver Analgesiemethoden eine suffiziente Schmerztherapie gewährleistet werden kann.

Abstract

Introduction: Previous studies have repeatedly shown shortcomings in postoperative pain management. The incidence of postoperative pain remains high and various aspects of the patient treatment are criticized, for example a reluctant application of regional catheters. Sufficient analgesia after surgical procedures improves patient satisfaction, prevents chronification of pain and has a positive impact on the surgical long term prognosis. Guideline implementation enhances patient care whereby the adherence to standards in the post anesthesia care unit poses a challenge. The success of timely pain therapy influences the recovery of inpatients and the early prevention of pain sensitization. In this study we examined pain therapy in the PACU (postoperative care unit) after joint arthroplasty with expected strong postoperative pain and published guidelines for intra- and postoperative care in two European university hospitals.

Material and methods: The data of 600 patients from Sophia Antipolis University in Nice (ANF) and of 558 patients from Charité Universitätsmedizin Berlin who had undergone total hip, knee or shoulder arthroplasty were collected. The treatment of these patients was evaluated in terms of documentation of pain intensity, the pain intensity itself and the use of regional catheters and systemic pain medication.

Results: Pain intensities in PACU were assessed in 93% of the patients at UCB and 99% of the patients at ANF. In both centers, the combination femoral- and sciatic nerve block was the preferred regional anesthesia localization for total knee arthroplasty (CUB: 60,5%; ANF: 67,5%) and an interscalene block was frequently used for total shoulder arthroplasty (CUB: 78,5%; ANF: 95,5%). According to national guidelines

systemic non-opioids are standard medication in both ANF (95%) and CUB (73%). When necessary these are complemented with strong opioids at CUB (42%) and with tramadol at ANF (74%). The incidence of pain in PACU that required treatment was in both centers low (CUB: 6%; ANF: 15%).

Conclusions: The results of this study show that pain assessment in both centers is well established and regional catheters for total knee and shoulder arthroplasty are used frequently and in recommended localizations. It becomes apparent that the use of effective analgesia according to guidelines contributes to a sufficient pain therapy. However, the above mentioned critics concerning postoperative pain therapy make further studies in selected treatment situations necessary.

1. Einleitung

Beschreibungen von Schmerz als Sinneserfahrung finden sich bereits in der frühesten griechisch-römischen Dichtung. Wenngleich die moderne Schmerzmedizin nicht mit dem damaligen Verständnis vergleichbar ist, so zeigen sich doch Parallelen und Ursprünge der heutigen Auffassung in der Literatur der Antike. Die Interpretationen reichen vom symbolischen Charakter des Schmerzes wie in Homers Odyssee¹ (mögl. Übersetzung für Odysseus: Mann der Schmerzen²) bis zum naturalistischen Konzept der Autoren des Corpus Hippocraticum³, die den Schmerz als objektives Symptom für Krankheit verstehen. Fast einheitlich betonen Autoren wie beispielsweise Aristoteles⁴ die Unvereinbarkeit von Freude und Schmerz und bringen damit eine gewisse Furcht vor dieser Empfindung zum Ausdruck. Postoperative Schmerzen stellen auch in der Moderne eine Hauptsorge der Patienten vor der Operation dar^{5,6}. Damals wie heute ist bekannt, dass die Systeme der Schmerzwahrnehmung auf vielfältige Weise aktiviert werden können und demzufolge unterschiedliche Behandlungen zur Linderung des Leidens notwendig sind. Die Algotherapie von Galen (* ~129; † ~216) umfasst Substanzen wie Opium, Efeu, Myrrhe oder Essig und ist der Vorläufer der modernen Anästhesiologie⁷. Diese begann im 19. Jahrhundert mit der Entwicklung der Vollnarkose durch Horace Wells, Sir Humphrey Davy und William Morton sowie durch Etablierung der Regional- und Leitungsanästhesie durch C. L. Schleich und William Stuart Halsted. Der kontinuierliche wissenschaftliche Fortschritt und das Ziel, die Patientenversorgung zu verbessern, erfordern die kritische Beurteilung angewandter Praktiken und Evaluierung neuer Methoden.

1.1 Posttraumatische Schmerzen im Diskurs

Als Teilgebiet der Anästhesiologie wurden posttraumatische Schmerzen seit mehreren Jahrzehnten hinsichtlich Inzidenz und Behandlungsqualität in zahlreichen nationalen und internationalen Studien untersucht^{6,8-17}. Mit dem Ziel die Behandlung der Patienten zu verbessern, die Fortschritte in der Schmerzlinderung durch Anwendung neuer Verfahren zu evaluieren und den wissenschaftlichen Diskurs zu fördern wurden Fachgesellschaften gegründet und nationale¹⁸⁻²¹ sowie internationale^{22,23}

Behandlungsleitlinien veröffentlicht. Deren Etablierung im klinischen Alltag verbessert die Qualität der Patientenversorgung²⁴. Die häufigsten Kritikpunkte in der Umsetzung betreffen die unzureichende Schmerzevaluation, die hohe Inzidenz postoperativer Schmerzen und die Vernachlässigung von potenter systemischer Analgesie und Regionalkatheterverfahren^{6,14,17,25}. Trotz dieser Bemühungen und vereinzelter Verbesserungen¹⁷ stellt die Behandlung postoperativer Schmerzen auch heute noch eine Herausforderung dar, wie die hohe Inzidenz postoperativer Schmerzen in zahlreichen Studien eindrücklich belegt. Im Zeitraum nach der Operation oder während der vorausgegangenen 24 Stunden gaben 59 - 88% der Patienten an, Schmerzen gehabt zu haben, davon 30 – 86% mit mittlerer bis starker Intensität^{5,12-14,26-28}. Auch hinsichtlich der Schmerzevaluation bestehen Defizite. Benhamou et al. stellten 2008 in einer europaweiten Umfrage an 745 Krankenhäusern fest, dass lediglich bei 62,7% der Patienten regelmäßig Schmerzintensitäten erhoben und noch seltener schriftlich dokumentiert wurden (44,3%)¹⁶. Mangelnde quantitative Erhebung von Schmerzintensitäten werden in weiteren Studien kritisiert und einheitlich eine Verbesserung des postoperativen Schmerzmanagements gefordert^{8,10,15,29,30}.

Mögliche Ursachen für diese Ergebnisse sind die fehlende Umsetzung überlegener aber aufwendiger Behandlungstechniken wie kontinuierlicher lokoregionaler Verfahren³¹, organisatorische Schwierigkeiten bei der Implementierung eines Akutschmerzdienstes³² und fehlende interdisziplinäre Zusammenarbeit oder Absprachen zwischen Chirurgen und Anästhesisten³³.

1.2 Gute Praxis im Aufwachraum

Nach arthroplastischen Eingriffen an Hüfte, Knie und Schulter ist mit starken postoperativen Schmerzen zu rechnen³⁴. Akute postoperative Schmerzen stellen einen Risikofaktor für die Entwicklung chronifizierter Schmerzzustände dar^{35,36}, verhindern die frühzeitige Mobilisierung und erhöhen die Inzidenz weiterer Komorbiditäten wie tiefer Beinvenenthrombose, Lungenembolie, Pneumonie und Koronarinfarkt^{37,38}. Mögliche Folgen dieser Komplikationen sind eine verlängerte Aufenthaltsdauer, Unzufriedenheit der Patienten und steigende Kosten durch weitere Behandlungen^{39,40}. Das Operationstrauma verursacht zum einen eine primäre Hyperalgesie durch periphere Sensibilisierung⁴¹, kann aber auch durch kontinuierliche afferente Signale und ektope

Impulststehung eine Sensibilisierung zentraler nozizeptiver Neurone auslösen und so eine sekundäre Hyperalgesie und Allodynie verursachen⁴². Es gibt Anhaltspunkte, dass die neuronalen Umstrukturierungen, die die Bildung eines Schmerzgedächtnisses begünstigen, sich innerhalb kürzester Zeit nach Verletzung bilden^{43,44}. Eine adäquate Analgesie in der unmittelbar postoperativen Phase behandelt damit nicht nur den Schmerz, sondern auch die Sensitivierung und beugt der Persistenz postoperativer Schmerzen vor. Die erste Zeit nach Verlassen des Operationssaals nach Gelenkoperationen verbringen die Patienten in der Regel zur schnellen Interventionsmöglichkeit bei möglichen Komplikationen im Aufwachraum⁴⁵⁻⁴⁷. Hier lässt die intraoperative Analgesie in ihrer Wirkung nach und der wache Patient muss ausreichend analgetisch behandelt sein, bevor die Weiterleitung an nachbehandelnde Strukturen stattfinden kann. Die Erhebung von Schmerzintensitäten vor Verlassen des Aufwachraums ist mit geringeren postoperativen Schmerzen assoziiert⁴⁸, aber unter Umständen durch die beeinträchtigte Kommunikationsfähigkeit des Patienten problematisch^{49,50}. Aus diesem Grund stellt die adäquate Schmerzbehandlung in dieser Phase einen zentralen Aspekt in der anästhesiologischen Betreuung der Patienten dar und hat maßgeblichen Einfluss auf den langfristigen Operationserfolg. Da Schmerz eine subjektive Empfindung ist und Toleranzschwellen abhängig von Alter, Geschlecht, Kultur und Persönlichkeit variieren⁵¹, kann der Patient selbst am besten Auskunft über die Intensität geben⁵². Knowles et al. und Dalton et al. untersuchten 1996 und 2001 die Auswirkungen von Schulungen zur Wichtigkeit der Schmerzerhebung- und dokumentation im Aufwachraum. Sowohl im Prä- als auch im Postinterventionszeitraum befanden die Autoren das Schmerzassessment im Aufwachraum als ungenügend. Im Postinterventionszeitraum wurden quantitative Werkzeuge zur Bewertung der Schmerzintensität lediglich bei 19% - 29% der Patienten eingesetzt^{53,54}. Falls die Einschätzung der Schmerzintensität aber auf Basis subjektiver Erfahrung des Aufwachraumpersonals geschieht, besteht die Gefahr, dass vor allem starke Schmerzen unterschätzt werden⁵⁵. Rawal et al. zeigten 1998, dass aus Sicht der Anästhesisten die Qualität des postoperativen Schmerzmanagements im Aufwachraum und auf der Station unterschiedlich gut ist. 10-33% der Anästhesisten aus 105 europäischen Krankenhäusern waren mit dem postoperativen Schmerzmanagement im Aufwachraum unzufrieden, während 55% der Anästhesisten die Behandlung auf der chirurgischen Station als ungenügend befanden¹⁵.

In Frankreich hat die *nurse-based* Anästhesie eine lange Tradition. Wie z.B. auch in Dänemark, Norwegen, Schweden, der Schweiz und den Niederlanden übernehmen in Frankreich Pflegekräfte unter anästhesiologischer Aufsicht Aufgabenbereiche in der peri- und unmittelbar postoperativen Phase, die in Deutschland ein Anästhesist durchführt⁵⁶. Internationale Studien zeigen ähnliche Mortalitätsraten in Ländern mit und ohne Anästhesiepflege⁵⁷⁻⁵⁹, keines der Modelle hat sich aber bisher dem anderen hinsichtlich Qualität und Sicherheit der Behandlung als überlegen erwiesen. Ein *nurse-based* System bietet den Vorteil größerer Flexibilität für das Anästhesieteam und einem geringeren Bedarf an Ärzten für eine bestimmte Zahl an Aufgaben^{60,61}. Smith et al. zeigten 2004 in einem Review⁶², dass die Evidenz bezüglich der Behandlungsqualität mangelhaft ist und nur eine geringe Anzahl an Studien inkonsistente Ergebnisse zeigen⁶³⁻⁶⁵. Aus diesem Grund sind weitere Untersuchungen, die sowohl Modelle analysieren als auch die Ergebnisqualität vergleichen, notwendig.

Kontrollstudien zur Bewertung der Überlegenheit verschiedener Therapieverfahren lassen nicht immer Rückschlüsse auf den klinischen Nutzen zu⁶⁶. Zahlreiche deskriptive Studien untersuchen entweder die Qualität der postoperativen Schmerztherapie anhand der leitliniengerechten Behandlung und Dokumentation oder bewerten den Erfolg der Schmerztherapie im Vergleich verschiedener Therapieverfahren durch Erhebung von Outcomefaktoren wie der Schmerzintensität. Trotz der großen Studienzahl wurde die Erfassung beider Zielgrößen an einer Studienpopulation selten durchgeführt und bisher ohne besondere Gewichtung auf den Aufwachraum. Der generellen Kritik am postoperativen Schmerzmanagement in den zitierten Querschnittsstudien steht eine meist zufriedenstellende Schmerztherapie in vielen Kontrollstudien zum Vergleich von Analgesievarianten gegenüber. Correll et al. nennen als möglichen Grund für die weiterhin unzureichenden Ergebnisse von Umfragen zur Schmerztherapie die mangelhafte Anwendung betreuungsintensiver aber effektiver Analgesiemethoden wie Regionalkatheterverfahren³¹. Die Qualität der postoperativen Schmerztherapie hängt weiterhin von der Art der Operation und dem Krankenhaus ab, in dem die Behandlung stattfindet^{13,53}. Daher sind weitere Untersuchungen der postoperativen Therapie nach schmerzintensiven Eingriffen, für die in nationalen Leitlinien Behandlungsempfehlungen vorhanden sind, notwendig und wurden im Rahmen dieser Studie an zwei anerkannten chirurgischen Zentren aus Deutschland und Frankreich durchgeführt.

1.3 Ziel dieser Studie

Postoperative Schmerzen stehen bereits lange Zeit im Fokus anästhesiologischer Forschungsinteressen. Zahlreiche Umfragen^{16,29,53} und deskriptive Studien⁶⁷ zeigen erreichte Fortschritte und bestehende Defizite. Die fortlaufende Aktualisierung der Leitlinien macht die Erhebung aktueller Daten notwendig. Da die Implementierung anerkannter Leitlinien nachgewiesenermaßen zu einer Verbesserung der Patientenversorgung führt²⁴, empfehlen Fachgesellschaften den Krankenhäusern nach Anwendung und Anpassung eine interne Evaluierung durchzuführen und beispielsweise durch Benchmarkingprojekte die Prozess- und Ergebnisqualität zu beurteilen. Nur durch regelmäßige Evaluation kann die Umsetzung beobachtet und Auswirkungen bewertet werden. Ziel dieser Untersuchung ist es, anhand der deskriptiven Darstellung der postoperativen Versorgung von Patienten, die leitlinienkonforme Behandlung nach großen arthroplastischen Eingriffen in zwei europäischen Universitätskliniken mit großem Patientenaufkommen und unterschiedlichen strukturellen Konzepten unter besonderer Berücksichtigung der Versorgung im Aufwachraum zu beurteilen.

2. Methodik

2.1 Studiendesign, Studienzeitraum und Patienten

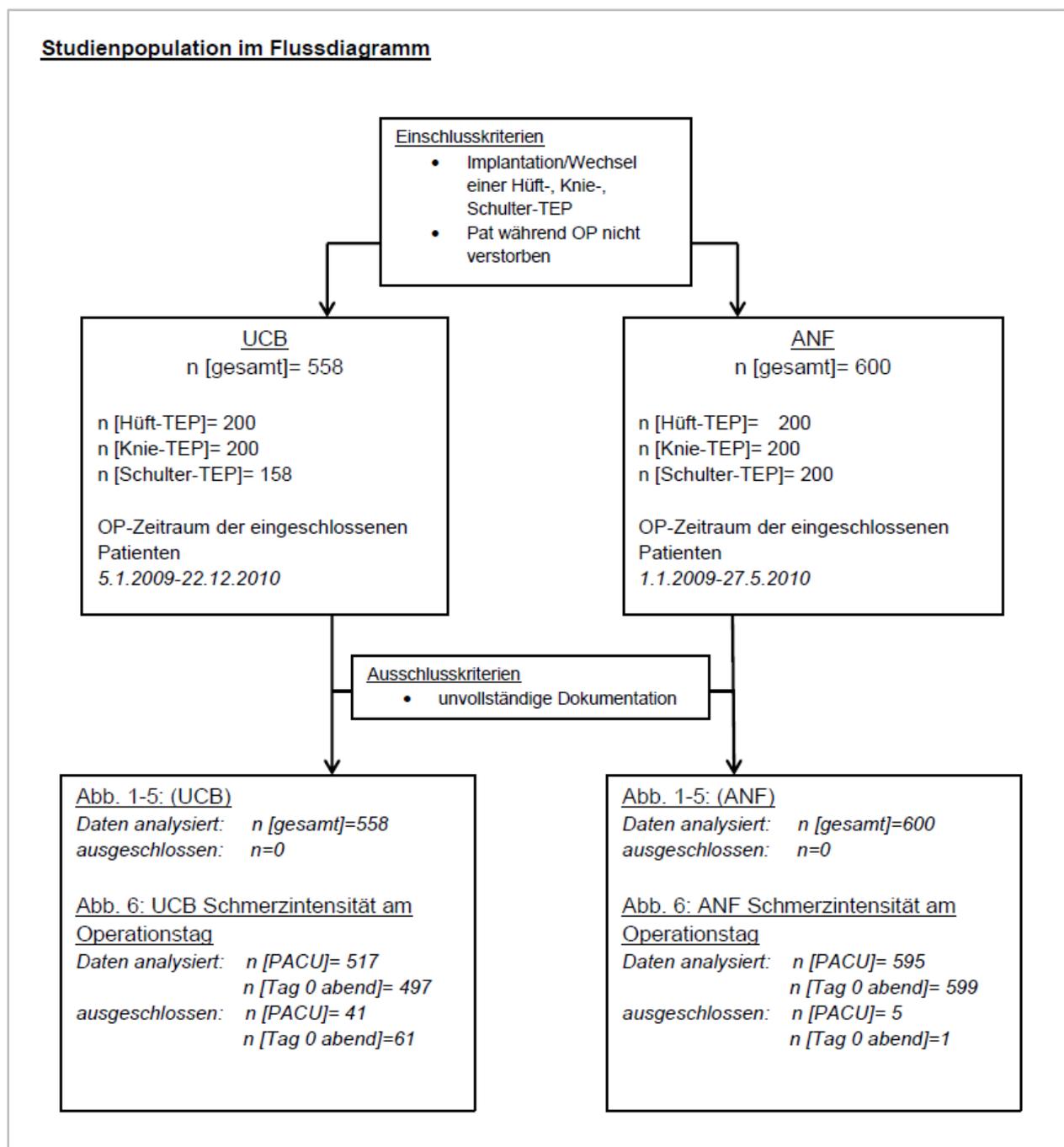
Für die hier vorliegende retrospektive Kohortenstudie wurden Patientendaten aus zwei orthopädischen Zentren in Deutschland und Frankreich erhoben. In Deutschland fand die Datenerhebung an der Charité-Universitätsmedizin Berlin in der Klinik für Orthopädie am Campus Charité-Mitte, in der Klinik für Anästhesiologie mit Schwerpunkt operative Intensivmedizin und in der Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie am Campus Virchow Klinikum statt. In Frankreich wurden die Patientendaten im Département d'Orthopédie und im Département d' Anesthésie et Réanimation im Hôpital l'Archet der Sophia Antipolis Universität erhoben. Dazu wurde an verschiedenen Standorten Einsicht in die schriftliche Patientendokumentation genommen. Die Datenerhebung wurde durch drei Doktoranten, zwei am Standort UCB und einen Doktoranden im Hôpital l'Archet Nizza, anhand einer standardisierten Studiendatenbank durchgeführt.

Insgesamt wurden die Akten von 1158 Patienten ausgewertet, die sich im Zeitraum vom Januar 2009 bis zum Dezember 2010 einer großen orthopädischen Operation unterzogen. Davon wurden 558 Patienten am UCB (Universitätsklinikum Charité Berlin) und 600 Patienten am ANF (Hôpital Archet Nice France) operiert. Dabei wurde chronologisch vorgegangen und alle konsekutiven Patienten in die Auswertung einbezogen, welche die Einschlusskriterien erfüllten.

2.1.1 Einschlusskriterien

- Implantation einer Total-Endo-Prothese im Bereich der Hüfte, des Knies oder der Schulter
- Wechsel einer Total-Endo-Prothese im Bereich der Hüfte, des Knies oder der Schulter mit gleichzeitiger Neuimplantation
- Vollständige prä- und postoperative Dokumentation
- Patient nicht während des Eingriffs verstorben

Insbesondere die unvollständige prä- und postoperative Dokumentation stellten dabei den häufigsten Grund dar, dass Patienten nicht eingeschlossen werden konnten. Am ANF wurden für Hüft-, Knie- und Schulter-TEP Operationen und am CUB für Hüft-, und Knie-TEP Operationen jeweils 200 Patientenakten ausgewertet. Da im Erhebungszeitraum keine entsprechend hohe Anzahl Knie-TEP Operationen am Standort UCB durchgeführt wurden, liegt die Patientenzahl bei 158 im Gegensatz zu 200 Patienten der anderen Operationsgebiete.



2.1.3 Vorgehensweise

Zur Datenerhebung wurde zunächst mit Hilfe elektronischer Datenbanken in beiden Zentren eine Liste der Patienten erstellt, welche die Einschlusskriterien erfüllten. Anschließend wurde die entsprechende schriftliche Dokumentation eingesehen und ausgewertet. Für die Erhebung der erforderlichen Daten wurden insbesondere die Dokumentation der präoperativen Visite, das Anästhesieprotokoll, der Operationsverlauf, das Aufwachraumprotokoll, das Anlageprotokoll des Akutschmerzdienstes für Katheter und PCA, die Schmerzdokumentation des Akutschmerzdienstes und das Pflegeprotokoll inklusive der Schmerzdokumentation des Pflegepersonals verwendet. Im Aufwachraum wurden die Daten durch den Anästhesisten bzw. das Pflegepersonal im Aufwachraumprotokoll festgehalten. Die Betreuung auf Station erfolgte durch den Akutschmerzdienst (ASD), falls ein Katheter bzw. eine PCA gelegt wurde mit entsprechender Dokumentation auf dem ASD-Protokoll.

2.2 Datenerfassung

2.2.1 Demographische Daten

Anhand der schriftlich dokumentierten Anamnese wurden zunächst die demographischen Daten erhoben. Diese wurden unter anderem bei der präoperativen Visite erfragt und der weiteren Auswertung vorangestellt.

2.2.2 Schmerz

Die Schmerzen werden am UCB nach der numerischen Rating Skala (NRS) und am ANF nach der visuellen Analogskala (VAS) erhoben. Durch beide Skalen werden den Schmerzen Werte von 0 (keine Schmerzen) bis 10 (stärkste vorstellbare Schmerzen) zugeordnet. Die Erfassung von Schmerzen durch eindimensionale Schmerzintensitätsskalen wie NRS, VAS oder VRS entspricht aktuellen Empfehlungen¹⁸ und zeigt ein hohes Maß an Übereinstimmung^{68,69}. Das

Aufwachraumprotokoll der Charité sieht für die Erfassung der Schmerzen jeweils ein Feld für Verlegung und die Entlassung in den/aus dem Aufwachraum vor. In Nizza werden Schmerzscores frei in der Verlaufskurve dokumentiert. Zur Erhebung der Schmerzintensitäten am Abend des Operationstages auf Station wurde das Anlageprotokoll des Akutschmerzdienstes und das Pflegeprotokoll verwendet. Falls die Schmerzintensität mehrmals erhoben wurde, wurde -entsprechend vergleichbarer Studien- ein Durchschnittswert errechnet⁷⁰. Zur weiteren Auswertung wurden Gruppen gebildet, die sich an den Interventionsgrenzen aktueller Leitlinien orientieren (NRS >3 bzw. NRS ≤3).

2.2.3 Katheter

Im Anlageprotokoll des ASD wurde dokumentiert, ob ein Katheter oder eine PCA zum Einsatz kam. Bei Einsatz eines Lokalanästhetikums wurde erfasst, welches Muskelkompartiment anästhesiert wurde und ob die Lokalisation durch Sonographie, Neurostimulation oder einer Kombination durchgeführt wurde. Weiterhin wurde festgehalten, ob es sich um eine einmalige Gabe (single shot) oder eine kontinuierliche Verabreichung (Katheter) des Anästhetikums gehandelt hat. Als Anästhetikum kam sowohl am UCB wie auch am ANF Ropivacain (Naropin®) in der Konzentration 0,1% bzw. 0,2% zum Einsatz. Falls ein Katheter gelegt wurde, fanden in der Regel auch Schmerzmessungen auf Station durch den ASD statt. Diese Messungen wurden durchgeführt bis der Katheter entfernt wurde, was ebenso durch den ASD dokumentiert wurde. Anhand dieser Messungen und der entsprechenden Dokumentation wurde die Liegedauer des Katheters bestimmt. Zusätzlich ließen sich Information über die Liegedauer des Katheters aus der Pflegedokumentation entnehmen.

2.2.4 PCA (patient controlled analgesia)

Anhand des Anlageprotokolls des Akutschmerzdienstes wurde festgestellt, ob eine PCA angelegt wurde. Die Liegedauer wurde in der Kurve des Pflegepersonals vermerkt. Am UCB kam Piritramid und am ANF Morphin zum Einsatz.

2.2.5 Schmerzmedikamente

Die Patienten erhielten kurz vor Verlassen des Operationssaals und im Aufwachraum Analgetika, welche auf dem Verlaufsprotokoll für die Operation bzw. dem Aufwachraumprotokoll dokumentiert wurden. Diese Medikamente wurden erfasst und statistisch ausgewertet. Zu den Nichtopioidanalgetika, die am UCB zum Einsatz kamen, zählten Metamizol, Paracetamol und als Cyclooxygenase-2-Inhibitor Celecoxib und Parecoxib. Am ANF wurden Paracetamol, Nefopam und Ketoprofen verabreicht. Weiterhin wurden am ANF schwache Opioide verabreicht. Hier kam Tramadol zum Einsatz, welches standardisiert vor Ausleitung der Narkose gegeben wurde. Sowohl am UCB als auch am ANF wurden starke Opioide über eine PCA oder als Bedarfsmedikation durch den behandelnden Arzt im Aufwachraum intravenös verabreicht. Die Menge wurde im Aufwachraumprotokoll vermerkt und quantitativ erfasst. Da am Standort UCB Piritramid und am ANF Morphin zum Einsatz kamen, wurde, aufgrund der analgetischen Potenz von Piritramid von 0,7 in Bezug zu Morphin⁷¹, die statistische Auswertung einheitlich mit adjustierten Morphinäquivalenten durchgeführt. Patienten bekamen eine balancierte Analgesie wenn Medikamente aus mindestens zwei Gruppen mit verschiedenen Wirkmechanismen gegeben wurden. Hierfür wurden zusätzlich intraoperativ applizierte Opioide erfasst.

2.3 Nationale Leitlinien

Als Referenzleitlinie, in Bezug zu welcher die Konformität in dieser Untersuchung beurteilt wurde, dienten für Patienten am ANF folgende, von der SFAR (Societe Francaise d'Anesthésie et de Réanimation) veröffentlichte, Empfehlungen:

- „Expert panel guidelines (2008). Postoperative pain management in adults and children“²¹
- „Recommandations pour la Pratique Clinique "Les blocs périphériques des membres chez l'adulte"“¹⁹
- “Attitude pratique pour la prise en charge de la douleur postopératoire”²⁰

In Deutschland findet die von der AWMF (Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften) veröffentlichte S3-Leitlinie „Behandlung akuter perioperativer und posttraumatischer Schmerzen“¹⁸ Anwendung.

Die aktuellen Versionen sind im Internet unter www.sfar.org bzw. www.awmf.org stets verfügbar.

Auf dieser Grundlage wurden die Zielgrößen für diese Untersuchung folgendermaßen formuliert:

- **Erhebung von mindestens einem Schmerzscore im Aufwachraum.** Die Dokumentation des „5th vital sign“ Schmerz stellt einen zentralen Aspekt der postoperativen Betreuung von Patienten aus anästhesiologischer Sicht dar⁷² und wird sowohl in Deutschland als auch in Frankreich empfohlen^{73,74}. Die Erhebung von mindestens einem Schmerzscore ist in vergleichbaren Studien als Mindestanforderung definiert¹⁷.
- **Katheteranlage und Gabe systemischer Medikation** entsprechend aktuellen Richtlinien und Empfehlungen.
- **Anteil der Patienten mit Schmerzintensität > 3 [NRS];** als vielfach festgelegte Interventionsgrenze dient diese als wichtiger Indikator für den Erfolg der anästhesiologischen Betreuung^{18,75}.

2.4 Struktur und Organisation im Aufwachraum

Die Organisation der anästhesiologischen Betreuung unterscheidet sich zwischen Deutschland und Frankreich und somit auch zwischen dem UCB und dem ANF. Seit Ende des Zweiten Weltkriegs entwickelte sich in Frankreich durch den Einfluss der Befreiung durch die amerikanische Armee das Berufsbild der Anästhesiepflege (Infirmier Anesthésiste Diplômé d'État)⁷⁶. Insbesondere in der amerikanischen Militärmedizin übernahmen sogenannte „*nurse anesthetists*“ große Aufgabenbereiche. Diese Praxis wurde in Frankreich teilweise übernommen und im Laufe der Zeit an Versorgungsengpässe und wissenschaftlichen Fortschritt angepasst. Heute ist in Frankreich ein/e Anästhesist/In in der Regel für zwei bis drei Operationssäle zuständig und das Anästhesiepflegepersonal übernimmt die weitere Betreuung des Patienten, während in Deutschland intraoperativ ein Patient von jeweils einem Anästhesisten

versorgt wird. Das französische Konzept sieht vor, dass die Anästhesiepflege, durch die zeitweise Abwesenheit des Anästhesisten, ein größeres Aufgabenfeld hat als dies in Deutschland der Fall ist. Dieses ist gesetzlich festgelegt^{77,78} und umfasst nach ärztlicher Indikationsstellung unter anderem die Einleitung und Überwachung einer Vollnarkose, die Bestückung von Regionalkathetern sowie die Schmerztherapie im Aufwachraum. Weiterhin dürfen Mitglieder der Anästhesiepflege auf eigene Initiative Inhalationsanästhetika, intravenös Muskelrelaxantien, deren Antagonisten und Opioide verabreichen. Die Verantwortlichkeit endet mit Verlassen des Aufwachraums, wobei die tatsächliche Aufgabenverteilung aufgrund regionaler Vereinbarungen variiert⁷⁹. Im Erhebungszeitraum unserer Studie war am ANF in der Regel eine ausgebildete Anästhesiepflegekraft und eine weitere Pflegekraft im Aufwachraum anwesend und der verantwortliche Anästhesist kurzfristig verfügbar. Am UCB liegt der Aufwachraum ebenfalls in ärztlicher Verantwortung, während die Betreuung der Patienten von intensivmedizinisch geschulten Pflegekräften durchgeführt wird.

In Leitlinien beider Länder wird die Dokumentation relevanter Werte im Aufwachraum gefordert ohne sich grundlegend zu unterscheiden^{73,74}. Die Entlassung kann erfolgen sobald der Patient ausreichend wach ist, Kreislauf und Atmung stabil sind und keine größeren Blutungen, Harnverhalt sowie Hypo- oder Hyperthermie vorliegen. Die Empfehlungen in deutschen Leitlinien der DGAI (Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin) sprechen von „zufriedenstellender Schmerzfreiheit“⁷³ als Entlassungskriterium, während die SFAR eine Schmerzintensität < 3 [NRS] fordert⁸⁰. Die tatsächliche Verweildauer im Aufwachraum ist allerdings auch von strukturellen Faktoren abhängig⁸¹. Nach den Richtlinien der DGAI und der SFAR steht der Aufwachraum unter anästhesiologischer Verantwortung und endet, wenn der Anästhesist den Patienten zur Weiterbehandlung an nachfolgende Strukturen übergibt. Nach Möglichkeit sollte ein Anästhesist anwesend, zumindest aber kurzfristig erreichbar sein. Die weitere Betreuung wird von fachspezifisch ausgebildeten Pflegekräften durchgeführt. Die adäquate postoperative Betreuung von Patienten macht eine enge interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Chirurgen und Anästhesisten notwendig. Französische und deutsche Fachgesellschaften veröffentlichen daher Empfehlungen für eine fachübergreifende Kooperation^{82,83}. Es wird einheitlich eine enge interdisziplinäre Zusammenarbeit gefordert, wobei die tatsächliche Organisation durch lokale Vereinbarungen abweichen kann. Der Operateur sollte Absprachen mit dem Personal im Aufwachraum treffen und auch der Anästhesist ist im Rahmen des

Akutschmerzdienstes auf vorwiegend chirurgisch betreuten Stationen tätig. Dennoch liegt der Schwerpunkt der ärztlichen Aufsicht im Aufwachraum oder auf intensivmedizinischen Stationen, insbesondere die zur Schmerzbehandlung notwendigen Maßnahmen, in beiden Ländern in anästhesiologischer Hand.

2.5 Datensicherung und Statistik

Um die erhobenen Daten zu sichern, wurde eine Tabelle mit dem Programm Excel (Microsoft Office Professional Academic 2010) angelegt. Zur statistischen Auswertung wurde das Programm IBM SPSS Statistics (Version 20 SPSS Inc. 1998-2011, Chicago, Illinois 60606, USA) verwendet und nach Operationsgebieten getrennt analysiert. Falls Gruppenzusammenfassungen (z.B. Zusammenfassung verschiedener Medikamente in eine übergeordnete Kategorie) oder Berechnungen (z.B. BMI) nötig waren, wurden diese mittels Formeln in Excel bzw. in SPSS durchgeführt. Metrische Daten wurden zunächst grafisch sowie mithilfe des Kolmogorov-Smirnov-Tests auf ihre Normalverteilung hin überprüft. Da keine der untersuchten Grundgesamtheiten normalverteilt waren, wurden Unterschiede in der Zugehörigkeit zweier Gruppen zu einer Grundgesamtheit mit dem Mann-Whitney-U-Test für unverbundene Stichproben untersucht. Falls die Zugehörigkeit mehrerer Gruppen überprüft werden sollte, kam der Kruskal-Wallis-Test zum Einsatz. Um zwei oder mehrere Gruppen, deren Daten nominal skaliert waren, auf signifikante Unterschiede in der Häufigkeitsverteilung hin zu testen, wurde der χ^2 -Test nach Pearson verwendet. Falls Felder in der Kontingenztafel eine erwartete Häufigkeit < 5 hatten, wurde die Überprüfung mit dem exakten Test nach Fisher durchgeführt. Wenn sich bei der Untersuchung mehrerer Gruppen mit metrischem oder nominalem Skalenniveau ein globaler signifikanter Unterschied herausstellte, wurden die einzelnen Gruppen gegeneinander verglichen und die p-Werte zur Vermeidung der Alphafehlerkumulierung mit der Bonferroni-Prozedur korrigiert. Es wurde ein einheitliches Signifikanzniveau von $p < 0,05$ festgelegt. Zur Festlegung der Fallzahl wurde in einer a priori power Analyse angenommen, dass die Schmerzdokumentation am ANF häufiger durchgeführt wird als am UCB, wie von Benhamou 2008 gezeigt wurde¹⁶. Die Angaben über die Häufigkeit der Schmerzdokumentation im Aufwachraum differieren^{16,53}. Mit einer angenommenen

Häufigkeit von 95%⁵³ am ANF und einem Unterschied von 10% zwischen beiden Zentren ergibt sich bei einer Power von 80% eine einzuschließende Fallzahl von 148 Patienten. Um spätere Ausschlüsse aufgrund unvollständiger Dokumentation auszugleichen, wurde eine Fallzahl von 200 Patienten pro Operationsgebiet und Zentrum festgelegt.

3. Ergebnisse

3.1 Basischarakteristika der eingeschlossenen Patienten

Insgesamt wurden 558 Patienten vom Standort UCB und 600 Patienten vom Standort ANF während dem Untersuchungszeitraum 01.01.2009 bis 31.12.2010, die die Einschlusskriterien erfüllten, in die Untersuchung eingeschlossen.

Tabelle 1: Demographische Daten

	Berlin (n=558)	Nizza (n=600)	p-Wert
weiblich n [%]	343 (61,5%)	356 (59,3%)	0,471
männlich n [%]	215 (38,5%)	244 (40,7%)	
Alter in Jahren MW [± STD]	65,8 (12,3) n=558	68,7 (11,4) n=600	<0,001
Gewicht in kg MW [± STD]	81,9 (19,3) n=557	74,5 (16,2) n=598	<0,001
Größe in cm MW [± STD]	168,2 (9,7) n=557	165,4 (9,8) n=598	<0,001
BMI in kg/m ² MW [± STD]	28,9 (6,1) n=556	27,2 (6,4) n=598	<0,001
ASA I n [%]	49 (8,8%)	133 (22,2%)	<0,001
ASA II n [%]	313 (56,1%)	341 (56,8%)	
ASA III n [%]	190 (34,1%)	125 (20,8%)	
ASA IV n [%]	6 (1,1%)	1 (0,2%)	
Hüft-TEP n [%]	200 (35,8%)	200 (33,3%)	0,348
Knie-TEP n [%]	200 (35,8%)	200 (33,3%)	0,382
Schulter-TEP n [%]	158 (28,3 %)	200 (33,3%)	0,062

Angaben absolut und in Prozent [%], Mittelwert [MW], Standardabweichungen [±STD]

Signifikanzniveau $p < 0,05$ (χ^2 -Test bzw. U-Test)

Prozentangaben beziehen sich auf die in der Spalte angegebene Kategorie

ASA=American Society of Anesthesiologists Classification

Sowohl in Berlin als auch in Nizza wurden mehr weibliche Patienten operiert, wobei der Geschlechterunterschied in beiden Zentren nicht signifikant ist. Im gegebenen Zeitraum wurden in Berlin häufiger Patienten mit ASA Klasse III operiert und seltener Patienten mit ASA Klasse I und II versorgt.

Tabelle 2: Demographische Daten unterteilt nach Operationsgebiet

	Hüfte		Knie		Schulter	
	Berlin	Nizza	Berlin	Nizza	Berlin	Nizza
weiblich n [%]	116 (58%)	93 (46,5%)	128 (64%)	125 (62,5%)	99 (62,7%)	138 (69%)
männlich n [%]	84 (42%)	107 (53,5%)	72 (36%)	75 (37,5%)	59 (37,3%)	62 (31%)
Alter in Jahren MW [± STD]	62,45 (14)	65,2 (12,8)	67,7 (10,2)	70,7 (10,2)	67,5 (11,5)	70,1 (10,5)
Gewicht in kg MW [± STD]	78,8 (18,4)	74,3 (15,7)	86,6 (20,6)	79,1 (17,2)	79,7 (17,7)	70 (14,4)
Größe in cm MW [± STD]	168,9 (9,6)	168 (9,3)	167,8 (9,6)	164,8 (10,1)	167,9 (10)	163,4 (9,3)
BMI in kg/m² MW [± STD]	27,5 (5,3)	26,3 (4,9)	30,7 (6,6)	29,3 (8,5)	28,3 (5,8)	26,1 (4,6)
ASA I n [%]	24 (12%)	54 (27%)	11 (5,5%)	33 (16,5%)	14 (8,9%)	46 (23%)
ASA II n [%]	108 (54%)	105 (52,5%)	109 (54,5%)	121 (60,5%)	96 (60,8%)	115 (57,5%)
ASA III n [%]	67 (33,5%)	41 (20,5%)	78 (39%)	45 (22,5%)	45 (28,5%)	39 (19,5%)
ASA IV n [%]	1 (0,5%)	0 (0%)	2 (1%)	1 (0,5%)	3 (1,9%)	0 (0%)

Angaben absolut und in Prozent [%], Mittelwert [MW], Standardabweichungen [±STD]
 Prozentangaben beziehen sich auf die in der Spalte angegebene Kategorie
 ASA = American Society of Anesthesiologists Classification

Mit Ausnahme der Hüft-TEP Operationen wurden, auch bei Betrachtung der einzelnen Operationsgebiete, in beiden Zentren mehr Frauen als Männer operiert. Während die Zahl der Patienten mit ASA Klasse II in beiden Zentren ähnlich ist, wurden am UCB häufiger Patienten mit ASA Klasse III und seltener Patienten mit ASA Klasse I operiert.

3.2 Intraoperative Katheterverfahren

Die Abbildungen 1a-c zeigen in einem Gruppenvergleich zwischen Berlin und Nizza die intraoperativ angewandten Katheterverfahren.

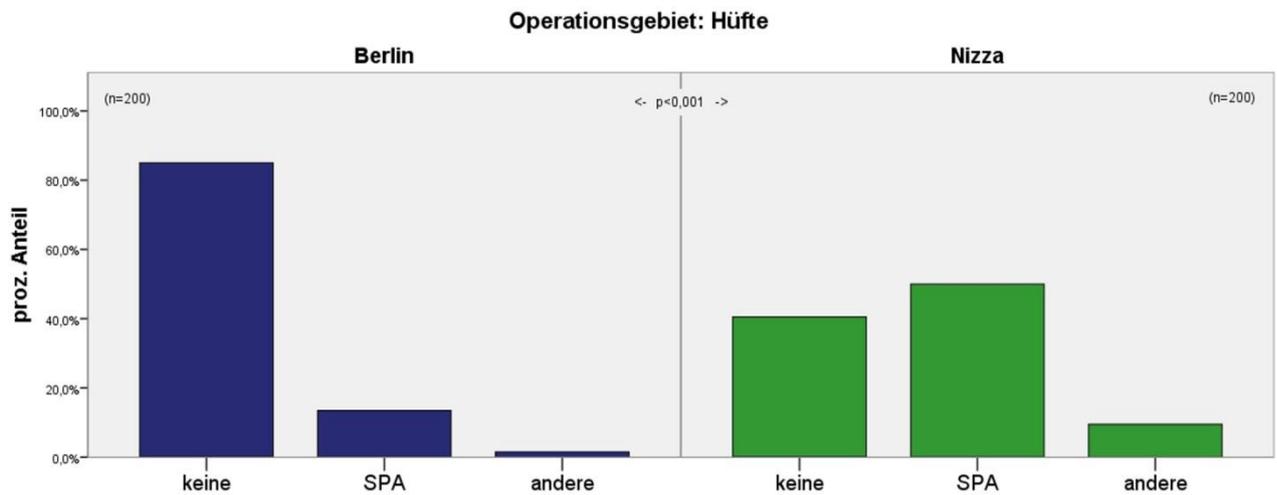


Abbildung 1a: prozentualer Anteil der verwendeten Katheterverfahren während Hüft-TEP Operationen

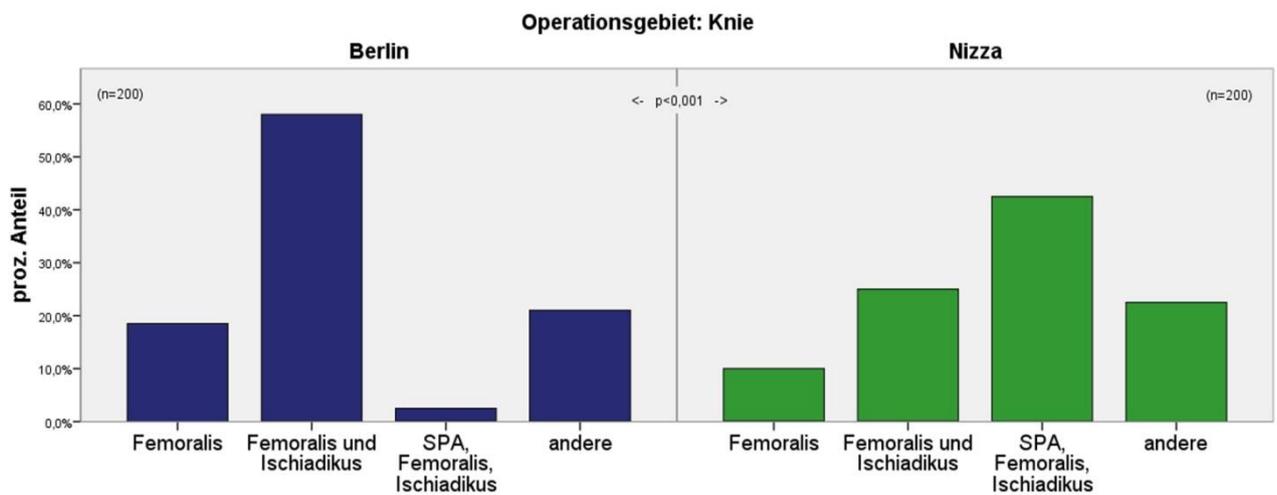
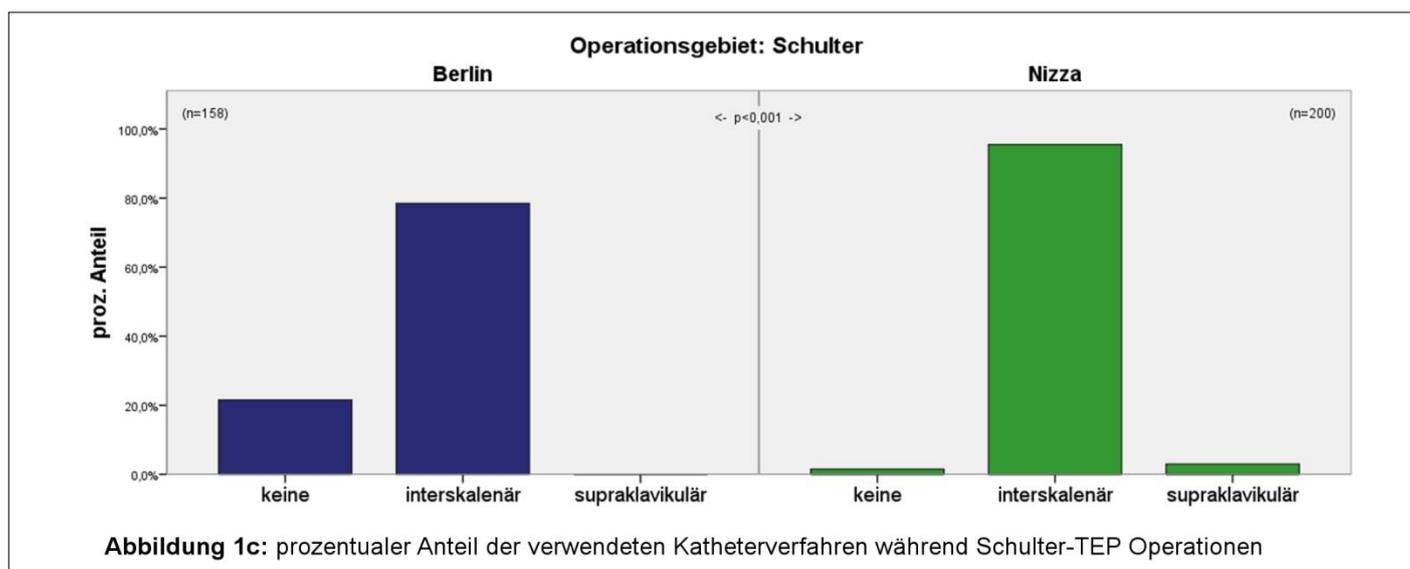


Abbildung 1b: prozentualer Anteil der verwendeten Katheterverfahren während Knie-TEP Operationen



Abbildungen 1a-c zeigen den prozentualen Anteil der intraoperativ angewandten Regionalanästhesieverfahren. Kleine Gruppen unter 10% wurden zur besseren Übersicht in der Kategorie „Andere“ zusammengefasst. Dazu zählen „Psoaskompartementblock“, „Femoralis-, Ischiadikus-, Obturatoriuskatheter“, „PDA“, „SPA, Femoraliskatheter“, „SPA, PDA“. Signifikanzniveau: $p < 0,05$ (exakter Fisher-Test)

Hüft-TEP Operationen wurden am UCB häufiger ohne Katheter (Berlin: 85,1%; Nizza: 40,5%) und seltener mit einer SPA durchgeführt. Die Kombination aus Femoralis- und Ischiadikus Katheter wird in beiden Zentren bei Knie-TEP Operationen bevorzugt (CUB: 60,5%; ANF: 67,5%). Am ANF kommen diese Katheter in 44,5% der Fälle in Kombination mit einer Spinalanästhesie zur Anwendung. Ein interskalenärer Katheter ist in beiden Zentren bei Schulter-TEP Operationen der bevorzugte Regionalkatheter (CUB: 78,5%; ANF: 95,5%). Dieser wurde am ANF häufiger gelegt als am UCB, wo mehr Patienten ohne Katheter operiert wurden.

3.3 Postoperative Regionalkatheter

Abbildung 2 zeigt, dass der prozentuale Anteil der Patienten mit Schmerzkatheter in Berlin bei Hüft-, Knie- und Schulter-TEP Operationen niedriger ist als bei Patienten der gleichen Gruppe aus Nizza.

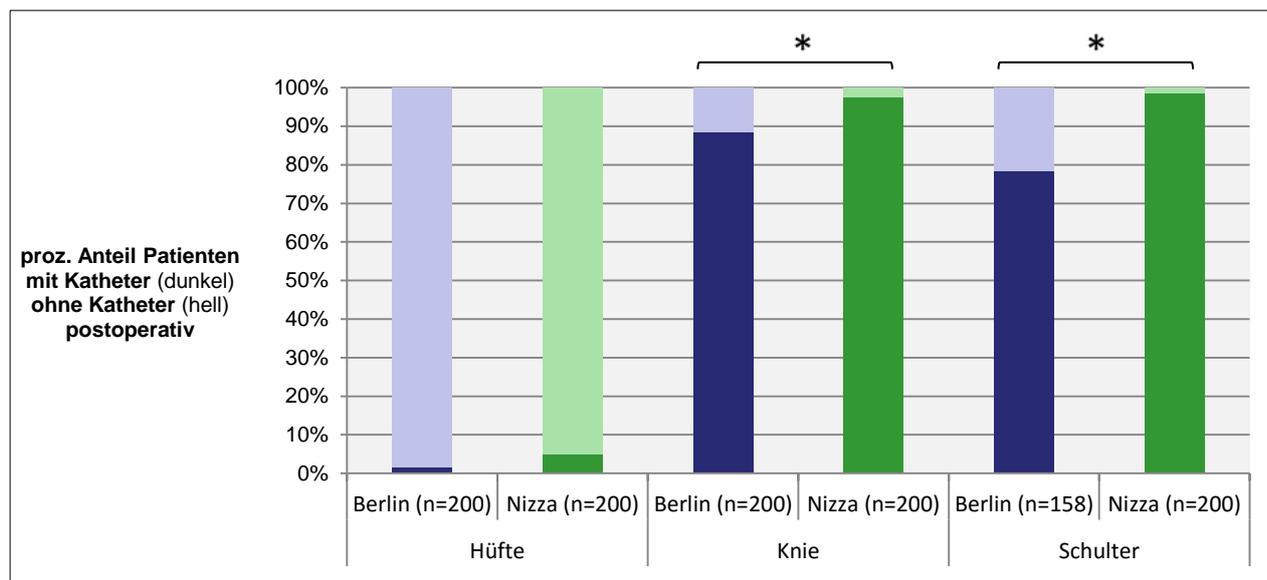


Abbildung 2: Prozentualer Anteil der Patienten mit/ohne Katheter postoperativ. Die Abbildung zeigt den prozentualen Anteil der Patienten, bei welchen zur postoperativen Analgesie ein/kein Katheter gelegt wurde. Die Gruppen wurden nach Zentrum und Operationsgebiet aufgeteilt. Die Angabe in Klammern gibt die Gesamtzahl der Patienten an. (*) $p < 0,05$. (χ^2 -Test)

Falls die Hüfte operiert wurde, bekamen am UCB 1,5% der Patienten einen Schmerzkatheter, am ANF waren es 5% und damit, unabhängig vom Zentrum, deutlich weniger als bei den beiden anderen Operationsgebieten. Dieser Unterschied ist im Gegensatz zu beiden anderen Operationsgebieten nicht signifikant (Knie-TEP: $p = 0,22$; Schulter-TEP: $p < 0,001$). Unabhängig der Operationsgebiete wurden am UCB bei 55% und ANF bei 67% der Patienten mit einem Regionalkatheter versorgt.

3.4 Systemische Schmerzmedikation

Nicht-Opioide sind in beiden Zentren die am häufigsten verabreichte Medikamentengruppe (B: 73%; N: 95%). Zu den Nichtopioidanalgetika, die am UCB zum Einsatz kamen, zählen Metamizol (61%) und Paracetamol (29%). Am ANF wurden Paracetamol (95%), Nefopam (61%) und Ketoprofen (20%) verabreicht.

Tabelle 3: Schmerzmedikamente im Aufwachraum

		Berlin (n=558)	Nizza (n=600)
Nichtopioide	Paracetamol n [%]	160 (29%)	569 (95%)
	Metamizol n [%]	343 (61,3%)	0 (0%)
	Nefopam n [%]	0 (0%)	368 (61,3%)
	Ketoprofen n [%]	0 (0%)	122 (20,4%)
	Cox-2-Inhibitoren* n [%]	1 (0,2%)	1 (0,2%)
schwache Opioide** n [%]		0 (0%)	546 (91%)
starke Opioide*** n [%]		284 (50,9%)	98 (16,3%)

Angaben absolut und in Prozent [%];
 verwendete Medikamente: * Celecoxib, Parecoxib; ** Tramadol
 *** Berlin: Piritramid, Nizza: Morphin
 Mehrfachnennungen möglich

Als Medikamentenkombination werden am UCB Nichtopioide und starke Opioide (42%) und am ANF Nichtopioide und schwache Opioide bevorzugt (74%).

Betrachtet man die Operationsgebiete getrennt (Abb. 3a-c), zeigt sich, dass sich die Art der Medikation bei allen Operationen, sowohl mit als auch ohne Katheter, signifikant zwischen Berlin und Nizza unterscheidet. Lediglich bei Patienten mit Katheter nach Hüft-Tep Operationen ist kein statistisch signifikanter Unterschied feststellbar. Zu beachten ist hierbei, dass in beiden Zentren wenige Patienten in diese Kategorie fallen (3 Patienten am UCB versus 10 Patienten am ANF).

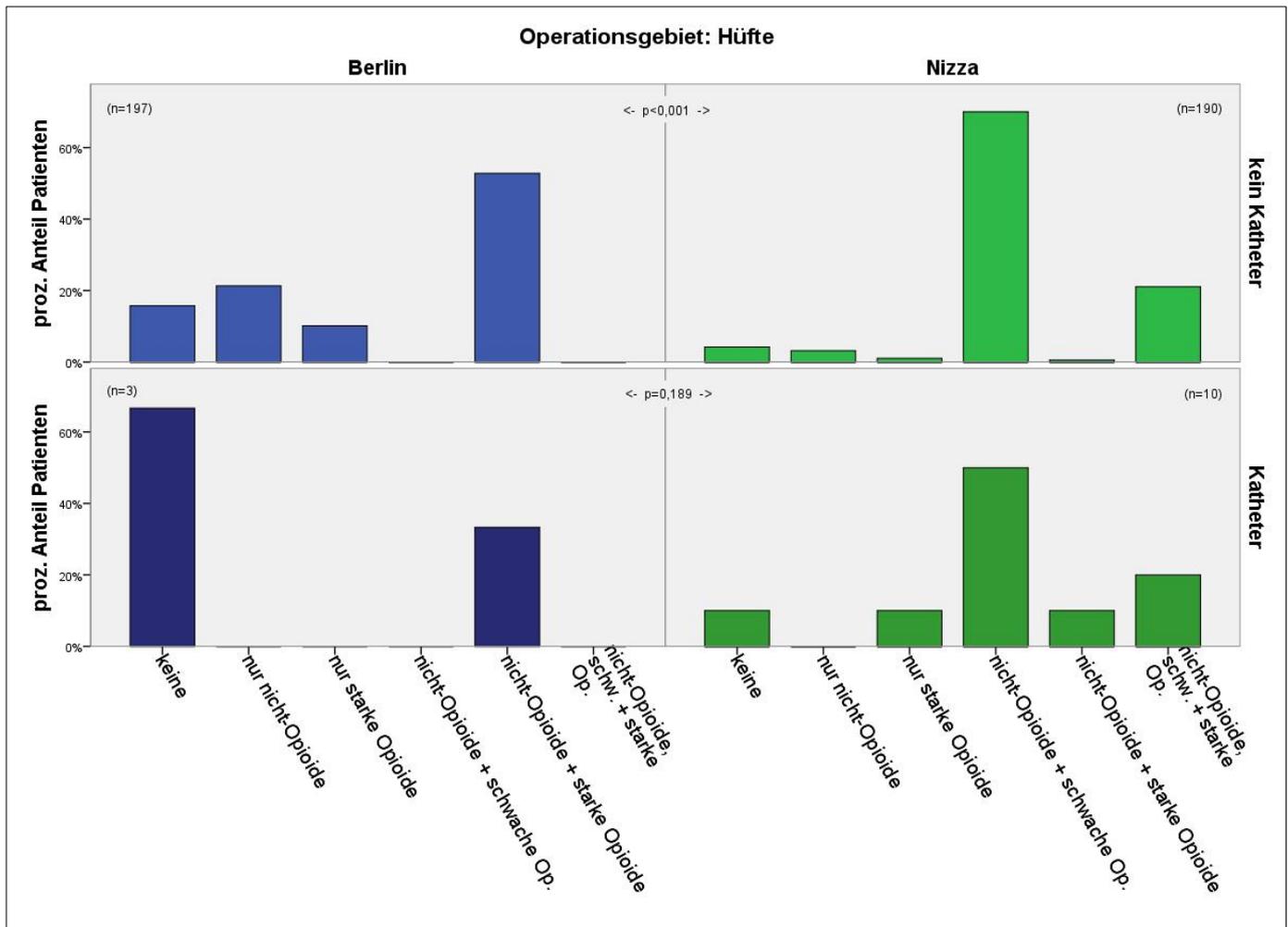


Abbildung 3a: Medikation nach Hüft-TEP Operationen in der PACU in Berlin und Nizza in Abhängigkeit der Katheteranlage. Die Grafik 3a zeigt die Art der Medikation bei Hüft-TEP Operationen in der PACU in prozentualen Anteilen in Abhängigkeit davon, ob ein Katheter gelegt wurde. Weiterhin wurden die Gruppen nach Operationsgebiet und Zentrum aufgeteilt. 100% beziehen sich jeweils auf ein Feld. Die Angabe in Klammern gibt die Gesamtzahl der Patienten in einem Feld an. (*) $p < 0,05$ (χ^2 -Test) (Die Beschreibung der Ergebnisse erfolgt gebündelt für die Abbildungen 3a-c nach Abbildung 3c)

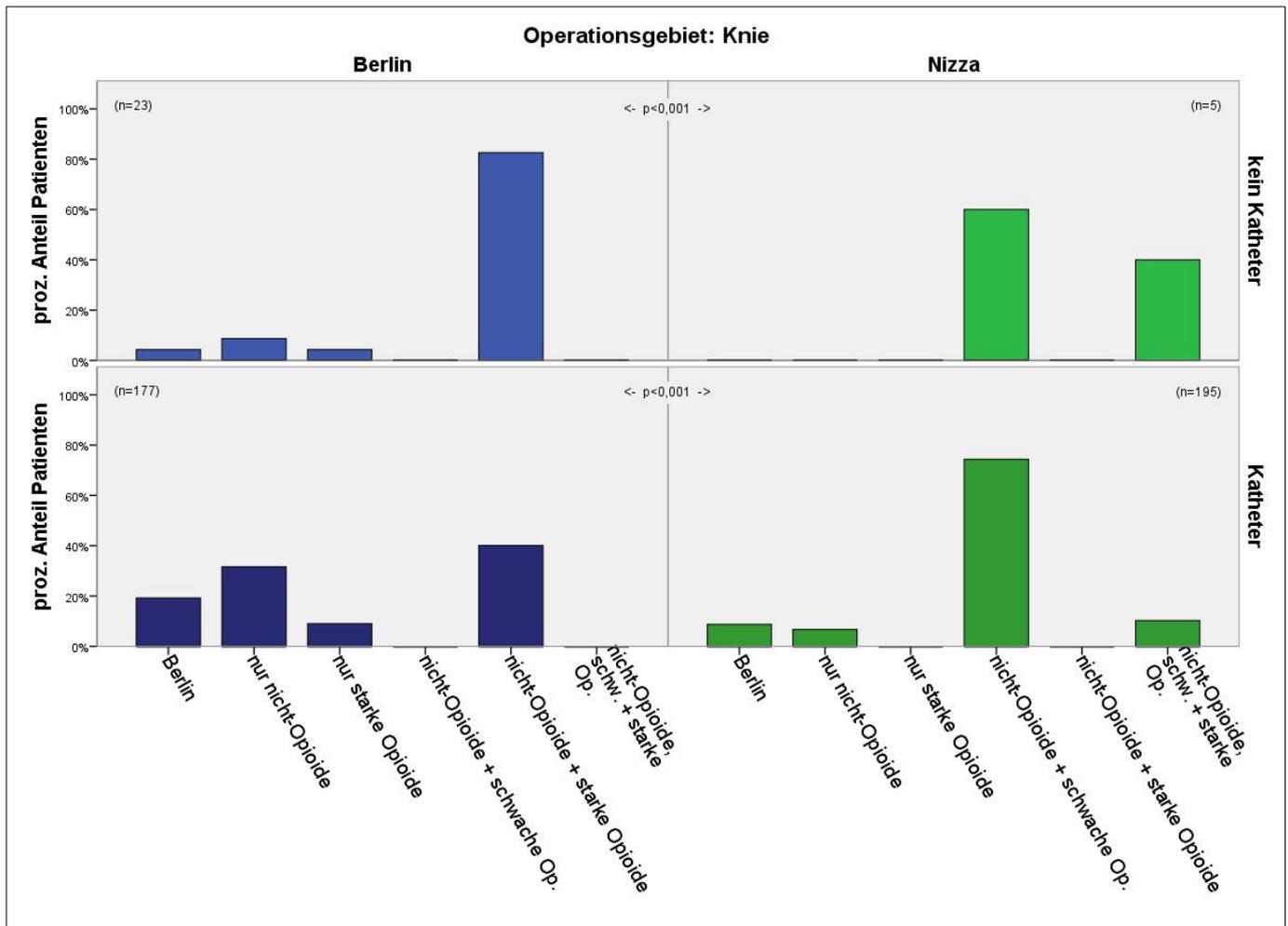


Abbildung 3b: Medikation nach Knie-TEP Operationen in der PACU in Berlin und Nizza in Abhängigkeit der Katheteranlage. Die Grafik 3b zeigt die Art der Medikation bei Knie-TEP Operationen in der PACU in prozentualen Anteilen in Abhängigkeit davon, ob ein Katheter gelegt wurde. Weiterhin wurden die Gruppen nach Operationsgebiet und Zentrum aufgeteilt. 100% beziehen sich jeweils auf ein Feld. Die Angabe in Klammern gibt die Gesamtzahl der Patienten in einem Feld an. (*) $p < 0,05$ (χ^2 -Test) (Die Beschreibung der Ergebnisse erfolgt gebündelt für die Abbildungen 3a-c nach Abbildung 3c)

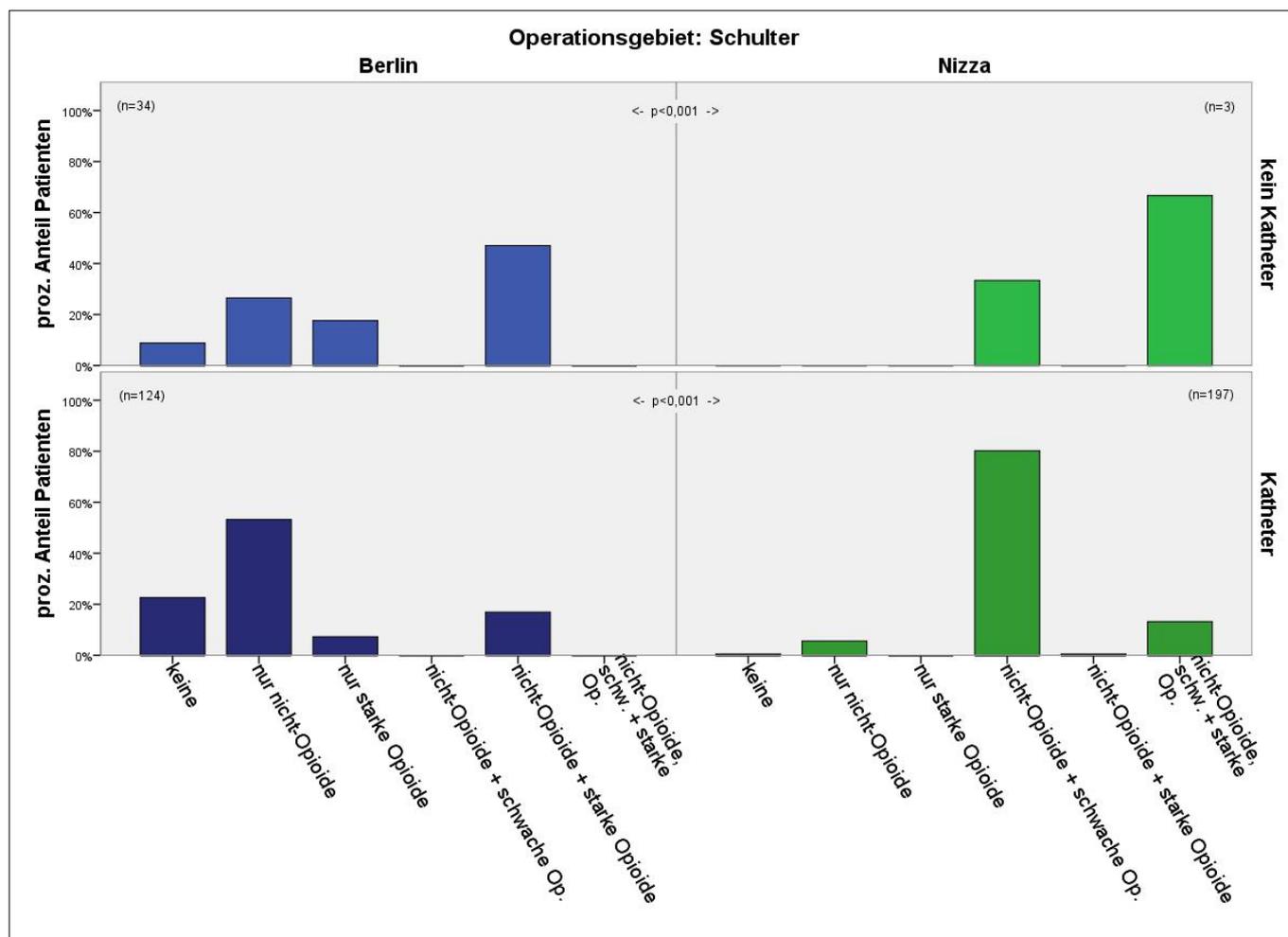


Abbildung 3c: Medikation nach Schulter-TEP Operationen in der PACU in Berlin und Nizza in Abhängigkeit der Katheteranlage. Die Grafik 3c zeigt die Art der Medikation bei Schulter-TEP Operationen in der PACU in prozentualen Anteilen in Abhängigkeit davon, ob ein Katheter gelegt wurde. Weiterhin wurden die Gruppen nach Operationsgebiet und Zentrum aufgeteilt. 100% beziehen sich jeweils auf ein Feld. Die Angabe in Klammern gibt die Gesamtzahl der Patienten in einem Feld an. (*) $p < 0,05$ (χ^2 -Test)

Wie bereits eingangs (siehe Kap. 2.2.5) erwähnt, kommen dabei nicht nur unterschiedliche Medikamente gleicher Gruppen zum Einsatz, sondern es zeigen sich auch deutliche Unterschiede darin, welche Art der Medikation bevorzugt wird. Am ANF wird die überwiegende Mehrheit der Patienten mit Nichtopioiden in Kombination mit schwachen Opioiden in einem standardisierten Regime versorgt (74%). Zusätzlich zu dieser Art Basismedikation bekommen Patienten häufig noch starke Opioide. Der Anteil aller davon abweichender Medikamentenkombinationen zusammen variiert zwischen 0% und lediglich 30% (Hüft-TEP Operationen mit Katheter). Zur Basismedikation am UCB gehören nicht-Opioide, welche häufig durch starke Opioide ergänzt werden. Signifikant häufiger bekamen Patienten aus Berlin keine weitere Medikation im Aufwachraum.

Ein statistischer Vergleich auf nationaler Ebene zwischen Patienten mit Katheter und Patienten ohne Katheter ist aufgrund der unterschiedlichen hohen Fallzahlen nicht sinnvoll. Falls ein Katheter zum Einsatz kam zeigt sich aber, dass am UCB bei Hüft-, Knie- und Schulter-TEP Operationen die Medikation im Vergleich zu Patienten ohne Katheter deutlich geändert wurde. Dabei wurde bei Patienten mit Katheterverfahren eher eine Medikation mit schwächerer analgetischer Potenz bevorzugt. Diese Patienten benötigen häufiger keine zusätzlichen Medikamente und seltener die Kombination aus Nichtopioiden und starken Opioiden. In Nizza bekommen die Patienten andere Medikamentenkombinationen als in Berlin (siehe oben). Auch mit Katheteranlage bleibt aber die Kombination aus nicht-Opioiden und schwachen Opioiden die bevorzugte Kombination (Hüfte: 50%; Knie: 74%; Schulter: 80%).

Am UCB erhielten die Patienten durchschnittlich zwischen 2,1mg (Schulter-TEP) und 3,7mg (Hüft-TEP) Morphinäquivalent während des Aufenthalts im Aufwachraum (Abbildung 4). Am ANF lagen die Werte zwischen 1,3mg (Schulter-TEP) und 2,6mg bei Hüft-TEP Operationen.

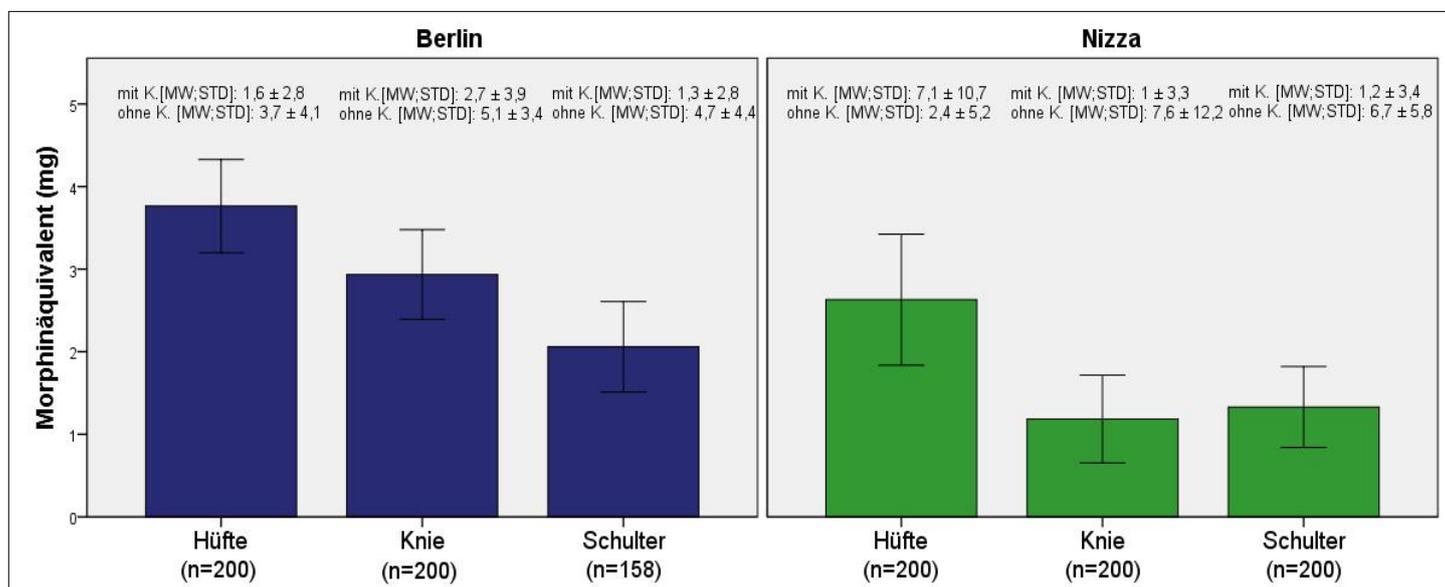


Abbildung 4: Morphinäquivalent im Aufwachraum in mg. Die Abbildung zeigt den gemittelten Verbrauch an Morphinäquivalent im Aufwachraum mit Standardfehler, Konfidenzintervall 95%; [MW] Mittelwert; [STD] Standardabweichung; alle Zahlen mit der Einheit [mg]

Im Falle aller Operationsgebiete, außer Hüft-Tep am ANF, erhielten Patienten mit Katheter weniger Morphin im Aufwachraum als Patienten mit einem Regionalkatheter. Ein statistischer Test wurde aufgrund der unterschiedlich hohen Fallzahl nicht durchgeführt, sondern lediglich deskriptiv dargestellt.

3.5 Schmerzintensitäten am Operationstag

Am ANF wurde durchschnittlich bei 99% aller Patienten ein Schmerzscore im Aufwachraum dokumentiert und damit signifikant häufiger als am UCB, wo bei 93% der Patienten Messungen durchgeführt wurden ($p < 0,001$). Bei Knie- und Schulter-TEP Operationen wurde in Berlin signifikant seltener (Knie-TEP: 92%; Schulter-TEP: 88%) ein Schmerzscore dokumentiert als in Nizza (Knie-TEP: 99,5%; Schulter-TEP: 99,5%). Am Abend des Operationstages wurde in Berlin bei 89%, in Nizza in 100% eine Schmerzintensität in Ruhe dokumentiert.

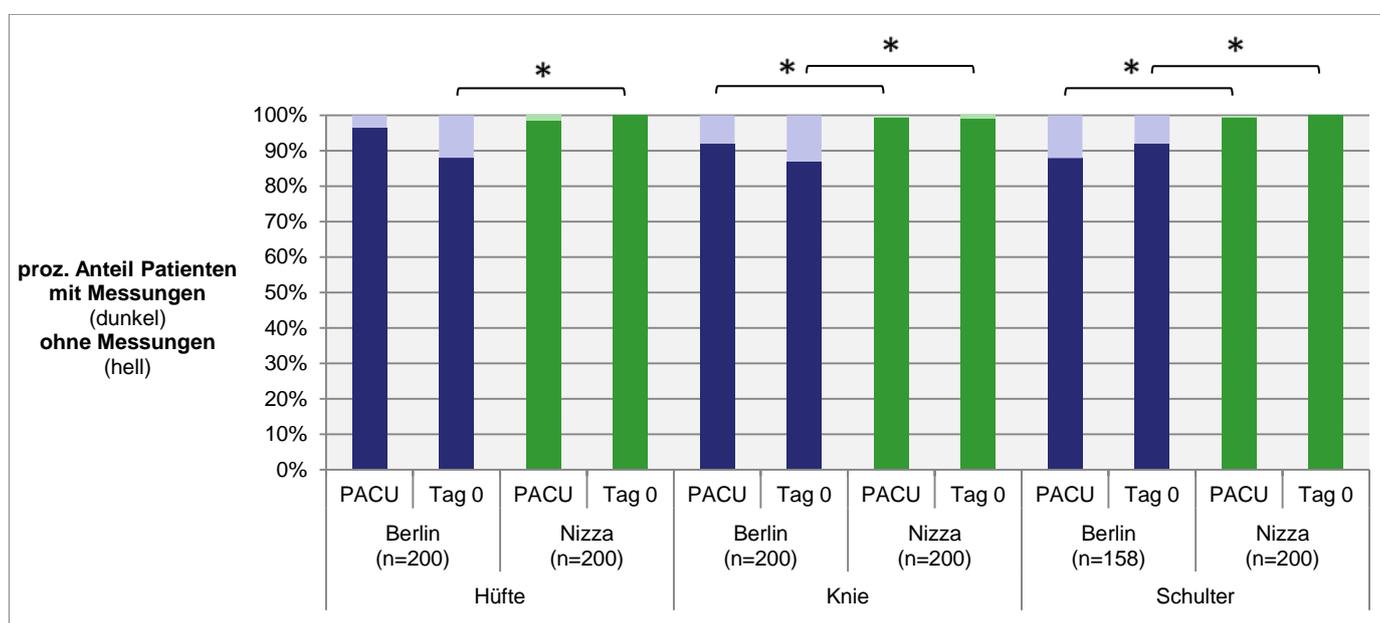


Abbildung 5: Schmerzmessungen am Operationstag. Die Grafik zeigt in prozentualen Anteilen ob ein Schmerzscore erhoben wurde. PACU und Tag 0 (Operationstag auf Station). Die Gruppen wurden unterteilt nach Zentrum und Operationsgebiet. Die Angabe in Klammern gibt die Zahl der Patienten an. (*) $p < 0,05$. (χ^2 -Test)

Im Aufwachraum hatten in Berlin weniger Patienten Schmerzen oberhalb der Ruheinterventionsgrenze von $NRS > 3$ [NRS]. Dies gilt für alle drei Operationsgebiete. Nach Hüft-TEP Operationen gaben 1% der Patienten am UCB einen Ruheschmerz > 3 im Aufwachraum an, am ANF waren es 15%. Patienten, bei Knie-TEP Operationen lag der Anteil der Patienten in Berlin bei 10% und in Nizza bei 13%. Im Falle einer Schulter-TEP Operation am UCB 7% und am ANF 19% der Patienten einen NRS in Ruhe > 3 .

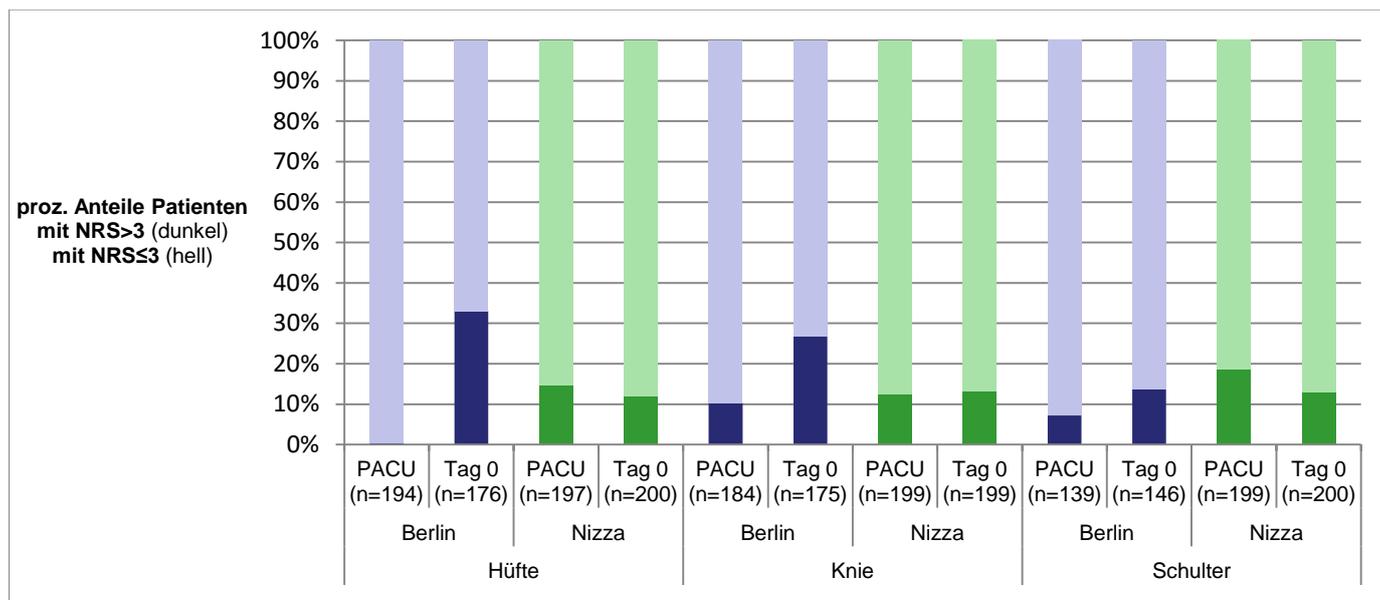


Abbildung 6: Prozentuale Anteile der Patienten mit NRS>3/NRS≤3 am Operationstag. Die Grafik zeigt die prozentualen Anteile der Patienten mit einem NRS-Wert (NRS=numerische Rating Skala) oberhalb der Ruheinterventionsgrenze (NRS>3) bzw. unterhalb der derselben am Operationstag. Die Gruppen sind nach Zentrum und Operationsgebiet aufgeteilt. Die Angabe in Klammern gibt die Gesamtzahl der Patienten an bei denen ein Schmerzwert erhoben wurde.

Stellt man einen Vergleich unabhängig der Operationsgebiete dar, zeigt sich, dass am UCB 5,8% aller Patienten im Aufwachraum Schmerzen NRS>3 angaben. Das sind weniger als am ANF, wo bei 15,3% der Patienten Schmerzen oberhalb der Ruheinterventionsgrenze erfasst wurden. Am Abend des Operationstages war das Verhältnis umgekehrt. Patienten aus Berlin gaben zu diesem frühen Zeitpunkt häufiger Schmerzen >3 [NRS] an als Patienten aus Nizza (25,2% [UCB]; 12,7% [ANF])

4. Diskussion

Als zusammenfassendes Ergebnis dieser Arbeit lässt sich sowohl am CUB als auch am ANF, im gewählten Setting, ein zufriedenstellendes postoperatives Schmerzmanagement feststellen. Dies gilt zum einen für die Anwendung analgetischer Verfahren und Medikamente und zum anderen für die Evaluation von Schmerzscores mit angemessener Intensität derselben.

4.1. Einordnung der Ergebnisse

4.1.1 Schmerzdokumentation

Wie eingangs erwähnt, fordert eine Evaluierung der Prozess- und Ergebnisqualität auch die Dokumentation der Schmerzmedikation und der Schmerzscores selbst. Ohne eine regelmäßige Befragung der Patienten nach ihrer aktuellen Schmerzintensität ist keine adäquate Analgesie möglich, weshalb eine routinemäßige Erhebung empfohlen wird^{18,20}. Dies gilt ebenso für den Aufwachraum, in dem mindestens bei Aufnahme und Verlegung die Schmerzintensität erfragt werden sollte. Der Aufwachraum stellt die Verbindung zwischen Operationssaal und vorwiegend chirurgisch betreuter Station dar. Die Erhebung der Schmerzintensität hat dadurch unmittelbare Konsequenzen für die Behandlung des Patienten und hilft weiterhin dem zukünftig involvierten Personal eine gute Versorgung sicherzustellen⁸⁴. Insbesondere Patienten im Aufwachraum sind durch den vorangegangenen Eingriff häufig nicht in der Lage adäquate Auskunft über ihr Befinden zu geben und laufen somit Gefahr, keine ausreichende Medikation zu erhalten⁴⁹. Die Einhaltung der geforderten Standards kann daher eine Herausforderung darstellen. Während einige Studien die Ergebnisqualität im Schmerzmanagement in verschiedenen Benchmarkingprojekten wie QUIPS (Qualitätsverbesserung in der postoperativen Schmerztherapie- interdisziplinäres Benchmarkprojekt unterstützt vom Bundesministerium für Gesundheit) oder der „schmerzfreien Klinik“ vom TÜV Rheinland ab dem ersten postoperativen Tag untersuchen^{24,75}, gibt es nur wenige Daten, welche die Situation im Aufwachraum darstellen. Fletcher et al. untersuchten 2008 in einer Umfrage unter 76 französischen chirurgischen Zentren wie häufig mindestens einmal im

Aufwachraum ein Schmerzwert erhoben wurde. Dies war bei 55,2% der Patienten der Fall¹⁷. Dieser Wert wurde von den Autoren kritisiert und ein Verbesserungsbedarf identifiziert. Für die Entlassung aus der PACU (post anesthesia care unit) spielten die erhobenen Schmerzwerte nur in 19,8% der Fälle eine Rolle. Dalton et al. befanden 2001 die Dokumentation von Schmerzen im Aufwachraum sowohl in einer Kontrollgruppe als auch in 3 Krankenhäusern, deren Personal Schulungen über die Wichtigkeit und Art der Schmerzdokumentation zum Thema erhielt, als unzureichend. Lediglich bei 19-29% der Patienten wurden Schmerzintensitäten quantitativ erhoben, wobei die Häufigkeit von der Art der Operation abhing⁵³. Patienten nach Knie-TEP Operationen wurden am häufigsten, Patienten bei denen ein Kaiserschnitt durchgeführt wurde am seltensten befragt. Diese Ergebnisse bestätigen eine ähnliche Interventionsstudie von Knowles et al. aus dem Jahr 1996. In dieser Studie wurde im Postinterventionszeitraum bei 25% der Patienten während dem Aufenthalt in der PACU Schmerzintensitäten quantitativ dokumentiert⁵⁴.

Studien, die eine längere postoperative Phase zusammengefasst beobachten und hinsichtlich der Dokumentation bewerten, sind zahlreich vorhanden. Benhamou et al. befragten 2008 insgesamt 746 Krankenhäuser aus sieben Ländern um das Schmerzmanagement zu evaluieren. Sie forderten mindestens eine Messung pro Tag, was postoperativ durchschnittlich bei 2/3 der Patienten erreicht wurde¹⁶. Betrachtet man die Ergebnisse der einzelnen Länder, wurde in Frankreich das Ziel am häufigsten (96,3%) und in Deutschland am seltensten (47,7%) erreicht. Ähnliche Ergebnisse hatte eine deutschlandweite Umfrage unter 773 Krankenhäusern von Stamer et al. aus dem Jahr 2002. Lediglich 53% der antwortenden Krankenhäuser gaben an, regelmäßig Schmerzscores zu erfragen, was damit das am häufigsten fehlende Qualitätskriterium darstellte¹⁰. Zu ähnlichen Ergebnissen kam eine weitere europaweite Umfrage von Rawal et al. aus dem Jahr 1998, wonach lediglich 38,6% der Kliniken Schmerzintensitäten mit Hilfe einer Skala erfassen¹⁵. Wie Neugebauer et al. 2003 feststellten, ist die postoperative Schmerztherapie unzureichend und hat sich seit 1998 nur leicht verbessert. In einer Umfrage unter 1000 chirurgischen Kliniken aus Deutschland zeigten die Autoren 2003, dass lediglich 19,8% der Kliniken über ein fixes schriftlich festgehaltenes Therapiekonzept verfügten. Schriftliche Protokolle sind mit geringeren postoperativen Schmerzen assoziiert⁴⁸ und fördern die Implementierung von Leitlinien⁸⁵. 11,4% der Kliniken erhoben die Schmerzen quantitativ (zum Vergleich

1998: 11%)³⁰ und ein Drittel der Kliniken führte keine routinemäßige Schmerzdokumentation durch.

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung zeigen, dass sowohl am Standort UCB als auch am ANF die Schmerzintensitäten im Aufwachraum im Falle aller Operationsgebiete häufiger dokumentiert wurden als dies in den genannten Vergleichsstudien der Fall war (Abb. 5). Diese Ergebnisse sind positiv und zeigen, dass nach schmerzintensiven Eingriffen eine adäquate Schmerzevaluation stattfindet. Um zu beurteilen, ob die Häufigkeit der Erhebung von der Schmerzintensität des Eingriffes abhängt, wie die Studie von Dalton et al. vermuten lässt, sind weitere Untersuchungen notwendig. Am Operationstag wurde am ANF häufiger ein Score erhoben als am UCB (99% vs. 93%). Diese Ergebnisse spiegeln damit das Verhältnis der Studie von Benhamou, wonach in Deutschland seltener gemessen wird als in Frankreich, wenn auch in deutlich geringerem Ausmaß, wieder.

4.1.2 Schmerzkateter

Ob und falls ja, welche Regionalanästhesieverfahren bei großen orthopädischen Eingriffen angewandt werden sollen, steht zur Debatte. Der großen Anzahl von Studien, die das Ergebnis verschiedener Analgesieverfahren vergleichen, stehen wenige Arbeiten gegenüber, welche die in der Praxis angewandten Katheter- oder Analgesieverfahren dokumentieren. Die nationalen Leitlinien legen die Anwendung bestimmter Anästhesievarianten mit Empfehlungsgrad A oder B nahe. Correll et al. nennen den mangelhaften Einsatz neuer, effektiver Methoden zur Schmerzreduzierung als möglichen Grund für die nicht zufriedenstellenden Ergebnisse der Patientenumfragen zu postoperativen Schmerzen in den letzten 20 Jahren³¹. Die Überwachung lokoregionaler Verfahren erfordert zusätzlichen organisatorischen Aufwand, wie der Etablierung eines Akutschmerzdienstes. Falls die Einrichtung eines Akutschmerzdienstes aus strukturellen Gründen nicht möglich ist, sollte auf andere Organisationskonzepte ausgewichen werden^{86,87} oder spezielle Anästhesieverfahren zum Schutz des Patienten nicht zur Anwendung kommen^{88,89}. Im Zeitraum der Erstellung dieser Arbeit war ein Akutschmerzdienst sowohl am UCB als auch am ANF etabliert und in die postoperative anästhesiologische Betreuung integriert.

In Deutschland veröffentlichte die AWMF in Zusammenarbeit mit der DGAI (Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin) und zahlreichen weiteren Fachgesellschaften im Jahr 2009 (aktualisiert 2011) die S3-Leitlinie zur Behandlung peri- und posttraumatischer Schmerzen. Der genaueren Betrachtung der einzelnen Operationsgebiete wird die generelle Empfehlung vorangestellt, lokoregionale Verfahren gegenüber einer systemischen Analgesie zu bevorzugen. Falls dies nicht möglich sei, soll bereits intraoperativ mit der Gabe starker Opiode und Nichtopioidanalgetika begonnen werden¹⁸ (GoR: A).

Bei der Implantation einer **Hüft-TEP** ist es möglich lokoregionale Verfahren anzuwenden. Da lediglich in den ersten 24 Stunden mit verstärkten Schmerzen zu rechnen ist⁹⁰, wird die Anwendung einer PCA anstelle eines Regionalkatheters diskutiert. Biboulet et al. (2004) empfehlen eine PCA anstelle einer Femoralis- oder Plexus lumbalis Blockade aufgrund vergleichbarer Schmerzintensitäten nach 4 Stunden und zur Vermeidung möglicher Risiken rückenmarksnaher Verfahren⁹¹. Zahlreiche Studien zeigen, dass vor allem in der frühen postoperativen Phase (4-24 Stunden) Katheterverfahren Schmerzintensitäten und Opioidbedarf senken können, darüber hinaus aber kein Unterschied feststellbar ist. Dies gilt für den Block des Plexus lumbalis⁹², die kontinuierliche Periduralanästhesie^{93,94} und die Spinalanästhesie⁹⁰. Für eine Blockade des Nervus femoralis sind die Ergebnisse weniger eindeutig^{91,95}. Entsprechend werden der Block des Plexus lumbalis oder die Spinalanästhesie mit dem höchsten Empfehlungsgrad A nahegelegt. Die Implantation einer Hüft-TEP ist dennoch das einzige Operationsgebiet unserer Analyse, bei dem in der S3-Leitlinie der DGAI eine Katheteranlage lediglich intraoperativ empfohlen wird¹⁸. Für die postoperative Analgesie werden unter anderem Nichtopiode und bei starken Schmerzen zusätzlich Opiode angeraten (GoR: A)¹⁸.

In den 2003 veröffentlichten Empfehlungen (überarbeitet 2013) der SFAR für die klinische Praxis wird als Mittel der Wahl der Block des Plexus lumbalis oder des Nervus femoralis genannt¹⁹. Eine PDA ist ebenfalls möglich. Dabei wird keine explizite Unterscheidung einer intra- und postoperativen Phase aufgeführt.

Beide Fachgesellschaften ähneln sich demnach in der Empfehlung einen Regionalkatheter anzuwenden, während die Lokalisation sowie die postoperative Anwendung diskutiert werden. In unserer Auswertung werden Hüft-TEP Operationen am UCB in der überwiegenden Zahl der Fälle in Vollnarkose und am ANF entweder mit

einer SPA oder ebenso in Vollnarkose durchgeführt. Gründe hierfür liegen möglicherweise in der Studienlage, die den Nutzen eines kontinuierlichen Katheters diskutiert^{90,91,95-97} und zeigt, dass aufgrund der kürzeren Phase mit hohen Schmerzintensitäten lokoregionale Verfahren lediglich in der unmittelbar postoperativen Phase von Vorteil sind. Am UCB erhalten 87% der Patienten nach einer Hüft-TEP Implantation eine PCA, am ANF 42% der Patienten und bestätigen damit die von Fletcher et al. (2008) festgestellte Zurückhaltung in der Verwendung einer PCA in Frankreich zugunsten anderer Verfahren. In dieser Erhebung, die 76 chirurgische Zentren aus Frankreich einschloss, wurde bei 21% der Patienten nach großen Eingriffen eine PCA gelegt¹⁷, während in der europaweiten Umfrage von Benhamou nach großen orthopädischen und abdominellen Operationen etwa 50% der Patienten mit diesem Verfahren versorgt wurden¹⁶.

Aufgrund der zu erwartenden großen Schmerzen nach der Implantation einer **Knie-TEP**¹⁸ sind kontinuierliche lokoregionale Verfahren besser geeignet als eine systemische Analgesie mit Opioiden, um postoperative Schmerzen und den Opioidverbrauch zu reduzieren⁹⁸⁻¹⁰². Die einmalige Gabe eines Regionalanästhetikums stellt keine Alternative zu kontinuierlichen Verfahren dar^{103,104}. Bei der Wahl des Regionalkatheters hat sich die Kombination aus Femoralis- und Ischiadikus Katheter als effektiver erwiesen als die alleinige Anästhesie des N. femoralis^{105,106}. Ein Block des Plexus lumbalis oder eine PDA führen ebenfalls zu einer besseren Analgesie und geringerem Opioidbedarf als die systemische Opioidanalgesie^{98,107,108}. Patienten mit PDA zeigten dabei häufiger typische assoziierte Nebenwirkungen wie beispielsweise Hypotension^{100,101}.

Aufgrund dieser Studienergebnisse empfiehlt die DGAI, ebenso wie die SFAR, die intra- und postoperative Anwendung eines Femoraliskatheters alleine oder in Kombination mit einem Ischiadikus Katheter (GoR: A). Sowohl eine PDA als auch ein Block des Plexus lumbosakralis zeigen bessere Wirksamkeit als systemische Analgesie und werden deshalb ebenso empfohlen (GoR: A). Abb. 1b verdeutlicht, dass sowohl in Berlin als auch in Nizza die Kombination aus Femoralis- und Ischiadikus Katheter am häufigsten zur Anwendung kommt und sich somit sehr eng an den Leitlinien orientiert wird.

Auch nach Operationen an der **Schulter** ist mit starken postoperativen Schmerzen zu rechnen, die in der Regel über 24 Stunden andauern. Zahlreiche Studien bestätigen die

Überlegenheit lokoregionaler Verfahren gegenüber intravenöser Opioidanalgesie¹⁰⁹⁻¹¹³. Es wird empfohlen, einen kontinuierlichen Katheter zu verwenden, da eine einmalige Bolusgabe keine adäquate Analgesie über die unmittelbar postoperative Phase hinaus sicherstellt^{114,115}. Eine interskalenäre Injektion hat sich dabei als effektiver erwiesen als andere Lokalisationen¹¹⁶⁻¹¹⁸, weshalb sie von der DGAI und der SFAR als Referenztechnik genannt wird (GoR: A).

Falls keine Katheteranlage möglich ist, ist ein starkes Opioid intravenös zu verabreichen. Dies ist bei mittleren bis starken Schmerzen allerdings weniger effektiv¹¹¹. Die Verwendung eines Katheters führt durch die bessere Analgesie zu einem erhöhten Bewegungsumfang nach der Operation^{113,119}. Die Möglichkeit die Schulter zu bewegen hat maßgeblichen Einfluss auf den Erfolg nach Implantation einer Schulter-TEP^{120,121}.

In unserer Auswertung wird diese eindeutige Datenlage in beiden Zentren bestätigt (Abb. 1c). Nach der Implantation von Knie- und Schulter TEPs ist der Anteil der Patienten ohne Katheter in beiden Zentren gering, am UCB dennoch signifikant höher (Abb. 2).

4.1.3 Systemische Schmerzmedikation

In der bereits zitierten multinationalen Studie „PATHOS“¹⁶ zur aktuellen Evaluierung und Identifizierung von Schwachstellen im Schmerzmanagement wurde auch die „first-line“ Medikation in den ersten 24 Stunden nach großen orthopädischen Operationen erfasst. Von den Autoren wurde empfohlen, dass mindestens 75% der Patienten postoperativ eine balancierte Analgesie erhalten sollten und dieser Wert als Mindeststandard definiert, wobei nicht festgelegt wird, welche Medikamentenkombination die Mindestanforderung erfüllt. Nach Auffassung der Autoren wurden hinsichtlich der medikamentösen Versorgung der Patienten Fortschritte erreicht. In der „PATHOS“-Studie erfüllten 71% der Zentren die Mindestanforderungen nach großen chirurgischen Eingriffen, wobei auch die Anlage von Kathetern berücksichtigt wurde. 47,7% dieser Patienten erhalten eine PCA Pumpe und mindestens 64% nicht-Opioide nach großen orthopädischen Eingriffen. Der balancierte Ansatz zur Behandlung von Schmerzen wurde Ende der 1980er Jahre eingeführt und seitdem stetig weiterentwickelt^{122,123}. Diese Herangehensweise nutzt effektiv die

unterschiedlichen Wirkmechanismen verschiedener Medikamentengruppen, wodurch eine suffizientere Analgesie mit früherer Mobilisation und Reduzierung des Opioidbedarfs, unter anderem nach Knie-¹²⁴ und Hüft-TEP¹²⁵ Operationen, erreicht werden kann¹²⁶. Im Zeitraum der vorliegenden Arbeit erhielten 92% am UCB Patienten und 96% der Patienten am ANF eine balancierte Analgesie und erfüllten damit die von Benhamou et al. geforderten Mindestanforderung¹⁶.

Die DGAI empfiehlt postoperativ die Verabreichung von Nichtopioiden für Knie- und Hüft-TEP Operationen. Diese sollten bei mittelstarken und starken Schmerzen mit Opioiden kombiniert werden, deren benötigte Menge sie senken können¹²⁷⁻¹³¹. Nichtopioide gehören sowohl am UCB als auch am ANF zur häufigsten Medikation im Aufwachraum (Tab. 3). Ähnliche Ergebnisse in französischen Krankenhäusern zeigte auch die Untersuchung von Fletcher et al., in welcher 95,5% aller Patienten postoperativ Nichtopioide erhielten¹⁷. Patienten aus dem ANF bekamen am häufigsten Paracetamol, Nefopam und Ketoprofen (Tab 3). Diese Ergebnisse bestätigen sowohl qualitativ als auch quantitativ die Zahlen von Fletcher et al.. Für die Behandlung in Deutschland sind Vergleichswerte nicht vorhanden. Unsere Ergebnisse zeigen, dass am UCB Metamizol und Paracetamol die am häufigsten verwendeten Nichtopioide sind. Am ANF werden Nichtopioide und schwache Opiode in einem standardisierten Regime gegeben und bei Bedarf mit starken Opioiden ergänzt, wohingegen in Berlin Nichtopioide mit starken Opioiden kombiniert werden. Wenngleich durch unterschiedlich große Fallzahlen nicht zufriedenstellend statistisch belegt, haben Patienten mit Katheter (intra- oder postoperativ) einen geringeren Bedarf an starken Opioiden im Aufwachraum (Abb. 4). Dies gilt sowohl für Berlin als auch für Nizza in allen drei Operationsgebieten, was ein Hinweis auf den Opioid sparenden Effekt der Katheterverfahren ist. Die über das Operationsgebiet gemittelte Menge Morphin(äquivalent) bewegt sich für Hüft-^{90,91}, Knie-^{103,105,106} und Schulter-TEP^{111,117} Operationen in einem, verglichen mit Kontrollstudien, üblichen Bereich.

4.1.4 Schmerzintensität

Als Interventionsgrenze werden, je nach Leitlinie, unterschiedliche Schmerzintensitäten genannt. Einheitlich ist die Einteilung in „geringe“, „mittelstarke“ und „starke“ Schmerzen. Die SFAR gibt als Grenze, ab der Morphin zusätzlich titriert werden sollte,

≥40mm [VAS] an. Falls eine Epiduralanästhesie gelegt wurde, kann die Schwelle laut französischer Leitlinien auf >30mm reduziert werden²⁰. Die DGAI setzt die Interventionsgrenze bei ≥ 30% der maximal vorstellbaren Schmerzen, während nach den SOPs des UCB ab einem NRS>3 bei Bedarf und bei einem NRS>5 obligat interveniert werden sollte¹³². Auch in Kontrollstudien werden Schmerzintensitäten >3 [NRS] regelmäßig als Interventionsgrenze gebraucht^{91,92}. Die Anwendung eigener Leitlinien zur Schmerztherapie oder die Modifizierung bestehender Leitlinien ist nicht unüblich, wie Neugebauer et al. mit einer Umfrage zeigten. In dieser anonymen Befragung gaben 738 chirurgische Kliniken Auskunft über die Bekanntheit und Akzeptanz nationaler Leitlinien und deren Einfluss auf die Schmerztherapie. Die 2003 erstellte und mittlerweile aktualisierte Akutschmerzleitlinie war bei einer Mehrheit der Chirurgen bekannt (98,8%) und wurde von 93,7% auch angewendet. In 20,2% aller Kliniken wurden interne Leitlinien entwickelt oder bestehende modifiziert⁸. Es wird deutlich, dass die Interventionsgrenzen keineswegs einheitlich definiert sind. Auffällig erscheint die höher gewählte Interventionsgrenze von ≥4 [NRS] am ANF im Vergleich zu ≥3 am UCB. Auch die Einteilung in geringe, mittelstarke und starke Schmerzen ist in der Literatur unterschiedlich definiert¹³³⁻¹³⁵. Die Schmerztoleranz zwischen Patienten variiert ebenso und kann zusätzlich durch Erwartungen an die Therapie beeinflusst werden⁵¹. Dies kann und soll bei der Erfassung und Verordnung von Schmerzmedikamenten berücksichtigt werden¹³⁶. Wie die Ergebnisse unserer Analyse zeigen, ist der Anteil der Patienten mit Schmerzen mittlerer bis starker Intensität niedrig und liegt unterhalb der Angaben in vergleichbaren Studien (Abb. 6).

Apfelbaum et al. stellten 2003 in einer Umfrage fest, dass 59% der Patienten postoperative Schmerzen befürchten. In der derselben Umfrage liegt die Inzidenz akuter postoperativer Schmerzen bis zur Entlassung aus dem Krankenhaus bei 58%. Von diesen Patienten empfanden 87% die Schmerzen als mittelstark bis extrem⁵. Ähnliche Inzidenzen fanden auch Maier et al. 2010 in einer Umfrage unter 25 deutschen Krankenhäusern. 88% der 2252 befragten Patienten gaben an, innerhalb von 24 Stunden nach der Operation Schmerzen gehabt zu haben, davon 29% mit einer Intensität >3 [NRS] in Ruhe¹³. Auch Fletcher et al. untersuchten in der bereits genannten Umfrage unter 76 französischen chirurgisch tätigen Zentren die Intensität postoperativer Schmerzen. Zum Zeitpunkt der Befragung gaben 88,6% der Patienten an, seit der Operation Schmerzen gehabt zu haben, bei 50,6% dieser Patienten waren diese Schmerzen stark (NRS>7)¹⁷. Dolin et al. fanden in einer Metaanalyse zur

Untersuchung der Inzidenz postoperativer Schmerzen eine Häufigkeit von 29,7% für mittelstarke und 10,9% für starke Schmerzen²⁶. Die genannten Studien zeigen leidglich die Inzidenz akuter Schmerzen während des Krankenhausaufenthalts im Zeitraum der Befragung. Dagegen zeigen Kontrollstudien zum Vergleich verschiedener Therapieverfahren häufig zufriedenstellende postoperative Schmerzintensitäten^{90,92,105,108}. Diese Diskrepanz verdeutlicht die Notwendigkeit weiterer gezielter Untersuchungen.

Sowohl bei Hüft-, Knie- als auch Schulter-TEP Operationen gaben signifikant weniger Patienten aus Berlin im Aufwachraum Schmerzen >3 [NRS] an (Abb. 6). Berliner Hüft-TEP Patienten haben prozentual am seltensten Schmerzen >3 [NRS]. Der überwiegende Teil dieser Patienten wurde ohne Regionalkatheter oder SPA operiert. Dies ist bemerkenswert, da wie in Kap. 5.1.2 erwähnt, Katheterverfahren vor allem unmittelbar postoperativ die Schmerzintensitäten reduzieren. Im Verlauf der ersten 12 - 24 postoperativen Stunden kann die Schmerzintensität wieder ansteigen^{70,104,105,108,112,117}. Diese Tendenz lässt sich auch am UCB anhand der steigenden Inzidenz von Patienten mit NRS>3 auf Station am Operationstag beobachten (Abb. 6). Zu beachten ist dabei, dass ein kleinerer Beobachtungszeitraum gewählt wurde. Diese Feststellung unterstreicht aber dennoch die Wichtigkeit der durchgehenden Patientenüberwachung um auf erhöhte Schmerzintensitäten reagieren zu können. Möglicherweise trägt das Wissen um die zu erwartende hohe Schmerzintensität der untersuchten Operationen zur intensivierten Betreuung und damit zufriedenstellender Analgesie bei. Wie Maier et al. feststellten, ist der Anteil von Patienten mit inakzeptablen Schmerzen nach chirurgischen Eingriffen mit kleinem Gewebstrauma größer als nach großen invasiven Eingriffen, wie der Tumorchirurgie an Blase oder Prostata¹³. Der Grund ist möglicherweise der verstärkte Einsatz hoch effektiver Analgesietechniken bei erwarteten großen Schmerzen. Diese Vermutung kann durch die Ergebnisse dieser Untersuchung bekräftigt werden.

4.2 Methodenkritik und Limitationen

Bei der vorliegenden Arbeit handelt es sich um eine retrospektive Studie. Dieses Studiendesign führt zu Einschränkungen in der Qualität der erhobenen Daten, des Weiteren lassen sich mit diesem Studiendesign keine Aussagen zur Kausalität von

Observationen ableiten^{137,138}. Zunächst kann auf die Auswahl der zu beobachtenden Zielgrößen keinen Einfluss genommen werden. Die Qualität der Messverfahren und die Genauigkeit der Dokumentation sind vorgegeben und kann im Nachhinein nicht überprüft werden. Auch wenn eine vollständige prä- bzw. postoperative Dokumentation ein Einschlusskriterium für diese Studie ist, so bleibt das Fehlen relevanter Informationen unter Umständen unbemerkt. Die ausführliche perioperative Dokumentation wird von Ärzten und Pflegekräften durchgeführt. Stellenweise sind die dokumentierten Informationen redundant, wodurch Aussagen widersprüchliche Informationen enthalten können.

Um die Qualität der Schmerzdokumentation zu beurteilen wurde erfasst, bei wie vielen Patienten Schmerzintensitäten im Aufwachraumprotokoll und auf Station im Anlageprotokoll des Akutschmerzdienstes bzw. im Pflegeprotokoll eingetragen wurden. Die Errechnung des Durchschnittswerts führt zum Verlust von Verlaufsinformationen und zur Abschwächung von Schmerzspitzen. Weiterhin hat die bizenrische Datenerhebung zur Folge, dass bei der subjektiven Bewertung von Schmerzintensitäten der kulturelle Hintergrund Einfluss auf die Angaben der Patienten hat^{51,52}. Weiterhin sind die Studienpopulationen hinsichtlich demographischer Daten teilweise verschieden. Diese Unterschiede erscheinen zwar gering, sind aufgrund der Patientenzahl aber statistisch signifikant.

Die Auswirkungen des unterschiedlichen Organisationskonzeptes mit der Betreuung der Patienten durch Anästhesiepflegekräfte am ANF können durch diese Studie nur vermutet werden. Die Gabe von systemischer Schmerzmedikation findet in Nizza bei Patienten mit und ohne Katheterverfahren in standardisierter Weise statt. Eine statistische Auswertung ist aufgrund der unterschiedlich hohen Fallzahlen nicht sinnvoll, gibt aber Anhaltspunkte, dass die Medikation in Berlin, in Abhängigkeit des Katheterverfahrens, oder dessen Auswirkungen auf das Befinden des Patienten, stärker angepasst wird. Für eine genaue Auswertung ist ein angepasstes Studiendesign notwendig.

Obwohl die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung hinsichtlich des postoperativen Schmerzmanagements in beiden Zentren zufriedenstellend sind, gibt eine aktuelle Studie von Correll et al. aus dem Jahr 2014 Anhaltspunkte, dass sich die Behandlung innerhalb der letzten zwei Jahrzehnte nicht deutlich verbessert hat³¹. Möglicherweise wird die routinemäßige Anwendung aufwendiger Anästhesieverfahren, z.B. aus ökonomischen Gründen, nicht flächendeckend durchgeführt. Liu et al. zeigten 2007,

dass die analgetische Überlegenheit kontinuierlicher Katheterverfahren nicht zwangsläufig zu einer besseren Lebensqualität oder höherer Patientenzufriedenheit führt⁶⁶. Aus diesem Grund sind weitere Studien zur leitlinienkonformen Behandlung und subjektiven Erfahrung der Patienten in möglichst vielen organisatorisch unterschiedlichen Krankenhäusern wünschenswert.

5. Schlussfolgerung

In der vorliegenden Arbeit konnte gezeigt werden, dass das postoperative Schmerzmanagement nach arthroplastischen Eingriffen in zwei großen europäischen Universitätskliniken hinsichtlich Schmerzdokumentation sowie Anwendung von Katheterverfahren und Gabe systemischer Schmerzmedikation leitliniengerecht durchgeführt wurde.

Die Erhebung von Schmerzintensitäten im Aufwachraum ist in beiden Zentren gut implementiert, findet im Zusammenhang mit vergleichbaren Untersuchungen zuverlässig statt^{17,53,54} und erfüllt geforderte Mindeststandards¹⁶. Dennoch wurde am UCB am Operationstag die Schmerzintensität seltener erfasst als am ANF. Dies bestätigt Ergebnisse von Benhamou et al. hinsichtlich nationaler Unterschiede¹⁶. Regionalkatheter werden bei Schulter- und Knie-TEP Operationen in beiden Zentren häufig und in empfohlener Lokalisation durchgeführt^{18,21}. Die Anwendung von Patienten kontrollierter Analgesie bei Hüft-TEP Operationen in Berlin ist gut etabliert. Entsprechend nationaler Empfehlungen gehören Nichtopioide in beiden Zentren zur Standardmedikation im Aufwachraum. Bei Bedarf werden diese am Standort UCB mit starken Opioiden kombiniert, am ANF bevorzugt mit Tramadol. Die Inzidenz interventionsbedürftiger Schmerzen im Aufwachraum ist in beiden Zentren gering, in Berlin aber signifikant niedriger¹²⁻¹⁴. Am Operationstag auf Station steigt der Anteil von Patienten mit Schmerzen >3 [NRS] in Berlin allerdings an. Dies wurde in weiteren Studien beobachtet und bietet Möglichkeiten zur Verbesserung^{108,112,117}.

Somit konnte gezeigt werden, dass durch den Einsatz und die leitliniengerechte Anwendung aufwendiger aber effektiver Analgesiemethoden eine suffiziente Schmerztherapie gewährleistet werden kann. Die Ergebnisse zeigen Fortschritte im postoperativen Schmerzmanagement, verdeutlichen aber auch Schwachstellen ähnlich der in zahlreichen Studien angemahnten Defizite^{8,10,16,70}. Die allgemeine Kritik am postoperativen Schmerzmanagement und die Tatsache, dass in dieser Untersuchung lediglich ein kleiner Teil des operativen Behandlungsspektrums repräsentiert wird, machen auch in Zukunft weitere Untersuchungen an ausgewählten Behandlungssituationen notwendig.

6. Literaturverzeichnis

1. Homer. Odyssee. Übertragen von Johann Heinrich Voß. Goldmann, München 1980.
2. Dimock GE. The Unity of the "odyssey. University of Massachusetts Press, Amherst 1989:257.
3. Bauer A. Der Hippokratische Eid. Medizinhistorische Neuinterpretation eines (un)bekannten Textes im Kontext der Professionalisierung des griechischen Arztes. Z Med Ethik 41:141 1995.
4. Morris D. Geschichte des Schmerzes. Aus dem Amerikanischen von Ursula Gräfe. 1994:S 122 (Aristoteles Poetik, Kapitel 5).
5. Apfelbaum JL, Chen C, Mehta SS, Gan TJ. Postoperative pain experience: results from a national survey suggest postoperative pain continues to be undermanaged. Anesth Analg 2003;97:534-40, table of contents.
6. Bruster S, Jarman B, Bosanquet N, Weston D, Erens R, Delbanco TL. National survey of hospital patients. Bmj 1994;309:1542-6.
7. Schadewaldt H. Geschichte der Schmerzbehandlung. Med Welt 31:1277 1980.
8. Neugebauer E, Sauerland S, Keck V, Simanski C, Witte J. [Surgical pain management. A Germany-wide survey including the effect of clinical guidelines]. Chirurg 2003;74:235-8.
9. Dauber A, Ure BM, Neugebauer E, Schmitz S, Troidl H. [The incidence of postoperative pain on general surgical wards. Results of different evaluation procedures]. Anaesthesist 1993;42:448-54.
10. Stamer UM, Mpsios N, Stuber F, Maier C. A survey of acute pain services in Germany and a discussion of international survey data. Reg Anesth Pain Med 2002;27:125-31.
11. Marks RM, Sachar EJ. Undertreatment of medical inpatients with narcotic analgesics. Annals of internal medicine 1973;78:173-81.
12. Warfield CA, Kahn CH. Acute pain management. Programs in U.S. hospitals and experiences and attitudes among U.S. adults. Anesthesiology 1995;83:1090-4.
13. Maier C, Nestler N, Richter H, et al. The quality of pain management in German hospitals. Deutsches Arzteblatt international 2010;107:607-14.
14. Abbott FV, Gray-Donald K, Sewitch MJ, Johnston CC, Edgar L, Jeans ME. The prevalence of pain in hospitalized patients and resolution over six months. Pain 1992;50:15-28.
15. Rawal N, Allvin R. Acute pain services in Europe: a 17-nation survey of 105 hospitals. The EuroPain Acute Pain Working Party. Eur J Anaesthesiol 1998;15:354-63.
16. Benhamou D, Berti M, Brodner G, et al. Postoperative Analgesic Therapy Observational Survey (PATHOS): a practice pattern study in 7 central/southern European countries. Pain 2008;136:134-41.
17. Fletcher D, Fermanian C, Mardaye A, Aegerter P. A patient-based national survey on postoperative pain management in France reveals significant achievements and persistent challenges. Pain 2008;137:441-51.
18. Laubenthal H, Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für S. S3-Leitlinie Behandlung akuter perioperativer und posttraumatischer Schmerzen mit 97 Tabellen. Köln: Dt. Ärzte-Verl.; 2008.
19. JJ Eledjam, Recommandations pour la Pratique Clinique: "Les blocs périphériques des membres chez l'adulte" (SFAR). 2003, bearbeitet 2013. at http://www.sfar.org/_docs/articles/155-alr_periph_rpc.pdf (abgerufen 19.1.2014.)

20. F Aubrun, Attitude pratique pour la prise en charge de la douleur postopératoire (SFAR). 2002, bearbeitet 2013. at <http://www.sfar.org/article/56/attitude-pratique-pour-la-prise-en-charge-de-la-douleur-postoperatoire> (abgerufen am 19.2.2014.)
21. Expert panel guidelines (2008). Postoperative pain management in adults and children. SFAR Committees on Pain and Local Regional Anaesthesia and on Standards. *Ann Fr Anesth Reanim* 2009;28:403-9.
22. Quality improvement guidelines for the treatment of acute pain and cancer pain. American Pain Society Quality of Care Committee. *JAMA* 1995;274:1874-80.
23. American Society of Anesthesiologists Task Force on Acute Pain M. Practice guidelines for acute pain management in the perioperative setting: an updated report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Acute Pain Management. *Anesthesiology* 2012;116:248-73.
24. Lehmkuhl D, Meissner W, Neugebauer EA. [Evaluation of the "initiative pain-free clinic" for quality improvement in postoperative pain management. A prospective controlled study]. *Schmerz* 2011;25:508-15.
25. Donovan M, Dillon P, McGuire L. Incidence and characteristics of pain in a sample of medical-surgical inpatients. *Pain* 1987;30:69-78.
26. Dolin SJ, Cashman JN, Bland JM. Effectiveness of acute postoperative pain management: I. Evidence from published data. *Br J Anaesth* 2002;89:409-23.
27. Melotti RM, Samolsky-Dekel BG, Ricchi E, et al. Pain prevalence and predictors among inpatients in a major Italian teaching hospital. A baseline survey towards a pain free hospital. *Eur J Pain* 2005;9:485-95.
28. Strohbuecker B, Mayer H, Evers GC, Sabatowski R. Pain prevalence in hospitalized patients in a German university teaching hospital. *J Pain Symptom Manage* 2005;29:498-506.
29. Fletcher D, Zetlaoui P, Monin S, Bombart M, Samii K. Influence of timing on the analgesic effect of intravenous ketorolac after orthopedic surgery. *Pain* 1995;61:291-7.
30. Neugebauer E, Hempel K, Sauerland S, Lempa M, Koch G. [The status of perioperative pain therapy in Germany. Results of a representative, anonymous survey of 1,000 surgical clinic. Pain Study Group]. *Chirurg* 1998;69:461-6.
31. Correll DJ, Vlassakov KV, Kissin I. No evidence of real progress in treatment of acute pain, 1993-2012: scientometric analysis. *Journal of pain research* 2014;7:199-210.
32. Powell AE, Davies HT, Bannister J, Macrae WA. Rhetoric and reality on acute pain services in the UK: a national postal questionnaire survey. *Br J Anaesth* 2004;92:689-93.
33. Jage J. Postoperative Schmerztherapie - eine interdisziplinäre Notwendigkeit. *Dtsch Arztebl* 2005; 102: A 361-366 [Heft 6] 2005.
34. Pinto PR, McIntyre T, Ferrero R, Almeida A, Araujo-Soares V. Predictors of acute postsurgical pain and anxiety following primary total hip and knee arthroplasty. *J Pain* 2013;14:502-15.
35. Kehlet H, Jensen TS, Woolf CJ. Persistent postsurgical pain: risk factors and prevention. *Lancet* 2006;367:1618-25.
36. Nikolajsen L, Brandsborg B, Lucht U, Jensen TS, Kehlet H. Chronic pain following total hip arthroplasty: a nationwide questionnaire study. *Acta Anaesthesiol Scand* 2006;50:495-500.
37. Carr DB, Goudas LC. Acute pain. *Lancet* 1999;353:2051-8.
38. Breivik H. Postoperative pain management: why is it difficult to show that it improves outcome? *Eur J Anaesthesiol* 1998;15:748-51.

39. Joshi GP, Ogunnaike BO. Consequences of inadequate postoperative pain relief and chronic persistent postoperative pain. *Anesthesiology clinics of North America* 2005;23:21-36.
40. Block BM, Liu SS, Rowlingson AJ, Cowan AR, Cowan JA, Jr., Wu CL. Efficacy of postoperative epidural analgesia: a meta-analysis. *JAMA* 2003;290:2455-63.
41. Woo YC, Park SS, Subieta AR, Brennan TJ. Changes in tissue pH and temperature after incision indicate acidosis may contribute to postoperative pain. *Anesthesiology* 2004;101:468-75.
42. Sieweke N, Birklein F, Riedl B, Neundorfer B, Handwerker HO. Patterns of hyperalgesia in complex regional pain syndrome. *Pain* 1999;80:171-7.
43. Carr DB. Preempting the memory of pain. *JAMA* 1998;279:1114-5.
44. Taddio A, Nulman I, Koren BS, Stevens B, Koren G. A revised measure of acute pain in infants. *J Pain Symptom Manage* 1995;10:456-63.
45. Mhyre JM, Riesner MN, Polley LS, Naughton NN. A series of anesthesia-related maternal deaths in Michigan, 1985-2003. *Anesthesiology* 2007;106:1096-104.
46. Utting JE, Gray TC, Shelley FC. Human misadventure in anaesthesia. *Canadian Anaesthetists' Society journal* 1979;26:472-8.
47. Cohen MM, Duncan PG, Pope WD, Wolkenstein C. A survey of 112,000 anaesthetics at one teaching hospital (1975-83). *Canadian Anaesthetists' Society journal* 1986;33:22-31.
48. Poisson-Salomon AS, De Chambine S, Lory C. [Patient-related factors and professional practices associated with postoperative pain]. *Revue d'epidemiologie et de sante publique* 2005;53 Spec No 1:1S47-56.
49. Pasero C. Pain in the critically ill patient. *Journal of perianesthesia nursing : official journal of the American Society of PeriAnesthesia Nurses / American Society of PeriAnesthesia Nurses* 2003;18:422-5.
50. Sullivan EE. PACU pain management: how well are we meeting our patients' needs? *Journal of perianesthesia nursing : official journal of the American Society of PeriAnesthesia Nurses / American Society of PeriAnesthesia Nurses* 2004;19:209-11.
51. Woodrow KM, Friedman GD, Siegelau AB, Collen MF. Pain tolerance: differences according to age, sex and race. *Psychosomatic medicine* 1972;34:548-56.
52. Acute pain management: operative or medical procedures and trauma, Part 1. Agency for Health Care Policy and Research. *Clinical pharmacy* 1992;11:309-31.
53. Dalton JA, Carlson J, Blau W, Lindley C, Greer SM, Youngblood R. Documentation of pain assessment and treatment: how are we doing? *Pain management nursing : official journal of the American Society of Pain Management Nurses* 2001;2:54-64.
54. Knowles R. Standardization of pain management in the postanesthesia care unit. *Journal of perianesthesia nursing : official journal of the American Society of PeriAnesthesia Nurses / American Society of PeriAnesthesia Nurses* 1996;11:390-8.
55. Puntillo KA, Miaskowski C, Kehrle K, Stannard D, Gleeson S, Nye P. Relationship between behavioral and physiological indicators of pain, critical care patients' self-reports of pain, and opioid administration. *Critical care medicine* 1997;25:1159-66.
56. Meeusen V, van Zundert A, Hoekman J, Kumar C, Rawal N, Knape H. Composition of the anaesthesia team: a European survey. *Eur J Anaesthesiol* 2010;27:773-9.
57. Arbous MS, Grobbee DE, van Kleef JW, et al. Mortality associated with anaesthesia: a qualitative analysis to identify risk factors. *Anaesthesia* 2001;56:1141-53.

58. Gibbs N BC. Safety of anaesthesia in Australia. A review of anaesthesia related mortality 2000–2002. Melbourne, Australia: Australian and New Zealand College of Anaesthetists 2006.
59. Lienhart A, Auroy Y, Pequignot F, et al. Survey of anesthesia-related mortality in France. *Anesthesiology* 2006;105:1087-97.
60. Bacon DR, Lema MJ. Anaesthetic team and the role of nurses--North American perspective. *Best practice & research Clinical anaesthesiology* 2002;16:401-8.
61. Egger Halbeis CB, Cvachovec K, Scherpereel P, Mellin-Olsen J, Drobnik L, Sondore A. Anaesthesia workforce in Europe. *Eur J Anaesthesiol* 2007;24:991-1007.
62. Smith AF, Kane M, Milne R. Comparative effectiveness and safety of physician and nurse anaesthetists: a narrative systematic review. *Br J Anaesth* 2004;93:540-5.
63. Hoffmann KK, Thompson GK, Burke BL, Derkay CS. Anesthetic complications of tympanostomy tube placement in children. *Archives of otolaryngology--head & neck surgery* 2002;128:1040-3.
64. Pine M, Holt KD, Lou YB. Surgical mortality and type of anesthesia provider. *AANA journal* 2003;71:109-16.
65. Silber JH, Kennedy SK, Even-Shoshan O, et al. Anesthesiologist direction and patient outcomes. *Anesthesiology* 2000;93:152-63.
66. Liu SS, Wu CL. The effect of analgesic technique on postoperative patient-reported outcomes including analgesia: a systematic review. *Anesth Analg* 2007;105:789-808.
67. Bergeron DA, Leduc G, Marchand S, Bourgault P. [Descriptive study of the postoperative pain assessment and documentation process in a university hospital]. *Pain research & management : the journal of the Canadian Pain Society = journal de la societe canadienne pour le traitement de la douleur* 2011;16:81-6.
68. Akinpelu AO, Olowe OO. Correlative study of 3 pain rating scales among obstetric patients. *African journal of medicine and medical sciences* 2002;31:123-6.
69. Briggs M, Closs JS. A descriptive study of the use of visual analogue scales and verbal rating scales for the assessment of postoperative pain in orthopedic patients. *J Pain Symptom Manage* 1999;18:438-46.
70. Shah A, Nielsen KC, Braga L, Pietrobon R, Klein SM, Steele SM. Interscalene brachial plexus block for outpatient shoulder arthroplasty: Postoperative analgesia, patient satisfaction and complications. *Indian J Orthop* 2007;41:230-6.
71. Praxiswerkzeug für Opioidwechsel. Deutsche Schmerzgesellschaft. e.V. . 2014, at http://www.dgss.org/fileadmin/pdf/LONTS_Praxiswerkzeug_09.pdf (abgerufen 1.4.2015.)
72. Gould TH, Crosby DL, Harmer M, et al. Policy for controlling pain after surgery: effect of sequential changes in management. *Bmj* 1992;305:1187-93.
73. Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin BDA. Überwachung nach Anästhesieverfahren. *Anästh Intensivmed* 2009.
74. JC Otteni, Recommandations concernant la surveillance post anesthésique (SFAR 1994). geändert 2013. at <http://www.sfar.org/article/13/recommandations-concernant-la-surveillance-post-anesthesique-sfar-1994> (abgerufen am 1.4.2015.)
75. Meissner W. [QUIPS: quality improvement in postoperative pain management]. *Zeitschrift für Evidenz, Fortbildung und Qualität im Gesundheitswesen* 2011;105:350-3.
76. Thatcher VS. History of Anesthesia With Emphasis on the Nurse Specialist. 1953:96-9.
77. Le ministre de la santé et de l'action humanitaire F. Décret n°93-345 du 15 mars 1993 relatif aux actes professionnels et à l'exercice de la profession d'infirmier. 13.3.1993.

78. Ministère de la santé et de la protection sociale, J.O n° 183 du 8 août 2004 page 37087 : texte n° 37086. 2004.
79. Mizuno J, Yann D, De Almeida S, et al. [Nurse anesthetist in France]. *Masui The Japanese journal of anesthesiology* 2006;55:1506-9.
80. Niquille M. Critères de sortie de la salle de surveillance postinterventionnelle. 53-364 © 1999 Elsevier, Paris, et SFAR 1999.
81. Murphy GS, Szokol JW, Franklin M, Marymont JH, Avram MJ, Vender JS. Postanesthesia care unit recovery times and neuromuscular blocking drugs: a prospective study of orthopedic surgical patients randomized to receive pancuronium or rocuronium. *Anesth Analg* 2004;98:193-200, table of contents.
82. Chirurgen BDAuBdD. Vereinbarung zur Organisation der postoperativen Schmerztherapie. *Anästh Intensivmed* 34 (1993) 28 - 32 1993.
83. Conseil National de l'Ordre des Médecins, Recommandations concernant les relations entre anesthésistes-réanimateurs et chirurgiens, autres spécialistes ou professionnels de santé. 2001. at <http://www.sfar.org/article/196/recommandations-concernant-les-relations-entre-anesthesistes-reanimateurs-et-chirurgiens-autres-specialistes-ou-professionnels-de-sante-cnom-2001> (abgerufen am 1.4.2015.)
84. DNQP (Deutsches Netzwerk für Qualitätsentwicklung in der Pflege), Expertenstandard Schmerzmanagement in der Pflege. Schriftenreihe des Deutschen Netzwerks für Qualitätsentwicklung in der Pflege 2004.
85. Sonnad SS, Matuszewski K. Control mechanisms for guideline implementation. *Quality management in health care* 2006;15:15-26.
86. Rawal N, Berggren L. Organization of acute pain services: a low-cost model. *Pain* 1994;57:117-23.
87. Meissner W, Ullrich K, Zwacka S, Schreiber T, Reinhart K. [Quality management in postoperative pain therapy]. *Anaesthesist* 2001;50:661-70.
88. Wulf H. [Epidural analgesia in postoperative pain therapy. A review]. *Anaesthesist* 1998;47:501-10.
89. Macintyre PE. Safety and efficacy of patient-controlled analgesia. *Br J Anaesth* 2001;87:36-46.
90. Souron V, Delaunay L, Schiffrine P. Intrathecal morphine provides better postoperative analgesia than psoas compartment block after primary hip arthroplasty. *Can J Anaesth* 2003;50:574-9.
91. Biboulet P, Morau D, Aubas P, Bringuier-Branchereau S, Capdevila X. Postoperative analgesia after total-hip arthroplasty: Comparison of intravenous patient-controlled analgesia with morphine and single injection of femoral nerve or psoas compartment block. a prospective, randomized, double-blind study. *Reg Anesth Pain Med* 2004;29:102-9.
92. Stevens RD, Van Gessel E, Flory N, Fournier R, Gamulin Z. Lumbar plexus block reduces pain and blood loss associated with total hip arthroplasty. *Anesthesiology* 2000;93:115-21.
93. Turner G, Blake D, Buckland M, et al. Continuous extradural infusion of ropivacaine for prevention of postoperative pain after major orthopaedic surgery. *Br J Anaesth* 1996;76:606-10.
94. Wulf H, Biscopig J, Beland B, Bachmann-Mennenga B, Motsch J. Ropivacaine epidural anesthesia and analgesia versus general anesthesia and intravenous patient-controlled analgesia with morphine in the perioperative management of hip replacement. Ropivacaine Hip Replacement Multicenter Study Group. *Anesth Analg* 1999;89:111-6.

95. Fournier R, Van Gessel E, Gaggero G, Boccovi S, Forster A, Gamulin Z. Postoperative analgesia with "3-in-1" femoral nerve block after prosthetic hip surgery. *Can J Anaesth* 1998;45:34-8.
96. Mollmann M, Cord S, Holst D, Auf der Landwehr U. Continuous spinal anaesthesia or continuous epidural anaesthesia for post-operative pain control after hip replacement? *Eur J Anaesthesiol* 1999;16:454-61.
97. Singelyn FJ, Vanderelst PE, Gouverneur JM. Extended femoral nerve sheath block after total hip arthroplasty: continuous versus patient-controlled techniques. *Anesth Analg* 2001;92:455-9.
98. Serpell MG, Millar FA, Thomson MF. Comparison of lumbar plexus block versus conventional opioid analgesia after total knee replacement. *Anaesthesia* 1991;46:275-7.
99. Edwards ND, Wright EM. Continuous low-dose 3-in-1 nerve blockade for postoperative pain relief after total knee replacement. *Anesth Analg* 1992;75:265-7.
100. Singelyn FJ, Deyaert M, Joris D, Pendeville E, Gouverneur JM. Effects of intravenous patient-controlled analgesia with morphine, continuous epidural analgesia, and continuous three-in-one block on postoperative pain and knee rehabilitation after unilateral total knee arthroplasty. *Anesth Analg* 1998;87:88-92.
101. Capdevila X, Barthelet Y, Biboulet P, Ryckwaert Y, Rubenovitch J, d'Athis F. Effects of perioperative analgesic technique on the surgical outcome and duration of rehabilitation after major knee surgery. *Anesthesiology* 1999;91:8-15.
102. Seet E, Leong WL, Yeo AS, Fook-Chong S. Effectiveness of 3-in-1 continuous femoral block of differing concentrations compared to patient controlled intravenous morphine for post total knee arthroplasty analgesia and knee rehabilitation. *Anaesth Intensive Care* 2006;34:25-30.
103. Watson MW, Mitra D, McLintock TC, Grant SA. Continuous versus single-injection lumbar plexus blocks: comparison of the effects on morphine use and early recovery after total knee arthroplasty. *Reg Anesth Pain Med* 2005;30:541-7.
104. Salinas FV, Liu SS, Mulroy MF. The effect of single-injection femoral nerve block versus continuous femoral nerve block after total knee arthroplasty on hospital length of stay and long-term functional recovery within an established clinical pathway. *Anesth Analg* 2006;102:1234-9.
105. Allen HW, Liu SS, Ware PD, Nairn CS, Owens BD. Peripheral nerve blocks improve analgesia after total knee replacement surgery. *Anesth Analg* 1998;87:93-7.
106. Pham Dang C, Gautheron E, Guilley J, et al. The value of adding sciatic block to continuous femoral block for analgesia after total knee replacement. *Reg Anesth Pain Med* 2005;30:128-33.
107. Choi PT, Bhandari M, Scott J, Douketis J. Epidural analgesia for pain relief following hip or knee replacement. *Cochrane Database Syst Rev* 2003:CD003071.
108. Axelsson K, Johanson E, Essving P, Weckstrom J, Ekback G. Postoperative extradural analgesia with morphine and ropivacaine. A double-blind comparison between placebo and ropivacaine 10 mg/h or 16 mg/h. *Acta Anaesthesiol Scand* 2005;49:1191-9.
109. Borgeat A, Perschak H, Bird P, Hodler J, Gerber C. Patient-controlled interscalene analgesia with ropivacaine 0.2% versus patient-controlled intravenous analgesia after major shoulder surgery: effects on diaphragmatic and respiratory function. *Anesthesiology* 2000;92:102-8.
110. Borgeat A, Tewes E, Biasca N, Gerber C. Patient-controlled interscalene analgesia with ropivacaine after major shoulder surgery: PCIA vs PCA. *Br J Anaesth* 1998;81:603-5.

111. Lehtipalo S, Koskinen LO, Johansson G, Kolmodin J, Biber B. Continuous interscalene brachial plexus block for postoperative analgesia following shoulder surgery. *Acta Anaesthesiol Scand* 1999;43:258-64.
112. Borgeat A, Schappi B, Biasca N, Gerber C. Patient-controlled analgesia after major shoulder surgery: patient-controlled interscalene analgesia versus patient-controlled analgesia. *Anesthesiology* 1997;87:1343-7.
113. Ilfeld BM, Wright TW, Enneking FK, Morey TE. Joint range of motion after total shoulder arthroplasty with and without a continuous interscalene nerve block: a retrospective, case-control study. *Reg Anesth Pain Med* 2005;30:429-33.
114. Klein SM, Grant SA, Greengrass RA, et al. Interscalene brachial plexus block with a continuous catheter insertion system and a disposable infusion pump. *Anesth Analg* 2000;91:1473-8.
115. Ilfeld BM, Morey TE, Wright TW, Chidgey LK, Enneking FK. Continuous interscalene brachial plexus block for postoperative pain control at home: a randomized, double-blinded, placebo-controlled study. *Anesth Analg* 2003;96:1089-95, table of contents.
116. Delaunay L, Souron V, Lafosse L, Marret E, Toussaint B. Analgesia after arthroscopic rotator cuff repair: subacromial versus interscalene continuous infusion of ropivacaine. *Reg Anesth Pain Med* 2005;30:117-22.
117. Singelyn FJ, Lhotel L, Fabre B. Pain relief after arthroscopic shoulder surgery: a comparison of intraarticular analgesia, suprascapular nerve block, and interscalene brachial plexus block. *Anesth Analg* 2004;99:589-92, table of contents.
118. Laurila PA, Lopponen A, Kanga-Saarela T, Flinkkila T, Salomaki TE. Interscalene brachial plexus block is superior to subacromial bursa block after arthroscopic shoulder surgery. *Acta Anaesthesiol Scand* 2002;46:1031-6.
119. Aguirre J, Del Moral A, Cobo I, Borgeat A, Blumenthal S. The role of continuous peripheral nerve blocks. *Anesthesiology research and practice* 2012;2012:560879.
120. Akeson WH, Amiel D, Abel MF, Garfin SR, Woo SL. Effects of immobilization on joints. *Clin Orthop Relat Res* 1987;28-37.
121. Cameron B, Galatz L, Williams GR, Jr. Factors affecting the outcome of total shoulder arthroplasty. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)* 2001;30:613-23.
122. Wall PD. The prevention of postoperative pain. *Pain* 1988;33:289-90.
123. Kehlet H, Dahl JB. The value of "multimodal" or "balanced analgesia" in postoperative pain treatment. *Anesth Analg* 1993;77:1048-56.
124. Fu PL, Xiao J, Zhu YL, et al. Efficacy of a multimodal analgesia protocol in total knee arthroplasty: a randomized, controlled trial. *The Journal of international medical research* 2010;38:1404-12.
125. Lee KJ, Min BW, Bae KC, Cho CH, Kwon DH. Efficacy of multimodal pain control protocol in the setting of total hip arthroplasty. *Clinics in orthopedic surgery* 2009;1:155-60.
126. Peters CL, Shirley B, Erickson J. The effect of a new multimodal perioperative anesthetic regimen on postoperative pain, side effects, rehabilitation, and length of hospital stay after total joint arthroplasty. *J Arthroplasty* 2006;21:132-8.
127. Stubhaug A, Grimstad J, Breivik H. Lack of analgesic effect of 50 and 100 mg oral tramadol after orthopaedic surgery: a randomized, double-blind, placebo and standard active drug comparison. *Pain* 1995;62:111-8.
128. Dahl V, Raeder JC, Drosdal S, Wathne O, Brynildsrud J. Prophylactic oral ibuprofen or ibuprofen-codeine versus placebo for postoperative pain after primary hip arthroplasty. *Acta Anaesthesiol Scand* 1995;39:323-6.

129. Laitinen J, Nuutinen L. Intravenous diclofenac coupled with PCA fentanyl for pain relief after total hip replacement. *Anesthesiology* 1992;76:194-8.
130. Segstro R, Morley-Forster PK, Lu G. Indomethacin as a postoperative analgesic for total hip arthroplasty. *Can J Anaesth* 1991;38:578-81.
131. Silvanto M, Lappi M, Rosenberg PH. Comparison of the opioid-sparing efficacy of diclofenac and ketoprofen for 3 days after knee arthroplasty. *Acta Anaesthesiol Scand* 2002;46:322-8.
132. Spies CD, Birnbaum J. SOPs in Anästhesiologie und Schmerztherapie alle relevanten Standards und Techniken für die Klinik. Stuttgart [u.a.]: Thieme; 2013.
133. Collins SL, Moore RA, McQuay HJ. The visual analogue pain intensity scale: what is moderate pain in millimetres? *Pain* 1997;72:95-7.
134. Aubrun F, Paqueron X, Langeron O, Coriat P, Riou B. What pain scales do nurses use in the postanesthesia care unit? *Eur J Anaesthesiol* 2003;20:745-9.
135. Aubrun F, Langeron O, Quesnel C, Coriat P, Riou B. Relationships between measurement of pain using visual analog score and morphine requirements during postoperative intravenous morphine titration. *Anesthesiology* 2003;98:1415-21.
136. Maroney CL, Litke A, Fischberg D, Moore C, Morrison RS. Acceptability of severe pain among hospitalized adults. *Journal of palliative medicine* 2004;7:443-50.
137. Hilgers R.-D. BP SV. Einige wichtige epidemiologische Studienansätze. In: Hilgers R.-D. BP, Schreiber V, ed. *Einführung in die medizinische Statistik*. 2003:224.
138. Giebel WG. Retrospektive Studien. In: W: Giebel, ed *Die medizinische Doktorarbeit*. 1998.

7. Eidesstattliche Erklärung

„Ich, Christoph Waldbaur, versichere an Eides statt durch meine eigenhändige Unterschrift, dass ich die vorgelegte Dissertation selbstständig und ohne nicht offengelegte Hilfe Dritter verfasst habe. Die Arbeit ist weder in Teilen noch vollständig eine Kopie anderer Arbeiten und die verwendete Literatur sowie Hilfsmittel sind vollständig angegeben.

Alle Stellen, die wörtlich oder dem Sinne nach auf Publikationen oder Vorträgen anderer Autoren beruhen, sind als solche in korrekter Zitierung kenntlich gemacht. Die Abschnitte zu Methodik und Resultaten entsprechen den URM und werden von mir verantwortet.

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

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

Christoph Waldbaur

8. Lebenslauf

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

9. Danksagung

Ich möchte mich zunächst herzlich bei Frau Prof. Spies, Direktorin der Klinik für Anästhesiologie mit Schwerpunkt operative Intensivmedizin der Charité – Universitätsmedizin Berlin, Campus Charité-Mitte/ Campus Virchow-Klinikum, für die Möglichkeit bedanken, diese Arbeit in Ihrer Abteilung durchführen zu können.

Herrn Prof. Schäfer danke ich für die Überlassung des Dissertationsthemas und die stets hilfreiche und kritische Unterstützung bei der Umsetzung. Weiterhin danke ich Dr. Torsten Beutlhauser sowie Dr. Sascha Tafelski für die wertvollen Einblicke, zahlreichen Ratschläge und die allzeit offene Tür zur Beantwortung meiner Fragen, ohne die die Durchführung nicht möglich gewesen wäre. Mein Dank gilt ebenso Dr. Mathieu Duquesne aus Nizza und Tobias Blüm für die tatkräftige Unterstützung und die fruchtbaren Diskussionen.

Ich möchte mich ganz besonders bei meinen Eltern, Frizi, Kathi, Joli und Tine, die neben dem Unialltag immer für mich da sind und so maßgeblich zum Gelingen beigetragen haben, bedanken.