

Aus der
Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik
Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie
an der Universität Tübingen

**Einfluss des "Pericapsular Nerve Group" Blocks (PENG-Block)
auf die postoperativen Schmerzen nach erfolgter
Hüft-Arthroskopie**

**Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin**

**der Medizinischen Fakultät
der Eberhard Karls Universität
zu Tübingen**

**vorgelegt von
Benjamin Maximilian Eppel**

2024

Dekan: Professor Dr. B. Pichler

1. Berichterstatter: Privatdozent Dr. B. Ulmar

2. Berichterstatter: Professorin Dr. K. M. Thiel

Tag der Disputation: 23.11.2023

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	- 8 -
1.1 Das femoroacetabuläre Impingement-Syndrom (FAI-Syndrom)	- 8 -
1.1.1 FAIS – CAM-Typ.....	- 8 -
1.1.2 FAIS – Pincer-Typ.....	- 9 -
1.2 Hüft-Arthroskopie	- 10 -
1.2.1 Was ist eine Hüftarthroskopie	- 10 -
1.2.2 konservative Therapie beim FAI-Syndrom.....	- 11 -
1.2.3 Hüftarthroskopie beim FAI-Syndrom.....	- 13 -
1.2.4 Wirksamkeit der Hüft-Arthroskopie bei FAIS.....	- 14 -
1.2.5 postoperative Schmerzen	- 16 -
1.2.6 perioperatives Schmerzmanagement bei Hüft-ASK.....	- 18 -
1.2.7 Periphere Nervenblockaden – neue Ansätze.....	- 20 -
1.3 Fragestellung und Hypothesenbildung.....	- 25 -
2. Material, Patienten und Methoden.....	- 28 -
2.1 Studiendesign	- 28 -
2.2 Ein-und Ausschlusskriterien	- 28 -
2.3 Studienpopulation	- 30 -
2.4 Patientenauswahl und –rekrutierung.....	- 30 -
2.5 Randomisierung	- 32 -
2.6 Verblindung	- 32 -
3. Durchführung und Datenerhebung	- 33 -
3.1 Narkose und PENG-Block.....	- 33 -
3.2 Arthroskopie.....	- 36 -
3.3 Erhebung der Daten mittels Fragebogen	- 36 -
3.4 primäre und sekundäre Endpunkte	- 37 -

4. Datenaufbereitung und statistische Auswertung	- 38 -
5. Ergebnisse	- 39 -
5.1 Basisdaten	- 39 -
5.2 primäre Endpunkte	- 42 -
5.3 sekundäre Endpunkte	- 48 -
6. Diskussion	- 50 -
7. Kritik	- 59 -
8. Zusammenfassung / Schlussfolgerung / Ausblick	- 61 -
9. Literaturverzeichnis	- 62 -
10. Anhang	- 68 -
10.1 Schmerzfragebogen	- 68 -
10.2 Patienteninformation	- 70 -
10.3 Einwilligungserklärung	- 75 -
10.4 Genehmigung Ethikkommission	- 77 -
10.5 Registrierungsdaten DRKS	- 78 -
11. Veröffentlichung aus „Arthroscopy“	- 79 -
12. Erklärung zum Eigenanteil der Dissertationsschrift	- 87 -
13. Danksagung	- 88 -

Abkürzungsverzeichnis

AWR = Aufwachraum

ASA = American Society of Anaesthesiologists

BfArM = Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte

BMI = Body-Mass-Index

DRKS = Deutsches Register Klinischer Studien

FAIS = femoroacetabuläres Impingement-Syndrom

FIB = Fascia Iliaca Block

FNB = femoral nerve Block (= n. femoralis Block)

Hüft-ASK = Hüftarthroskopie

IA = intraartikuläre Anästhesie

KG = Körpergewicht

LCE-Winkel = lateral center edge Winkel

LIA = lokale Infiltrationsanästhesie

LPB = lumbar plexus block (= lumbaler Plexusblock)

MAC = minimum of alveolar concentration

NRS = numerische Ratingskala

NSAR = nicht-steroidale Antirheumatika

PACU = post anaesthesia care unit

PCA = patient-controlled analgesia

PENG = pericapsular nerve group

PONV = perioperative nausea and vomiting

VAS = visuelle Analogskala

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 - Patient auf dem Extensionstisch mit Anordnung von Personal und Geräten	- 11 -
Abbildung 2 - "Behandlungspfad zum Management des FAI-Syndroms"	- 29 -
Abbildung 3 – Studienpopulation und Patientenauswahl	- 31 -
Abbildung 4 - Sonogramme bei Anlage eines PENG-Blocks.....	- 34 -
Abbildung 5 - Illustration des Prä- und postoperativen Standards mit Einbettung des PENG/Sham-Blocks	- 35 -
Abbildung 6 - Schmerzskala-Angaben innerhalb der ersten 24 Stunden postoperativ.....	- 45 -
Abbildung 7 - Schmerzskala-Angaben relativ zur Erstmobilisation.....	- 48 -

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 – Patientenbezogene-, demographische- und Basisdaten	- 41 -
Tabelle 2 - Schmerzskala-Angaben innerhalb der ersten 24 Stunden postoperativ.....	- 44 -
Tabelle 3 - Schmerzskala-Angaben relativ zur Erstmobilisation.....	- 47 -
Tabelle 4 - Morphin-Verbrauch und Nebenwirkungen	- 49 -

1. Einleitung

1.1 Das femoroacetabuläre Impingement-Syndrom (FAI-Syndrom)

Das femoroacetabuläre Impingement Syndrom (kurz: FAIS) bezeichnet nach dem Warwick Agreement von 2016 eine bewegungsabhängige Störung der Hüfte, einhergehend mit einer Triade aus klinischen Symptomen, positiven Untersuchungsanzeichen und radiologischen Befunden. Es kommt durch einen symptomatischen, knöchernen Kontakt zwischen dem proximalen Femur und dem Acetabulum der Hüfte zustande. (Griffin et al., 2016)

Ältere Definitionsversuche des Hüft-Impingements lassen häufig die klinische Symptomatik des Patienten unberücksichtigt oder im Hintergrund.

Das FAIS ist eines der wichtigsten Ursachen und potentielle Grundlage für spätere Arthrose der Hüfte. Beck et al. konnten in ihrer Studie von 2005 zeigen, dass radiologisch nachweisbare Deformitäten zu einem Impingement der Hüfte führen können. Hierbei kann die Deformität im Bereich des Schenkelhalses (CAM-Konfiguration) oder im Bereich des Acetabulums (Pincer-Konfiguration) entstehen, jedoch sind im überwiegenden Teil der Fälle beide Strukturen beteiligt. Die Arbeitsgruppe konnte nachweisen, dass die angesprochenen Konfigurationen zu einem Impingement führen und im zeitlichen Verlauf zu akuten Verletzungen bzw. chronischem Verschleiß im Bereich der Gelenkklippe und dem Gelenkknorpel führen können. Beides kann im unbehandelten Zustand die Entstehung einer Arthrose des Hüftgelenks begünstigen und beschleunigen. (Beck, Kalhor, Leunig & Ganz, 2005)

1.1.1 FAIS – CAM-Typ

Bei einem FAI-Syndrom des CAM-Typs beruht die Pathologie auf einer Deformität des Schenkelhalses. CAM (englisch für Nockenwelle) lässt hierbei den Rückschluss auf die Entstehung der Pathologie zu. Die CAM-Deformität beschreibt eine knöcherne Vorwölbung, die am proximalen Schenkelhals entstehen und auch als Bump bezeichnet werden kann. Dieser Bump kann im

Fälle starker Flexions- und Innenrotationsbewegungen zu einem Gegenpressen gegen den Rand der Hüftgelenkspfanne führen. Hieraus können zum einen Schäden an der weichteiligen Gelenkklippe resultieren, im weiteren Verlauf aber vielmehr auch Schäden an der Knorpel-Knochen-Grenze bzw. auch dem chondrolabralen Übergang. Die Spätfolge nicht behandelter Pathologien in diesem Rahmen ist mit der Entstehung von Arthrose assoziiert. (Sobau, Möckel & Gollwitzer, 2018)

1.1.2 FAIS – Pincer-Typ

Anders als beim FAI-Syndrom vom CAM-Typ liegt die Pathologie des FAI-Syndroms Typ Pincer im Bereich des Acetabulums. Der knöcherner Überstand führt an dieser Stelle ebenfalls zu einem mechanischen Konflikt zwischen Acetabulum und Schenkelhals, was ebenfalls in einem möglichen Einklemmen des dort zu findenden Labrums resultieren kann. Der Einklemmvorgang kann bildlich gesehen mit dem Zupacken einer Beißzange verglichen werden, woraus der Name dieses Typs des FAI-Syndroms entstand (Pincer = englisch für Beißzange). Durch das wiederholte Gegenpressen zwischen Acetabulum und Schenkelhals kommt es im Verlauf der Zeit zu einer Degeneration des Labrums und mit der ständigen, daraus resultierenden entzündlichen Reaktion einhergehend zu Verkalkungen des Labrums und Ausbildung von Ganglien in diesem Bereich. Weiterhin verstärkt sich im unbehandelten Zustand die Situation aufgrund der Ausbildung von osteophytären Anbauten die das Einklemmen verstärken können. Die Knorpelschädigungen sind beim FAIS vom Typ Pincer initial zunächst weniger stark ausgeprägt, weshalb eine klinische Manifestation bei den Patienten häufig erst in einem höheren Alter zu Tage tritt als beim FAIS vom CAM-Typ. (Sobau et al., 2018)

Es wird angenommen, dass die hohe Dichte an sensiblen Nervenfasern in Bereich der Gelenkkapsel zum typischen, auslösenden Schmerz im Rahmen der FAI-Syndrome gehört. (Gerhardt et al., 2012)

1.2 Hüft-Arthroskopie

1.2.1 Was ist eine Hüftarthroskopie

Eine Hüftarthroskopie wird durchgeführt, um Erkrankungen und Verletzungen des Hüftgelenks zu diagnostizieren und zu behandeln.

„Eine Hüftarthroskopie (= Gelenkspiegelung) ist ein operativer Eingriff, der auch als schlüsselloch-chirurgischer Eingriff bezeichnet wird.“ (Rinio, 2022)

Mithilfe eines speziellen, starren Kamerasystems kann über sehr kleine Zugangsportale das Hüftgelenk untersucht und operiert werden. Die entstandenen Bilder werden auf eine Monitoreinheit übertragen. Zur initialen Orientierung zu OP-Beginn und der Anlage der Arthroskopieportale, aber auch im Verlauf werden mittels Röntgengerät Bilder in verschiedenen Ebenen erzeugt. Durch die kleinen Schnitte bzw. Zugänge (meist zwei bis drei) kommt es nur zu geringgradigen, weichteiligen Begleitverletzungen und somit bleibt der Eingriff sehr schonend. Über die genannten Zugänge lassen sich sowohl Gelenkpfanne (Acetabulum) als auch Gelenkkopf und Übergang zum Schenkelhals einsehen und therapieren. Hierzu kann der Operateur über die weiteren Zugänge zum Gelenk Instrumente wie Scheren, Fräsen oder Fadenankersysteme einsetzen, um beschädigtes Gewebe zu entfernen oder zu reparieren. Die besondere Herausforderung dieser Art Operation am Hüftgelenk besteht unter anderem darin, dass durch die starke Knochenführung des Gelenks eine spezielle Lagerungstechnik notwendig ist, die einen Zug am Bein und somit eine zeitweise Luxation des Hüftkopfes aus der Gelenkpfanne ermöglicht und somit dessen vollständige Einsicht ermöglicht. (Rinio, 2022)

Ein Setup wie es im Rahmen einer Hüftarthroskopie im OP vorzufinden ist zeigt die Abbildung 1.

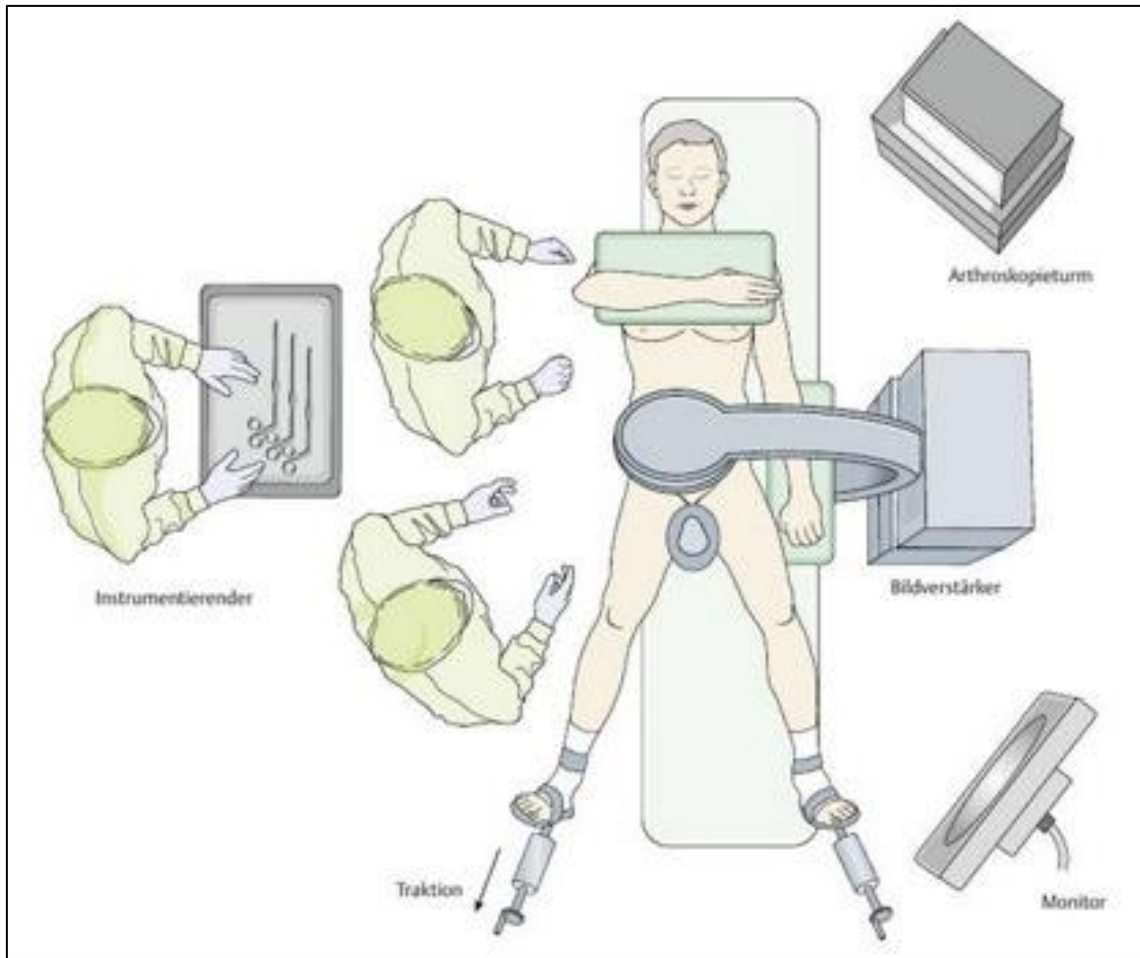


Abbildung 1 - Patient auf dem Extensionstisch mit Anordnung von Personal und Geräten (aus Sobau, Möckel, Gollwitzer, 2018 – mit freundlicher Genehmigung durch CCC RightsLink)

Nach der Operation werden die Zugangsportale wieder vernäht und mit einem Verband bedeckt. Im Ausland ist es teilweise gängig, dass die meisten Patienten noch am Tag der Operation ins häusliche Umfeld entlassen werden können. In Deutschland schließt sich in der Regel ein kurzer stationärer Krankenhausaufenthalt von 1-2 Tagen an. Eine Rehabilitationsphase, um die volle Genesung und Wiederherstellung der Beweglichkeit des Hüftgelenks und dessen Funktion zu gewährleisten, ist in nahezu allen Fällen notwendig und kann je nach Art des Eingriffs in der Zeitdauer variieren.

1.2.2 konservative Therapie beim FAI-Syndrom

Bezüglich der Behandlung von FAI-Syndromen sollte nicht nur bei der Diagnosestellung, sondern auch bei der therapeutischen Indikation die

Beschwerdesymptomatik des Patienten im Fokus des Orthopäden liegen. Es gibt sowohl die Möglichkeit eines konservativen Therapieversuchs, als auch die, meist bei ausbleibender Besserung der konservativen Therapie durchgeführte, operative Therapie.

Im Rahmen der konservativen Therapie soll eine Reduktion der Schmerzsymptomatik, der rezidivierenden, lokalen Entzündungsreaktion und der potentiellen Bewegungseinschränkungen des Patienten ermöglicht werden. Hierzu wird in der Regel eine Kombination aus unterschiedlichen Maßnahmen empfohlen, mit dem Ziel ein Fortschreiten der Erkrankung zu verlangsamen oder gar eine längerfristig wirksame Stagnation der Erkrankung zu erreichen.

Die konservative Therapie kann bei vielen Patienten mit milden bis moderaten Symptomen erfolgreich sein und sollte in jedem Fall der chirurgischen Therapie zunächst vorangehen.

Zu den häufig empfohlenen Maßnahmen der konservativen Therapie gehört die Anwendung von physiotherapeutischer Beübung, mit dem Ziel durch gezielte Kräftigungs- und Dehnübungen der Hüftmuskulatur die intraartikuläre Belastungssituation zu verbessern. Mittels Schmerzmedikamenten kann, eine zeitweise, bedarfsangepasste Analgesie erfolgen. Hierzu werden z. B. regelmäßig Analgetika aus der Gruppe der nicht-steroidale Antirheumatika (NSAR) empfohlen, deren Wirkung eine zusätzliche antientzündliche Komponente hat. Außerdem können Patienten im Rahmen der konservativen Therapie intraartikuläre Injektionen, z.B. mit Kortikosteroiden angeboten werden, die akute Entzündungsreaktionen und Schmerzen reduzieren können soll. Bezüglich des Nutzens intraartikulärer Injektionen schien im Rahmen einer Studie um Krych et al. die Kortisoninjektion bei Patienten mit FAI-Syndrom keinen relevanten Nutzen als therapeutisches Tool zu haben. (Krych et al., 2014)

Weitere, häufig gut wirksame konservativ therapeutische Maßnahmen sind Lebensstilanpassungen, mit einer Reduktion des Körpergewichts bei Übergewicht und der Vermeidung von Aktivitäten, die das Hüftgelenk stark

belasten. Beides zielt auf ein langsames Fortschreiten der Pathologien an den dann weniger belasteten Strukturen ab.

Wall et al. berichten in ihrem systematischen Review von 48 Studien über positive Ergebnisse einer konservativen Therapie bei Patienten mit FAI-Syndrom. Hier wurde in einem überwiegenden Teil der Studien (65%) ein konservativer Therapieversuch empfohlen. Insbesondere die angesprochenen Maßnahmen zur Lebensstilanpassung (81%) und die Betreuung der Patienten im Rahmen einer Physiotherapie (51%) wurden empfohlen. Die Arbeitsgruppe kommt zu dem Schluss, dass aufgrund mangelnder experimenteller Studiendesigns in diesem Bereich, die Effekte der konservativen Therapie nicht gut quantifizierbar sind und es weiterer, vergleichender Studien, insbesondere mit operativen Therapieregimen, bedarf um eine gute Aussagekraft über die Wirksamkeit herzustellen. (Wall, Fernandez, Griffin & Foster, 2013)

1.2.3 Hüftarthroskopie beim FAI-Syndrom

Führen konservative Therapieversuche zur Behandlung eines FAI-Syndroms nicht zur gewünschten Linderung der Symptomatik oder ergeben sich objektive Kriterien, wie radiologische gesicherte Folgeschäden an Labrum oder Knorpel, so ist die operative Therapie indiziert. Vereinfacht gesprochen besteht das Ziel der arthroskopischen Operation beim CAM-Impingement in der knöchernen Anpassung bzw. Resektion des o.g. Bump zur Normalisierung der Taillierung des Schenkelhalses. Bei einem FAIS von Typ Pincer oder den kombinierten FAI-Syndromen hingegen können schwierige Pfannenrandkürzungen notwendig werden. In jedem Fall können und sollen Begleitverletzungen im Bereich des Labrums und des Gelenkknorpels mittherapiert werden und bedarfsweise eine Kapselnaht erfolgen. (Sobau et al., 2018)

Die operative Behandlung eines FAI-Syndroms kann die Symptomatik beim Patienten signifikant verbessern. Zu dieser Schlussfolgerung kommt die Arbeitsgruppe um Rego et al. Sie konnten in ihrer Studie außerdem zeigen, dass arthroskopische Verfahren hierbei den offenen Operationstechniken nicht unterlegen waren. (Rego et al., 2018)

Die Ergebnisse einer arthroskopischen Offsetkorrektur am anterolateralen Schenkelhals zwischen 12 und 4 Uhr sind vergleichbar mit denen der offenen, chirurgischen Verfahren mit Hüftgelenksluxation. Durch die arthroskopische Behandlung ist ein geringeres Operationsrisiko und eine schnellere Rehabilitation des Patienten zu erwarten. (Büchler et al., 2013)

1.2.4 Wirksamkeit der Hüft-Arthroskopie bei FAIS

Insgesamt ist der bessere Therapieerfolg und vor allem das längerfristige Ergebnis einer operativen Therapie verglichen zu dem einer konservativen Therapie noch nicht ausreichend in Studien belegt. Dies ist aktuell Gegenstand zahlreicher Studien. So konnten beispielsweise Griffin et al. zeigen, dass die arthroskopisch, operative Therapie bei FAI-Syndromen signifikant bessere Ergebnisse bezüglich der hüftbedingten Lebensqualität bringt als die konservativen Therapieversuche. Bezüglich der klinischen längerfristigen Vorteile und der Kosteneffizienz der operativen Versorgung konnte die Arbeitsgruppe keine Aussage treffen. (Griffin et al., 2018)

Die arthroskopische Therapie von Patienten mit FAIS führte bei Fußballspielern im Bereich der Amateur-Ligen zu einer signifikanten Verbesserung der von den Patienten berichteten Symptome. Ortiz-Declet et al. fanden bei allen operierten Patienten eine signifikante Verbesserung bezüglich Schmerzen und der vom Patienten angegebenen Symptome in einem Vergleich zwischen präoperativem Zustand und dem spätesten Follow-Up nach durchschnittlich fast vier Jahren. Mehr als drei Viertel ihrer Studienteilnehmer konnten wieder zum Fußballsport zurückkehren. 77,8 % der Patienten beschrieben gleichbleibende oder gar verbesserte, athletische Fähigkeiten im Vergleich zum präoperativen Zustand. (Ortiz-Declet et al., 2020)

Auch Perets et al. bestätigten in ihrer Studie eine 80%-Rate von Sportlern, von Amateur- bis Profibereich, die nach der Behandlung mittels Hüft-Arthroskopie wieder zu ihrem Sport zurückkehren konnten. Bei 71,2% der Patienten konnte hierbei ein vergleichbares oder besseres, sportliches Niveau erreicht werden. (Perets et al., 2018)

Zur frühzeitigen operativen Therapie des FAIS und zur Vorbeugung bzw. Verzögerung der Entstehung arthrosebedingter Spätfolgen und Folgeoperationen ist die Zahl der durchgeführten Hüftarthroskopien im Rahmen der gelenkerhaltenden Hüftgelenkchirurgie in den letzten Jahren deutlich angestiegen. Zimmerer et al. untersuchten in einer Studie die Langzeitergebnisse von Patienten die bei einem FAI-Syndrom eine operative Therapie erhielten. Sie konnten zeigen, dass ein Anteil von 86,3% (bei geringergradigen Vorschäden) und 46% (bei höhergradigen Vorschäden des Hüftgelenks) der Patienten im Rahmen eines Follow-Up nach durchschnittlich 11 Jahren noch keinen Gelenkersatz gebraucht haben. Die Notwendigkeit von Gelenkersatz war im Verlauf häufiger bei Patienten mit Vorschäden des Hüftgelenks, höherem Lebensalter und weiblichem Geschlecht (Zimmerer et al., 2021)

Diese Ergebnisse können auch in einer Studie von Menge et al. bestätigt werden. Hier wird bei 34% eines gemischten Kollektivs nach Hüft-Arthroskopie innerhalb von 10 Jahren ein Hüftgelenkersatz gebraucht. Auch hier zeigt sich eine positive Korrelation zwischen Vorschäden an der Hüfte und erhöhtem Lebensalter mit der Notwendigkeit für Hüftgelenkersatz. Trotz dieser Ergebnisse zeigt sich für die Mehrheit der Patienten im Verlauf eine Reduktion der von den Patienten berichteten Symptome. (Menge, Briggs, Dornan, McNamara & Philippon, 2017)

Perets et al. konnten bei ihrem jüngeren Patientenkollektiv in einem fünf Jahre Follow-Up keine Fälle mit Notwendigkeit für Hüftgelenkersatz dokumentieren. (Perets et al., 2018)

Die Bedeutung und Relevanz der arthroskopisch, operativen Therapie des FAI-Syndroms wird aus der aktuellen Literatur heraus deutlich. Für eine Verbesserung der Bedingungen der operativen Versorgung ist neben der Entwicklung und Forschung im Bereich der OP-Methoden selbst, ein adäquates Management der perioperativen Faktoren essentiell.

1.2.5 postoperative Schmerzen

Es ist wichtig zu wissen, dass Schmerz gemeinhin bekannt ist als eine subjektive Wahrnehmung, die bei gleichem objektiven Schmerzreiz individuell unterschiedlich ausgeprägt sein kann.

Im Rahmen jedes operativen Eingriffs am menschlichen Körper, muss mit peri- und postoperativen Schmerzereignissen und –phasen für den Patienten gerechnet werden. (Niemi-Murola et al., 2007) Um die vom Patienten wahrgenommenen Schmerzen zu quantifizieren sollte mithilfe von Instrumenten zur Schmerzerfassung gearbeitet werden und dieser regelmäßig durch das medizinische Personal aufgenommen und evaluiert werden. (Gordon et al., 2005)

Joelsson, Olsson, and Jakobsson konnten zeigen, dass Patienten, denen kein Instrument zur Beschreibung Ihrer Schmerzen angeboten wurde, teilweise automatisch auf die Beschreibung der Schmerzen anhand einer Skala zurückgriffen. (Joelsson, Olsson & Jakobsson, 2010)

Prinzipiell können unterschiedliche Instrumente zur Beschreibung von Schmerzen oder Schmerzintensität zum Einsatz kommen. Als eines der bekannten Instrumente zur Schmerzerfassung dient die visuelle Analogskala (VAS) bei der auf einem Kontinuum, meist einer Linie oder einem Pfeil, vom Patienten ein Wert angegeben oder eingetragen werden kann, der sich im Verlauf in eine Zahl umwandeln lässt. Hierbei sind die Pole des Kontinuums mit einerseits „keinem Schmerz“ und andererseits dem „maximal vorstellbaren Schmerz“ betitelt. Anders als bei der VAS, kann zur einfacheren klinischen Anwendung die Abfrage eines Zahlenwerts zur Evaluation der Schmerzen erfolgen. Auf dieser numerischen Ratingskala (NRS) geben die Patienten ihr Schmerzniveau auf einer 11-teiligen Skala (zwischen Punktwert 0 und 10) an. Die Extreme werden wie bei der VAS mit „keinem Schmerz“ = 0 und „maximal vorstellbarer Schmerz“ = 10 angegeben. Die Patienten ordnen ihrem subjektiven Empfinden nach die aktuellen Schmerzen entsprechend ein. Die Handhabbarkeit für die Beurteilung postoperativer Schmerzen erscheint hier

erleichtert, da sich medizinisches Personal und der Patient ohne das anzeigen eines Wertes über die Schmerzsituation verständigen können.

Hjernerstad et al. konnten in Ihrem systematischen Review zeigen, dass die NRS als eindimensionales Instrument zur Einschätzung der Schmerzintensität in unterschiedlichen Settings gut geeignet ist. Welche genaue Skalierung angewendet werden soll und ob die Nutzung von Worten zur Beschreibung der jeweiligen Pole sinnvoll ist ließ die Arbeitsgruppe offen. In einer Mehrheit der betrachteten Studien kam die NRS in der Form wie sie auch in der aktuellen Studie angewandt wird vor. (Hjernerstad et al., 2011)

Die Nutzung der NRS macht es laut einer Studie um Eriksson et al. leichter für die Patienten ihre Schmerzen zu artikulieren und zu quantifizieren. Außerdem machten Patienten in dieser Studie die Erfahrung, dass ihr Schmerzniveau vom medizinischen Personal im Rahmen der numerischen Angabe besser wahrgenommen und behandelt wurde. (Eriksson, Wikström, Årestedt, Fridlund & Broström, 2014)

Für einen für den Patienten insgesamt zufriedenstellenden Verlauf eines postoperativen Krankenhausaufenthalts sind unterschiedliche Faktoren anzunehmen. Die Linderung bzw. Kontrolle postoperativer Schmerzen erscheinen als ein wichtiger Faktor für ausreichende Patientenzufriedenheit und schnellere Erholung im Verlauf.

Mistry et al. konnten in ihrer Studie einen Zusammenhang zwischen niedrigen postoperativen Schmerzniveaus nach Operationen mit Hüftgelenkersatz und der Zufriedenheit mit Pflegepersonal, Ärzten und Gesamtverlauf des Krankenhausaufenthalts nachweisen. (Mistry et al., 2016)

Weiterhin zeigte die Arbeitsgruppe einen Zusammenhang zwischen der Patientenzufriedenheit mit Pflegepersonal und Ärzten und dem damit einhergehenden Zulauf an Patienten und der finanziellen Absicherung der entsprechenden Einrichtungen. 27% der befragten Mediziner gaben aktuell eine direkte Abhängigkeit ihres Einkommens von der durch Fragebögen erfassten Patientenzufriedenheit an. (Mistry et al., 2016)

Aus den genannten Gründen kann die Relevanz einer adäquaten Erfassung bzw. Registrierung postoperativer Schmerzen und somit auch eines möglichen, guten postoperativen Schmerzmanagements abgeleitet werden. Natürlich sind die schmerzarmen Verläufe und die daraus resultierenden Vorteile für die Patienten als vordergründig wichtig anzusehen.

1.2.6 perioperatives Schmerzmanagement bei Hüft-ASK

Eine ausreichende Kontrolle postoperativer Schmerzen bei Patienten nach Hüftarthroskopien bleibt eine Herausforderung und sollte stets weiterentwickelt werden. Obwohl ein standardisiertes Protokoll zur Begegnung postoperativer Schmerzen in diesem Bereich weiterhin noch nicht vorhanden ist, wurden in der Vergangenheit bereits viele Versuche unternommen ein therapeutisches Regime zu entwickeln, das postoperative Schmerzen hemmen, den Einsatz von starken Narkosemitteln und opiathaltigen Schmerzmitteln reduzieren, sowie die Kosten für das Gesundheitssystem und die Patienten niedrig halten kann. Aufgrund der Vielfalt der herausgearbeiteten Protokolle und der fehlenden, qualitativ hochwertigen Studien in diesem Bereich, besteht die Schwierigkeit darin, die beste Lösung herauszukristallisieren. (LaPorte, Rahl, Ayeni & Menge, 2019)

Das Review von LaPorte et al. lässt die Vermutung zu, dass ein kombiniertes schmerztherapeutisches Regime aus peripheren Nervenblockaden oder intraoperativ angewandten Anästhetika mit prä- und postoperativer Anwendung von oralen Analgetika die besten Ergebnisse hinsichtlich der Reduktion der perioperativen Schmerzen bringt. Für die lokalen, intraoperativ angewandten Anästhetika können die lokale Infiltrationsanästhesie (=LIA) oder intraartikuläre Injektionen (=IA) zum Einsatz kommen. Bezüglich der peripheren Nervenblockaden bezieht sich die Arbeitsgruppe auf die lumbale Plexusanästhesie, den Nervus Femoralis Block und den Fascia Iliaca Block. LaPorte kommt zu dem Schluss, dass ein multimodales Therapiekonzept in allen bis dato veröffentlichten Studien zum besten Erfolg führen soll (LaPorte et al., 2019)

In diesem Zusammenhang weisen LaPorte et al. auf die Relevanz der Komplikationen hin die mit peripheren Nervenblockaden einhergehen können.

So zeigten in einer Studie von Xing et al. 22 % der Patienten nach zusätzlichem Nervus Femoralis Block ein Sturzereignis innerhalb von 24 Stunden postoperativ. (Xing et al., 2015)

Weiterhin besteht unter Anwendung peripherer Nervenblockaden die Gefahr der iatrogenen Nervenverletzung, die Notwendigkeit von speziellem Material (Ultraschall-Gerät etc.) und geschulten Anästhesisten sowie eine damit einhergehende höhere Kostenbelastung für die Krankenhäuser. (LaPorte et al., 2019)

Auch die Arbeitsgruppe um Kolaczko et al. konnte in einem systematischen Review diese Aussagen unterstützen. In ihr Review gingen insgesamt 17 Artikel zum Thema ein, von denen 47% eine Level I evidence nachweisen konnten. Die Arbeitsgruppe kommt zum Schluss, dass sowohl die Schmerzreduktion durch Anwendung der genannten peripheren Nervenblockadeverfahren als auch die Dauer des postoperativen Aufenthalts im Aufwachraum und eine frühere Entlassung nicht gewährleistet werden können. Weiterhin wird auf die bereits genannten Komplikationen der Verfahren verwiesen. Hier traten als häufigste Komplikation sogar bei 54% der Patienten mit peripheren Nervenblockaden Sturzereignisse auf. Ansonsten wurden hauptsächlich Fälle von anhaltenden Nervenschäden und Sensibilitätsstörungen berichtet. (Kolaczko, Knapik & Salata, 2019)

In einer retrospektiven Studie von Childs et al. konnte ein 3-fach erhöhtes Sturzrisiko in Zusammenhang mit Nervus Femoralis Blöcken gebracht werden und eine 14-fach erhöhte Risiko für postoperative Neuropathie. (Childs et al., 2017)

Für die Arbeitsgruppe um LaPorte et al. erscheint die Kombination einer lokalen, intraoperativen Anwendung von Anästhetika und peri- und postoperative Gabe von oralen Analgetika die beste Lösung für komplikationslose und schmerzarme Nachbehandlung nach Hüftarthroskopien.

Dennoch verweist die Gruppe auf zukünftige Forschung im Bereich der peripheren Nervenblockaden und deren genaue Evaluation bezüglich deren effektiver Wirkung, Komplikationsraten und Kosteneffizienz. (LaPorte et al., 2019)

Die Studienlage zeigt Vor- und Nachteile peripherer Nervenblockaden als zusätzliches Mittel des perioperativen Schmerzmanagements auf. Insbesondere die neuroaxiale Ausbreitung der Anästhetika und die Schwächung der Muskulatur bleiben die signifikanten Problembereiche bei der Anwendung. (Behrends et al., 2018; Childs et al., 2017; YaDeau et al., 2012)

Auch intraartikuläre Injektionen mit Lokalanästhetika wurden zur zusätzlichen Schmerztherapie im Rahmen von Hüftarthroskopien untersucht. Shin et al. fanden in ihrem systematischen Review von 2018 zum Thema postoperatives Schmerzmanagement nach Hüftarthroskopien einen positiven Effekt von intraartikulären Injektionen auf die postoperative Analgesie und einen damit assoziierten verminderten Opiatbedarf. Komplikationen sind im unmittelbaren postoperativen Verlauf hierbei nicht zu finden gewesen. (Shin, McCrum, Mauro & Vyas, 2018)

1.2.7 Periphere Nervenblockaden – neue Ansätze

1.2.7.1 Erector Spinae Plane Block (=ESP-Block)

In einer aktuellen Studie konnten Zimmerer et al. die Wirksamkeit eines weiteren peripheren Nervenblockadeverfahrens nachweisen. Der ESP-Block fand sein klassisches Einsatzgebiet bis dato nicht im Bereich der Hüftarthroskopien. In der randomisiert, kontrollierten, klinischen Studie konnte unter 68 Patienten die Wirksamkeit des Blocks bezüglich einer signifikanten Schmerzreduktion innerhalb der ersten 24 Stunden postoperativ nachgewiesen werden. Zeitgleich blieben hier bekannte Komplikationen anderer peripherer Nervenblockadeverfahren aus. Es kam in diesem Zusammenhang zu keinen Sturzereignissen und keinen bleibenden Nervenschäden. Die Arbeitsgruppe hält den ESP-Block in diesem Zusammenhang für einen Teil eines

zukunftsweisenden, multimodalen, perioperativen Schmerzmanagements und empfiehlt die fortlaufende Untersuchung neuer Ansätze peripherer Nervenblockaden zum Einsatz in der perioperativen Schmerztherapie. (Zimmerer et al., 2022)

1.2.7.2 Pericapsular Nerve Group Block (=PENG-Block)

Im genannten Kontext des perioperativen Schmerzmanagements nach Hüft-Arthroskopie rückt der Pericapsular Nerve Group Block (kurz PENG-Block) zunehmend in den Fokus der aktuellen Forschung. Auch hierbei handelt es sich um eine ultraschall-gestützte Methode zur lokalen Applikation von Anästhetika im Bereich der vorderen Hüftgelenkkapsel um dort sensorische Nervenfasern, die für die Schmerzweiterleitung verantwortlich sein sollen, zu blockieren. Der PENG-Block wurde zunächst im Rahmen akuter Schmerzlinderung bei Hüftfrakturen entwickelt, jedoch wurde dessen Nutzen im zeitlichen Verlauf auf andere Anwendungsgebiete ausgeweitet. (Eppel et al., 2023)

Die erstmalige Beschreibung des PENG-Blocks geht auf eine Arbeitsgruppe um Giron-Arango et al. im Jahr 2018 zurück. Ihnen war die Wirksamkeit des Fascia Iliaca Blocks und des Nervus Femoralis Blocks im Zuge der akuten Schmerzhemmung und der Reduktion opiathaltiger Medikamente bei Patienten mit Hüftfrakturen bekannt. Außerdem waren Ihnen die problematischen Nebenwirkungen bekannt. In diesem Zuge machte sich die Arbeitsgruppe aktuelle anatomische Studien zunutze um speziell relevante sensorische Nervenäste des Nervus Femoralis und des Nervus Obturatorius auszumachen, die ihr Versorgungsgebiet im Bereich der vorderen Hüftgelenkkapsel haben und sich mithilfe anatomischer Landmarken genau lokalisieren lassen. Die Arbeitsgruppe gab diesen im Bereich der Gelenkkapsel gelegenen Nervenästen den Namen pericapsular nerve group und entwickelte unter deren ultraschallgesteuerter Infiltration in diesem Zuge den gleichnamigen peripheren Nervenblock. (Girón-Arango, Peng, Chin, Brull & Perlas, 2018)

Gerhardt et al. bestätigen in Ihrer anatomischen Studie die starke neuronale Innervation im Bereich der vorderen Hüftgelenkkapsel und sie lassen die

Vermutung zu, dass Schmerzen, die im Bereich der Hüfte entstehen, sich zumindest teilweise hierauf zurückführen lassen. (Gerhardt et al., 2012)

Wertheimer fand in seiner Untersuchung von 1952 heraus, dass das Hüftgelenk insbesondere durch den n. obturatorius sensibel innerviert wird. Mehrere Äste des n. obturatorius können sowohl nur die Kapsel als auch Teile des Acetabulums innervieren. Sofern vorhanden gibt in einigen Fällen auch der n. obturatorius accessorius Nervenfasern zur Innervation des Hüftgelenks ab. Direkt Äste aus dem n. femoralis wurden nicht vorgefunden. (Wertheimer, 1952)

In einer Studie von Short et al. konnte die Relevanz dieser Nervenfasern für die Schmerzentstehung im Bereich der Hüfte bestätigt werden. Den sensorischen Ästen von Nervus femoralis und Nervus obturatorius wurde hier noch zusätzliche bzw. wichtigere Beteiligung an der Innervation der vorderen Hüftgelenkkapsel zugeordnet als von Gerhardt et al. beschrieben, die ihr Hauptaugenmerk auf den Nervenästen des Nervus Obturatorius Accessorius hatten. Die Arbeitsgruppe konnte auch eine konkrete anatomische Lokalisation dieser Nervenäste ausmachen und entsprechende Landmarken festlegen um diese reproduzierbar wiederzufinden, was sich die Arbeitsgruppe um Giron-Arango bei der Entwicklung des PENG-Blocks zunutze machen konnte. (Short et al., 2018)

Im Laufe der Zeit wurde der PENG-Block und dessen Nutzen für die Reduktion des postoperativen Schmerzniveaus in unterschiedlichen Situationen und Kontexten angewandt und dessen Wirksamkeit in weiteren Studien untersucht.

Bereits im Jahr 2020 arbeiteten Del Buono et al. in einem ausführlichen Review heraus, dass der PENG-Block eine vielversprechende Technik für die Linderung von Hüftschmerzen sein kann und seine analgetische Wirkung entfalten kann ohne dabei motorische Nervenäste mit zu blockieren. Außerdem wurde der Opiat-sparende Effekt hier bereits thematisiert, den der Block in unterschiedlichen Settings haben könnte. (Del Buono et al., 2021)

2021 konnte in einem Review um die Arbeitsgruppe um Morrison et al. gezeigt werden, dass es viele Hinweise für die Wirksamkeit des PENG-Blocks gibt

bezüglich dessen analgetischer Wirkung im Rahmen der offenen Hüftchirurgie. Die eingeschlossenen Studien des Reviews von Morrison et al. beschränkten sich im Wesentlichen auf Beobachtungsstudien und Einzelfallbeschreibungen. Die Autoren verweisen auf die Notwendigkeit der weiteren Forschung in diesem Bereich, u.a. in weiteren experimentellen Studien. (Morrison, Brown, Lin, Jaarsma & Kroon, 2021)

Die Arbeitsgruppe um Zheng et al. setzte sich mit der Wirksamkeit des präoperativ verabreichten PENG-Blocks im Rahmen von Hüft-TEP-Operationen auseinander. Hier zeigte sich für die Patienten aus der Studiengruppe lediglich ein reduziertes Schmerzniveau innerhalb der ersten Phase nach der Operation im Aufwachraum. Der Effekt wurde während des weiteren stationären Aufenthalts nicht mehr nachgewiesen. Die intraoperativ verbrauchten Opiate und das Auftreten von PONV zeigte sich in der Studiengruppe niedriger, jedoch ohne statistische Signifikanz. Hinsichtlich der weiteren Komplikationsraten (Stürze, etc.) ergab sich hier kein Unterschied. (Zheng, Pan, Zheng & Ruan, 2022)

Im Gegensatz hierzu fanden die Forschenden der Arbeitsgruppe um Pascarella et al. im selben klinischen Setting, wie zuvor bei Zheng et al. beschrieben, signifikante Unterschiede zwischen Patienten mit vs. ohne zusätzlichen PENG-Block im Rahmen des Hüftgelenkersatzes. Hier fanden sich für die Schmerzscores (NRS 0-10) innerhalb der ersten 48 Stunden postoperativ durchweg niedrigere Werte in der Studiengruppe (mit PENG-Block) gegenüber der Kontrollgruppe (ohne PENG-Block). Weiterhin fanden die Kollegen einen signifikant reduzierten Opiat-Verbrauch im Rahmen der postoperativen, analgetischen Therapie, eine signifikante Verbesserung des postoperativen Beweglichkeitsausmaßes und eine signifikante Verkürzung der Zeit bis zur Erstmobilisation in der Studiengruppe. (Pascarella et al., 2021)

Die Studienlage beschränkt sich bis 2022 im Wesentlichen auf die Wirksamkeit des PENG-Blocks im Rahmen der offenen Hüftchirurgie nach Traumata oder elektiven Hüft-Prothesen-Operationen. Die Ergebnisse zeigen in allen begutachteten Studien im Review von Morrison et al. eine gute Wirksamkeit

bezüglich der Reduktion postoperativer Schmerzen und suggerieren ebenfalls eine fehlende motorische Beeinträchtigung nach PENG-Block. (Morrison et al., 2021)

Zur objektiven Beurteilung der Wirksamkeit des PENG-Blocks im Rahmen der postoperativen, analgetischen Therapieregime nach Hüftarthroskopien war die Studienlage zuletzt noch deutlich insuffizienter.

In einer retrospektiven Studie von 2022 konnte die Arbeitsgruppe um Amato et al. keinen signifikanten Effekt des PENG-Blocks bezüglich eines reduzierten Schmerzniveaus nach Hüftarthroskopien feststellen. Unter dem Einschluss von 68 Fällen wurden diese je hälftig einer Gruppe (PENG-Gruppe vs. Sham-Gruppe) zugeordnet. Die PENG-Gruppe erhielt im Rahmen der präoperativen Vorbereitungen einen PENG-Block, wie zuerst von Giron et al. beschrieben. Die Sham-Gruppe erhielt im selben Rahmen die Infiltration der gleichen Menge NaCl. Beide Gruppen unterliefen im Anschluss eine arthroskopische Hüftgelenkoperation. Die primären Endpunkte waren postoperative Schmerzscores, Opiat-Verbrauch, Opiat-assoziierte Nebenwirkungen und Zeit bis zur Entlassung aus dem Aufwachraum bzw. zurück in die ambulante Weiterbehandlung. Für keinen der genannten Endpunkte konnte ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen festgestellt werden. Daher gehen Amato et al. von keiner effektiven Ergänzung des schmerztherapeutischen Regimes durch die präoperative Anwendung des PENG-Blocks im Rahmen von Hüftarthroskopien aus. (Amato et al., 2022)

Im Gegensatz hierzu fanden Yusupov et al. in einer ähnlich angelegten retrospektiven Studie andere Ergebnisse. Auch hier wurden Patienten mit und ohne präoperativen PENG-Block gegenübergestellt und u.a. bezüglich ihres postoperativen Schmerzniveaus untersucht. Hier ging es jedoch zunächst nur um die Zeit kurz nach OP im Aufwachraum. Die Patienten der PENG-Gruppe zeigten hier signifikant niedrigere Spitzenwerte der NRS. Weiterhin konnten in der PENG-Gruppe eine signifikante Reduktion des intra- und postoperativen Opiatverbrauchs und eine frühere Entlassung aus dem Aufwachraum festgestellt werden. Komplikationen und auch Stürze

wurden in keiner der beiden Gruppen festgestellt. Entgegen der Aussage von Amato et al. zeigen die Ergebnisse einen Nutzen des PENG-Blocks. Yusupov et al. schließen hieraus, dass der präoperativ angewandte PENG-Block bei Hüftarthroskopien zu einer Reduktion des Schmerzniveaus, des Opiat-Verbrauchs und der Zeit bis zur Entlassung aus dem Aufwachraum führen kann. (Yusupov, Fasulo, Im Dávila, Kraeutler & Scillia, 2022)

Auf Basis der aktuellen Literatur sind die Aussagen zur Anwendung des präoperativen PENG-Blocks sowohl in der offenen Hüftchirurgie, als auch bei Hüft-Arthroskopien stellenweise gegensätzlich. Im Bereich der Hüftarthroskopien wurde die Anwendung und der Nutzen des PENG-Blocks bisweilen nur in wenigen retrospektiven Studien analysiert. Insbesondere zur genaueren Evaluation der Wirksamkeit des PENG-Blocks bei Hüft-Arthroskopien sind weitere prospektiv, randomisierte Studien notwendig. Hierüber sind sich die Autoren der genannten Studien einig. In diesem Rahmen soll die aktuelle Studie beitragen, neue Erkenntnisse bezüglich der Anwendung des PENG-Blocks bei Hüftarthroskopien zu generieren.

1.3 Fragestellung und Hypothesenbildung

Letztlich bleibt eine abschließende Bewertung des Nutzens des PENG-Blocks im Setting des perioperativen Schmerzmanagements nach erfolgter Hüft-Arthroskopie bei Patienten mit FAI-Syndrom noch offen. Die Studienlage beschränkt sich derzeit auf die wenigen, genannten, retrospektiven Analysen aus jüngerer Zeit. Aus diesem Grund soll im Rahmen der hier durchgeführten prospektiv, randomisiert, kontrollierten Studien untersucht werden ob die Anwendung eines PENG-Blocks einen signifikanten Effekt auf die Senkung perioperativer Schmerzen im Rahmen einer Hüft-Arthroskopie bei Patienten mit FAI-Syndrom zur Folge hat. Außerdem soll eine Analyse der Komplikationen wie Sturzereignisse und das Auftreten von PONV ermittelt werden. Weiterhin soll die Frage beantwortet werden ob sich aus der Anwendung des PENG-Blocks im genannten Rahmen eine signifikante Reduktion der zum Einsatz kommenden, opiathaltigen Schmerzmittel reduzieren lässt.

Aus den zuvor genannten Überlegungen gehen für das Forschungsprojekt folgende Hypothesen hervor:

Hypothese 1:

Die Anwendung des PENG-Blocks im Rahmen der Narkosevorbereitung zur Hüft-Arthroskopie bei Patienten mit FAI-Syndrom hat Einfluss auf die postoperativen Schmerzniveaus innerhalb der ersten 24 Stunden nach OP.

H1₀: Durch die Anwendung des PENG-Blocks kommt es zu keinem Unterschied hinsichtlich der postoperativen Schmerzniveaus innerhalb der ersten 24 Stunden.

H1₁: Durch die Anwendung des PENG-Blocks kann das postoperative Schmerzniveau innerhalb der ersten 24 Stunden signifikant gesenkt werden.

Hypothese 2:

Die Anwendung des PENG-Blocks im Rahmen der Narkosevorbereitung zur Hüft-Arthroskopie bei Patienten mit FAI-Syndrom hat Einfluss auf die postoperativ auftretende Sturzhäufigkeit innerhalb der ersten 24 Stunden nach OP.

H2₀: Durch die Anwendung des PENG-Blocks kommt es zu keinem Unterschied hinsichtlich der Sturzhäufigkeit innerhalb der ersten 24 Stunden postoperativ.

H2₁: Durch die Anwendung des PENG-Blocks kommt es zu einer signifikant höheren Sturzhäufigkeit innerhalb der ersten 24 Stunden postoperativ.

Hypothese 3:

Die Anwendung des PENG-Blocks im Rahmen der Narkosevorbereitung zur Hüft-Arthroskopie bei Patienten mit FAI-Syndrom hat Einfluss auf den postoperativen Bedarf an zusätzlichen Schmerzmitteln innerhalb der ersten 24 Stunden nach OP.

H3₀: Durch die Anwendung des PENG-Blocks kommt es zu keinem Unterschied hinsichtlich der zusätzlich eingeforderten Schmerzmittel innerhalb der ersten 24 Stunden postoperativ.

H3₁: Durch die Anwendung des PENG-Blocks kommt es zu einem signifikant verringerten Bedarf an zusätzlichen Schmerzmitteln innerhalb der ersten 24 Stunden postoperativ.

Hypothese 4:

Die Anwendung des PENG-Blocks im Rahmen der Narkosevorbereitung zur Hüft-Arthroskopie bei Patienten mit FAI-Syndrom hat Einfluss auf das Auftreten von postoperativer Übelkeit und Erbrechen (=PONV) innerhalb der ersten 24 Stunden nach OP.

H4₀: Durch die Anwendung des PENG-Blocks kommt es zu keinem Unterschied hinsichtlich des Auftretens von PONV innerhalb der ersten 24 Stunden postoperativ.

H4₁: Durch die Anwendung des PENG-Blocks kommt es zu einer signifikant verringerten Häufigkeit des Auftretens von PONV innerhalb der ersten 24 Stunden postoperativ.

2. Material, Patienten und Methoden

2.1 Studiendesign

Die Studie wurde als prospektiv, randomisierte und kontrollierte Studie durchgeführt. Es wurden zwei Patientengruppen gebildet, denen die Patienten im Verhältnis 1:1 zugeteilt wurden. Die Studie wurde an lediglich einem Standort, den ARCUS Kliniken Pforzheim, als Single-Center-Studie durchgeführt.

2.2 Ein-und Ausschlusskriterien

Als Einschlusskriterien galten primär die klinische und radiologische Diagnose eines symptomatischen FAI-Syndroms. Zur Diagnosestellung gehört die Triade aus Symptomen, klinischen Zeichen/Tests und radiologischen Kriterien, entsprechend des Warwick Agreements von 2016. (Griffin et al., 2016) Siehe hierzu auch Abbildung 2.



Abbildung 2 - "Behandlungspfad zum Management des FAI-Syndroms" (aus Griffin et al., 2016 - mit freundlicher Genehmigung durch CCC RightsLink)

Weitere Einschlusskriterien waren das vorangegangene Versagen einer konservativen Therapie, ein Patientenalter >18 Jahre und die individuelle Einwilligungsfähigkeit.

Zu den Ausschlusskriterien gehörte eine bekannte Hüftdysplasie (bis zu einem LCE Winkel von 25°) oder andere angeborene oder juvenile Erkrankungen der Hüfte, eine bekannte Osteoarthritis, ein chronisches Schmerzsyndrom, eine chronische Opiateinnahme, weiterer bekannter Drogen- oder Substanzabusus und Allergien oder andere Kontraindikationen bezüglich der Gabe von Lokalanästhetika.

2.3 Studienpopulation

Innerhalb des Studienzeitraums zwischen Mai 2022 und Oktober 2022 unterzogen sich 145 Patienten mit primärem FAI-Syndrom einer therapeutisch, Hüftarthroskopie. 77 Patienten mussten auf Basis der o.g. Ausschlusskriterien bzw. mangels Erfüllung der Einschlusskriterien oder aber weil eine Teilnahme nicht gewünscht war von einer Teilnahme an der Studie ausgeschlossen werden. Die verbliebenen 68 Patienten waren für eine Teilnahme an der Studie geeignet und konnten entsprechend eingeschlossen werden. (Eppel et al., 2023)

2.4 Patientenauswahl und –rekrutierung

Allen Patienten die im genannten Zeitraum eine therapeutische Hüftgelenksarthroskopie im Rahmen eines FAI-Syndroms erhalten haben wurden zur Teilnahme an der Studie eingeladen, sofern sie die geltenden Ein- und Ausschlusskriterien erfüllt hatten. Die Durchführung der Arthroscopien erfolgte alleine durch zwei der speziell in diesem Gebiet weitergebildeten und erfahrenen Operateure und Fachärzte Dr. med. A. Zimmerer und Dr. med. C. Sobau. Die Einladung zur Teilnahme an der Studie erfolgte im Rahmen der Zustimmung durch die lokale Ethikkommission der Landesärztekammer Baden-Württemberg und der Registrierung beim Deutschen Register für klinische Studien (DRKS) des Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM). (Eppel et al., 2023)

Die Rekrutierung erfolgte im Rahmen der Vorstellung im medizinischen Versorgungszentrum bzw. bei Diagnosestellung und Entscheidung zur OP durch die Operateure oder im Rahmen einer telefonischen Abfrage nach der Diagnosestellung und Vereinbarung eines OP-Termins, jedoch mindestens eine Woche vor der Operation. In diesem Rahmen konnten Fragen bezüglich des Studienvorhabens geklärt werden. Die Patienten erhielten im Verlauf eine schriftliche Patienteninformation mit Aufklärungsmaterial und einen Einwilligungsbogen (sieh hierzu Anhang 10.2 + 10.3). Eine schriftliche

Einwilligung wurde eingeholt und musste zum Einschluss in die Studie vor OP unterschrieben dem Studienleiter zugehen.

Zur Patientenauswahl siehe auch Abbildung 3.

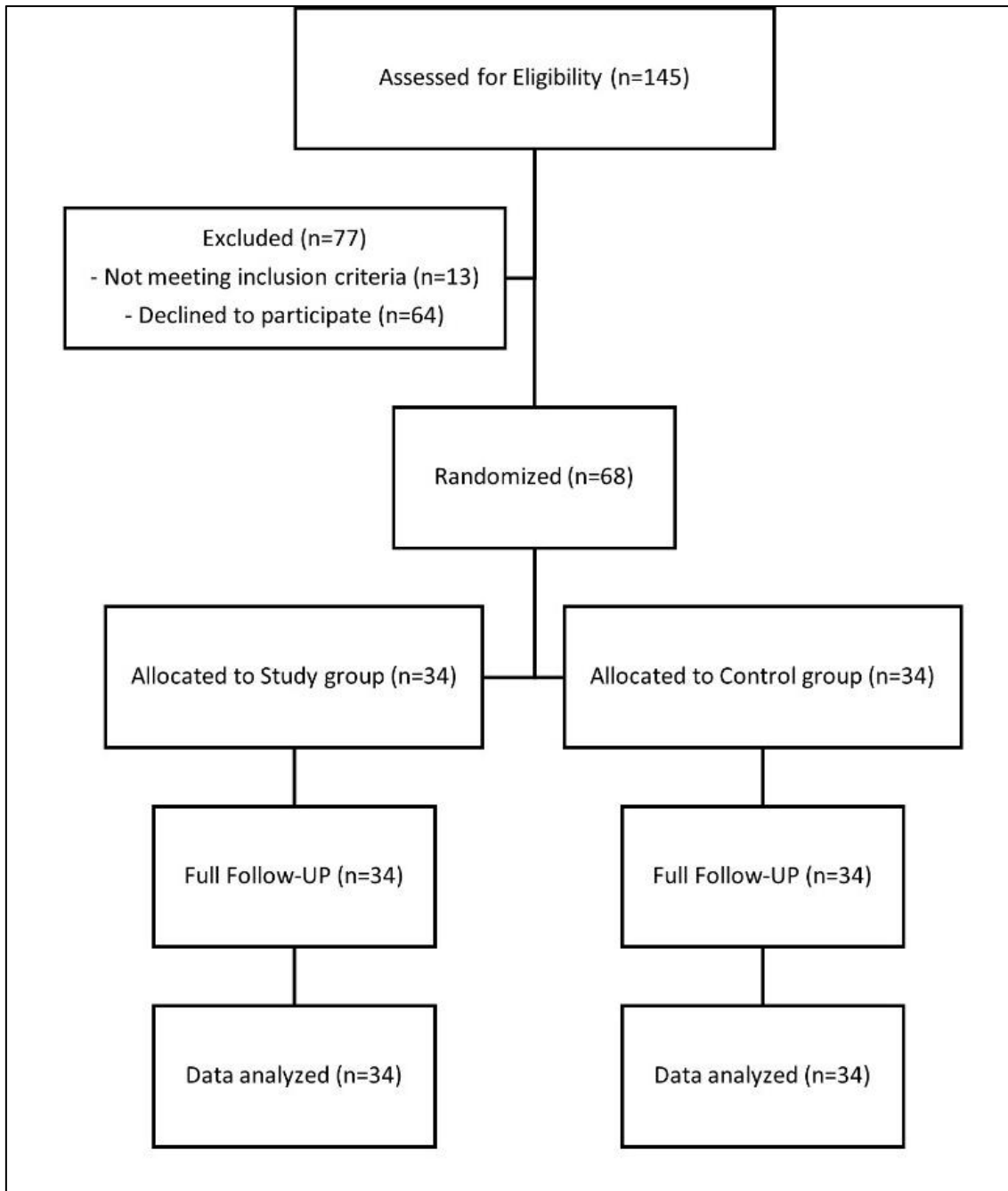


Abbildung 3 – Studienpopulation und Patientenauswahl im Flow-Diagramm (aus Eppel et al., 2023)

2.5 Randomisierung

Die Patienten wurden bereits vor Beginn der Studie informiert, dass sie nach dem Zufallsprinzip in eine der beiden Gruppen zugeteilt würden und entsprechend präoperativ einen zusätzlichen PENG-Block (Studiengruppe) oder einen Sham-Block (Kontrollgruppe) erhalten würden, ohne zuvor oder unmittelbar nach der Operation zu wissen welcher Gruppe sie angehören. Vor Beginn der Studie wurde die Gruppenzugehörigkeit mithilfe eines computergesteuerten Randomisierungstools (permuted block randomization) festgelegt. Anhand der erstellten Randomisierungsliste wurden die Patienten im Zuge der stationären Aufnahme einer der beiden Gruppen zugeteilt. Die Zuteilung erfolgte durch Mitarbeiter, die weder an Patientenrekrutierung noch an einer anderen Stelle führend an der Studie teilgehabt haben. Die Verteilung bei der Randomisierung zwischen den beiden Gruppen erfolgte im Verhältnis 1:1. (Eppel et al., 2023)

2.6 Verblindung

Sowohl Patienten, Operateure als auch postoperativ betreuendes Pflegepersonal verblieben für die Dauer des Projekts verblindet. Lediglich der Studienleiter und der betreuende Anästhesist bzw. Mitarbeiter der Anästhesiepflege der für die Durchführung der entsprechenden PENG-/Sham-Blocks verantwortlich war, wurde im Rahmen der präoperativen Vorbereitungen über die Gruppenzugehörigkeit informiert. Die während des fortlaufenden Aufenthalts durch den Patienten oder das Pflegepersonal erhobenen Daten und Informationen wurden durch eine dritte Person, die mit der unmittelbaren Patientenversorgung nichts zu tun hatte, dokumentiert. (Eppel et al., 2023)

3. Durchführung und Datenerhebung

3.1 Narkose und PENG-Block

Alle Patienten (sowohl aus der Studien- als auch der Kontrollgruppe) erhielten im Rahmen der Operation ein standardisiertes Narkoseverfahren. Die zusätzlichen PENG- und Sham-Blocks wurden durch zwei Anästhesisten mit spezieller Weiterbildung im Bereich der ultraschallgesteuerten Regionalanästhesie im Rahmen der Narkoseeinleitung durchgeführt. (Eppel et al., 2023)

Im Rahmen der Prämedikation erhielten alle Patienten 600 mg Ibuprofen p.o. und 1 – 2 mg Midazolam intravenös zur Anxiolyse. Darauf folgte stets die Positionierung des Patienten in Rückenlage. Zunächst sollte sich der Patient dann im Verlauf identifizieren. Es erfolgte die Überprüfung der OP- und Studieneinwilligung. Im Anschluss wurde die OP-Seite am Patienten markiert. Entsprechend der Erstbeschreiber Giron et al. von 2018 wurde dann der PENG-Block durchgeführt. (Eppel et al., 2023)

Mittels Ultraschall (GE Venue, curved array, C1-5) wird in einer transversalen Ebene die Spina Iliaca Anterior Superior und das Schambein dargestellt, zwischen welchen die Psoassehne ihrer knöchernen Einkerbung aufliegt. Eine systemische Basisanalgesie wird mit einer intravenösen Injektion von 2 µg Fentanyl / kg Körpergewicht (=KG) gewährleistet. Die mehrfach desinfizierte und steril bedeckte Punktionsstelle wird dann mit 5 ml Mepivacain 1% unterspritzt. Im Anschluss wird unter Ultraschallkontrolle und mithilfe einer 22G 80mm Kanüle (Pajunk SonoPlex STIM) die zuvor identifizierte myofasciale Ebene von lateral nach medial angesteuert. Der ideale Injektionsort im Bereich der knöchernen Einkerbung unter der Psoassehne wird ausgemacht. Hier erfolgt dann jeweils unter Sicht die Injektion von 20 ml 0,375% Ropivacain (Studiengruppe) oder 20 ml 0,9% Natriumchlorid (Kontrollgruppe). (Eppel et al., 2023)

Die Abbildung 4 zeigt den Verlauf der Injektionsnadel (entlang der kleinen Pfeile) im linken Bild. Die Injektion erfolgt zwischen Psoassehne und der knöchernen Einkerbung direkt unterhalb. Im rechten Bild sieht man die das aufgetriebene Weichteilgewebe nach Injektion durch das Lokalanästhetikum (=LA). (Girón et al., 2018)

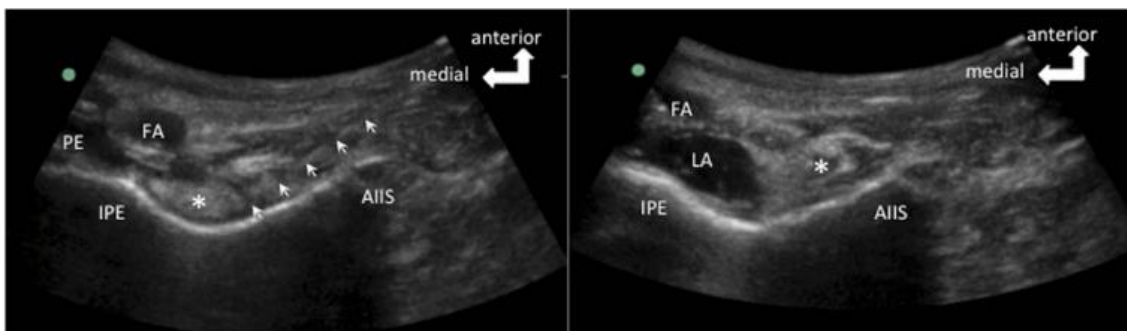


Abbildung 4 - Sonogramme bei Anlage eines PENG-Blocks (aus Girón et al. – mit freundlicher Genehmigung von Philip Peng Educational Series) – PE = m. pectineus, IPE = os pubis, AIIS = spina iliaca anterior superior, FA = a. femoralis, * = Psoassehne

Im Anschluss wurde eine leichte Allgemeinanästhesie angestrebt und aufrechterhalten. Hierzu erfolgte die kontinuierliche Infusion von Propofol (angestrebte Plasmakonzentration zwischen 2 – 3,5 g/ml) und Remifentanyl (initial 0,25 g/kg, später angepasst mit 0,05 bis 2 g/kg/min). Unter zusätzlicher Verabreichung von 0,6 mg/kg Rocuronium wurde die präoperative Lagerung und der Zug am Bein auf dem Extensionstisch erleichtert. Weiterhin wurde bei insuffizienter Blutdrucksenkung zusätzliches, inhalatives Sevofluran verabreicht bis zu einem minimum of alveolar concentration (=MAC) von 1. Außerdem erhielten alle Patienten 2 g Cefazolin, 4 mg Dexamethason und 4 mg Ondansetron. Insgesamt wurde über die Zeitdauer von zwei Stunden zusätzlich ein Liter an intravenösem Volumen (NaC-Lösung 0,9%) infundiert. Nach Bedarf wurde die intravenöse Volumensubstitution um zwei 500 ml NaCl 0,9% Boli ergänzt, sofern es hypotone Blutdruckwerte <100 mmHg systolisch erforderlich gemacht haben. (Eppel et al., 2023)

Allen Studienteilnehmern wurde im Aufwachraum, unabhängig von der Gruppenzugehörigkeit, eine mechanische PCA-Pumpe (patient-controlled analgesia, VYGON PCA-SYSTEM freedom 5, Inhalt: 60 mg Piritramid / 20 ml Lösung, 1 ml Bolus, 3 mg/ml, lock-out time 5 min) angeschlossen und deren Funktion erklärt. Piritramid ist eines der in Europa gängigen Opiate zum akuten Schmerzmanagement und ist ungefähr 0,75-mal so potent wie Morphin. Es wird genutzt um akuten Schmerzzuständen entgegenzuwirken. Zusätzlich erhielten die Patienten im Verlauf der Nachbeobachtung im Aufwachraum und des Weiteren, stationären Aufenthalts zusätzliche Boli falls die Schmerzzustände es erforderlich machten oder ein Schmerzscore auf der NRS kleiner drei angestrebt wurde. Die Patienten beider Gruppen erhielten postoperativ außerdem eine hausintern standardisierte, multimodale, orale Basis-Schmerztherapie. Diese beinhaltete stets Ibuprofen 400 mg 1-1-1, Novaminsulfon 1000 mg 1-1-1 und Paracetamol 1000 mg 1-1-1. (Eppel et al., 2023)

1. präoperativer Standard:

- Ibuprofen 600 mg p.o.
- Midazolam 1-2 mg i.v. (Anxiolyse)
- 2 µg Fentanyl / kg (systemische Basisanalgesie)
- **PENG-/Sham-Block**
- kontinuierliche Remifentanyl- und Propofolinfusion (Narkose)
- Rocuronium 0,6 mg/kg KG (präoperative Lagerung und Traktion der Hüfte)
- Cefazolin 2g i.v.
- Dexamethason 4 mg i.v.
- Ondansetron 4 mg i.v.

2. Durchführung der Operation

3. postoperativer Standard:

- Ibuprofen 400 mg 1-1-1
- PCM 1000 mg 1-1-1
- Novalgin 1000 mg 1-1-1
- PCA-Pumpe (60 mg Piritramid, 3 mg Boli möglich, Lock-out-time 5 Minuten)

Abbildung 5 - Illustration des Prä- und postoperativen Standards mit Einbettung des PENG/Sham-Blocks

3.2 Arthroskopie

Die Durchführung aller Arthroskopien erfolgte in Rückenlage auf dem Extensionstisch und stets durch zwei speziell in diesem Gebiet weitergebildeten und erfahrenen Operateure und Fachärzte (Dr. med. A. Zimmerer und Dr. med. C. Sobau). Hierbei wurden stets zwei bis drei standardisierte Zugangsportale genutzt. Es wurde der Zugang zu sowohl zentralen als auch peripheren Gelenkkompartimenten gewährleistet. Um knöcherne Deformitäten zu therapieren wurden unterschiedliche Methoden der Korrektur angewendet. Im Rahmen des FAI-Syndroms Typ Pincer wurde stets eine knöcherne Korrektur des Acetabulums, im Rahmen des FAI-Syndroms Typ CAM stets eine knöcherne Korrektur des Schenkelhalses und im Rahmen eines kombinierten FAI-Syndroms eine knöcherne Korrektur von Schenkelhals und Acetabulum durchgeführt. Für Verletzungen im Bereich des Labrums wurde jeweils intraoperativ entschieden, ob eine Labrumnaht erfolgen kann. Sofern möglich wurde die Labrumnaht bevorzugt. Wenn letzteres nicht umsetzbar war, wurde das Labrum debridiert und geglättet. Bei allen Patienten gab es eine periportale Kapsulotomie. Im Falle schwerer CAM-Deformitäten wurde die Kapsulotomie auf die gesamte Strecke zwischen beiden Portalen ausgeweitet und die Kapsel wurde zum Abschluss der Operation jeweils wieder genäht. Die Zeit der Traktion des operierten Beins wurde jeweils mit Beginn der Lagerung bzw. der Umsetzung der Extension dokumentiert und endete in der Regel mit dem Abschluss der operativen Arbeiten im medialen bzw. zentralen Kompartiment und nach Lösung der angelegten Traktion. Wie in weiten Teilen Europas typisch schloss sich an alle Operationen ein zweitägiger stationärer Aufenthalt an. (Eppel et al., 2023)

3.3 Erhebung der Daten mittels Fragebogen

Die Daten zu primären und sekundären Endpunkten wurden im postoperativen Verlauf im Aufwachraum und später auf Station stets auf einem einzigen Studienbogen dokumentiert (siehe Anhang 10.1). Die Verantwortung für die Erhebung und Dokumentation der gewünschten Parameter auf dem Bogen

wurde stets durch die entsprechend betreuende Pflegefachkraft im AWR oder auf Station gewährleistet. (Eppel et al., 2023)

3.4 primäre und sekundäre Endpunkte

Die empfundenen Schmerzlevel der einzelnen Patienten wurden als primärer Endpunkt innerhalb der ersten 24 Stunden postoperativ erfasst. Hierzu wurde, beginnend mit der ersten Stunde postoperativ, alle drei Stunden das Schmerzlevel mithilfe der numerischen Rating-Skala (=NRS) abgefragt und dokumentiert. Außerdem wurden der Zeitpunkt der erstmaligen, postoperativen Mobilisation und die Schmerzniveaus vor, während und nach der Mobilisation dokumentiert. Als Mobilisation galt in diesem Zusammenhang das vollständige Aufstehen aus dem Patientenbett und Bewegung unter Zuhilfenahme von Unterarmgehstützen (=UAGs) auf Zimmerebene, meist ins Badezimmer.

Die numerische Ratingskala lässt dabei eine Bewertung der Schmerzen auf einer Skala von 0 – 10 zu, wobei 0 den Pol darstellt an dem gar keine Schmerzen empfunden werden und 10 den Pol darstellt an dem der am schlimmsten vorstellbare Schmerz vorhanden ist. Als sekundärer Endpunkt wurde die Menge der zusätzlich zur Standard-Schmerztherapie, die bei jedem Patienten dieselbe war, verbrauchten Morphinäquivalente dokumentiert. Hierzu wurden das abgerufene Piritramid aus der PCA-Pumpe umgerechnet. Andere zusätzlich abgerufene Schmerzmittel wurden zusätzlich auf dem Fragebogen dokumentiert. Als weitere sekundäre Endpunkte wurden das Auftreten von postoperative nausea und vomiting (=PONV) und das Auftreten von Stürzen innerhalb der ersten 24 Stunden dokumentiert. (Eppel et al., 2023)

4. Datenaufbereitung und statistische Auswertung

Die Stichprobengröße wurde bei der durchgeführten Studie so gewählt, dass mit einer Power von 0,80 ($1-\beta$) zu rechnen war um einen 2-Punkte-Unterschied im Rahmen der erhobenen NRS-Scores statistisch nachweisen zu können bei einem zweiseitigen Signifikanzniveau von 5%. 31 Patienten wurden pro Gruppe benötigt. In der Annahme eines Ausfalls von 10 % wurden eine schlussendliche Gruppengröße von 34 Patienten festgelegt mit einer Gesamtstudienteilnehmerzahl von 68 Patienten. Die G-Power Software (Version 3.1.9.4) wurde genutzt um die Stichprobengröße zu errechnen.

Zwischen den beiden Gruppen wurden unterschiedliche Daten, wie Alter, Geschlecht, Body-Mass-Index (=BMI), Ausgangs-Schmerzscore (Angabe mit NRS), OP-Art, Traktionszeit und OP-Dauer miteinander verglichen unter Nutzung deskriptiver Statistik.

Chi-Quadrat-Tests und der exakte Fisher-Test wurden genutzt um diese kategorischen Variablen zu vergleichen. Für die kontinuierlichen Variablen wurden die Vergleiche mithilfe des zweiseitigen T-Tests (bei normalverteilten Daten) und des Wilcoxon-Tests (nicht-normalverteilte Daten) durchgeführt.

Ein p-Wert von 0,05 wurde bei der Analyse aller primärer und sekundärer Endpunktdaten zu Grunde gelegt um eine statistische Signifikanz nachzuweisen. Für die statistische Auswertung wurde die Statistiksoftware Xlstat (ADDINSOFT, Paris, France) verwendet. (Eppel et al., 2023)

5. Ergebnisse

In einem Zeitraum von Mai 2022 bis Oktober 2022 wurden 68 Patienten in die Studie eingeschlossen. Die gesamten Datensätze der eingeschlossenen Patienten aus beiden Gruppen konnten verwertet bzw. ausgewertet werden (PENG-Gruppe – n = 34, und Kontrollgruppe – n = 34). Siehe hierzu auch Abbildung 3.

5.1 Basisdaten

Bezüglich der Basisdaten ergaben sich keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen. Dies gilt für die demographischen Angaben wie Alter und Geschlecht, als auch Body-Mass-Index (=BMI) und ASA-Scores. Beide Gruppen waren mit 34 eingeschlossenen Patienten gleich groß. Unter den Patienten der Studiengruppe waren 22 männliche und 11 weibliche Patienten zu finden die im Altersdurchschnitt 30,9 ($\pm 6,4$) Jahre waren und einen mittleren BMI von 24,9 ($\pm 2,2$) kg/m² hatten. In der Kontrollgruppe lag eine ähnliche Geschlechterverteilung vor mit männlich : weiblich = 23 : 11 Patienten, einem Altersdurchschnitt von 30,1 ($\pm 6,8$) Jahren und einem mittleren BMI von 24,1 ($\pm 2,5$) kg/m².

Weiterhin ergaben sich bezüglich der OP-bezogenen Basisdaten keine statistisch signifikanten Unterschiede. Hierzu gehören die OP-Seite, die OP-Art bzw. die durchgeführten Prozeduren, die OP Dauer und die mittlere Traktionszeit. Es fanden sich in beiden Gruppen lediglich Patienten mit ASA-Scores 1 oder 2. In der Studiengruppe gab es 24 Patienten mit ASA Score 1 und 10 Patienten mit ASA Score 2. In der Kontrollgruppe gab es 25 Patienten mit ASA Score 1 und 9 Patienten mit ASA Score 2. Auch die mittlere Traktionszeit innerhalb der Operation war vergleichbar hoch mit 36,7 ($\pm 4,2$) Minuten innerhalb der Studiengruppe bei einer Gesamt-OP-Dauer von 54,7 ($\pm 7,6$) Minuten und einer mittleren Traktionszeit von 37,6 ($\pm 4,2$) Minuten innerhalb der Kontrollgruppe bei einer Gesamt-OP-Dauer von 55,9 ($\pm 8,0$) Minuten.

Auch inhaltliche Aspekte der einzelnen OPs zeigten sich nicht signifikant unterschiedlich zwischen den beiden Gruppen. Innerhalb der Studiengruppe wurden knöcherne Korrekturen am Femur 29 mal und am Acetabulum 25 mal durchgeführt. Bei der Kontrollgruppe waren es femoral 28 und am Acetabulum 6 knöcherne Korrekturen. Weiterhin ergaben sich für das Labrumdebridement ein Verhältnis von 5 zu 6 durchgeführten Prozeduren (Studiengruppe : Kontrollgruppe) und für die Labrumrefixation ein Verhältnis von 29 : 28. In Der Studiengruppe gab es weiterhin 7 und in der Kontrollgruppe 8 Fälle in denen eine Knorpelglättung durchgeführt wurde. Vergleiche hierzu auch Tabelle 1. (Eppel et al., 2023)

Tabelle 1 – Patientenbezogene-, demographische- und Basisdaten (aus Eppel et al., 2023)

Variable	Study Group	Control Group	P-Value
No. of patients	34	34	n.a.
Laterality, n (%)			
Right	20	21	0.814
Left	14	13	
Gender, n (%)			
Male	22 (68)	23 (71)	0.798
Female	11 (32)	11 (28)	
Age, years	30.9 ± 6.4 (20 – 45)	30.1 ± 6.8 (18 – 39)	0.762
Body mass index, kg/m ²	24.9 ± 2.2 (19.5 – 28.6)	24.1 ± 2.5 (17.5 – 30.9)	0.141
ASA Score, n (%)			
1	24 (71)	25 (74)	0.790
2	10 (29)	9 (26)	
Mean Traction Time, minutes	36.7 ± 4.2 (25 – 42)	37.6 ± 4.2 (27 – 41)	0.275
Mean Procedure Time, minutes	54.7 ± 7.6 (32 – 63)	55.9 ± 8.0 (30 – 64)	0.374
Procedures performed n (%)			
Femoroplasty	29 (85)	30 (88)	0.235
Acetabuloplasty	25 (74)	24 (71)	0.287
Labral Debridement	5 (15)	6 (18)	0.293
Labral Repair	29 (85)	28 (82)	0.273
Chondroplasty	7 (21)	8 (24)	0.3320
Values are shown as n (%) or means ± Standard Deviation (range). ASA, American Society of Anesthesiologists; N.A. = not applicable.			

5.2 primäre Endpunkte

Bezüglich des primären Endpunktes, den postoperativen Schmerzen, die als Punktwerte auf der NRS zwischen 0 und 10 erfasst wurden, ergaben sich zwischen den beiden Gruppen teilweise signifikante Unterschiede.

Die präoperativen Ausgangswerte beider Gruppen zeigten keinen signifikanten Unterschied. Diese lagen bei beiden Patientengruppen höher als zu jedem anderen erfassten Zeitpunkt postoperativ. Für die Studiengruppe konnte hierbei ein mittlerer NRS-Ausgangswert von $4,5 \pm 1,8$ und für die Kontrollgruppe ein Wert von $4,6 \pm 2,3$ dokumentiert werden.

Im zeitlichen Verlauf des dokumentierten 24-hZeitraums zeigten sich bereits in der ersten Stunde postoperativ in der Studiengruppe ein NRS-Wert von $3,4 \pm 1,6$ und in der Kontrollgruppe ein Wert von $3,6 \pm 1,7$. Diese Tendenz leicht erniedrigter Werte bleibt der Studiengruppe gegenüber der Kontrollgruppe kontinuierlich erhalten, jedoch zunächst ohne statistische Signifikanz. In beiden Gruppen konnte ein kontinuierlicher Abfall des Schmerzniveaus, zeitweise auch eine Stagnation der Werte zwischen zwei Messzeitpunkten beobachtet werden. Zur fünfzehnten Stunde zeigte sich die Studiengruppe mit einer mittleren NRS von $1,9 \pm 1,1$ gegenüber der Kontrollgruppe mit einer NRS von $2,4 \pm 1,4$ weiterhin bereits mit einem niedrigeren Schmerzniveau. Die Differenzen zwischen den Gruppen wurden im zeitlichen Verlauf stets größer und deren statistische Signifikanz kommt nach der fünfzehnten postoperativen Stunde zustande und bleibt fortbestehen bis zum Ende des untersuchten Zeitraums von insgesamt 24 Stunden postoperativ.

So zeigt sich nach achtzehn Stunden postoperativ erstmalig eine signifikante Differenz mit einem NRS-Wert von $1,6 \pm 1,0$ vs. $2,5 \pm 1,5$ (Studiengruppe vs. Kontrollgruppe) bei einem p-Wert von 0,032. Nach einundzwanzig Stunden zeigte die Studiengruppe eine mittlere NRS von $1,5 \pm 0,8$ und die Kontrollgruppe von $2,4 \pm 1,4$. Auch diese Gruppendifferenz war mit $p = 0,014$ statistisch signifikant. Die größte Differenz zwischen den beiden Gruppen zeigte sich vierundzwanzig Stunden postoperativ. Die Studiengruppe zeigte hier

mittlere NRS Werte von $1,3 \pm 0,9$. Diese lagen weiterhin statistisch signifikant niedriger als die mittleren NRS-Werte der Kontrollgruppe mit $2,4 \pm 1,6$ bei einem p-Wert = 0,009.

Somit konnte über den Zeitraum der ersten 15 Stunden nach OP-Ende ein Unterschied zwischen den mittleren NRS-Werten der beiden Gruppen von 0,2 – 0,6 zugunsten des niedrigeren Schmerzniveaus der Studiengruppe dokumentiert werden. Dies jedoch ohne statistische Signifikanz. Ab 18 Stunden bis 24 Stunden nach OP-Ende zeigten sich die Unterschiede weiterhin zugunsten der niedrigeren Schmerzniveaus der Studiengruppe mit Unterschieden auf der NRS von 0,9 bis zuletzt 1,1 und mit statistischer Signifikanz.

Vergleiche hierzu auch Tabelle 2. (Eppel et al., 2023)

Zur Veranschaulichung und besseren graphischen Darstellung der Ergebnisse siehe auch Abbildung 6.

Tabelle 2 - Schmerzskala-Angaben innerhalb der ersten 24 Stunden postoperativ (aus Eppel et al., 2023)

VAS	Study Group	Control Group	P-Value
Preoperative	4.5 ± 1.8 (4 – 8)	4.6 ± 2.3 (4 – 7)	0.855
1 hour postoperative	3.4 ± 1.6 (0 – 6)	3.6 ± 1.7 (1 – 8)	0.861
3 hours postoperative	2.9 ± 1.4 (0 – 6)	3.1 ± 1.5 (1 – 7)	0.939
6 hours postoperative	2.4 ± 1.3 (1 – 5)	2.7 ± 1.3 (1 – 7)	0.751
9 hours postoperative	2.3 ± 1.2 (0 – 5)	2.6 ± 1.3 (0 – 6)	0.684
12 hours postoperative	2.0 ± 1.2 (0 – 5)	2.6 ± 1.6 (1 – 7)	0.240
15 hours postoperative	1.9 ± 1.1 (0 – 5)	2.4 ± 1.4 (1 – 6)	0.190
18 hours postoperative	1.6 ± 1.0 (0 – 4)	2.5 ± 1.5 (0 – 6)	0.032
21 hours postoperative	1.5 ± 0.8 (0 – 3)	2.4 ± 1.4 (0 – 5)	0.014
24 hours postoperative	1.3 ± 0.9 (0 – 3)	2.4 ± 1.6 (0 – 5)	0.009

Values are shown as means ± Standard Deviation (range). VAS, visual analogue score.

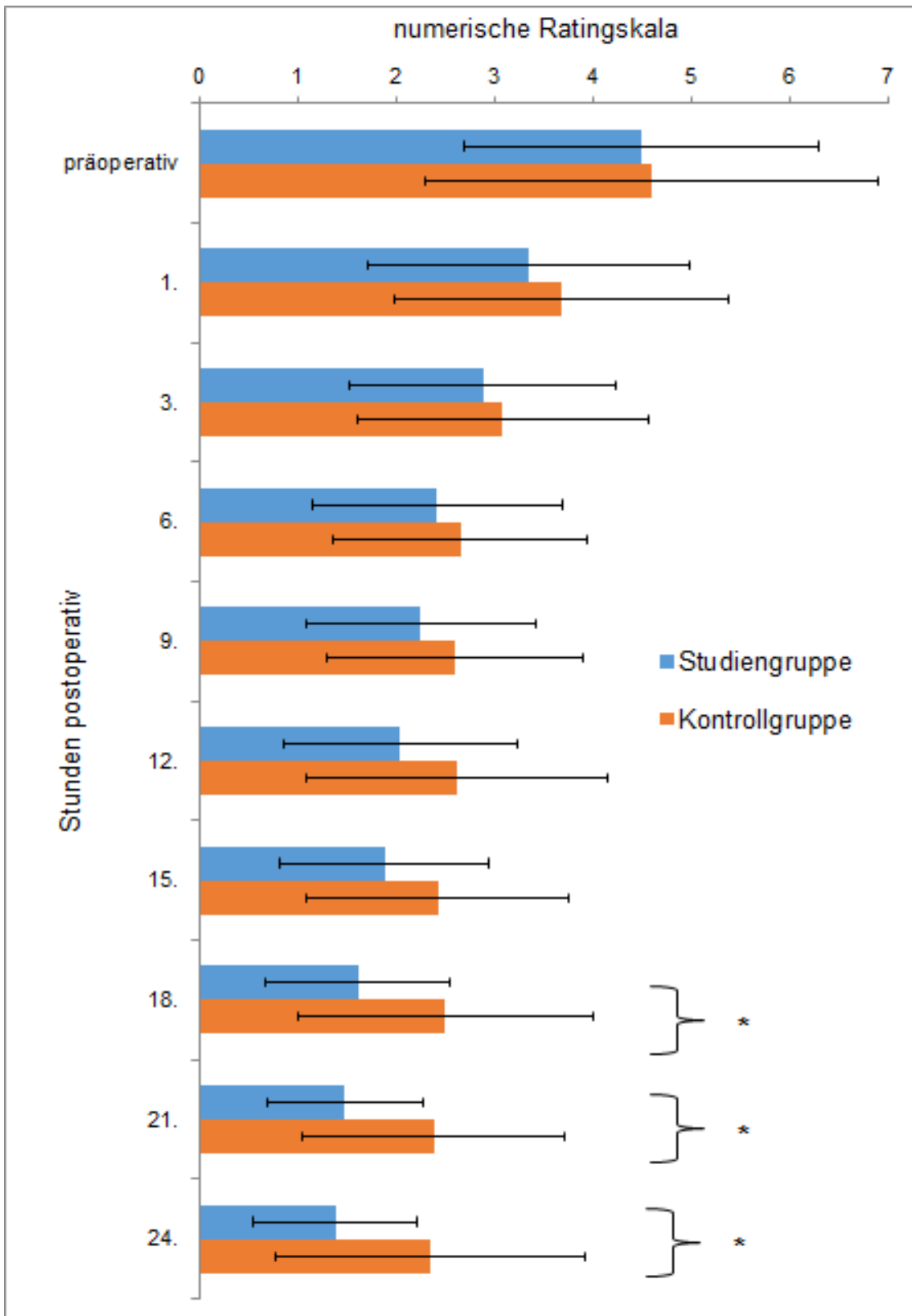


Abbildung 6 - Schmerzskala-Angaben innerhalb der ersten 24 Stunden postoperativ (nach Eppel et al., 2023) – Mittelwerte mit Standardabweichung, * = signifikante Differenzen mit $p < 0,05$

Neben den intervallorientierten Abfragen der Schmerzniveaus wurden weiterhin der Zeitpunkt der Erstmobilisation dokumentiert und die Schmerzniveaus auf der NRS um diesen Zeitpunkt herum aufgezeichnet. Hierbei konnten weitere signifikante Unterschiede zwischen den beiden Untersuchungsgruppen nachgewiesen werden.

Bezüglich des Zeitpunkts der Erstmobilisation nach OP-Ende ergab sich zwischen den beiden Gruppen kein signifikanter Unterschied. So wurde die Kontrollgruppe im Mittel nach 9,9 Stunden postoperativ zum ersten Mal mobilisiert. Die Studiengruppe wurde im Mittel nach einem ähnlichen Zeitraum, nach 9,7 Stunden postoperativ, zum ersten Mal mobilisiert. Der minimale Unterschied zwischen den beiden Gruppen zeigte sich nicht statistisch signifikant.

Bezüglich der Schmerzen im Zusammenhang mit der Erstmobilisation zeigten sich zwischen den Gruppen signifikante Unterschiede. Die Schmerzangaben lagen vor der Erstmobilisation wie schon nach den intervallorientierten Angaben (nach der zehnten postoperativen Stunde) anzunehmen keinen statistisch signifikanten Unterschied. Die Kontrollgruppe gab hier im Mittel jedoch mit NRS $2,6 \pm 1,3$ bereits höhere Werte an als die Studiengruppe mit NRS $2,0 \pm 1,0$.

Während der Erstmobilisation auf Zimmerebene, also unter der erstmaligen, postoperativen Belastung des Hüftgelenks durch das eigene Körpergewicht, zeigten sich die ersten signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen. Die Studiengruppe lag hierbei mit NRS $2,7 \pm 1,2$ deutlich unter den Werten der Kontrollgruppe mit NRS $3,9 \pm 1,5$ mit statistischer Signifikanz und einem p-Wert $< 0,001$.

Dasselbe Phänomen ließ sich nach der Rückkehr zur Ruhe beobachten. Hier zeigte sich im Mittel die Studiengruppe mit NRS $2,3 \pm 1,2$ im Vergleich zur Kontrollgruppe mit NRS $3,4 \pm 1,7$. Auch der Unterschied der zuletzt genannten Werte zwischen den Gruppen zeigte sich statistisch signifikant mit einem p-Wert $< 0,001$. (Eppel et al., 2023)

Zur Veranschaulichung der Daten rund um die Erstmobilisation vergleiche auch Tab. 3 und Abb. 7. (Eppel et al., 2023)

Tabelle 3 - Schmerzskala-Angaben relativ zur Erstmobilisation (nach Eppel et al., 2023)

NRS	Study Group	Control Group	P-Value
before initial mobilisation	2.0 ± 1.0 (0 – 4)	2.6 ± 1.3 (1 – 7)	0.032
during initial mobilisation	2.7 ± 1.2 (1 – 5)	3.9 ± 1.5 (1 – 8)	< 0.001
after initial mobilisation	2.3 ± 1.2 (0 – 6)	3.4 ± 1.7 (1 – 7.5)	< 0.001

Values are shown as means ± Standard Deviation (range). NRS, numeric rating scale

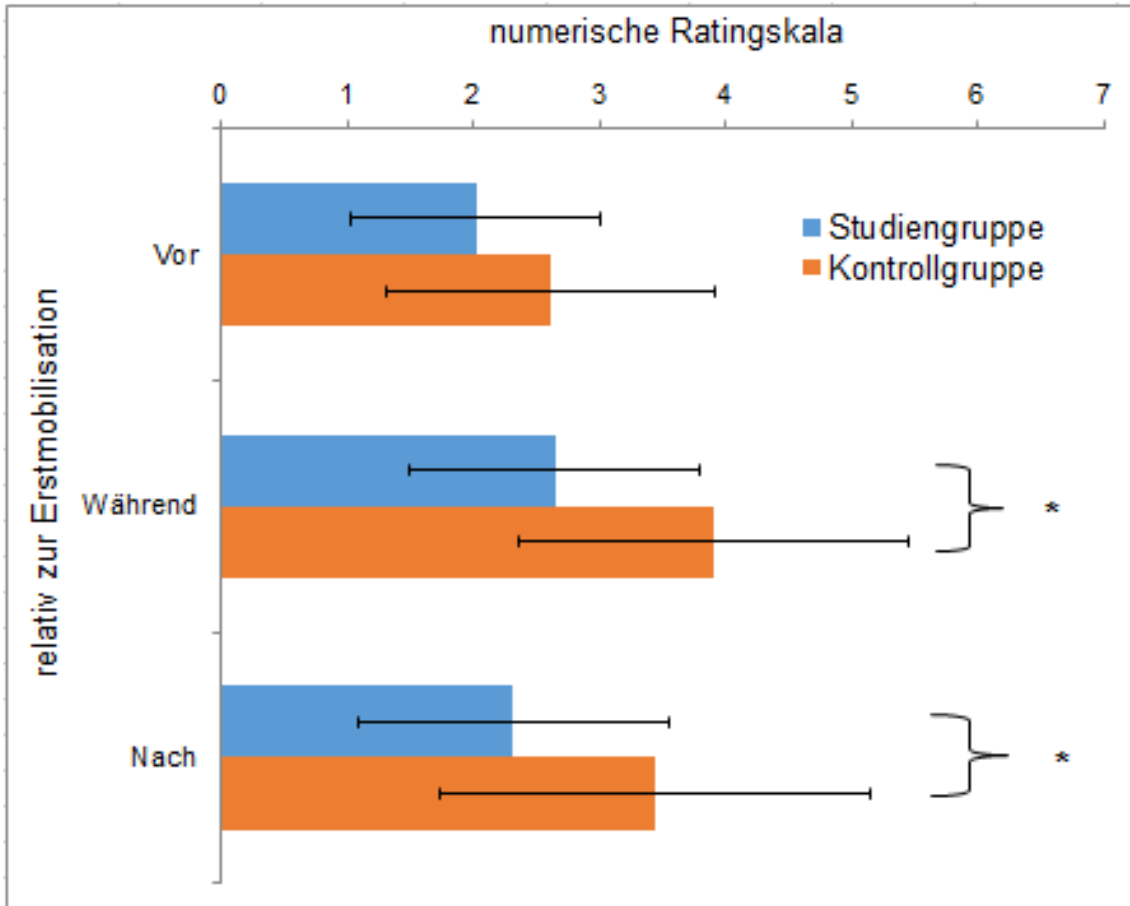


Abbildung 7 - Schmerzskala-Angaben relativ zur Erstmobilisation (nach Eppel et al., 2023) – Mittelwerte mit Standardabweichung, * = signifikante Differenzen mit $p < 0,001$

5.3 sekundäre Endpunkte

Bezüglich der sekundären Endpunkte des zusätzlichen Morphinverbrauchs und der perioperativen- und morphinbedingten Nebeneffekte, wie das Auftreten von postoperative nausea und vomiting (=PONV) ergaben sich zu keinem Zeitpunkt signifikante Unterschiede zwischen den beiden Gruppen. Die Studiengruppe fragte demnach zusätzlich zur Basisanalgesie $3,5 \pm 1,7$ mg Gesamt-Morphin-Äquivalent ab gegenüber der Kontrollgruppe mit $3,6 \pm 1,8$ mg.

Insgesamt zeigten sich nur ein Fall von PONV in der Studiengruppe und nur zwei Fälle in der Kontrollgruppe.

Siehe hierzu auch Tabelle 4. (Eppel et al., 2023)

Tabelle 4 - Morphin-Verbrauch und Nebenwirkungen (aus Eppel et al., 2023)

Variable	Study Group	Control Group	P-Value
Total morphine equivalent use in 24 hours, mg	3.5 ± 1.7 (0 – 10)	3.6 ± 1.8 (0 – 10)	0.876
PONV present, n (%)	1 (3)	2 (6)	0.542

Values are shown as n (%) or means ± Standard Deviation (range). PONV, post-operative nausea and vomiting.

Bezüglich des weiteren Endpunktes der zusätzlichen regionalanästhesiebedingten Komplikationen wurden keine Unterschiede zwischen den Gruppen festgestellt. Diese sind nicht tabellarisch aufgeführt, da es im Rahmen der stationären Verläufe bei keinem der Patienten zu muskulären Defiziten, Stürzen in diesem Rahmen oder zu injektionsbedingten Hämatomen kam. (Eppel et al., 2023)

6. Diskussion

Unsere Studie bestätigt unsere aufgestellten Hypothesen teilweise, indem wir nachweisen konnten, dass der PENG-Block einen signifikanten Beitrag zur Reduktion der postoperativen Schmerzen nach Hüftarthroskopien zur Therapie eines FAI-Syndroms leisten konnte. Bezüglich der in dieser Arbeit angenommenen Hypothesen bedeutet das:

Hypothese 1:

Die Anwendung des PENG-Blocks im Rahmen der Narkosevorbereitung zur Hüft-Arthroskopie bei Patienten mit FAI-Syndrom hat Einfluss auf die postoperativen Schmerzniveaus innerhalb der ersten 24 Stunden nach OP.

Unsere Alternativhypothese H_{1_1} kann somit eingeschränkt angenommen werden: Durch die Anwendung des PENG-Blocks kann das postoperative Schmerzniveau innerhalb der ersten 24 Stunden signifikant gesenkt werden. Hierbei muss ergänzt werden, dass die statistische Signifikanz erst ab der achtzehnten postoperativen Stunde zu beobachten ist, wenngleich die Tendenz zu leicht niedrigeren Werten bereits mit der ersten postoperativen Stunde auffällt und sich auch durch den gesamten Beobachtungszeitraum so entwickelt. Weiterhin sollte ergänzt werden, dass im Zeitraum während und nach der Erstmobilisation, unabhängig von der Zeit nach OP-Ende, statistisch signifikante Unterschiede bezüglich den Schmerzniveaus zwischen beiden Gruppen aufgezeigt werden konnten, ebenfalls zugunsten der Studiengruppe, wie in unserer H_{1_1} angenommen.

Hypothese 2:

Die Anwendung des PENG-Blocks im Rahmen der Narkosevorbereitung zur Hüft-Arthroskopie bei Patienten mit FAI-Syndrom hat Einfluss auf die postoperativ auftretende Sturzhäufigkeit innerhalb der ersten 24 Stunden nach OP.

Hinsichtlich dieser Aussage muss unsere Nullhypothese H_{2_0} angenommen werden: Durch die Anwendung des PENG-Blocks kommt es zu keinem

Unterschied hinsichtlich der Sturzhäufigkeit innerhalb der ersten 24 Stunden postoperativ. Möglicherweise stellt die Stichprobe bezüglich dieser Komplikation keine ausreichende Größe dar um abschließend beurteilen zu können, ob es bezüglich der postoperativen Sturzereignisse Unterschiede geben könnte, da diese Komplikation insgesamt deutlich seltener vorkommt, als z.B. das Auftreten von postoperativen Schmerzen.

Hypothese 3:

Die Anwendung des PENG-Blocks im Rahmen der Narkosevorbereitung zur Hüft-Arthroskopie bei Patienten mit FAI-Syndrom hat Einfluss auf den postoperativen Bedarf an zusätzlichen Schmerzmitteln innerhalb der ersten 24 Stunden nach OP.

Auch bezüglich unserer dritten Hypothesenbildung muss die Nullhypothese H_{3_0} angenommen werden: Durch die Anwendung des PENG-Blocks kommt es zu keinem Unterschied hinsichtlich der zusätzlich eingeforderten Schmerzmittel bzw. dem zusätzlichen Verbrauch an opiathaltigen Schmerzmitteln innerhalb der ersten 24 Stunden postoperativ.

Hypothese 4:

Die Anwendung des PENG-Blocks im Rahmen der Narkosevorbereitung zur Hüft-Arthroskopie bei Patienten mit FAI-Syndrom hat Einfluss auf das Auftreten von postoperativer Übelkeit und Erbrechen (=PONV) innerhalb der ersten 24 Stunden nach OP.

Auch hier muss die Nullhypothese H_{4_0} angenommen werden: Durch die Anwendung des PENG-Blocks kommt es zu keinem Unterschied hinsichtlich des Auftretens von PONV innerhalb der ersten 24 Stunden postoperativ. Insgesamt zeigte sich die Rate an PONV als postoperative Komplikation in beiden Gruppen sehr niedrig und vergleichbar. Angelehnt an die Hypothese drei bzw. die Annahme der H_{3_0} kann der niedrige Opiatverbrauch in beiden Gruppen auch ein zusätzlicher Indikator für das wenige Auftreten eines PONV sein, da letzteres häufig mit hohen intra- und postoperativen Opiatgaben

assoziiert ist. Klinische Studien konnten zeigen, dass das Auftreten von PONV primär mit der Nutzung inhalativer Anästhetika und Opiatanalgesie assoziiert sind. (Apfel et al., 2012)

Das FAI-Syndrom wurde in den vergangenen zehn Jahren immer häufiger diagnostiziert und wird in der Wissenschaft als ein prä-osteoarthrotischer Zustand angenommen. (Beck et al., 2005)

Die initiale Wahrnehmung peri- und postoperativer Schmerzen ist als einer der wichtigsten Faktoren für das kurzfristige postoperative Ergebnis und viel wichtiger noch, für die Patientenzufriedenheit verantwortlich. (Mistry et al., 2016) Entsprechend ist die Relevanz von adäquatem Schmerzmanagement weiterhin einer der wichtigsten Bausteine für die Entwicklung des perioperativen Prozederes.

Obwohl die arthroskopische Therapie des FAI-Syndroms bereits seit mehr als zwanzig Jahren angewandt wird, gibt es bis dato keine generelle Übereinstimmung was das postoperative Schmerzmanagement angeht. Trotzdem gab es in der Vergangenheit zahlreiche schmerztherapeutische Protokolle und Versuche diese als Standard zu etablieren. (LaPorte et al., 2019) Viele der Studien, die sich mit der Thematik beschäftigen, haben gemeinsam, dass ein multimodaler Ansatz, mit einer Kombination aus Schmerzmittelimplementierung und regionalen Anästhesieverfahren, in einer verbesserten Schmerzkontrolle resultieren, insbesondere im Rahmen eines kurzfristigen Follow-Up. (LaPorte et al., 2019)

Regionale Anästhesieverfahren sind Techniken die typischer Weise zusammen mit oraler Schmerzmittelgabe angewandt werden. Die Forschung der jüngeren Zeit hat sich viel mit dem Fascia Iliaca Block (=FIB) und dessen Effekt auf die postoperative Schmerzentwicklung nach Hüftarthroskopien beschäftigt. In mehreren Arbeiten konnte jedoch gezeigt werden, dass der FIB keinen relevanten Vorteil gegenüber anderen schmerztherapeutischen Maßnahmen hat. (Smith et al., 2021)

Glomset et al. konnten diese Annahme betätigen und fanden zwischen ihren beiden Studiengruppen, jeweils einmal mit FIB (Studiengruppe) und einmal mit intraartikulärer Injektion (Vergleichsgruppe) keine signifikanten Unterschiede bezüglich postoperativer Schmerzen, Verbrauch von Schmerz- und Narkosemitteln und dem Auftreten von PONV. Weiterhin wurden hier keine assoziierten Komplikationen festgestellt. (Glomset et al., 2020)

Auch die Arbeitsgruppe um Behrends et al. konnte die vermutete, fehlende Verbesserung der Schmerzsituation ihrer Patienten nach FIB im Vergleich zu Placebogabe bestätigen. Weiterhin zeigten sich hier ebenfalls fehlende Unterschiede bezüglich des postoperativen Opiatverbrauchs und es konnten zusätzlich eine blockassoziierte Schwächung der Quadrizepsmuskulatur gesehen werden, was in der Studiengruppe zu insgesamt vier Stürzen führte. Die Kontrollgruppe erfuhr hingegen nur eine sturzbedingte Komplikation. (Behrends et al., 2018)

Im Rahmen dieser Erkenntnisse sollte der FIB nicht als Standardtherapie zur Gestaltung des Schmerzmanagements nach Hüftarthroskopen eingesetzt werden. (Smith et al., 2021)

Im Gegensatz hierzu konnte im Rahmen regionalen, lumbalen Plexusanästhesie (LPB) und des n. femoralis Blocks (FNB) in mehreren Studien eine signifikante postoperative Schmerzreduktion nach Hüftarthroskopen erreicht werden.

So fanden YaDeau et al. eine gute Wirksamkeit des LPB bezüglich der Schmerzreduktion im unmittelbaren postoperativen Verlauf, mussten jedoch auch einige Komplikationen in Kauf nehmen. Zu diesen gehörten Fälle von assoziierten Stürzen und epiduraler Verteilung des Lokalanästhetikums mit Auftreten eines Harnverhalts. (YaDeau et al., 2012)

Auch Schroeder et al. konnten die Wirksamkeit des präoperativen LPB bezüglich der Schmerzreduktion bestätigen. Hier fiel insbesondere die Verlängerung des stationären Aufenthalts bei Patienten mit LPB im Vergleich zur Kontrollgruppe auf. (Schroeder, Donnelly, Anderson, Ford & Keene, 2013)

In ihrem systematischen Review von 2018 fanden Shin et al. sowohl für den LPB als auch für den FNB signifikante Besserung der postoperativen Schmerzen nach Hüftarthroskopien, jedoch waren beide Verfahren in den gesehenen Studien mit Stürzen assoziiert. (Shin et al., 2018)

Im Gegensatz zu den vorgefundenen Ergebnissen bezüglich FNB und LPB fanden wir in der durchgeführten Studie keine Komplikationen im Sinne von assoziierten, postoperativen Stürzen. Dies bestätigen auch die jüngsten Daten bzw. Studien von Amato et al. und Yusupov et al..

Bei der Anwendung des präoperativen PENG-Blocks scheint also nach aktuellem Stand der Wissenschaft, im Vergleich zu anderen schmerztherapeutischen Verfahren bzw. Regionalanästhesieverfahren, der Vorfall von Komplikationen, insbesondere von assoziierten Stürzen, keine Relevanz zu haben. (Eppel et al., 2023)

Alternative Methoden zur postoperativen Schmerzlinderung sind in diesem Zusammenhang auch die perioperativen, intraartikulären Injektionen. Diese Injektionen mit Lokalanästhetika haben in unterschiedlichen Studien ihre Wirksamkeit bezüglich postoperativer Schmerzhemmung nach Hüftarthroskopien gezeigt und sind mit diesem Effekt vergleichbar mit der Schmerzreduktion nach FNB. (Eppel et al., 2023)

Childs et al. zeigten in ihrer Studie eine gute Schmerzreduktion durch FNB und durch intraartikuläre Injektionen, wobei im direkten Vergleich der FNB eine signifikant bessere, postoperative Schmerzlinderung erbrachte. Bezüglich der Komplikationen, insbesondere Stürzen und peripheren Nervenschäden zeigte jedoch die intraartikuläre Injektion deutlich bessere Ergebnisse, jeweils mit statistischer Signifikanz. (Childs et al., 2017)

In der Studie von Baker et al. konnte im Vergleich zwischen intraartikulären Injektionen vs. portaler Infiltration ein reduzierter Schmerzmittelverbrauch bei den Patienten mit intraartikulären Injektionen gesehen werden. Jedoch gab es keine signifikanten Differenzen bei der Angabe der postoperativen Schmerzscores. (Baker et al., 2011)

Weiterhin konnte in mehreren Studien gezeigt werden, dass die intraartikulären Injektionen mit gängigen Lokalanästhetika einen chondrotoxischen Effekt haben können und entsprechend unter vorsichtiger Abwägung eingesetzt werden sollten. (Kreuz, Steinwachs & Angele, 2018)

In Zusammenschau der gesehenen Studienergebnisse und des aktuellen Stands der Wissenschaft bezüglich des postoperativen Schmerzmanagements nach Hüftarthroskopien stellt der PENG-Block eine neuartige Technik der peripheren Nervenblockaden oder Regionalanästhesieverfahren dar, dessen Wirksamkeit und Anwendung seit seiner Erstbeschreibung in 2018, insbesondere im Rahmen von unterschiedlichen Operationsindikationen im Bereich der Hüfte, zuletzt durch viele Studien untersucht wurde. Insgesamt stellt in diesem Rahmen der PENG-Block eine sichere und erfolgreiche Methode bezüglich deren Anwendung dar. (Del Buono et al., 2021; Girón-Arango et al., 2018; Morrison et al., 2021; Pascarella et al., 2021; Zheng et al., 2022)

Trotz der wissenschaftlichen Bemühungen um die weitere Erforschung des PENG-Blocks, sind zuletzt nur wenige Studien bekannt, die dessen Einfluss im Rahmen von Hüftarthroskopien untersuchen. Die vor kurzer Zeit von Amato et al. publizierte Studie zu diesem Thema konnte entgegen der Annahmen der aktuell von uns durchgeführten Studie keinen vorteilhaften Einfluss des PENG-Blocks auf die postoperative Schmerzlinderung finden. (Amato et al., 2022)

Im Vergleich zu unserer Studie wurden die postoperativen Schmerzen im Wesentlichen nur im unmittelbaren Zeitraum nach Erwachen aus der allgemeinen Narkose untersucht und danach erst im Verlauf von 24 und 48 Stunden bzw. nach einer Woche. Das liegt primär am ambulanten Setting, in dessen Rahmen die Studie bzw. die Operation durchgeführt wurde. (Amato et al., 2022)

Im unmittelbaren Vergleich mit unseren Studienergebnissen, kann also der vorteilhafte Effekt des PENG-Blocks auf die Schmerzlinderung, der in den analysierten Daten zwar von Anfang an vorliegt, jedoch erst nach einem

Zeitraum von 15 Stunden postoperativ signifikant wird, im Studiensetting von Amato et al. nicht abgebildet werden. (Eppel et al., 2023)

Im Gegensatz zu den Ergebnissen und schlussgefolgerten Annahmen von Amato et al. zeigen die Ergebnisse von Yusupov et al. im Rahmen ihrer retrospektiven Studie, dass der PENG-Block eine gute Wirksamkeit zur Kontrolle der postoperativen Schmerzen nach erfolgter Hüftarthroskopie hat. (Yusupov et al., 2022) Die Ergebnisse unserer Studie können die Aussagen von Yusupov diesbezüglich unterstützen.

Im Rahmen unserer Studie konnte nachgewiesen werden, dass ein präoperativer PENG-Block im Rahmen einer Hüftarthroskopie zur Behandlung eines primären FAI-Syndroms signifikant bessere, postoperative Schmerzlinderung ab der achtzehnten postoperativen Stunde bringt im Vergleich zur Kontrollgruppe. Trotz der gesehenen Ergebnisse, können wir nicht erklären wie die zeitverzögerte Signifikanz dieses Effekts zustande kommt, wobei davon auszugehen wäre, dass der Effekt bei zeitlich geringerem Abstand zur Anlage des Blocks größer sein müsste als im weiteren zeitlichen Verlauf. Dennoch zeigt sich durchweg eine niedrigere Tendenz der angegebenen Schmerzskala-Werte mit Beginn der postoperativen Phase, was die Anwendung des PENG-Blocks im genannten Setting unterstützt. Eine weitere mögliche Erklärung für das verzögerte Auftreten des schmerzlindernden Effekts, könnte der Zeitpunkt der Erstmobilisation sein. Den Beobachtungen der Ergebnisse nach zu urteilen, kann von einem vermehrten Auftreten der Schmerzen nach Erstmobilisation ausgegangen werden. Da diese im Mittel erst nach ca. 10 Stunden in beiden Studiengruppen erfolgte (mit entsprechender Standardabweichung) könnte eine Aggravierung der Schmerzen durch die Mobilisation angenommen werden, unter der der Effekt des PENG-Blocks deutlicher zum Tragen kommt. Diese Annahme würde sich wiederum nicht mit den Ergebnissen von Amato et al. Decken, die ihre Patienten aus dem WAR ins ambulante Setting entlassen haben und somit eine deutlich frühere Erstmobilisation haben mussten. (Eppel et al., 2023)

Trotz der gesehenen Effektivität des PENG-Blocks auf die Schmerzlinderung konnte ein signifikanter Unterschied bezüglich des Verbrauchs von opiathaltigen Schmerzmitteln im Verlauf des stationären Aufenthalts nicht gesehen werden. Trotz dieser Beobachtungen zeigten sich in beiden Gruppen der Studie insgesamt ein niedrigerer Bedarf an Opiaten postoperativ als in anderen Studien beschrieben wurde (vgl. Amato et al., 2022). Eine mögliche Erklärung hierfür könnte im Setup der durchgeführten Studie liegen. Der operative Eingriff wurde hier im Rahmen eines stationären Aufenthalts durchgeführt, anders als es in den beschriebenen Studien im Ausland, insbesondere den USA der Fall ist, wo die Operationen häufig im ambulanten Setting durchgeführt werden. Der stationäre Aufenthalt ermöglicht den Patienten innerhalb der ersten beiden Tage Hilfestellungen bei täglichen Aktivitäten wie Mobilisierung und Körperpflege, was weiterführend zur reduzierten Notwendigkeit einer frühen postoperativen Belastung des operierten Hüftgelenks und einhergehend mit weniger Schmerzempfindung assoziiert sein kann. Dieser Unterschied wäre eine denkbare Erklärung für die insgesamt weniger benötigten opiathaltigen Schmerzmittel nach der Operation. Weiterhin könnte die ausreichende Basisanalgesie die als innerklinischer Standard im Rahmen der Studie angewandt wurde, eine bessere grundlegende Schmerzabdeckung der Patienten zur Folge haben. Andere mögliche Erklärungen für dieses Phänomen könnten außerdem die verkürzte Operationszeit und Traktionszeit im Vergleich zu Amato et al. sein (Eppel et al., 2023)

In beiden Gruppen konnte eine insgesamt niedrige Rate an PONV beobachtet werden, was ebenfalls zu den moderat verabreichten Opiatdosen passen könnte. Wenngleich es auch keinen expliziten Vorteil bezüglich des Auftretens von PONV unter Anwendung des PENG-Blocks attestiert werden kann, so muss zumindest auch keine Zunahme der Häufigkeit im Rahmen unserer Studie angenommen werden. Die niedrigen Raten von PONV decken sich mit den Ergebnissen von Amato et al. und Yusupov et al.. (Eppel et al., 2023)

Als einen weiteren Vorteil der Anwendung des PENG-Blocks konnte mit der durchgeführten Studie gezeigt werden, dass weitere postoperative, blockassoziierte Komplikationen, insbesondere Stürze, im Vergleich zu anderen Verfahren nicht gehäuft auftraten, wenngleich diese innerhalb der Vergleichsgruppen der Studie keinen Unterschied darstellten. Diese Beobachtung deckt sich ebenfalls mit den Ergebnissen von Amato et al. und Yusupov et al. und zeigt einen der wichtigsten Vorteile der Anwendung des PENG-Blocks auf – das fehlende Auftreten muskulärer Defizite und assoziierten Stürzen. (Eppel et al., 2023)

Im Falle der aktuellen Studie erhielt die Kontrollgruppe einen Sham-Block (mit NaCl-Lösung) kombiniert mit der oralen Standardmedikation. Um einen direkten Vergleich der unterschiedlichen, angesprochenen Regionalanästhesieverfahren mit dem PENG-Block bezüglich postoperativer Schmerzlinderung nach Hüftarthroskopien, aber auch der angesprochenen sekundären Endpunkte zu bekommen, sollten weitere prospektive Studien in diesem Bereich angestrebt werden. (Eppel et al., 2023)

7. Kritik

Es gibt einige kritische Gesichtspunkte und Einschränkungen im Rahmen der durchgeführten Studie zu beachten.

Einer der wichtigen Unterschiede zu einigen anderen Studien, ist das stationäre Setting, in dessen Rahmen die Operationen, Nachbehandlung und Datenerhebung der Studie durchgeführt wurde. Aus den weiter oben genannten Gründen muss eine Verallgemeinerung der gezogenen Schlussfolgerungen mit Vorsicht betrachtet werden und die Übertragbarkeit auf ambulante Settings ist nicht ohne weiteres möglich. (Eppel et al., 2023) Im Rahmen der stationären Betreuung nach der Operation und der damit einhergehenden Hilfestellung durch das Pflegepersonal und besseren schmerztherapeutischen Versorgung, auch durch die Anwendung der PCA-Pumpe, ist die grundsätzliche postoperative Belastungssituation für das operierte Hüftgelenk nicht so hoch wie bei einer ambulanten OP zu erwarten wäre, in deren Rahmen es keine zusätzliche, professionelle Hilfestellung gibt. Die damit einhergehenden Schmerzniveaus sind daher grundsätzlich bereits als niedriger anzunehmen.

Eine weitere Einschränkung ist die fehlende Aufzeichnung potentiell nicht eingenommener Standardmedikation. Aufgrund der insgesamt niedrigen Schmerzniveaus ist davon auszugehen, dass einige der Patienten bereits von Beginn an nicht alles an vorgesehenen Basisanalgetika eingenommen haben und damit eine verfälschte Aussagekraft der gemachten NRS-Angaben im Verlauf zu Stande gekommen sein könnte.

Weiterhin stellt sich die Frage nach der grundsätzlichen Objektivierbarkeit von Schmerzen und deren Dynamik. Ob eine subjektive Einschätzung der Schmerzen gemäß der numerischen Ratingskala bei individuell unterschiedlichem Schmerzempfinden überhaupt eine Vergleichbarkeit zulässt, kann in Frage gestellt werden.

Die Studie wurde mit einem postoperativen Nachbeobachtungszeitraum und einer Erfassung der Daten über den Zeitraum von 24 Stunden postoperativ anberaumt. Mögliche Effekte bezüglich der schmerzlindernden Wirkung des

PENG-Blocks die über diesen Zeitraum hinaus erlöschen könnten oder aber auch neu entstehen bzw. deutlicher werden könnten, werden nicht berücksichtigt. (Eppel et al., 2023)

Weiterhin muss berücksichtigt werden, dass bei der Durchführung eines PENG-Blocks, wie bei jedem anderen Regionalanästhesieverfahren, für eine gute Wirksamkeit, die korrekte Umsetzung des Verfahrens maßgeblich zu dessen Erfolg beiträgt. Die sichere Durchführung ist wiederum direkt gekoppelt an die Erfahrung und Fähigkeiten des entsprechenden Narkosearztes. In unserer Studie wurden alle PENG- und Sham-Blocks von zwei ausgewiesenen und erfahrenen Fachärzten für Anästhesiologie durchgeführt, die zusätzlich auch als Weiterbilder für ultraschallgesteuerte Injektionsverfahren tätig sind. Daher sind Rückschlüsse über die Wirksamkeit eines PENG-Blocks der nicht aus professioneller, geschulter oder erfahreneren Hand erfolgt, nicht möglich. Auch sind Informationen über die benötigten Fallzahlen und die damit einhergehende Lernkurve aufgrund des weiterhin neuen und noch zu etablierenden Verfahrens noch nicht ausreichend vorhanden. (Eppel et al., 2023)

8. Zusammenfassung / Schlussfolgerung / Ausblick

Die Zusammenschau der Ergebnisse der aktuell durchgeführten Studie, lässt die Aussage zu, dass ein präoperativ, korrekt angewandter PENG-Block, zu einer signifikanten Schmerzreduktion innerhalb der ersten 24 Stunden nach erfolgter Hüftarthroskopie zur Therapie eines primären FAI-Syndroms, führt. Weiterhin konnten unter der Anwendung des PENG-Blocks keine Unterschiede bezüglich eines reduzierten postoperativen Opiatverbrauchs gesehen werden und es ergaben sich keine Hinweise für ein vermindertes Auftreten von PONV, welches im Rahmen der Studie über die Gruppen hinweg nur sehr wenig vorkam. Als großer Vorteil des PENG-Blocks im Rahmen des schmerztherapeutischen Regimes nach Hüftarthroskopien wird das nicht zu beobachtende Risiko für postoperative Stürze gesehen, welches innerhalb der Studie zwischen den beiden Gruppen zwar nicht signifikant weniger auftrat, jedoch im Vergleich zu anderen Regionalanästhesieverfahren aus anderen Studien, kein Rolle spielte. Die gefundenen Ergebnisse lassen in Zusammenschau mit der aktuellen Literatur die Schlussfolgerung zu, dass der PENG-Block im genannten Setting Teil einer multimodalen Schmerztherapie sein kann. (Eppel et al., 2023)

Zur weiteren Evaluation des Nutzens des PENG-Blocks sollten weitere klinisch, prospektiv, randomisiert, kontrollierte Studien erfolgen, die insbesondere den direkten Vergleich der bisher bekannten Regionalanästhesieverfahren mit der Anwendung des PENG-Blocks bezüglich deren postoperativ, schmerzhemmender Wirksamkeit, aber auch sekundärer Komplikationen vergleichen. Wir sehen einen potentiell hohen Stellenwert des PENG-Blocks für die Zukunft aufgrund der guten Wirksamkeit aus unseren Studienergebnissen und einhergehend insbesondere aufgrund der fehlenden Assoziation mit postoperativen Stürzen. (Eppel et al., 2023)

Da die Hüftarthroskopie in Deutschland im Rahmen eines stationären Aufenthalts durchgeführt wird, wäre eine Versorgung der Patienten mittels PENG Schmerzkateter eine denkbare Erweiterung des schmerztherapeutischen Konzepts für die Zukunft. (Eppel et al., 2023)

9. Literaturverzeichnis

Amato, Peter E.; Coleman, John R.; Dobrzanski, Tomasz P.; Elmer, Donald A.; Gwathmey, Frank W.; Slee, April E.; Hanson, Neil A. (2022): Pericapsular nerve group (PENG) block for hip arthroscopy: a randomized, double-blinded, placebo-controlled trial. In: *Regional anesthesia and pain medicine*. DOI: 10.1136/rapm-2022-103907.

Apfel, C. C.; Heidrich, F. M.; Jukar-Rao, S.; Jalota, L.; Hornuss, C.; Whelan, R. P. et al. (2012): Evidence-based analysis of risk factors for postoperative nausea and vomiting †. In: *British Journal of Anaesthesia* 109 (5), S. 742–753. DOI: 10.1093/bja/aes276.

Baker, Joseph F.; McGuire, Ciara M.; Byrne, Damien P.; Hunter, Kim; Eustace, Nick; Mulhall, Kevin J. (2011): Analgesic control after hip arthroscopy: a randomised, double-blinded trial comparing portal with intra-articular infiltration of bupivacaine. In: *Hip international* 21 (3), S. 373–377. DOI: 10.5301/HIP.2011.8390.

Beck, M.; Kalhor, M.; Leunig, M.; Ganz, R. (2005): Hip morphology influences the pattern of damage to the acetabular cartilage: femoroacetabular impingement as a cause of early osteoarthritis of the hip. In: *The Journal of bone and joint surgery. British volume* 87 (7), S. 1012–1018. DOI: 10.1302/0301-620X.87B7.15203.

Behrends, Matthias; Yap, Edward N.; Zhang, Alan L.; Kolodzie, Kerstin; Kinjo, Sakura; Harbell, Monica W.; Aleshi, Pedram (2018): Preoperative Fascia Iliaca Block Does Not Improve Analgesia after Arthroscopic Hip Surgery, but Causes Quadriceps Muscles Weakness: A Randomized, Double-blind Trial. In: *Anesthesiology* 129 (3), S. 536–543. DOI: 10.1097/ALN.0000000000002321.

Ben Aziz, Mohammed; Mukhdomi, Junaid (2022): StatPearls. Pericapsular Nerve Group Block. Treasure Island (FL).

Binning, Alexander R.; Przesmycki, Krzysztof; Sowinski, Piotr; Morrison, Lachlan M. M.; Smith, Terry W.; Marcus, Paul et al. (2011): A randomised controlled trial on the efficacy and side-effect profile (nausea/vomiting/sedation) of morphine-6-glucuronide versus morphine for post-operative pain relief after major abdominal surgery. In: *European journal of pain (London, England)* 15 (4), S. 402–408. DOI: 10.1016/j.ejpain.2010.09.007.

Breu, Anita; Rosenmeier, Katharina; Kujat, Richard; Angele, Peter; Zink, Wolfgang (2013): The cytotoxicity of bupivacaine, ropivacaine, and mepivacaine on human chondrocytes and cartilage. In: *Anesthesia and analgesia* 117 (2), S. 514–522. DOI: 10.1213/ANE.0b013e31829481ed.

Büchler, Lorenz; Neumann, Mirjam; Schwab, Joseph M.; Iselin, Lukas; Tannast, Moritz; Beck, Martin (2013): Arthroscopic versus open cam resection in the treatment of femoroacetabular impingement. In: *Arthroscopy* 29 (4), S. 653–660. DOI: 10.1016/j.arthro.2012.12.009.

Childs, Sean; Pyne, Sonia; Nandra, Kiritpaul; Bakhsh, Wajeeh; Mustafa, S. Atif; Giordano, Brian D. (2017): The Effect of Intra-articular Cocktail Versus Femoral

Nerve Block for Patients Undergoing Hip Arthroscopy. In: *Arthroscopy* 33 (12), S. 2170–2176. DOI: 10.1016/j.arthro.2017.06.036.

Del Buono, Romualdo; Padua, Eleonora; Pascarella, Giuseppe; Costa, Fabio; Tognù, Andrea; Terranova, Gaetano et al. (2021): Pericapsular nerve group block: an overview. In: *Minerva anesthesiologica* 87 (4), S. 458–466. DOI: 10.23736/S0375-9393.20.14798-9.

Eppel, Benjamin; Schneider, Marco M.; Gebhardt, Sebastian; Balcarek, Peter; Sobau, Christian; Wawer Matos, Johannes; Zimmerer, Alexander (2023): Pericapsular Nerve Group Block Leads to Small but Consistent Reductions in Pain Between 18 and 24 Hours' Postoperatively in Hip Arthroscopy for Femoroacetabular Impingement Surgery: A Prospective, Randomized Controlled Clinical Trial. In: *Arthroscopy : the journal of arthroscopic & related surgery* DOI: 10.1016/j.arthro.2023.06.016.

Eriksson, Kerstin; Wikström, Lotta; Årestedt, Kristofer; Fridlund, Bengt; Broström, Anders (2014): Numeric rating scale: patients' perceptions of its use in postoperative pain assessments. In: *Applied nursing research : ANR* 27 (1), S. 41–46. DOI: 10.1016/j.apnr.2013.10.006.

Gerhardt, Michael; Johnson, Keith; Atkinson, Roscoe; Snow, Brian; Shaw, Colin; Brown, Ashley; Vangness, C. Thomas (2012): Characterisation and classification of the neural anatomy in the human hip joint. In: *Hip international* 22 (1), S. 75–81. DOI: 10.5301/HIP.2012.9042.

Girón-Arango, Laura; Peng, Philip W. H.; Chin, Ki Jinn; Brull, Richard; Perlas, Anahi (2018): Pericapsular Nerve Group (PENG) Block for Hip Fracture. In: *Regional anesthesia and pain medicine* 43 (8), S. 859–863. DOI: 10.1097/AAP.0000000000000847.

Glomset, John L.; Kim, Eugene; Tokish, John M.; Renfro, Suzanne D.; Seckel, Tyler B.; Adams, Kyle J.; Folk, Jason (2020): Reduction of Postoperative Hip Arthroscopy Pain With an Ultrasound-Guided Fascia Iliaca Block: A Prospective Randomized Controlled Trial. In: *The American journal of sports medicine* 48 (3), S. 682–688. DOI: 10.1177/0363546519898205.

Gordon, Debra B.; Dahl, June L.; Miaskowski, Christine; McCarberg, Bill; Todd, Knox H.; Paice, Judith A. et al. (2005): American pain society recommendations for improving the quality of acute and cancer pain management: American Pain Society Quality of Care Task Force. In: *Archives of internal medicine* 165 (14), S. 1574–1580. DOI: 10.1001/archinte.165.14.1574.

Griffin, D. R.; Dickenson, E. J.; O'Donnell, J.; Agricola, R.; Awan, T.; Beck, M. et al. (2016): The Warwick Agreement on femoroacetabular impingement syndrome (FAI syndrome): an international consensus statement. In: *British journal of sports medicine* 50 (19), S. 1169–1176. DOI: 10.1136/bjsports-2016-096743.

Griffin, Damian R.; Dickenson, Edward J.; Wall, Peter D. H.; Achana, Felix; Donovan, Jenny L.; Griffin, James et al. (2018): Hip arthroscopy versus best conservative care for the treatment of femoroacetabular impingement syndrome

- (UK FASHIoN): a multicentre randomised controlled trial. In: *Lancet (London, England)* 391 (10136), S. 2225–2235. DOI: 10.1016/S0140-6736(18)31202-9.
- Hjermstad, Marianne Jensen; Fayers, Peter M.; Haugen, Dagny F.; Caraceni, Augusto; Hanks, Geoffrey W.; Loge, Jon H. et al. (2011): Studies comparing Numerical Rating Scales, Verbal Rating Scales, and Visual Analogue Scales for assessment of pain intensity in adults: a systematic literature review. In: *Journal of pain and symptom management* 41 (6), S. 1073–1093. DOI: 10.1016/j.jpainsymman.2010.08.016.
- Joelsson, Maud; Olsson, Lars-Eric; Jakobsson, Eva (2010): Patients' experience of pain and pain relief following hip replacement surgery. In: *Journal of clinical nursing* 19 (19-20), S. 2832–2838. DOI: 10.1111/j.1365-2702.2010.03215.x.
- Kinjo, Sakura; Zhang, Alan L. (2022): Rescue Pericapsular Nerve Group Block for Hip Arthroscopy: A Report of 3 Cases. In: *A&A practice* 16 (1), e01553. DOI: 10.1213/XAA.0000000000001553.
- Kolaczko, Jensen G.; Knapik, Derrick M.; Salata, Michael J. (2019): Peri-operative pain management in hip arthroscopy: a systematic review of the literature. In: *Journal of hip preservation surgery* 6 (4), S. 353–363. DOI: 10.1093/jhps/hnz050.
- Kollmorgen, Robert; Umerani, Maleehah; Gollon, James; Fleming, Derek; Lewis, Brian; Harris, Joshua; Ellis, Thomas (2022): Preoperative Pericapsular Nerve Group Block Results in Less Pain, Decreased Narcotic Use, and Quicker Discharge Time Than No Block in Patients Who Were Surgically Treated for Femoroacetabular Impingement Syndrome. In: *Arthroscopy, sports medicine, and rehabilitation* 4 (5), e1617-e1621. DOI: 10.1016/j.asmr.2022.06.004.
- Kreuz, Peter Cornelius; Steinwachs, Matthias; Angele, Peter (2018): Single-dose local anesthetics exhibit a type-, dose-, and time-dependent chondrotoxic effect on chondrocytes and cartilage: a systematic review of the current literature. In: *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy* 26 (3), S. 819–830. DOI: 10.1007/s00167-017-4470-5.
- Krych, Aaron J.; Griffith, Timothy B.; Hudgens, Joshua L.; Kuzma, Scott A.; Sierra, Rafael J.; Levy, Bruce A. (2014): Limited therapeutic benefits of intra-articular cortisone injection for patients with femoro-acetabular impingement and labral tear. In: *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy* 22 (4), S. 750–755. DOI: 10.1007/s00167-014-2862-3.
- LaPorte, Collin; Rahl, Michael D.; Ayeni, Olufemi R.; Menge, Travis J. (2019): Postoperative Pain Management Strategies in Hip Arthroscopy. In: *Current reviews in musculoskeletal medicine* 12 (4), S. 479–485. DOI: 10.1007/s12178-019-09579-x.
- Menge, Travis J.; Briggs, Karen K.; Dornan, Grant J.; McNamara, Shannen C.; Philippon, Marc J. (2017): Survivorship and Outcomes 10 Years Following Hip Arthroscopy for Femoroacetabular Impingement: Labral Debridement Compared with Labral Repair. In: *The Journal of bone and joint surgery. American volume* 99 (12), S. 997–1004. DOI: 10.2106/JBJS.16.01060.

- Mistry, Jaydev B.; Chughtai, Morad; Elmallah, Randa K.; Le, Sidney; Bonutti, Peter M.; Delanois, Ronald E.; Mont, Michael A. (2016): What Influences How Patients Rate Their Hospital After Total Hip Arthroplasty? In: *The Journal of arthroplasty* 31 (11), S. 2422–2425. DOI: 10.1016/j.arth.2016.03.060.
- Morrison, Craig; Brown, Brigid; Lin, D-Yin; Jaarsma, Ruurd; Kroon, Hidde (2021): Analgesia and anesthesia using the pericapsular nerve group block in hip surgery and hip fracture: a scoping review. In: *Regional anesthesia and pain medicine* 46 (2), S. 169–175. DOI: 10.1136/rapm-2020-101826.
- Niemi-Murola, Leila; Pöyhiä, Reino; Onkinen, Kaarina; Rhen, Birthe; Mäkelä, Arja; Niemi, Tomi T. (2007): Patient satisfaction with postoperative pain management--effect of preoperative factors. In: *Pain management nursing* 8 (3), S. 122–129. DOI: 10.1016/j.pmn.2007.05.003.
- Ortiz-Declet, Victor; Yuen, Leslie C.; Schwarzman, Garrett R.; Chen, Austin W.; Perets, Itay; Domb, Benjamin G. (2020): Return to Play in Amateur Soccer Players Undergoing Hip Arthroscopy: Short- to Mid-Term Follow-Up. In: *Arthroscopy : the journal of arthroscopic & related surgery* 36 (2), S. 442–449. DOI: 10.1016/j.arthro.2019.08.027.
- Pascarella, G.; Costa, F.; Del Buono, R.; Pulitanò, R.; Strumia, A.; Piliago, C. et al. (2021): Impact of the pericapsular nerve group (PENG) block on postoperative analgesia and functional recovery following total hip arthroplasty: a randomised, observer-masked, controlled trial. In: *Anaesthesia* 76 (11), S. 1492–1498. DOI: 10.1111/anae.15536.
- Perets, Itay; Craig, Matthew J.; Mu, Brian H.; Maldonado, David R.; Litrenta, Jody M.; Domb, Benjamin G. (2018): Midterm Outcomes and Return to Sports Among Athletes Undergoing Hip Arthroscopy. In: *The American journal of sports medicine* 46 (7), S. 1661–1667. DOI: 10.1177/0363546518765969.
- Philippi, Matthew T.; Kahn, Timothy L.; Adeyemi, Temitope F.; Maak, Travis G.; Aoki, Stephen K. (2018): Extracapsular local infiltration analgesia in hip arthroscopy patients: a randomized, prospective study. In: *Journal of hip preservation surgery* 5 (3), S. 226–232. DOI: 10.1093/jhps/hny030.
- Rego, Paulo A.; Mascarenhas, Vasco; Oliveira, Filipe S.; Pinto, Pedro C.; Sampaio, Eduardo; Monteiro, Jacinto (2018): Arthroscopic versus open treatment of cam-type femoro-acetabular impingement: retrospective cohort clinical study. In: *International orthopaedics* 42 (4), S. 791–797. DOI: 10.1007/s00264-017-3735-4.
- Rinio, Martin (2022): Hüftarthroskopie: Diagnose und Therapie von Hüftschmerzen durch Gelenkspiegelung. Orthopädische Gelenk-Klinik. Online verfügbar unter <https://gelenk-klinik.de/hueftgelenk/hueft-operation/hueftarthroskopie.html>, zuletzt aktualisiert am 01.12.2022.
- Schroeder, Kristopher M.; Donnelly, Melanie J.; Anderson, Brooke M.; Ford, Michael P.; Keene, James S. (2013): The analgesic impact of preoperative lumbar plexus blocks for hip arthroscopy. A retrospective review. In: *Hip international* 23 (1), S. 93–98. DOI: 10.5301/HIP.2013.10613.

- Shin, Jason J.; McCrum, Chris L.; Mauro, Craig S.; Vyas, Dharmesh (2018): Pain Management After Hip Arthroscopy: Systematic Review of Randomized Controlled Trials and Cohort Studies. In: *The American journal of sports medicine* 46 (13), S. 3288–3298. DOI: 10.1177/0363546517734518.
- Short, Anthony J.; Barnett, Jessi Jo G.; Gofeld, Michael; Baig, Ehtesham; Lam, Karen; Agur, Anne M. R.; Peng, Philip W. H. (2018): Anatomic Study of Innervation of the Anterior Hip Capsule: Implication for Image-Guided Intervention. In: *Regional anesthesia and pain medicine* 43 (2), S. 186–192. DOI: 10.1097/AAP.0000000000000701.
- Smith, John-Rudolph H.; Kraeutler, Matthew J.; Keeling, Laura E.; Scillia, Anthony J.; McCarty, Eric C.; Mei-Dan, Omer (2021): Fascia Iliaca Block for Postoperative Pain Control After Hip Arthroscopy: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. In: *The American journal of sports medicine* 49 (14), S. 4042–4049. DOI: 10.1177/0363546521996713.
- Sobau, Christian; Möckel, Gregor; Gollwitzer, Hans (Hg.) (2018): Hüftarthroskopie. Praxisbuch für die gelenkerhaltende Chirurgie. 1. Auflage. Stuttgart: Thieme. Online verfügbar unter <http://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:24-epflicht-1932421>.
- Wall, Peter D. H.; Fernandez, Miguel; Griffin, Damian R.; Foster, Nadine E. (2013): Nonoperative treatment for femoroacetabular impingement: a systematic review of the literature. In: *PM & R : the journal of injury, function, and rehabilitation* 5 (5), S. 418–426. DOI: 10.1016/j.pmrj.2013.02.005.
- Wertheimer, L. G. (1952): The sensory nerves of the hip joint. In: *The Journal of bone and joint surgery. American volume* 34-A (2), S. 477–487.
- Xing, Jerry G.; Abdallah, Faraj W.; Brull, Richard; Oldfield, Stephanie; Dold, Andrew; Murnaghan, M. Lucas; Whelan, Daniel B. (2015): Preoperative Femoral Nerve Block for Hip Arthroscopy: A Randomized, Triple-Masked Controlled Trial. In: *The American journal of sports medicine* 43 (11), S. 2680–2687. DOI: 10.1177/0363546515602468.
- YaDeau, Jacques T.; Tedore, Tiffany; Goytizolo, Enrique A.; Kim, David H.; Green, Douglas S. T.; Westrick, Anna et al. (2012): Lumbar plexus blockade reduces pain after hip arthroscopy: a prospective randomized controlled trial. In: *Anesthesia and analgesia* 115 (4), S. 968–972. DOI: 10.1213/ANE.0b013e318265bacd.
- Yusupov, A.; Fasulo, S. M.; Im Dávila, Castrodad; Kraeutler, M. J.; Scillia, A. J. (2022): Improved Pain and Perioperative Outcomes After Hip Arthroscopy With the Pericapsular Nerve Group Block. In: *Arthroscopy* DOI: 10.1016/j.arthro.2022.08.036.
- Zheng, Jun; Pan, Danyang; Zheng, Bin; Ruan, Xiangcai (2022): Preoperative pericapsular nerve group (PENG) block for total hip arthroplasty: a randomized, placebo-controlled trial. In: *Regional anesthesia and pain medicine* 47 (3), S. 155–160. DOI: 10.1136/rapm-2021-103228.
- Zimmerer, Alexander; Ramoser, Annalena; Streit, Marcus; Janz, Viktor; Sobau, Christian; Wassilew, Georgi I.; Miehlke, Wolfgang (2021): Osteoarthritis,

Advanced Age, and Female Sex Are Risk Factors for Inferior Outcomes After Hip Arthroscopy and Labral Debridement for Femoroacetabular Impingement Syndrome: Case Series With Minimum 10-Year Follow-Up. In: *Arthroscopy* 37 (6), 1822-1828.e1. DOI: 10.1016/j.arthro.2021.01.024.

Zimmerer, Alexander; Schneider, Marco M.; Sobau, Christian; Miehke, Wolfgang; Eichler, Frank; Wawer Matos, Johannes (2022): The Erector Spinae Plane Block in the Setting of Hip Arthroscopy: A Prospective Randomized Controlled Clinical Trial. In: *Arthroscopy* 38 (1), S. 65–71. DOI: 10.1016/j.arthro.2021.09.012.

Zusman, Edie E. (2012): HCAHPS replaces Press Ganey survey as quality measure for patient hospital experience. In: *Neurosurgery* 71 (2), N21-4. DOI: 10.1227/01.neu.0000417536.07871.ed.

10. Anhang

10.1 Schmerzfragebogen



Schmerzfragebogen – PENG_Hüft-ASK – Version 1.0 – April 2022

Name: _____

Operationstag: _____ Ende der Operation: _____

1. Stunde nach OP-Ende	<input type="text" value="Uhrzeit:"/>
Kein Schmerz	stärkster vorstellbarer Schmerz
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	
3. Stunde nach OP-Ende	<input type="text" value="Uhrzeit:"/>
Kein Schmerz	stärkster vorstellbarer Schmerz
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	
6. Stunde nach OP-Ende	<input type="text" value="Uhrzeit:"/>
Kein Schmerz	stärkster vorstellbarer Schmerz
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	
9. Stunde nach OP-Ende	<input type="text" value="Uhrzeit:"/>
Kein Schmerz	stärkster vorstellbarer Schmerz
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	
12. Stunde nach OP-Ende	<input type="text" value="Uhrzeit:"/>
Kein Schmerz	stärkster vorstellbarer Schmerz
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	
15. Stunde nach OP-Ende	<input type="text" value="Uhrzeit:"/>
Kein Schmerz	stärkster vorstellbarer Schmerz
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	
18. Stunde nach OP-Ende	<input type="text" value="Uhrzeit:"/>
Kein Schmerz	stärkster vorstellbarer Schmerz
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	
21. Stunde nach OP-Ende	<input type="text" value="Uhrzeit:"/>
Kein Schmerz	stärkster vorstellbarer Schmerz
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	
24. Stunde nach OP-Ende	<input type="text" value="Uhrzeit:"/>
Kein Schmerz	stärkster vorstellbarer Schmerz
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	

Erstmobilisierung: _____ Uhr
_____ Stunden nach OP-Ende

- Mobilisierung wegen Kraftdefizit nicht möglich
- Mobilisierung wegen Kreislaufbeschwerden nicht möglich
- Mobilisierung möglich
- Mobilisierung gut möglich

Bitte wenden



Vor Mobilisierung

Kein Schmerz 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 stärkster vorstellbarer Schmerz

Während Mobilisierung

Kein Schmerz 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 stärkster vorstellbarer Schmerz

Nach Mobilisierung

Kein Schmerz 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 stärkster vorstellbarer Schmerz

Standard Analgetika-Schema: JA NEIN

Verbrauch PCA Pumpe (in ml): _____

Zusätzlicher Analgetika-Bedarf:

Komplikationen/ Kommentare:

10.2 Patienteninformation

Informationsblatt zur Studienteilnahme

Einfluss des "pericapsular nerve group" Blocks (kurz: PENG-Block) auf die postoperativen Schmerzen nach erfolgter Hüft-Arthroskopie

Sehr geehrte Patientin, sehr geehrter Patient,

Sie haben sich mit Hüftbeschwerden in unserer Klinik vorgestellt, die einen operativen Eingriff notwendig machen. Im Rahmen der vorgesehenen Arthroskopie (=Gelenkspiegelung) Ihres Hüftgelenks werden Sie postoperativ zur Prophylaxe und Therapie von größeren Schmerzereignissen, neben konservativen Maßnahmen, nach standardisiertem Schmerzschema mit oralen oder intravenösen Analgetika (=Schmerzmitteln) versorgt.

In der modernen Medizin hat man in den letzten Jahren zeigen können, dass regionale Anästhesieverfahren, sprich die gezielte, medikamentöse Blockade bestimmter Nervenleitbahnen, die z.B. ein potentiell Operationsgebiet sensibel versorgen, zur postoperativen Schmerzlinderung beitragen können. Insbesondere bei Hüftprothesenoperationen konnten diesbezüglich schon Hinweise auf die Wirksamkeit diesbezüglich gesammelt werden. Insgesamt sind die Verfahren, vor Allem auch bei arthroskopischen Eingriffen an der Hüfte, noch nicht etabliert und sind Gegenstand aktueller Forschung.

Um den Einfluss des "pericapsular nerve group" Blocks (kurz: PENG-Block), also der gezielten Ausschaltung eines lokalen Nervenbündels durch lokale Injektion von Betäubungsmitteln, auf das postoperative Schmerzempfinden herauszufinden, wird in den ARCUS Kliniken eine Studie durchgeführt werden. Im Folgenden werden Ihnen die Ziele und Abläufe der o.g. Studie ausführlich dargelegt. Wir bitten Sie, diese Information sorgfältig zu lesen.

Ziel der Studie

Im Rahmen Ihres Aufenthaltes in den ARCUS Kliniken Pforzheim wird bei Ihnen eine Hüftarthroskopie durchgeführt. Im Rahmen dieser Studie soll der Nutzen eines vor der Operation durchgeführten PENG-Blocks (s.o.), bezüglich des postoperativen Schmerzempfindens untersucht werden. Hierzu werden Sie bereits vor der Operation per Zufall einer Gruppe zugeordnet und erhalten demnach zusätzlich zur Narkose einen PENG-Block (Studiengruppe) oder nicht (Kontrollgruppe). Ihre Angaben zum Schmerzniveau (s.u.) sollen uns Rückschlüsse über die Wirksamkeit des PENG-Blocks erlauben.

Leider gibt es bisher noch keine hochwertigen Studien, die sich dem Vorteil bezüglich des Schmerzniveaus nach einem zusätzlichen PENG-Block bei Hüft-Arthroskopien widmen. Sollte sich die zusätzliche Nervenblockade als signifikant wirksam erweisen, so könnte dieses Vorgehen zu einem Standardverfahren etablieren lassen, das postoperative Schmerzempfinden senken und den Bedarf an opiohaltigen Schmerzmitteln senken, sowie die Patientenzufriedenheit verbessern.

Die Studie wird ausschließlich durch die ARCUS Kliniken finanziert.

Durchführung der Studie

Im Rahmen der Vorbereitung zur Operation durch die Narkoseärzte, wird der PENG-Block durchgeführt, nachdem Sie bereits in Narkose versetzt wurden. Dabei wird unter Ultraschallkontrolle das entsprechende Nervenbündel aufgesucht und mittels Punktionsnadel lokalisiert. Das Depot aus lokalem Betäubungsmittel wird dann unter Sicht ins entsprechende Weichteil im Bereich der Gelenkkapsel gespritzt. Das Verfahren wird dann angewendet, wenn die Narkose bereits eingeleitet wurde und Sie nichts mehr von der Prozedur mitbekommen. Es wird im Verlauf zu mehreren Zeitpunkten (alle drei Stunden) innerhalb von 24 Stunden nach der Operation ihr subjektives Schmerzniveau auf der numerischen Ratingskala (Schmerzangabe von 0 – 10) auf einem Studienbogen erfasst, unabhängig davon welcher Studiengruppe sie angehören. Die Datenerhebung wird durch Befragung durch die Pflegekraft vollzogen und dauert jeweils nur wenige Sekunden. Nach der vollständigen Datenerhebung auf dem Studienbogen sollen die Angaben bezüglich der Schmerzen nach der Operation unter den beiden Studiengruppen verglichen werden. Ihre Daten werden dabei pseudonymisiert (Verfremdung der persönlichen Daten) ausgewertet, das heißt die Zuordnung der Daten zu Ihrer Person wird im Rahmen der Auswertung und Darstellung der Ergebnisse nicht möglich sein und kann rückwirkend nur über den studienleitenden Arzt wiederhergestellt werden.

Art der Studie

Es handelt sich hierbei um eine prospektive, randomisierte Studie, dies bedeutet, dass Sie im Rahmen der Vorbereitung zur OP in die Studiengruppe oder die Kontrollgruppe durch das Zufallsprinzip eingeschleust werden. Die Kontrollgruppe erhält dabei das standardisierte Narkoseverfahren, wie Sie es auch ohne Teilnahme an der Studie erhalten würden. Sollten Sie der Studiengruppe zugeteilt werden, werden Sie zusätzlich zur Narkose einmalig einen PENG-Block erhalten. Die standardisierte Schmerztherapie erhält jeder Patient, unabhängig von der Studienteilnahme.

Ein- und Ausschlusskriterien

An dieser Studie können alle Patienten über 18 Jahre teilnehmen, die eine primäre Hüft-Arthroskopie im Rahmen eines FAI-Syndroms (Einklemmungssyndrom des Hüftgelenks) in den ARCUS-Kliniken erhalten. Ausgeschlossen werden Patienten mit fehlender Volljährigkeit oder fehlender Einwilligungserklärung für die Studie.

Verlauf der Studie

Nach Erhalt dieses Informationsblattes, bitten wir Sie sich dieses sorgfältig und in Ruhe durchzulesen. Mit diesem Schreiben erhalten Sie auch eine Einverständniserklärung, womit sie Ihre Teilnahme bestätigen oder absagen können. Die Einwilligungserklärung sollten Sie erst nach mündlicher Aufklärung im Rahmen der orthopädischen Aufklärungsgespräche durch die Studienärzte unterzeichnen.

Aufklärung, Einwilligung - Freiwilligkeit und Rücktritt von der Teilnahme

Die Teilnahme an der Studie erfolgt nach reiflicher Überlegung, aus freiem Ermessen und ohne äußeren Druck. Nach dem Durchlesen der Studienteilnehmendeninformation geben die Teilnehmenden freiwillig ihre Einwilligung zur Teilnahme an der Studie und der Verarbeitung Ihrer Daten in diesem Rahmen auf der beiliegenden Einverständniserklärung. Es besteht zu jeder Zeit die

Möglichkeit, ohne Angabe von Gründen ihr Einverständnis zur Teilnahme zurück zu ziehen. Hieraus ergeben sich keinerlei Nachteile für Sie oder Ihre Behandlung. Im Falle eines Widerrufs werden Ihre Daten gelöscht.

Untersuchungen

Es finden zusätzlich zu den geplanten routinemäßigen Kontrollen keine speziellen Nachuntersuchungen statt.

Abwägung von Nutzen und Risiko der Studie

Sollten Sie in die Kontrollgruppe gelangen so bestehen für sie keine relevanten, zusätzlichen Risiken zu den Risiken, die ihr geplanter Eingriff mit sich bringt.

Der PENG-Block hat in den genannten Studien bei Hüftgelenksoperationen mit Gelenkersatz unter anderem einen positiven Einfluss auf die postoperativen Schmerzen ohne Auftreten von schwerwiegenden Komplikationen zeigen können. Das Verfahren ist aktuell jedoch noch nicht als Standardverfahren etabliert. Gegenstand der aktuellen Forschung ist es, den Nutzen bezüglich der postoperativen Schmerzen, insbesondere bei arthroskopischen Operationen am Hüftgelenk, besser nachzuweisen. Insofern besteht die Möglichkeit, dass die Studienteilnehmer, im Falle der Zuordnung zur Studiengruppe, vom positiven Effekt und somit reduzierten postoperativen Schmerzen und möglicherweise einem verringerten Schmerzmittelbedarf, mit ebenfalls nicht-nebenwirkungsfreien Schmerzmitteln, profitieren können. Außerdem kann durch die Studienteilnahme zum Forschungsfortschritt und somit zur Entwicklung der schmerztherapeutischen Möglichkeiten nach Hüftgelenksoperationen mittels Spiegelungen beigetragen werden.

Nachteil der Injektion ist die zusätzliche Belastung durch eine invasive Maßnahme. Risiken des PENG-Blocks sind die gängigen Risiken, denen alle regionalanästhetischen Verfahren obliegen. Hier seien allgemeine Risiken von Medikamentenanwendungen bei Injektionen wie Hämatome, Infektionen, allergische Reaktionen und vagale Kreislaufreflexe (wie z.B. Blutdruckschwankungen), sowie im speziellen bei dieser Infiltration des Lokalanästhetikums auch dosisabhängige toxische Wirkungen infolge unbemerkter intravasaler Injektionen oder sehr rascher Resorption denkbar. Außerdem sind temporäre oder auch längerfristige Nervenschäden möglich. Zahlen für die Häufigkeit der Komplikationen liegen nicht vor. Aus der klinischen Praxis stufen wir jedoch das Eintreten als unwahrscheinlich und sehr selten ein.

Das mögliche Risiko, des Bekanntwerdens der sensiblen Patientendaten, wird durch die Pseudonymisierung und einer Zugriffsbeschränkung auf die Daten durch den Studienleiter minimiert. Es gilt die genannten Risiken den Vorteilen einer zusätzlichen, schmerztherapeutischen Maßnahme gegenüberzustellen um eine Entscheidung bezüglich der Studienteilnahme festzulegen.

Datenverarbeitung und Datenschutz

Im Rahmen der Studie werden Ihre Daten/Krankheitsdaten einschließlich der Daten über Geschlecht, Alter, Gewicht und Körpergröße pseudonymisiert, das heißt ohne Namensnennung, sondern nur codiert durch z. B. eine Nummer, aufgezeichnet. Eine Zuordnung ist nur über eine beim Studienarzt hinterlegte Identifikationsliste möglich. Die im Rahmen der Studie erhobenen Daten werden von einem elektronischen Datensystem erfasst und statistisch ausgewertet. Nach Beendigung der Studie werden alle Daten nach den derzeit gültigen Vorschriften entsprechend gespeichert und archiviert.

Die Rechtsgrundlage für die Datenverarbeitung basiert auf Art. 6 Abs. 1 Buchstabe a und Art. 9 Abs. 2 Buchstabe a DSGVO und ist nur durch Ihre freiwillige Einwilligung gegeben.

Bei jeder Erhebung, Speicherung, Nutzung und Übermittlung von Daten bestehen Vertraulichkeitsrisiken (z.B. die Möglichkeit, die betreffende Person zu identifizieren). Diese Risiken lassen sich nicht völlig ausschließen und steigen, je mehr Daten miteinander verknüpft werden können. Der Initiator der Studie versichert Ihnen, alles nach dem Stand der Technik Mögliche zum Schutz Ihrer Privatsphäre zu tun und Daten nur an Stellen weiterzugeben, die ein geeignetes Datenschutzkonzept vorweisen können. Medizinische Risiken sind mit der Datenverarbeitung nicht verbunden.

Die Bearbeitung der erhobenen Daten erfolgt in Verantwortung von den an der Studie beteiligten Ärzten. Sie haben das Recht auf Auskunft bezüglich der Daten, die während der Studie erhoben werden, durch den Verantwortlichen der Studie und auf Einsicht in Ihre Daten vor Ort bzw. haben Sie die Möglichkeit eine kostenfreie Kopie zu erhalten. Sollten Sie dabei Fehler in Ihren Daten feststellen, so haben Sie das Recht, diese durch den Studienarzt korrigieren oder löschen zu lassen.

Das Ziel ist eine Veröffentlichung der Ergebnisse. Im Falle der Veröffentlichung von Studienergebnissen bleibt die Vertraulichkeit Ihrer persönlichen Daten ebenfalls gewährleistet. Der einzelne Studienteilnehmer kann in der Veröffentlichung nicht identifiziert werden.

Die ordnungsgemäße Durchführung der Studie, insbesondere die ordnungsgemäße Erhebung der Daten sowie deren Zuordnung zu bestimmten Patienten, wird von mindestens einem autorisierten Vertreter (Dr. med. A. Zimmerer) des Auftraggebers (ARCUS Kliniken Pforzheim) auch durch direkte Einsicht in Ihre beim Studienarzt vorliegenden personenbezogenen (d.h. in Verbindung mit Ihrem Namen genannten) Daten überprüft. Der autorisierte Vertreter des Auftraggebers der Studie/Studienleiter ist zur Verschwiegenheit verpflichtet. Er dürfen Ihre Daten/Krankheitsdaten nur in pseudonymisierter Form weitergeben und keine Kopien oder Abschriften von Ihren Krankheitsunterlagen erstellen.

Ihre Daten werden über einen Zeitraum von 10 Jahren in einem sicheren System gespeichert und im Anschluss gelöscht, sofern gesetzliche Gründe nicht eine längere Speicherung vorschreiben.

Für die Studie und die Datenverarbeitung ist Herr Dr. med. Alexander Zimmerer verantwortlich. Die Kontaktdaten können Sie weiter unten am Ende des Schreibens entnehmen.

Für Rückfragen zu Datenschutzaspekten steht der Datenschutzbeauftragte der ARCUS Gruppe zur Verfügung: Michael Westermann, Postfach 31 04 18, 68264 Mannheim, Telefon: 08 00 / 13 24 65 7, E-Mail: datenschutz@inte.de

Sie haben das Beschwerderecht bei einer Datenschutz-Aufsichtsbehörde (Der Landesbeauftragte für den Datenschutz und die Informationsfreiheit Baden-Württemberg, Postfach 10 29 32, 70025 Stuttgart), sollten Sie Bedenken gegen die Einhaltung des Datenschutzgesetzes haben.

Patienten-/Patientenversicherung

Eine spezielle Patientenversicherung besteht für die vorliegende Studie nicht.

Aufwandsentschädigung

Eine Aufwandsentschädigung wird Ihnen für Ihre Teilnahme an der Studie nicht gezahlt. Es entstehen Ihnen jedoch auch keinerlei Kosten durch die Teilnahme an der Studie.

Haben Sie weitere Fragen?

Sollten Sie noch weitere Fragen zum Ablauf der Studie, zum Datenschutz, zu Ihren Rechten, usw. haben, wenden Sie sich bitte an einen der Prüfarzte.

Information über neue Erkenntnisse

Ihr Prüfarzt wird Sie in einer angemessenen Frist auch über jede weitere wichtige, während der Studie bekanntwerdende Information in Kenntnis setzen, die Ihre Einwilligung zur weiteren Teilnahme beeinflussen könnte.

Sollten Sie sich für die Studienteilnahme entscheiden, bestätigen Sie bitte Ihre Teilnahme in der beiliegenden Einverständniserklärung.

Mit freundlichen Grüßen



Dr. med. Alexander Zimmerer

10.3 Einwilligungserklärung

Einfluss des "pericapsular nerve group" Blocks (kurz: PENG-Block) auf die postoperativen Schmerzen nach erfolgter Hüft-Arthroskopie

Einwilligungserklärung

- Ich habe die Probandeninformation gelesen und Ziel, Ablauf und Durchführung der Studie verstanden. Ich wurde über Wesen, Bedeutung, Tragweite und Risiken der geplanten Studienteilnahme informiert. Mir wurde ausreichend Gelegenheit gegeben, alle offenen Fragen mit meinem Prüfarzt zu klären. Ich habe jederzeit das Recht, weitere Informationen zur Studie zu erfragen.
- Ich erkläre mich freiwillig bereit, an der Studie teilzunehmen.
- Ich bestätige, vollständige und wahrheitsgemäße Angaben zu meiner Krankengeschichte, meinem Gesundheitszustand, zur Einnahme von Arzneimitteln sowie weiteren Fragen im Zusammenhang mit der Studie gemacht zu haben.
- Ich habe jederzeit das Recht, ohne Angabe von Gründen von der Studie zurückzutreten, ohne dass für mich Nachteile in der medizinischen Behandlung daraus entstehen.
- Ich wurde darüber informiert, dass meine Daten in pseudonymisierter Form gespeichert, weitergegeben und analysiert werden.

Einwilligungserklärung zum Datenschutz:

Bei dieser wissenschaftlichen Studie werden personenbezogene Daten und medizinische Befunde über Sie erhoben. Die Speicherung, Weitergabe und Auswertung dieser Daten erfolgt gemäß gesetzlichen Bestimmungen und setzt vor Teilnahme an der Studie die folgende freiwillige Einwilligung voraus:

1. Ich erkläre mich damit einverstanden, dass im Rahmen dieser Studie erhobene Daten/Krankheitsdaten auf Fragebögen und elektronischen Datenträgern und in pseudonymisierter Form aufgezeichnet und pseudonymisiert (ohne Namensnennung) weitergegeben werden an die an der Studie beteiligten Ärzte.
2. Ich erkläre mich damit einverstanden, dass meine Daten nach Beendigung oder Abbruch der Studie bis zu zehn Jahre aufbewahrt werden. Danach werden meine personenbezogenen Daten gelöscht, soweit nicht gesetzliche Aufbewahrungsfristen entgegenstehen.
3. Ich bin darüber aufgeklärt worden, dass ich jederzeit die Teilnahme an der klinischen Studie beenden kann. Dies schließt auch das Recht ein, meine Einwilligung in die Datenverarbeitung zu widerrufen. In diesem Falle werden meine Studiendaten gelöscht.

Einfluss des "pericapsular nerve group" Blocks (kurz: PENG-Block) auf die postoperativen Schmerzen nach erfolgter Hüft-Arthroskopie

Ich habe die vollständige Probandeninformation zur Studie gelesen. Ich habe keine weiteren Fragen und fühle mich ausreichend aufgeklärt.

(Bitte das umrahmte Feld gut leserlich ausfüllen und unterschreiben!)

Bei Einverständnis zur Studie und deren Teilnahme:

Datum, Name und Vorname, Unterschrift

10.4 Genehmigung Ethikkommission

LANDESÄRZTEKAMMER BADEN-WÜRTTEMBERG

KÖRPERSCHAFT DES ÖFFENTLICHEN RECHTS

ETHIK-KOMMISSION



Landesärztekammer Baden-Württemberg • Liebknechtstr. 33 • 70565 Stuttgart

17.10.2022

Vorab per E-Mail: benjamin.eppel@sportklinik.de

Ansprechpartnerin:
anfa.reichmann@laek-bw.de
Tel.: 0711 76989-89
Fax: 0711 76989-856

R+E ARCUS Klinik GmbH
Herrn Benjamin Eppel
Rastatter Str. 17-19
75179 Pforzheim

Internes Aktenzeichen: F-2022-042
Titel: Einfluss des "perivascular nerve group" Blocks (kurz: PENG-Block) auf die postoperativen Schmerzen nach erfolgter Hüft-Arthroskopie

Antrag vom: 03.04.2022

Sehr geehrter Herr Eppel,

besten Dank für Ihr Schreiben vom 18.09.2022 samt Anlagen in Antwort auf unser Schreiben vom 21.07.2022

Den Hinweisen der Ethik-Kommission ist Rechnung getragen.

Von Seiten der Ethik-Kommission bestehen keine Bedenken.

Mit freundlichen Grüßen

i.V. 

i.A. Sandra Göpfrich M.Sc.
Leiterin der Geschäftsstelle

Eingereichte Unterlagen:
Mit Schreiben vom 18.09.2022
- Antwortschreiben undatiert
- Patienteninformaton Version 3 vom 18.09.2022
- Studienprotokoll Version 3.0 vom September 2022

10.5 Registrierungsdaten DRKS

Die Studie wurde am 16.01.2023 im Deutschen Register Klinischer Studien (kurz: DRKS) des Bundesinstituts für Arzneimittel und Medizinprodukte (kurz: BfArM) registriert.

DRKS-ID der Studie: DRKS00028506

Pericapsular Nerve Group Block Leads to Small but Consistent Reductions in Pain Between 18 and 24 Hours' Postoperatively in Hip Arthroscopy for Femoroacetabular Impingement Surgery: A Prospective, Randomized Controlled Clinical Trial

Benjamin Eppel, Marco M. Schneider, M.D., Sebastian Gebhardt, M.D.,
Peter Balcarek, M.D., Christian Sobau, M.D., Johannes Wawer Matos, M.D., and
Alexander Zimmerer, M.D.

Purpose: This study aimed to (1) investigate whether the use of a pericapsular nerve group (PENG) block would reduce perioperative pain after arthroscopic therapy for femoroacetabular impingement syndrome (FAIS) and (2) to examine opioid requirements and occurrence of postoperative nausea and vomiting (PONV). **Methods:** Between May 2022 and October 2022, patients (N = 68) undergoing arthroscopic surgery for FAIS were randomly allocated into 2 groups. The first group received an ultrasound-guided PENG preoperatively with 20 mL of 0.375% ropivacaine and standardized postoperative oral medication. The second group received a sham block preoperatively with 20 mL of 0.9% saline and standardized postoperative oral medication. The primary end point was pain scores (visual analog score [VAS], 0-10) during the first 24 hours postoperatively. To quantify clinical significance of outcome achievement for the VAS pain score, the minimal clinically important difference (MCID) was calculated using the half standard deviation method. The incidence of PONV as well as opioid usage (converted to morphine equivalent) within the first 24 hours were secondary outcomes. **Results:** Randomization and permission were successfully obtained from 68 participants. From the fifteenth postoperative hour, the PENG group reported significantly less postoperative pain than the control group (24th postoperative hour: VAS pain PENG group 1.3 ± 0.9 [0-3]; 95% confidence interval [CI] 0.4-1.2 vs the VAS pain control group 2.4 ± 1.6 [0-5]; 95% CI 1.4-4.7; $P = .009$). The VAS pain score threshold for achieving the MCID at 24 hours postoperative was defined as a decrease of 1.1. 27 patients (79%) in the PENG group and 22 patients (65%) in the control group were able to achieve MCID ($P = .009$). Opioid dosage and postoperative nausea did not differ significantly between groups ($P = .987$ and $P = .655$, respectively). Concomitant complications such as falls, hematomas, or weakened muscles did not occur in either group. **Conclusions:** According to this study, a PENG block minimally reduced pain after arthroscopic treatment for FAIS between the 18th and 24th postoperative hours. The PENG group achieved significantly more often the pain VAS MCID. However, there was no proof that the PENG group consumed fewer opioids than the control group. Overall, PONV was found at a low and comparable rate. **Level of Evidence:** Level I, randomized controlled trial.

From ARCUS Sportklinik, Pforzheim (B.E., P.B., C.S., J.W.M., A.Z.); MVZ PraxisKlinik Orthopädie Aachen, University of Aachen, Aachen (M.M.S.); University Witten/Herdecke, Witten (M.M.S.); Department of Orthopaedics, University Medicine Greifswald, Greifswald (S.G., A.Z.); and Orthopädische Klinik Paulinenhilfe, Diakonie-Klinikum Stuttgart (A.Z.), Germany.

The authors report no conflicts of interest in the authorship and publication of this article. Full ICMJE author disclosure forms are available for this article online, as supplementary material.

Received December 19, 2022; accepted June 1, 2023.

Address correspondence to Dr. Alexander Zimmerer, ARCUS Sportklinik, Rastatterstr. 17-19, 75179 Pforzheim, Germany. E-mail: alexander.zimmerer@diak-stuttgart.de

© 2023 by the Arthroscopy Association of North America

0749-8063/221655/\$36.00

<https://doi.org/10.1016/j.arthro.2023.06.016>

Femoroacetabular impingement syndrome (FAIS) is a significant reason for hip pain and a potential precursor to osteoarthritis of the hip.^{1,2} The frequency of hip arthroscopies performed over the past decade has significantly increased as a result of the fact that arthroscopic treatment of FAIS has been demonstrated to have positive clinical outcomes, even over the long-term course.³⁻⁷

The absence of perioperative pain is essential to immediate success and, more importantly, immediate patient satisfaction with the surgical outcome and the orthopaedic surgeon.^{8,9} There is, however, no standardized approach to perioperative pain management

in the context of hip arthroscopy. Various pain management protocols, such as oral medication, peripheral nerve blocks, and intra-articular injections, have been summarized in literature reviews.¹⁰⁻¹² The efficacy of a multimodal analgesic strategy in lowering postoperative pain is shared by a number of pain treatment protocols.¹⁰

In this context, the pericapsular nerve group (PENG) block is a recently published ultrasound-guided procedure for blocking the sensory nerve branches that supply the anterior hip joint capsule. It was initially described as an analgesic block for the management of acute pain following a hip fracture, but subsequent research enlarged its original use.¹³⁻¹⁷ However, there is a lack of research that examines the impact of the PENG block on postoperative pain following hip arthroscopy in the setting of FAIS.^{18,19} Therefore, the study aimed to (1) investigate whether the use of a PENG block would reduce perioperative pain after arthroscopic therapy for femoroacetabular impingement syndrome (FAIS) and (2) to examine opioid requirements and occurrence of postoperative nausea and vomiting (PONV).

It was hypothesized that patients who received a PENG block would have lower pain score values and fewer opioid use within the first 24 hours postoperatively compared with a randomized control group that received a sham block.

Methods

Patient Selection

This prospective randomized controlled trial with parallel groups and a 1:1 allocation ratio was conducted at a single center. All patients who underwent hip arthroscopy for the treatment of FAIS by 2 fellowship-trained hip surgeons (A.Z., C.S.) between May 2022 and October 2022 were invited to participate in this study after obtaining approval from the local ethics committee (F-2022-032) and registration with the Federal Clinical Trials Registry (DRKS00028506). This study was approved by institutional review board/Ethikkommission Landesärztekammer Baden-Württemberg, Germany.

Inclusion criteria consisted of clinical and radiological diagnosis of symptomatic FAIS,² failure of conservative treatment, patient age >18 years, and the capacity to provide informed permission. Hip dysplasia (lateral center-edge angle of Wiberg <25°), osteoarthritis (Tönnis grade >1), history of pediatric hip disorders, chronic pain syndrome, chronic opioid use, preoperative substance abuse, allergies to local anesthesia, or any contraindication to regional anesthesia and refusal to participate in this study were exclusion criteria. During the selected time period, 145 individuals underwent hip arthroscopy. In total, 77 patients were excluded from the analysis due to the aforementioned

exclusion criteria, leaving 68 patients available for the study. Surgeons identified eligible patients and invited them to participate in the trial (Fig 1). Consent was gathered from patients who desired to participate in the trial. Before the surgery, the patient was told of the nature of the study and that he or she would be randomly assigned to undergo either a PENG block or a sham block. Before the start of the study, the allocation was determined using a computerized randomization tool (permuted block randomization). At the time of clinic admission, patients were randomly assigned by research personnel who were not involved in the study's recruitment or conduct. The randomization ratio between the treatment and control groups was 1:1.

Patients, surgeons, and postoperative nurses were all blinded to randomization for the duration of the trial, with the exception of the anesthesiologists who conducted the blocks. The outcome parameters were recorded by a nurse who was not involved in the care of the patients.

Anesthesia and PENG Block

All patients (study group and control group) underwent standardized anesthesia, and all PENG blocks and sham blocks were administered by 2 anesthesiologists trained in ultrasound-guided injections. Ibuprofen 600 mg was part of the oral premedication. A large-bore

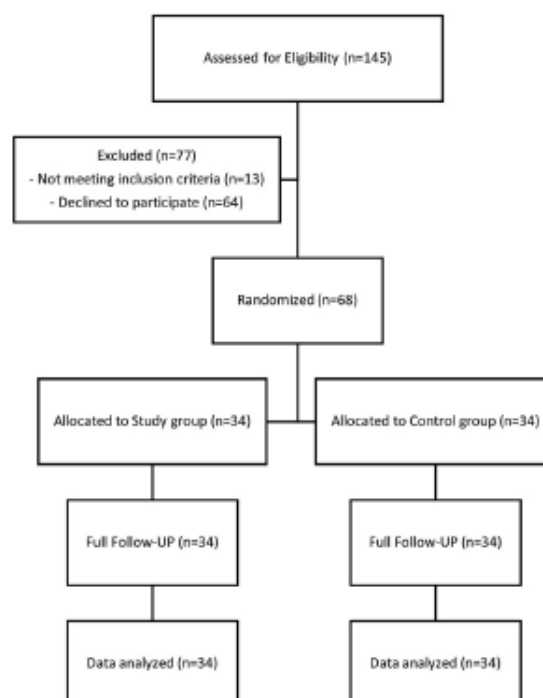


Fig 1. CONSORT (Consolidated Standards of Reporting Trials) flow diagram.

intravenous (IV) line was inserted, and patients were administered 1 to 2 mg IV midazolam for anxiolysis.

The patients positioned themselves in the supine position. After verifying patient identity, surgical and study consent, and surgical-site marking, a covered sterile ultrasound probe (curved array C1-5, Venue; GE Healthcare, Milwaukee, WI) was positioned in a transverse plane to detect the anterior-superior iliac spine and pubic ramus, between which the psoas tendon overlies the iliopsoas notch. Basic analgesia was done with IV injection of 2 µg of fentanyl/kg body weight. The disinfected skin puncture site was then infiltrated with 5ml of mepivacaine 1%, and a 22-G 80-mm echogenic cannula (SonoPlex STIM; Pajunk, Geisingen, Germany) was directed under ultrasound guidance from a lateral to medial approach into the previously identified myofascial plane, with the ideal injection placement at the iliopsoas notch below the psoas tendon. Then, 20 mL of 0.375% ropivacaine (study group) or 20 mL of 0.9% saline (sham group) was then injected under visualization. Ropivacaine is a long-acting local anesthetic that can last up to 6 to 12 hours.^{20,21}

Then, a light general anesthesia was aimed for and maintained with a continuous propofol infusion (plasma concentration 2.0-3.5 g/mL) and continuous remifentanyl infusion (initially 0.25 g/kg, then clinically adjusted 0.05-2 g/kg/min). The administration of 0.6 mg/kg of rocuronium bromide aided positioning with hip extension. Additional inhalational sevoflurane was permitted up to a minimum alveolar concentration of 1 if hypertension management was insufficient. In addition, patients received 2 g of cefazolin, 4 mg of dexamethasone, and 4 mg of ondansetron. One liter of IV fluid (prepared sodium lactate) was delivered over the course of 2 hours, with 2 extra boluses of 500 mL of fluid administered as needed when systolic blood pressure was below 100 mm Hg.

All patients in the postanesthesia care unit were given a mechanical patient-controlled analgesia device (Freedom 5 PCA-SYSTEM [VYGON, Brussels, Belgium], containing 60 mg of piritramide/20-mL solution, 1 mL of bolus, 3 mg/mL, lock-out time 5 minutes). Piritramide is an opioid analgesic used in Europe. It is approximately 0.75 times as potent as morphine and is used to relieve severe pain. Additional on-demand IV nurse-controlled bolus if pain control at or below 3 numeric pain score is desired. In addition, patients in both groups were provided a conventional, multimodal oral analgesic regimen postoperatively. This included 3× 400 mg of ibuprofen, 3× 1 g of metamizole, and 3× 1 g of paracetamol.

Arthroscopy

Two fellowship-trained hip surgeons (A.Z., C.S.) performed all hip arthroscopies in the supine decubitus

position using 2 to 3 standardized portals. A post-traction system was used. Access was gained to both the central and peripheral compartments. To address bone abnormalities, acetabuloplasty was performed for FAIS of the pincer type, femoroplasty for FAIS of the cam type, and a combination for FAIS of the mixed type.

If a labrum that could be preserved was present, a labrum repair was performed; otherwise, the labrum was debrided. All of the patients had periportal capsulotomy. In the instance of a substantial cam morphology, an interportal capsulotomy was done and thereafter repaired. Traction time recording commenced with the application of an extension, especially for procedures in the central compartment, and concluded with the conclusion of arthroscopy of the central compartment and the withdrawal of traction. As it is usual throughout many parts of Europe, all surgeries were performed over a 2-day hospitalization.

Primary Outcome Measure

The severity of pain was recorded every 3 hours for the first 24 hours after surgery, beginning with the first postoperative hour. Visual analog scale (VAS) pain ratings ranged from 0 to 10, with 0 signifying no pain and 10 representing the most unbearable pain possible. To quantify clinically significant pain improvements 24 hours' postoperatively with the VAS score for pain, the minimal clinically important difference (MCID) was calculated using the half-standard deviation method as previously described.^{22,23}

Secondary Outcome Measure

The entire amount of morphine and other opiates ingested within the first 24 hours following surgery were recorded and converted to morphine equivalents. Additional documentation regarding the number of patients who complained of PONV within the first 24 hours following surgery was collected. Only nurses caring for patients in the recovery room and surgical ward were responsible for recording primary and secondary outcome metrics.

Statistical Analyses

Our main hypothesis, that the PENG block improves postoperative analgesia and subsequently pain scores, was considered while determining sample size. We assessed the intensity of pain scores as mean 2 and standard deviation 1.5 based on published data regarding the use of PENG block for total hip arthroplasty despite the absence of comparable clinical trials in hip arthroscopy at the time of study designing.^{24,25} The sample size was calculated to have a power of 0.80 ($1 - \beta$) to detect a 2-point difference in VAS pain score at a 2-sided significance level of 0.05. Thirty-one patients were required in each group. In consideration

Table 1. Patient Demographic Data and Baselines

Variable	Study Group	Control Group
No. of patients	34	34
Laterality, n (%)		
Right	20	21
Left	14	13
Sex, n (%)		
Male	22 (68)	23 (71)
Female	11 (32)	11 (28)
Age, y	30.9 ± 6.4 (20-45)	30.1 ± 6.8 (18-39)
Body mass index	24.9 ± 2.2 (19.5-28.6)	24.1 ± 2.5 (17.5-30.9)
ASA score, n (%)		
1	24 (71)	25 (74)
2	10 (29)	9 (26)
Mean traction time, min	36.7 ± 4.2 (25-42)	37.6 ± 4.2 (27-41)
Mean procedure time, min	54.7 ± 7.6 (32-63)	55.9 ± 8.0 (30-64)
Time of postoperative mobilization, h	10 (9-11)	10 (9-11)
Procedures performed, n (%)		
Femoroplasty	29 (85)	30 (88)
Acetabuloplasty	25 (74)	24 (71)
Labral debridement	5 (15)	6 (18)
Labral repair	29 (85)	28 (82)
Chondroplasty	7 (21)	8 (24)

ASA, American Society of Anesthesiologists.

of a 10% loss, 34 patients were selected for each group, for a total of 68 patients. G*Power software was used to calculate the sample size (version 3.1.9.4). Between the groups, descriptive statistics such as age, sex, body mass index, baseline pain scores, treatment type, traction time, and procedure time were compared. χ^2 and Fisher exact tests were employed to compare categorical data. Continuous data were compared using a 2-tailed *t*-test (assuming normally distributed data) and Wilcoxon rank-sum test (for non-normally distributed data). The McNemar test was used to determine differences with respect to MCID achievement between the groups. A *P* value of .05 was applied to all analyses (primary and secondary measures) to determine statistical significance. Xlstat was used for statistical calculations (ADDINSOFT, Paris, France).

Results

Sixty-eight patients were enrolled in the study between May and October 2022, and their data were examined (PENG, *n* = 34; control group, *n* = 34) (Fig 1). The groups were comparable on key covariates after randomization. In addition, there were no differences between groups in terms of procedure type, traction time, or duration (Table 1).

Primary Outcome Measures

Mean postoperative pain scores differed significantly between the 2 groups from the 15th postoperative hour onward. The greatest difference between the 2 groups was at 24 hours postoperatively (Fig 2, Table 2). The threshold VAS pain score for reaching MCID at 24 hours postoperative was defined as a change of 1.1. 27 patients (79%) in the PENG group and 22 patients (65%) in the control group were able to achieve MCID 24 hours' postoperatively (*P* = .009).

Secondary Outcome Measures

In terms of morphine equivalent use and the emergence of PONV, there were no significant differences between the groups at any time. In the PENG group, no additional regional anesthesia-related complications were observed (Table 3). No falls, muscular involvements, or injection site hematomas were seen in any group.

Discussion

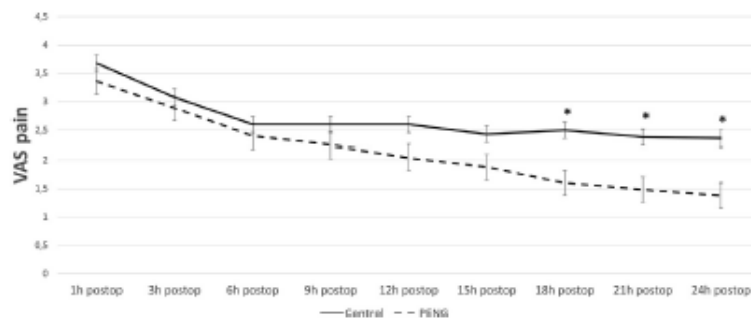
This study confirms our hypothesis by demonstrating that a PENG block significantly reduces between the 18th and 24th postoperative hours following arthroscopic treatment for FAIS. Notably, significantly more patients in the PENG group achieved pain VAS MCID 24 hours postoperatively. However, there was no difference in opioid use between the 2 groups. Overall, the rate of PONV was low and comparable.

FAIS has been increasingly diagnosed over the past decade and is accepted as a preosteoarthritic condition.^{1,2} The initial peri- and postoperative perception of pain is a significant element that can affect the short-term result and, more crucially, patient satisfaction.^{8,9} Although arthroscopic treatment of FAIS has been used for nearly 2 decades, there is still no general agreement regarding postoperative pain management. There are numerous protocols that are implemented in various ways.^{10,11} Several studies have demonstrated that a multimodal approach that combines various analgesic techniques can result in a greater analgesia rate during short-term follow-up.^{10,26}

Regional anesthetic is a technique that can be used in conjunction with oral medicine alone. Recent research has focused on the fascia iliaca block (FIB) and its effect on postoperative pain after hip arthroscopy. Several investigations have demonstrated, however, that the FIB offers no substantial advantage over other analgesic forms.²⁷⁻²⁹ One trial even had to be ended early because the FIB group reported substantially greater pain than the control group.³⁰ Therefore, based on these findings, FIB should not be regularly advised during hip arthroscopy.²⁸

In contrast, lumbar plexus block and femoral nerve block both resulted in a significant reduction in pain compared to control groups.^{31,32} However, postoperative

Fig 2. Pain scores during the first 24 postoperative hours. *Significant difference.



falls were a complication of both procedures that should be considered in their application.^{31,33} In contrast, there were no falls observed in our study group. Therefore, this complication appears to be irrelevant in the context of PENG blocks.

Intra-articular injection is an alternative to peripheral nerve blocks. Infiltration with local anesthetic demonstrated a pain reduction comparable with that of the femoral nerve block.^{34,35} Several investigations have demonstrated, however, that local anesthetic infiltration into a native joint can have a chondrotoxic effect, hence intra-articular application of local anesthetics should be performed with caution.^{36,37}

The PENG block represents a novel technique to peripheral nerve block. Several studies have been published since its initial description indicating that it is a safe and successful approach for various hip procedures.¹³⁻¹⁷ Thus, a significant reduction in postoperative pain in the first 24 hours after total hip arthroplasty (THA) was found for the PENG block, whereas the main effect was between the 6th and 24th postoperative hour.¹⁵ The amount of opioids could be significantly reduced in these patients.^{15,38-40} However, studies investigating the PENG block in the setting of hip arthroscopy are scarce. Recently, Amato et al.¹⁹ undertook a randomized controlled trial to determine the effect of a PENG block on hip arthroscopy-related

pain. In contrast to our research, they did not find a beneficial effect on perioperative pain. However, the pain level was evaluated within 30 minutes of awakening from general anesthesia. Amato et al.¹⁹ were unable to measure this possible benefit, since the favorable effect on pain does not appear to occur before 15 hours postoperative. In contrast, Yusupov et al.¹⁸ demonstrated in a retrospective study of 53 patients that a PENG block appeared to have a favorable effect on postoperative pain following hip arthroscopy. Kollmorgen et al.⁴¹ reported a positive effect on pain reduction and faster postanesthesia care unit discharge time in a retrospective evaluation. Our results confirm these findings.

We could demonstrate that the PENG group reported significantly lower pain scores from the 15th postoperative hour than the control group. The delayed onset of the analgesic effect is probably since patients in our setting had limited bed rest during the first 24 hours of their inpatient stay and were not mobilized until an average of 10 hours after surgery. Thus, the effect of the PENG block occurred only after increasing load and mobilization. In addition, the ropivacaine applied, with its long-lasting effect, seems to have had a corresponding influence at this time. Our findings demonstrate the effectiveness of a PENG block for hip procedures. As hip arthroscopies are performed as part

Table 2. Pain Scores During the First 24 Postoperative Hours

VAS	Study Group	Control Group	P Value
Preoperative	4.5 ± 1.8 (4-8; 95% CI 2.8-5.9)	4.6 ± 2.3 (4-7; 95% CI 2.9-6.1)	.855
1-hour postoperative	3.4 ± 1.6 (0-6; 95% CI 1.8-4.9)	3.6 ± 1.7 (1-8; 95% CI 1.9-5.1)	.861
3 hours' postoperative	2.9 ± 1.4 (0-6; 95% CI 1.2-3.4)	3.1 ± 1.5 (1-7; 95% CI 1.5-3.8)	.939
6 hours' postoperative	2.4 ± 1.3 (1-5; 95% CI 1.1-2.9)	2.7 ± 1.3 (1-7; 95% CI 1.1-3.0)	.751
9 hours' postoperative	2.3 ± 1.2 (0-5; 95% CI 0.9-2.5)	2.6 ± 1.3 (0-6; 95% CI 1.2-3.0)	.684
12 hours' postoperative	2.0 ± 1.2 (0-5; 95% CI 0.9-2.6)	2.6 ± 1.6 (1-7; 95% CI 1.6-4.1)	.240
15 hours' postoperative	1.9 ± 1.1 (0-5; 95% CI 0.8-2.1)	2.4 ± 1.4 (1-6; 95% CI 1.2-3.1)	.190
18 hours postoperative	1.6 ± 1.0 (0-4; 95% CI 0.6-1.6)	2.5 ± 1.5 (0-6; 95% CI 1.5-3.9)	.032
21 hours' postoperative	1.5 ± 0.8 (0-3; 95% CI 0.4-1.2)	2.4 ± 1.4 (0-5; 95% CI 1.2-3.2)	.014
24 hours' postoperative	1.3 ± 0.9 (0-3; 95% CI 0.4-1.2)	2.4 ± 1.6 (0-5; 95% CI 1.4-4.7)	.009

NOTE. Values are shown as means ± standard deviation (range; 95% CI). Values in bold indicate statistically significant. CI, confidence interval; VAS, visual analog score.

Table 3. Morphine Consumption and Side Effects

Variable	Study Group	Control Group	P Value
Total morphine equivalent use in 24 hours, mg	3.5 ± 1.7 (0-10)	3.6 ± 1.8 (0-10)	.876
PONV present, n (%)	1 (3)	2 (6)	.542

NOTE. Values are shown as n (%) or means ± standard deviation (range).

PONV, postoperative nausea and vomiting.

of an inpatient stay in some countries, it may be possible to use a PENG catheter for perioperative pain control. However, the PENG group did not significantly reduce the number of opioids necessary. Despite this, the number of opioids used by both groups was lower than what has been reported in previous research.¹⁹ One plausible explanation for this variation may be the trial setup. In our study, hip arthroscopies were performed as part of a 2-day inpatient stay; nonetheless, hip arthroscopies are almost exclusively performed as outpatient procedures, particularly in the United States. Hospitalization provides assistance with daily activities such as personal care and mobility. In addition, this allows patients to limit the weight-bearing on their hip during the first few days, resulting in less pain and a reduced need for pain medication. Another potential explanation could be the shorter traction and procedure time in our study compared to other studies.¹⁹ In the context of THA, a reduction in opioids used was observed by the PENG block.³⁸

Comparatively low rates of PONV were observed in both groups, which may be attributable to the modest doses of opioids. Therefore, a PENG block had no effect on the incidence of PONV in our investigation. The low rate of PONV is consistent with the findings of Amato et al.¹⁹ Similarly, in patients who underwent THA and had received a PENG block, no difference was found with respect to PONV.¹⁵ In addition, no complications were noted in the PENG group, which is in line with previous publications.⁴¹ The absence of postoperative falls appears to be a substantial advantage. The patients in the control group received regular oral medicine and a placebo block. Therefore, more research should compare different peripheral nerve block techniques or pericapsular infiltration²⁶ with PENG block to determine their potential benefits.

Limitations

This study has various limitations that must be mentioned. First, it is necessary to mention the possibility that the study is potentially underpowered. At the time of designing the trial, no studies were available regarding the effect of PENG block in hip arthroscopy. Therefore, similar studies in patients who underwent THA that showed a 2-point difference in VAS pain were

used for power analysis. In our study, the difference was now less than 2 points, so based on our data, a power analysis would now yield a number of approximately 45 patients per group.

In this study, only inpatients were evaluated; hence, the generalizability and applicability of the findings to outpatients cannot be determined. In addition, only pain development during the first 24 hours was evaluated; therefore, no conclusions can be drawn about the effect and pain reduction beyond this time frame. However, the present study focused on postoperative pain and therefore follow-up was short. Furthermore, it should be noted that only the VAS pain was used as the primary outcome parameter and no other scores were collected. Moreover, as with any form of regional anesthetic, success and efficacy depend on its safe administration. In our trial, the PENG block was administered by experienced anesthesiologists, who also serve as instructors for ultrasound-guided injections. Therefore, we are unable to comment on the performance of the PENG block in the hands of an inexperienced anesthesiologist or forecast the caseload for the learning curve. In addition, the study was performed at a high-volume center, so we cannot comment on the impact of a PENG block in the care of less experienced surgeons with longer traction and operative times.

Conclusions

According to this study, a PENG block minimally reduced pain after arthroscopic treatment for FAIS between the 18th and 24th postoperative hours. The PENG group achieved significantly more often the pain VAS MCID. However, there was no proof that the PENG group consumed fewer opioids than the control group. Overall, PONV was found at a low and comparable rate.

References

1. Beck M, Kalhor M, Leunig M, Ganz R. Hip morphology influences the pattern of damage to the acetabular cartilage: Femoroacetabular impingement as a cause of early osteoarthritis of the hip. *J Bone Joint Surg Br* 2005;87:1012-1018.
2. Griffin DR, Dickenson EJ, O'Donnell J, et al. The Warwick Agreement on femoroacetabular impingement syndrome (FAI syndrome): An international consensus statement. *Br J Sports Med* 2016;50:1169-1176.
3. Rego PA, Mascarenhas V, Oliveira FS, Pinto PC, Sampaio E, Monteiro J. Arthroscopic versus open treatment of cam-type femoro-acetabular impingement: Retrospective cohort clinical study. *Int Orthop* 2018;42:791-797.
4. Ortiz-Declet V, Yuen LC, Schwarzman GR, Chen AW, Perets I, Domb BG. Return to play in amateur soccer players undergoing hip arthroscopy: Short- to mid-term follow-up. *Arthroscopy* 2020;36:442-449.

5. Zimmerer A, Ramoser A, Streit M, et al. Osteoarthritis, advanced age and female sex are risk factors for inferior outcomes after hip arthroscopy and labral debridement for FAI syndrome—case series with minimum 10-year follow-up. *Arthroscopy* 2021;37:1822-1828.
6. Perets I, Craig MJ, Mu BH, Maldonado DR, Litrenta JM, Domb BG. Midterm outcomes and return to sports among athletes undergoing hip arthroscopy. *Am J Sports Med* 2018;46:1661-1667.
7. Menge TJ, Briggs KK, Dornan GJ, McNamara SC, Philippon MJ. Survivorship and outcomes 10 years following hip arthroscopy for femoroacetabular impingement: Labral debridement compared with labral repair. *J Bone Joint Surg Am* 2017;99:997-1004.
8. Mistry JB, Chughtai M, Elmallah RK, et al. What influences how patients rate their hospital after total hip arthroplasty? *J Arthroplasty* 2016;31:2422-2425.
9. Zusman EE. HCAHPS replaces Press Ganey survey as quality measure for patient hospital experience. *Neurosurgery* 2012;71:N21-N24.
10. LaPorte C, Rahl MD, Ayeni OR, Menge TJ. Postoperative pain management strategies in hip arthroscopy. *Curr Rev Musculoskelet Med* 2019;12:479-485.
11. Kolaczko JG, Knapik DM, Salata MJ. Peri-operative pain management in hip arthroscopy: A systematic review of the literature. *J Hip Preserv Surg* 2019;6:353-363.
12. Zimmerer A, Schneider MM, Sobau C, Miehke W, Eichler F, Wawer Matos J. The erector spinae plane block in the setting of hip arthroscopy: A prospective randomized controlled clinical trial. *Arthroscopy* 2022;38:65-71.
13. Girón-Arango L, Peng PWH, Chin KJ, Brull R, Perlas A. Pericapsular nerve group (PENG) block for hip fracture. *Reg Anesth Pain Med* 2018;43:859-863.
14. Morrison C, Brown B, Lin D-Y, Jaarsma R, Kroon H. Analgesia and anesthesia using the pericapsular nerve group block in hip surgery and hip fracture: A scoping review. *Reg Anesth Pain Med* 2021;46:169-175.
15. Pascarella G, Costa F, Del Buono R, et al. Impact of the pericapsular nerve group (PENG) block on postoperative analgesia and functional recovery following total hip arthroplasty: A randomised, observer-masked, controlled trial. *Anaesthesia* 2021;76:1492-1498.
16. Del Buono R, Padua E, Pascarella G, et al. Pericapsular nerve group block: An overview. *Minerva Anestesiol* 2021;87:458-466.
17. Zheng J, Pan D, Zheng B, Ruan X. Preoperative pericapsular nerve group (PENG) block for total hip arthroplasty: A randomized, placebo-controlled trial. *Reg Anesth Pain Med* 2022;47:155-160.
18. Yusupov A, Fasulo SM, Dávila Castrodad IM, Kraeutler MJ, Scillia AJ. Improved pain and perioperative outcomes after hip arthroscopy with the pericapsular nerve group block. *Arthroscopy* 2023;39:293-297.
19. Amato PE, Coleman JR, Dobrzanski TP, et al. Pericapsular nerve group (PENG) block for hip arthroscopy: A randomized, double-blinded, placebo-controlled trial [published online August 3, 2022]. *Reg Anesth Pain Med*. doi:10.1136/rapm-2022-103907.
20. Breuninger H, Hobbach PS, Schimek F. Ropivacaine: An important anesthetic agent for slow infusion and other forms of tumescent anesthesia. *Dermatol Surg* 1999;25:799-802.
21. Mansour NA. Ropivacaine versus bupivacaine in post-operative pain control. *J Biotechnol Biomaterial* 2012;02(03).
22. Norman GR, Sloan JA, Wyrwich KW. Interpretation of changes in health-related quality of life: The remarkable universality of half a standard deviation. *Med Care* 2003;41:582-592.
23. Jaeschke R, Singer J, Guyatt GH. Measurement of health status. Ascertaining the minimal clinically important difference. *Control Clin Trials* 1989;10:407-415.
24. Mysore K, Sandheti SA, Howells SR, Ballah EE, Sutton JL, Uppal V. Postoperative analgesia with pericapsular nerve group (PENG) block for primary total hip arthroplasty: A retrospective study. *Can J Anaesth* 2020;67:1673-1674.
25. Kukreja P, Avila A, Northern T, Dangle J, Kolli S, Kalagara H. A retrospective case series of pericapsular nerve group (PENG) block for primary versus revision total hip arthroplasty analgesia. *Cureus* 2020;12:e8200.
26. Philippi MT, Kahn TL, Adeyemi TF, Maak TG, Aoki SK. Extracapsular local infiltration analgesia in hip arthroscopy patients: A randomized, prospective study. *J Hip Preserv Surg* 2018;5:226-232.
27. Glomset JL, Kim E, Tokish JM, et al. Reduction of post-operative hip arthroscopy pain with an ultrasound-guided fascia iliaca block: A prospective randomized controlled trial. *Am J Sports Med* 2020;48:682-688.
28. Smith J-RH, Kraeutler MJ, Keeling LE, Scillia AJ, McCarty EC, Mei-Dan O. Fascia iliaca block for post-operative pain control after hip arthroscopy: A systematic review of randomized controlled trials. *Am J Sports Med* 2021;363546521996713.
29. Behrends M, Yap EN, Zhang AL, et al. Preoperative fascia iliaca block does not improve analgesia after arthroscopic hip surgery, but causes quadriceps muscles weakness: A randomized, double-blind trial. *Anesthesiology* 2018;129:536-543.
30. Garner M, Alshameeri Z, Sardesai A, Khanduja V. A prospective randomized controlled trial comparing the efficacy of fascia iliaca compartment block versus local anesthetic infiltration after hip arthroscopic surgery. *Arthroscopy* 2017;33:125-132.
31. YaDeau JT, Tedore T, Goytizolo EA, et al. Lumbar plexus blockade reduces pain after hip arthroscopy: A prospective randomized controlled trial. *Anesth Analg* 2012;115:968-972.
32. Schroeder KM, Donnelly MJ, Anderson BM, Ford MP, Keene JS. The analgesic impact of preoperative lumbar plexus blocks for hip arthroscopy. A retrospective review. *Hip Int* 2013;23:93-98.
33. Shin JJ, McCrum CL, Mauro CS, Vyas D. Pain management after hip arthroscopy: Systematic review of randomized controlled trials and cohort studies. *Am J Sports Med* 2018;46:3288-3298.
34. Childs S, Pyne S, Nandra K, Bakhsh W, Mustafa SA, Giordano BD. The effect of intra-articular cocktail versus femoral nerve block for patients undergoing hip arthroscopy. *Arthroscopy* 2017;33:2170-2176.
35. Baker JF, McGuire CM, Byrne DP, Hunter K, Eustace N, Mulhall KJ. Analgesic control after hip arthroscopy: A

- randomised, double-blinded trial comparing portal with intra-articular infiltration of bupivacaine. *Hip Int* 2011;21:373-377.
36. Kreuz PC, Steinwachs M, Angele P. Single-dose local anesthetics exhibit a type-, dose-, and time-dependent chondrotoxic effect on chondrocytes and cartilage: A systematic review of the current literature. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2018;26:819-830.
 37. Breu A, Rosenmeier K, Kujat R, Angele P, Zink W. The cytotoxicity of bupivacaine, ropivacaine, and mepivacaine on human chondrocytes and cartilage. *Anesth Analg* 2013;117:514-522.
 38. Iglesias SL, Nieto I, López P, et al. Pericapsular nerves block (PENG) is an effective and safe alternative for postoperative pain management after primary total hip arthroplasty: A randomized clinical trial. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol* 2022;67:226-232 [in Spanish].
 39. Lin D-Y, Brown B, Morrison C, et al. The Pericapsular Nerve Group (PENG) block combined with Local Infiltration Analgesia (LIA) compared to placebo and LIA in hip arthroplasty surgery: A multi-center double-blinded randomized-controlled trial. *BMC Anesthesiol* 2022;22:252.
 40. Hu J, Wang Q, Hu J, Kang P, Yang J. Efficacy of ultrasound-guided pericapsular nerve group (PENG) block combined with local infiltration analgesia on post-operative pain after total hip arthroplasty: A prospective, double-blind, randomized controlled trial. *J Arthroplasty* 2023;38:1096-1103.
 41. Kollmorgen R, Umerani M, Gollon J, et al. Preoperative pericapsular nerve group block results in less pain, decreased narcotic use, and quicker discharge time than no block in patients who were surgically treated for femoroacetabular impingement syndrome. *Arthrosc Sports Med Rehabil* 2022;4:e1617-e1621.

12. Erklärung zum Eigenanteil der Dissertationsschrift

Teile der durchgeführten Studie und deren Daten, die der Arbeit zugrunde liegen, wurden bereits am 22.06.2023 in „Arthroscopy“ veröffentlicht. Die erneute Veröffentlichung der Daten im Rahmen der vorliegenden Dissertation wurde am 28.06.2023 von Elsevier Wissenschaftsverlag genehmigt.

Die Arbeit wurde in der Arcus Klinik Pforzheim unter Betreuung von meinem Doktorvater Herrn PD Dr. med. Benjamin Ulmar, Oberarzt Dr. med. Alexander Zimmerer und Dr. med. Wawer-Matos durchgeführt.

Die Konzeption der Studie erfolgte durch mich in Zusammenarbeit mit Herrn PD Dr. med Benjamin Ulmar, Herrn Dr. med. Alexander Zimmerer und Herrn Dr. med. Wawer-Matos.

Die Patientenrekrutierung, Organisation, Datenerhebung und -verarbeitung wurden von mir eigenständig durchgeführt.

Die analogen Daten wurden vorab durch mich digitalisiert und in ein Statistikprogramm eingefügt, aktualisiert und gepflegt.

Die statistische Auswertung erfolgte nach Anleitung durch Dr. med. Alexander Zimmerer durch mich.

Die Anfertigung der Abbildungen, Graphiken und Tabellen erfolgte durch mich. Für genutztes Fremdmaterial wurde in diesem Zusammenhang jeweils die Zustimmung der entsprechenden Autoren eingeholt.

Ich versichere, das Manuskript selbständig verfasst zu haben und keine weiteren als die von mir angegebenen Quellen verwendet zu haben.

Tübingen, den

13. Danksagung

An erster Stelle möchte ich mich bei Frau Univ.-Prof. Dr. med. Tina Histing für die Überlassung dieses interessanten Themas bedanken.

Bedanken möchte ich mich zudem bei meinem Doktorvater Herr PD Dr. med. Benjamin Ulmar, für die Betreuung, Hilfestellung und Beratung, sowie die konstruktive Kritik und Korrektur dieser Arbeit.

Sehr großen Dank spreche ich auch meinem Kollegen Herrn Oberarzt Dr. med. Alexander Zimmerer an der Arcus Sportklinik Pforzheim aus, der mir zu jeder Zeit ein kollegialer Ansprechpartner in Fragen der Konzeption, Durchführung und Erstellung dieser Arbeit war.

Großer Dank gilt auch Herrn Dr. med. Wawer-Matos, der die Doktorarbeit von anästhesiologischer Seite intensiv mitbetreut hat und jederzeit ein kompetenter Ansprechpartner war.

Weiterer Dank gebührt auch Herr Prof. Dr. med. Markus Küper, der mir als Mentor an der medizinischen Fakultät Tübingen ebenfalls jederzeit beratend zur Seite stand.

Bedanken möchte ich mich zudem bei meiner Familie, insbesondere meiner Frau für ihre Rücksichtnahme und Unterstützung während der Datenerhebung sowie Erstellung dieser Dissertation.