

Aus dem Centrum für Muskuloskeletale Chirurgie
der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

Postoperative Schmerztherapie nach periazetabulärer
Umstellungsosteotomie - ein prospektiver Vergleich von
konventioneller Analgesie und Regionalanästhesie

Postoperative pain therapy after periacetabular osteotomy - a
prospective comparison of conventional analgesia and
regional anesthesia

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

vorgelegt der Medizinischen Fakultät
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Vincent Justus Leopold

aus Duisburg

Datum der Promotion: 04.03.2022

Ergebnisse dieser Arbeit wurden veröffentlicht in:

Lochel J, Janz V, **Leopold VJ**, Kramer M, Wassilew GI. Transversus abdominis Plane Block for Improved Early Postoperative Pain Management after Periacetabular Osteotomy: A Randomized Clinical Trial. J Clin Med. 2021;10(3).

Zur besseren Lesbarkeit wird in der vorliegenden Arbeit auf die gleichzeitige Verwendung weiblicher und männlicher Sprachformen verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten ausdrücklich für beide Geschlechter. Notwendige geschlechtsspezifische Differenzierungen werden entsprechend vermerkt.

Inhaltsverzeichnis

1. Abbildungsverzeichnis.....	6
2. Tabellenverzeichnis.....	7
3. Abkürzungsverzeichnis.....	8
4. Zusammenfassung.....	9
4.1 Hintergrund und Ziele.....	9
4.2 Methoden.....	9
4.3 Ergebnisse.....	9
4.4 Schlussfolgerungen.....	10
Summary.....	11
4.5 Background and Targets.....	11
4.6 Methods.....	11
4.7 Results.....	11
4.8 Practical Conclusions.....	12
5. Einleitung.....	13
5.1 Begriffe und Definitionen.....	13
5.2 Bedeutung von postoperativen Schmerzen.....	14
5.3 Anatomische, physiologische und pathophysiologische Grundlagen des Schmerzes.....	17
5.4 Verfahren zur postoperativen Schmerztherapie im Bereich der Hüfte.....	19
5.4.1 TAP-Block.....	19
5.5 Hüftdysplasie im Erwachsenenalter und operatives Verfahren – Periazetabuläre Osteotomie nach Ganz.....	24
6. Zielsetzung und Fragestellung der Arbeit.....	33
7. Material und Methoden.....	34
7.1 Studiendesign.....	34
7.2 Ablauf der postoperativen Datenerfassung.....	36
7.2.1 Piritramidverbrauch über PCA.....	36
7.2.2 NRS-Verlauf.....	36
7.2.3 Quality of Recovery Score.....	37
7.2.4 Antiemetikaverbrauch.....	37
7.3 Statistische Analysemethoden.....	36
7.4 Power Analyse.....	37
8. Ergebnisse.....	39

8.1 Patientenkollektiv.....	39
8.1.1 Biometrische Daten.....	39
8.2. Postoperative Aspekte.....	41
8.2.1 Piritramidverbrauch über PCA.....	40
8.2.2 NRS-Verlauf.....	43
8.2.3 Quality of Recovery Score.....	44
8.2.4 Ondansetronverbrauch.....	45
9. Diskussion.....	46
9.1 Limitationen.....	49
10. Literaturverzeichnis.....	50
11. Anhang.....	54
11.1 Postoperativer Patientenfragebogen.....	54
11.2 Eidesstattliche Versicherung.....	56
11.3 Lebenslauf.....	58
Danksagung.....	60

1. Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Endogene algetisch wirksame Substanzen

Abb. 2: Schematik des Nozizeptiven Systems

Abb. 3: Sensible Innervation der Bauchwand

Abb. 4: Durchführung des Ultraschall-gesteuerten TAP-Blocks

Abb. 5: Sonographische Darstellung der Bauchwand

Abb. 6: Sonographische Darstellung der Bauchwand nach Verabreichen des Lokalanästhetikums

Abb. 7: Links: Hüftdysplasie der linken Hüfte mit unzureichender Überdachung des Hüftkopfes. Rechts: Schematische Darstellung von LCE-Winkel und Azetabulärem Index in a.p. Röntgenaufnahme

Abb. 8: Unvollständige Osteotomie des Os ischii

Abb. 9: Vollständige Osteotomie des Ramus superior ossis pubis

Abb. 10: Supra- und retroazetabuläre Osteotomie

Abb. 11: Mobilisieren des azetabulären Fragments

Abb. 12: Definitive Fixierung des azetabulären Fragments mittels Kortikalisschrauben

Abb. 13: Postoperative Röntgenaufnahme nach PAO links

Abb. 14: Geschlechterverteilung

Abb. 15: Piritramidverbrauch (mg) 6 h, 24 h und 48 h postoperativ. Dargestellt sind die Mittelwerte der Gruppen „TAP-Block“ und „Kontrolle“

2. Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Biometrische Daten der Gruppen „TAP-Block“ und Kontrolle

Tab. 2: Piritramidverbrauch (mg)

Tab. 3: Schmerzen (NRS) in Ruhe und bei Bewegung angegeben

Tab. 4: Quality of Recovery Score

Tab. 5. Ondansetronverbrauch (mg)

3. Abkürzungsverzeichnis

PAO:	Periazetabuläre Osteotomie (nach Ganz)
TAP-Block:	Transversus-Abdominis-Plane Block
NRS:	Numerische Rational Skala
QoR-9:	Quality of Recovery Score
SD:	Standard deviation; dt.: Standardabweichung
TENS:	Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation
NSAID:	Non-steroidal anti-inflammatory drugs
WHO:	World Health Organization
PCA:	Patient controlled analgesia
NaCl:	Natrium-Chlorid
3FBO:	3-fach-Beckenosteotomie (nach Tönnis und Kalchschmidt)
FAI:	Femoro-azetabuläres Impingement
LCE-Winkel:	Lateraler Centrum-Erker Winkel
a. p.:	antero-posterior
CMSC:	Centrum für Muskuloskeletale Chirurgie
p. o.:	per os
i. v.:	intravenös
PONV:	Postoperative nausea and vomiting
BMI:	Body-Mass-Index
PACU:	Post anaesthesia care unit

4. Zusammenfassung

4.1 Hintergrund und Ziele

Durch ein differenziertes analgetisches Behandlungskonzept kann die Reduktion postoperativer Schmerzen einer invasiven Operationstechnik, wie der periazetabulären Osteotomie (PAO), optimiert werden.

Der Transversus-abdominis plane Block (TAP-Block) ist ein etabliertes Regionalverfahren, bei dem ein Depot eines Lokalanästhetikums im Bereich der muskulären Bauchwand appliziert wird. Klinische Studien zu diesem Verfahren bei Beckenosteotomien existieren nicht.

Ziel dieser Studie war es, die Wirksamkeit des TAP-Blocks mit dem konventionellen Vorgehen in Form einer intravenösen Analgesie mittels Piritramid nach PAO zu vergleichen.

4.2 Methoden

Zwischen 11/2017-09/2018 führten wir eine prospektiv-randomisierte klinische Studie mit 42 Patienten durch, bei welchen eine PAO in unserer Klinik durchgeführt wurde. 41 Patienten konnten in die Auswertung einbezogen werden (n=21 Studiengruppe, n=20 Kontrollgruppe). Alle Patienten erhielten eine standardisierte Allgemeinanästhesie und eine patientengesteuerte Analgesie zur Ausleitung der Operation. Die Studiengruppe erhielt präoperativ einen TAP-Block. Postoperativ erhielten alle Patienten ein festes orales Analgesie Schema sowie Ondansetron bei Übelkeit.

4.3 Ergebnisse

Das durchschnittliche Patientenalter betrug 28,4 Jahre (18-43, SD \pm 7,4). Der durchschnittliche Body-Maß-Index betrug 24 kg/m² (16-34, SD \pm 3,9). Das Follow-up wurde auf 48 Stunden festgelegt. Primärer Endpunkt war der kumulative postoperative Piritramidbedarf nach 48 Stunden. Sekundäre Endpunkte waren Ruhe- und Bewegungsschmerz im OP-Gebiet, Patientenzufriedenheit, postoperative Übelkeit und Erbrechen sowie der Bedarf an Antiemetika.

Die Erfassung der Schmerzintensität erfolgte anhand der Numerischen Rating Skala (NRS), die Dokumentation der Zufriedenheit mit der Analgesie anhand des Quality-of-Recovery Scores (QoR-9) 6, 24 und 48 Stunden postoperativ.

Der Piritramidverbrauch der Studiengruppe betrug 3 mg nach 6 (0-9 mg, SD \pm 2,8), 18,4 mg nach 24 (0-66 mg, SD \pm 16,2) und 29,1 mg nach 48 Stunden (0-126 mg, SD \pm 30,7). Der mittlere Verbrauch der Kontrollgruppe betrug 10,8 mg nach 6 (1,5-21 mg, SD \pm 5,6), 30,8 mg nach 24 (6-63 mg, SD \pm 16,4) und 54,7 mg nach 48 Stunden (6-120 mg, SD \pm 29,6). Die Signifikanzlevel zu den respektiven Zeitpunkten betrugen $p < 0,0001$ nach 6, $p = 0,011$ nach 24 und $p = 0,04$ nach 48 Stunden.

Signifikant geringere NRS-Werte bestanden in der Studiengruppe in Ruhe nach 24 Stunden (NRS 2,9 vs. 4,2 mit $p = 0,42$).

Der Unterschied zwischen Studien- und Kontrollgruppe hinsichtlich NRS in Ruhe und in Bewegung nach 6 und 48 Stunden zeigte sich nicht signifikant. Für den Unterschied bezüglich Ondansetronverbrauch und QoR-9 Score bestand keine Signifikanz.

4.4 Schlussfolgerung

Der TAP-Block ist ein geeignetes Regionalverfahren zur Optimierung der postoperativen Schmerztherapie nach PAO sowie Reduktion des postoperativen Analgetikabedarfs und deren unerwünschten Nebenwirkungen.

Summary

4.5 Background and Targets

A periacetabular osteotomy (PAO) means a relevant surgical trauma, which requires adequate analgesia. The transversus-abdominis plane block (TAP-Block) is a well established technique in which local anaesthetic is applied to the muscular abdominal wall. Clinical studies investigating this procedure in patients undergoing PAO do not exist so far.

The aim of this study was to compare the efficacy of the TAP block with conventional i.v. Patient controlled analgesia after successful PAO surgery.

4.6 Methods

Between 11/2017-09/2018 a total of 42 patients were recruited for a clinical prospective randomized study who underwent successful PAO in our hospital. 41 patients were included into the study (n=21 study group, n=20 control group). All patients received a standard general anesthesia as well as patient controlled anesthesia after surgery. The study group received a TAP-block preoperatively. All patients received oral analgesia as well as ondansetron when showing symptoms of nausea postoperatively (PONV).

4.7 Results

The average age at time of surgery was 28,4 years (18-43, SD \pm 7,4). The average BMI was 24 kg/m² (16-34, SD \pm 3,9). The follow-up was set to 48 h after surgery. The primary endpoint was the cumulative use of piritramide postoperatively. Secondary endpoints were pain at rest and during movement in the operated hip, patient satisfaction, PONV and need for antiemetics.

The pain intensity was measured using numeric rational scale (NRS), the patient satisfaction was measured using Quality-of-recovery Score (QoR-9) 6, 24 and 48 h postoperatively.

An average piritramide consumption of 3 mg after 6 h (0-9 mg, SD \pm 2,8), 18,4 mg after 24 h (0-66 mg, SD \pm 16,2) and 29,1 mg after 48 h (0-126 mg, SD \pm 30,7) were noted in the study group. An average piritramide consumption of 10,8 mg after 6 h (1,5-21

mg, SD \pm 5,6), 30,8 mg after 24 h (6-63 mg, SD \pm 16,4) and 54,7 mg after 48 h (6-120 mg, SD \pm 29,6) were noted in the control-group. P-value at the respective times were $p < 0,0001$ after 6 h, $p = 0,011$ after 24 h and $p = 0,04$ after 48 h. There was no significant difference between study- and controlgroup in NRS at rest and during movement after 6 h and 48 h. At 24 h after surgery pain at rest was significantly lower in the study group (NRS 2,9 vs 4,2, $p = 0,042$). No significant difference in consumption of antiemetics and QoR-9 was noted.

4.8 Practical Conclusions

The TAP block is a suitable regional procedure for optimization of postoperative pain management after PAO as well as for reduction of postoperative opioid consumption and associated adverse effects.

5. Einleitung

5.1 Begriffe und Definitionen – akute und chronische Schmerzen

Die Internationale Gesellschaft zum Studium des Schmerzes (International Association for the Study of Pain, IASP) definiert den Begriff „Schmerz“ wie folgt: „Ein unangenehmes Sinnes- und Gefühlserlebnis, das mit tatsächlicher oder potentieller Gewebeschädigung verknüpft ist oder mit Begriffen einer solchen Schädigung beschrieben wird“ (1).

Akuter Schmerz im Sinne der Schmerzphysiologie hat dabei immer eine sinnvolle bzw. lebenserhaltende Funktion. Dem Organismus werden intern oder extern ausgelöste Schädigungen gemeldet. Dies zieht eine entsprechende Schutzreaktion nach sich, wodurch weitere Beschädigung des Organismus vermieden werden soll. Akuter Schmerz dient außerdem der Heilung, da eine verletzte Extremität unwillkürlich ruhiggestellt und geschont wird (2).

Akuter Schmerz wird vom Gehirn in der Regel als sinnvoll erkannt. Das macht die psychische Verarbeitung meist relativ einfach. Auch die symptomatische Therapie sollte in diesem Fall keine wesentliche Hürde darstellen.

Hingegen sind im Falle chronischer Schmerzen die wert- und sinnvollen Melde-, Schutz- und Heilfunktionen verloren gegangen. Das Schmerzbild verselbstständigt sich und wird zu einem eigenständigen Leiden im Sinne einer chronischen Schmerzkrankheit, ohne dass es einen Auslöser gibt. Dieses geht mit Folgen wie physischer und vor allem psychischer Zermürbung einher. Nicht selten sind depressive Zustandsbilder, körperliche Schwäche, vermehrte Reizbarkeit und soziale Isolation die Folgen. Dies kann letzten Endes zu relevanten sozioökonomischen Problemen führen. Eine adäquate Therapie ist in diesem Fall häufig problematischer und verlangt dem ärztlichen Handeln neben einer umfassenden Sachkenntnis ein besonderes Maß an psychologischem Einfühlungsvermögen ab (2, 3).

Um eine solche Schmerzchronifizierung zu verhindern kommt auf der Stufe des akuten Schmerzes der primären, effizienten Schmerztherapie eine entscheidende Rolle zu. Ist es erst einmal zu einer Chronifizierung gekommen kann keines der zuvor eingesetzten Analgetika das bereits entstandene Schmerzgedächtnis wieder „löschen“, was die Wichtigkeit der suffizienten Akutschmerztherapie unterstreicht.

In solchen Fällen muss dann auf bisweilen zeit- und kostenintensivere Verfahren (z.B. TENS, Physikalische Therapie, Akupunktur) zurückgegriffen werden, die weniger Effizienz und häufig keine Langzeiteffekte versprechen (2, 4).

5.2 Bedeutung von postoperativen Schmerzen

Die Linderung von Schmerzen stellt seit jeher eine zentrale Aufgabe ärztlichen Handelns dar. Dies betrifft unter anderem die Behandlung postoperativer Schmerzen. In Abhängigkeit der durchgeführten Operation, des damit einhergehenden chirurgischen Traumas, des gewählten Narkoseverfahrens sowie individuellen Faktoren ist postoperativ mit mehr oder weniger ausgeprägten Schmerzen zu rechnen. Der eigentlich physiologischen Funktion des Schmerzes als Warnsignal vor Gewebeschädigung kommt in diesem Zusammenhang eine sekundäre Bedeutung zu (5). Neben der Unterscheidung zwischen regulären, zu erwartenden postoperativen Schmerzen und solchen, welche Hinweis auf eine möglicherweise eingetretene Komplikation geben, ist die adäquate Behandlung von nach einer Operation bestehenden Schmerzen eine ethische Pflicht. Unter medizinischen Gesichtspunkten ist der Schmerz ein Stressor und wird auf verschiedenen körperlichen und psychischen Ebenen beantwortet. Der gesteigerte Skelettmuskeltonus und Muskelspasmen verstärken den Schmerz und hemmen gleichzeitig die Beweglichkeit, was dem Ziel einer postoperativen Mobilisation entgegenwirkt. Schmerzen führen zu einem gesteigerten Sympathikotonus, welcher kardiovaskuläre, gastrointestinale und metabolische Reaktionen fördert. Der emotionale Zustand des Patienten wird ebenfalls durch den kortikal wahrgenommenen Schmerz beeinflusst (5).

Eine adäquate Schmerztherapie reduziert die perioperative Stressantwort und kann die Bahnung pathologischer nozizeptiver Transmissionen verhindern und auf diesem Wege der Chronifizierung von Schmerzprozessen entgegenwirken (6).

Auch unter juristischen Gesichtspunkten ist der postoperative Schmerz von erheblicher Bedeutung. Jede Operation stellt zunächst eine Körperverletzung dar (§ 229 StGB) und ist nur durch Einwilligung nach vorheriger Aufklärung des Patienten ohne rechtliche Konsequenzen möglich. Der Arzt hat dabei die Pflicht, den Schmerz als unmittelbare Konsequenz dieser Körperverletzung möglichst gering zu halten (Art. 2 II 1 GG). Im Sinne des § 323c StGB wäre ein Ausbleiben dieser Verpflichtung als

unterlassene Hilfeleistung zu werten. Ebenfalls ist in § 1 Abs. 2 der Ärztlichen Berufsordnung „Leiden lindern“ als Verpflichtung des Behandelnden fixiert.

Unter wirtschaftlichem Aspekt ist eine gute postoperative Schmerztherapie ebenfalls bedeutend. Sie kann durch Reduktion von Komplikationen zu kürzeren Verweildauern der Patienten führen (7).

Eine hohe Zufriedenheit mit dem Schmerzmanagement durch die Klinik und ihre Angestellten spielt außerdem eine Rolle für die - ggf. erneute - Wahl des Krankenhauses, sowie dessen Weiterempfehlung durch den Patienten und ist auch unter diesem Gesichtspunkt von wirtschaftlicher Relevanz (8).

Zur postoperativen Schmerztherapie stehen diverse Maßnahmen und Therapeutika zur Verfügung, deren Auswahl unter anderem von der Größe des operativen Eingriffs und der Schmerzintensität abhängt (5). Als Basistherapeutika stehen dabei z. B. NSAID, zur Verfügung. Bei Schmerzexazerbation oder nach größeren Eingriffen kann die Therapie entsprechend mit potenteren Analgetika eskaliert werden. Hierzu kann beispielsweise eine Bedarfsmedikation mit Opioiden (z.B. Piritramid) erfolgen.

Bei großen Eingriffen bzw. solchen, die eine intensive Rehabilitation nach sich ziehen, können zusätzlich leitungsanästhesie-basierte Verfahren oder patientenkontrollierte intravenöse Analgesie (PCA) zur Schmerzzufriedenheit des Patienten beitragen (5, 9). So kommen z. B. in der arthroskopischen Kreuzbandchirurgie oder Kniegelenks-Endoprothetik Verfahren wie Epidural Anästhesie oder periphere Nervenblockaden (N. femoralis Block, 3-in-1 Block) zum Einsatz (9, 10).

Trotz dieses Fundus an therapeutischen Möglichkeiten zeigen Untersuchungen, dass postoperativ nur etwa 12,4 % der Patienten keine Schmerzen haben. Demgegenüber stehen 29,5 % der Patienten, welche moderate bis starke Schmerzen beklagen (11). Gründe hierfür sind Fehlen von Standards zum Schmerzmanagement bzw. mangelhafte Umsetzung dieser Standards und unzureichende Erhebung der durch den Patienten subjektiv empfundenen Schmerzintensität (12-14).

Das interdisziplinäre Bestreben, die postoperative Schmerztherapie zu verbessern, zeigt sich in der aktuellen Literatur. So wurde durch die Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Schmerztherapie e. V. die S3-Leitlinie zur Behandlung akuter perioperativer und posttraumatischer Schmerzen erstellt (15).

Verbesserungspotential könnte hier im Etablieren von Standards zur Anwendung von leitungsanästhesie-basierten Therapieverfahren liegen. Auf diese Weise könnte spezifisch die Region des gesetzten Operationstraumas adressiert werden und

außerdem die Menge an postoperativ verabreichten Analgetika und deren unerwünschte Wirkungen reduziert werden. Erfahrungen diesbezüglich bestehen vor allem bei häufig und vielerorts durchgeführten orthopädischen Eingriffen. So existieren in der Hüft- oder Kniegelenksendoprothetik bereits Untersuchungen zum Einsatz von leitungsanästhesie-basierten Verfahren (5, 16-18).

Für komplexe und nur in wenigen hochspezialisierten Zentren durchgeführte Umstellungsosteotomien am Becken, wie der Periazetabulären Osteotomie nach Ganz (PAO) fehlen derartige Untersuchungen bisher jedoch.

Ziel der vorliegenden prospektiven Studie soll daher sein, zu untersuchen, inwieweit der Einsatz eines Regionalverfahrens zur Optimierung der postoperativen Schmerztherapie nach PAO beitragen kann.

5.3 Anatomische, physiologische und pathophysiologische Grundlagen des Schmerzes

Schmerz zählt neben Empfindungen wie Druck oder Temperatur zu den wichtigsten Sinnen des menschlichen Organismus, ohne deren Schutzfunktion kein Überleben möglich wäre (2).

Potenzielle oder bereits erfolgte Gewebeschäden (z.B. Prellung, Hautverletzung, Knochenbruch u. a. m.) werden durch im Gewebe liegende periphere Rezeptoren für Schmerz (sog. Nozizeptoren) erkannt. Diese Nozizeptoren bestehen aus freien Nervenendigungen dünner afferenter A- δ -Fasern oder C-Fasern. Diese finden sich - mit Ausnahme des Zentralnervensystems bestehend aus Rückenmark und Gehirn - im gesamten menschlichen Organismus. Ihre Erregung erfolgt durch unterschiedliche Reize: Physikalische Reize (Druck, Kompression), Temperaturänderungen (Kälte, Wärme) oder chemisch durch Entzündungsmediatoren im Rahmen lokaler Irritationen und Verletzungen (2).

Die Reizaufnahme in der Peripherie geschieht durch endogene algetisch wirksame Botenstoffe. Diese Ebene ist Angriffspunkt für reizmodulierende medikamentöse Substanzen (NSAID), aber auch endogene Modulatoren (2).

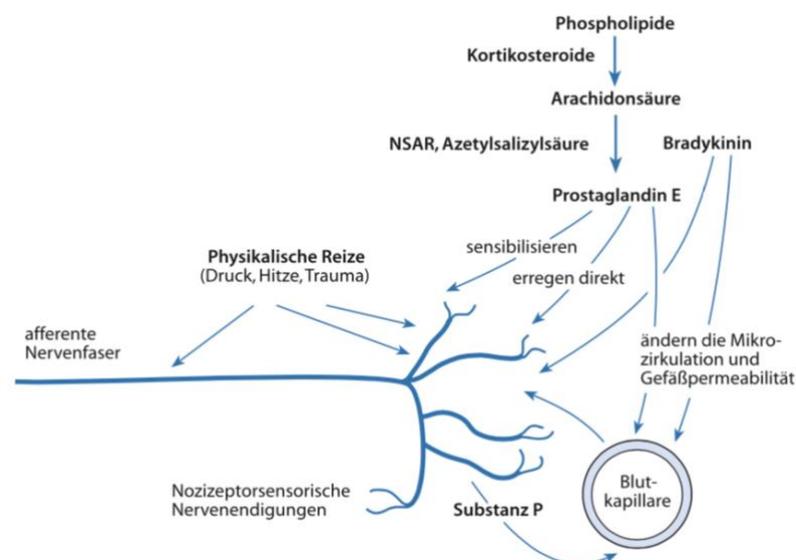


Abb. 1: Endogene algetisch wirksame Substanzen. Die Modulation der peripheren Nozizeptoren kann durch endogene oder exogene (Medikamente, physikalische Reize etc.) Mechanismen verändert werden (1).

Nach Reizaufnahme und -modulation erfolgt die Weiterleitung in die Hinterhörner des Rückenmarks. Hier wird der Neurotransmitter Glutamat ausgeschüttet, der an spezielle Glutamatrezeptoren bindet, was eine synaptische Erregung von Hinterhornneuronen bewirkt. Die Erregung wird dann u. a. zum Thalamus und schließlich zum Kortex des Großhirns weitergeleitet, wo dann der Sinneseindruck des Schmerzes abgebildet wird (2).

Der Erregungszustand der Neurone des Hinterhorns kann durch segmentale Interneurone bzw. deszendierende inhibitorische Bahnsysteme gehemmt werden. Aktiviert wird dieser Mechanismus durch aufsteigende Stimulation, um einer Reizüberflutung aus der Peripherie entgegenzuwirken (2).

Potente Analgetika wirken ebenfalls auf zentraler Ebene. Die Opiode entfalten ihre Wirkung im Sinne einer zentralen Analgesie über Beeinflussung von Opioidrezeptoren, sowie die Hemmung der Wiederaufnahme des Neurotransmitters Nordadrenalin und ermöglichen eine effektive Behandlung moderater bis starker Schmerzen (2, 19, 20)

Weitere potentere Opiode bewirken eine starke zentrale protopathische Analgesie mittels Hemmung der C-Fasern (Beeinflussung des emotionalen Schmerzempfindens) und deutlich weniger über die epikritische Schmerzempfindung (A- δ -Fasern).

Durch Kombination von Analgetika wird durch die unterschiedlichen Wirkmechanismen ein additiver Effekt erzielt (2).

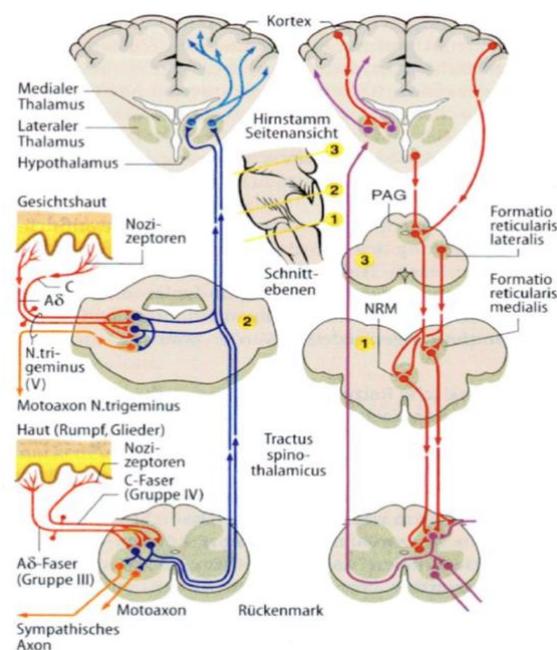


Abb. 2: Schematik des Nozizeptiven Systems (21).

Links: Aszendierende Bahnen Rechts: Deszendierende Bahnen

5.4 Verfahren zur postoperativen Schmerztherapie im Bereich der Hüfte

Im Rahmen dieser Arbeit wurden ein Leitungsanästhesie-basiertes Verfahren mit konventioneller Analgesie im Hinblick auf deren Wirksamkeit verglichen. Diese werden im Folgenden genauer beschrieben.

5.4.1 TAP-Block (Transversus-abdominis-plane-Block)

Der Transversus-abdominis-plane-Block (TAP-Block) bezeichnet eine Technik zur peripheren Nervenblockade. Er wurde erstmals 2001 von Rafi beschrieben und entwickelt, um eine lokale Anästhesie im Bereich der vorderen Bauchwand (Segmente Th6-L1) zu erzielen (22, 23). Ursprünglich wurde er als Landmarken-gesteuerter „blinder“ Block angewandt. Dazu wurde im sog. Petit-Dreieck (begrenzt durch M. latissimus dorsi, M. obliquus externus abdominis und dem Beckenkamm) eine Kanüle eingebracht und ein Depot Lokalanästhetikum (LA) zwischen M. obliquus internus abdominis und transversus abdominis gesetzt. Heutzutage wird der TAP-Block weitgehend als Ultraschall-gestützte Technik angewandt (23, 24).

Anatomische Grundlagen

Die Bauchwand wird von den Mm. obliquus externus, internus und transversus abdominis gebildet. Sie wird von den ventralen Ästen der Nn. spinales T7-T12 und L1-L3 (T12/L1: N. iliohypogastricus; L1: N. ilioinguinalis; L1/L2: N. genitofemoralis; L2/L3: N. cutaneus femoris lateralis) versorgt. Die genannten Nerven verlaufen zwischen dem M. obliquus abdominis internus und dem M. transversus abdominis. Neben der Innervation der Muskeln der Bauchwand geben Sie in ihrem Verlauf kutane Äste ab (23, 25). Die so innervierte Muskulatur inseriert ihrerseits am knöchernen Becken und übt bei Kontraktion Zug auf selbiges aus.

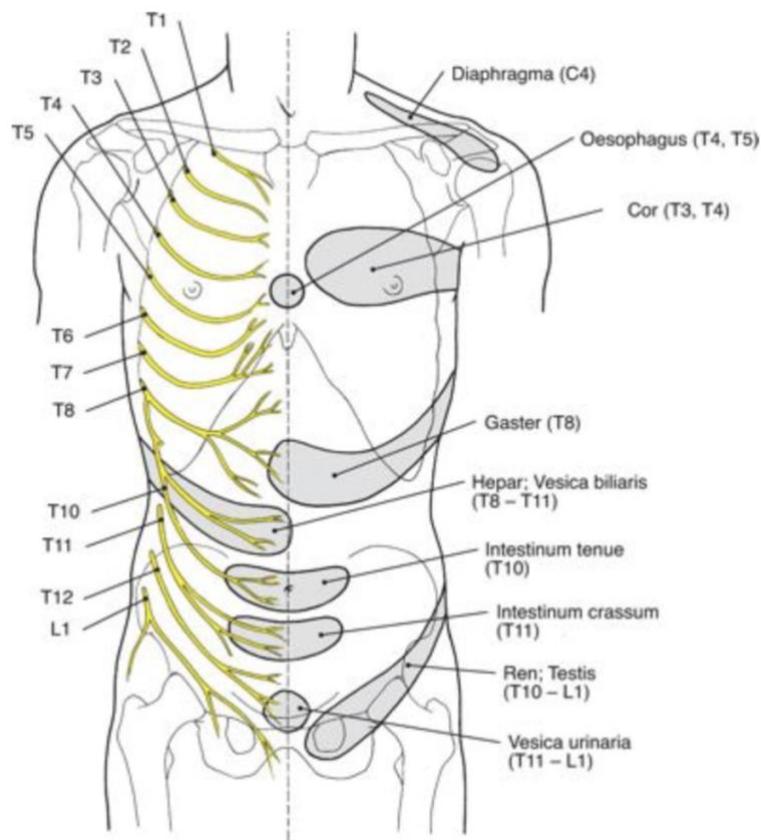


Abb. 3: Sensible Innervation der Bauchwand (19).

Durchführung des TAP-Blocks

Die Durchführung erfolgt unmittelbar präoperativ. Dazu befindet sich der Patient in Rückenlage. Ein Ultraschallkopf wird in transversaler Ausrichtung zwischen Beckenkamm und Rippenbogen aufgesetzt.



Abb. 4: Durchführung des Ultraschall-gesteuerten TAP-Blocks (26).

Vor Durchführung der Punktion müssen folgende Strukturen (von außen nach innen) sonographisch definiert sein: Fettgewebe, M. obliquus externus, M. obliquus internus, M. transversus abdominis und intraperitoneale Strukturen.

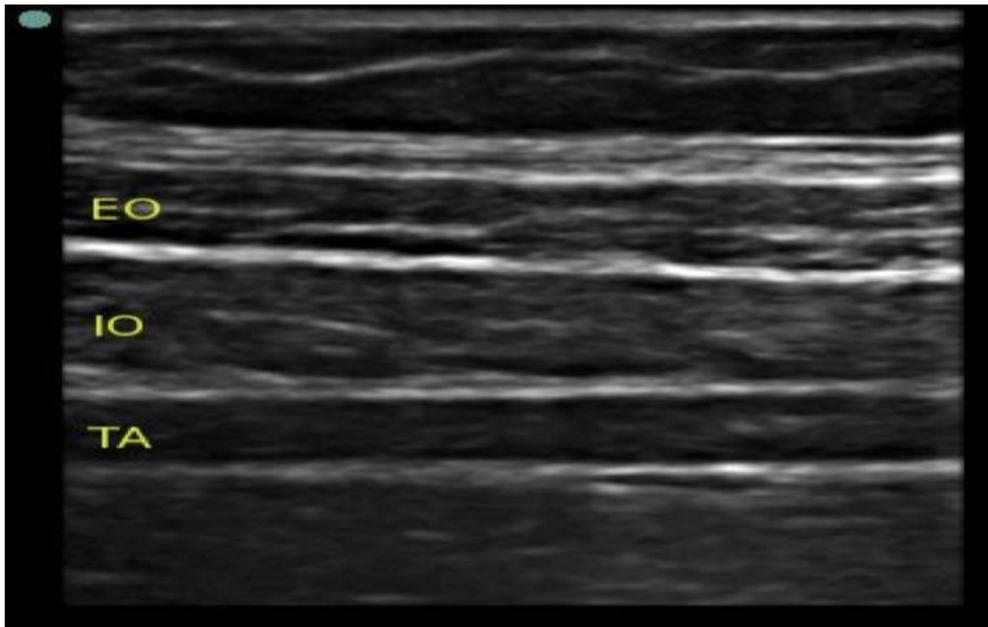


Abb. 5: Sonographische Darstellung der Bauchwand: Von oben nach Unten EO: M. obliquus externus, IO: M. obliquus internus, TA: M. transversus abdominis (26).

Eine Kanüle wird anschließend in die Ebene zwischen M. obliquus internus und M. transversus abdominis eingeführt. Durch Verabreichung von 2-3 ml NaCl Lösung wird die korrekte Lage der Kanüle zunächst überprüft. Erst dann wird das Depot Lokalanästhetikum gesetzt (24).



Abb. 6: Sonographische Darstellung der Bauchwand nach Verabreichen des Lokalanästhetikums (26).

Der Ultraschall-gesteuerten Technik gilt als sicheres und komplikationsarmes Verfahren (26). Als mögliche Komplikationen des „blinden TAP-Blocks“ sind zu nennen: intraperitoneale Injektion, Darmhämatom und transiente N. femoralis Lähmung (26). Möglich wäre ferner eine Toxizität des Lokalanästhetikums aufgrund großer injizierter Volumina v. a. bei bilateralem Block. Bisherige Empfehlungen hinsichtlich der Maximaldosis von Lokalanästhetika belaufen sich auf 200mg Lidocain. Diese Empfehlungen basieren auf klinischer Erfahrung oder Extrapolation aus Tierexperimenten. Evidenzbasierte Empfehlungen zu verabreichender Maximaldosen existieren jedoch nicht (27). Vor Injektion sollte stets aspiriert werden, um intravaskuläre Injektionen zu vermeiden.

Indikationen

Die Anwendung des TAP-Blocks zur postoperativen Schmerztherapie erstreckt sich auf eine Reihe von Eingriffen. Die Indikationen umfassen vor allem Eingriffe der abdominalen und gynäkologischen oder urologischen Chirurgie wie z. B. Appendektomie, Hernienchirurgie, Sectio caesarea (28), abdominale Hysterektomie (29), Prostatektomie (26) oder laparoskopische Chirurgie (30). Bilaterale TAP-Blocks können bei medianen Laparotomien und laparoskopischen Eingriffen eingesetzt werden (26).

Bei weniger komplexen knöchernen Eingriffen im Bereich des Beckens wurde der Einsatz des TAP-Blocks nach Entnahme von knöchernen Grafts vom Beckenkamm erstmals von Chiono et al. beschrieben (31). Zudem wurde der erfolgreiche Einsatz des TAP-Blocks bei einzelnen Patienten mit Beckenringfrakturen beschrieben (32). In diesen Berichten wird u. a. die relaxierende Wirkung auf die Muskulatur der Bauchwand mit konsekutiv verminderten Zugkräften auf das schmerzempfindliche Periost von Os ilium (durch M. obliquus externus und internus), Os pubis (durch M. rectus abdominis, pectineus und pyramidalis abdominis) und Os ischium (M. obturatorius internus und externus) für den positiven Effekt des TAP-Blocks verantwortlich gemacht (32).

Dabei handelt es sich jedoch um einzelne Fallberichte. Prospektive Studien zum Einsatz des TAP-Blocks im Bereich der komplexen Beckenchirurgie fehlen bislang.

5.5 Hüftdysplasie im Erwachsenenalter und operatives Verfahren – Periazetabuläre Osteotomie nach Ganz

Die Hüftdysplasie stellt die häufigste Ursache für die Entstehung einer sekundären Koxarthrose im frühen Erwachsenenalter dar (33). Das weibliche Geschlecht ist häufiger betroffen (Verhältnis ca. 5:1). Regionale Häufungen sind beschrieben (Tschechien, Sachsen, Thüringen, sog. „Luxationsnester“) (34).

Die Hüftdysplasie ist definiert als eine unzureichende laterale und anteriore azetabuläre Überdachung des Femurkopfes (35).

Die lasttragende Knorpelfläche ist verringert und es kommt zu einer pathologischen Überlastung des Gelenkknorpels mit konsekutiver Schädigung von Knorpel und Labrum, welche zur Entstehung einer Früharthrose führen kann (36). Kompensatorisch kommt es durch diese Anatomie zu einer Hypertrophie des Labrums, um der pathologischen Belastung in diesem Bereich zu begegnen. Da die weichteilige Gelenkklippe für diese Form der Krafteinwirkung nicht über die notwendige Beschaffenheit verfügt, kommt es im Verlauf zu Degeneration und Ein- bzw. Abreißen. Klinisches Korrelat dieser Prozesse ist typischerweise ein Leistenschmerz. Weitere Symptome können Schmerzen im Bereich des Trochanter major und der Abduktoren als Folge der muskulären Überlastung sein.

Unbehandelt führt eine Hüftdysplasie ohne Subluxation der Hüfte bei 40-50% der Erkrankten bereits im Alter von 50 Jahren zu einer fortgeschrittenen Koxarthrose. Etwa in der Hälfte der Fälle kommt es bereits mit 60 Jahren zur Implantation einer Hüftgelenktotalendoprothese (37). Bei bestehender Subluxation im Hüftgelenk entwickelt sich ohne Therapie in fast 100% der Fälle schon früh eine terminale Arthrose (37).

Zur Therapie der Hüftdysplasie im Erwachsenenalter stehen unterschiedliche operative Verfahren zur Verfügung, deren Ziel es ist, eine Korrektur der zu geringen anterolateralen Überdachung des Hüftkopfes vorzunehmen. Der Entwicklung bzw. dem weiteren Fortschreiten einer Koxarthrose wird so entgegengewirkt. Goldstandard der chirurgischen Behandlung einer symptomatischen Hüftdysplasie ist die periazetabuläre Umstellungsosteotomie. Prinzipiell etabliert sind zwei Operationstechniken der azetabulären Reorientierung bei Erwachsenen:

Die durch Tönnis und Kalchschmidt entwickelte 3-fach-Beckenosteotomie (3FBO) und die Periazetabuläre Osteotomie nach Ganz. Eingegangen werden soll hier näher auf die letztere.

Indikationen und Kontraindikationen

Zu den Indikationen der PAO nach Ganz zählen die symptomatische Hüftdysplasie bei sich schließender oder geschlossener Wachstumsfuge (36, 38) sowie ein FAI in Folge einer azetabulären Retroversion (39, 40). Der Arthrosegrad nach Tönnis sollte ≤ 2 betragen (36).

Bei verminderter femoraler Antetorsion sollte zusätzlich die Indikation zur intertrochantären Rotation berücksichtigt werden (40).

Risikofaktoren für ein schlechtes klinisches Outcome, sind ein Arthrosegrad >2 nach Tönnis sowie Adipositas (41, 42). Eine absolute Altersgrenze besteht nicht. Ein höheres Alter zum Zeitpunkt der Umstellungsoperation geht jedoch mit einem schlechteren Outcome einher (42). Die hohe Hüftluxation sowie die Ausbildung eines sekundären Azetabulums mit fibrösem Knorpel in Folge der Fehlbelastung (Sekundärpfanne) gelten als Kontraindikationen (36).

Präoperative Bildgebung

Zur präoperativen Diagnostik kommen konventionell-radiologische und schnittbildgebende Verfahren zur Anwendung. Eine Beckenübersichtsaufnahme (auf die Symphyse zentriert und korrekt rotiert) dient im Sinne der Indikationsstellung der Beurteilung des präoperativen Arthrosegrades sowie der Beurteilung des LCE – Winkels und des Azetabulären Index. Als pathologisch i. S. einer Hüftdysplasie gelten ein LCE Winkel von $<23^\circ$, sowie ein Azetabulärer Index von $>14^\circ$ (siehe Abbildung 7). Anhand einer „faux profil“-Aufnahme kann die anteriore Überdachung beurteilt werden. Eine in $20\text{-}30^\circ$ Abduktion durchgeführte Aufnahme dient der Simulation der azetabulären Reorientierung (36, 43). In einer axialen Aufnahme wird das anteriore Offset zwischen Hüftkopf und Schenkelhals bestimmt.

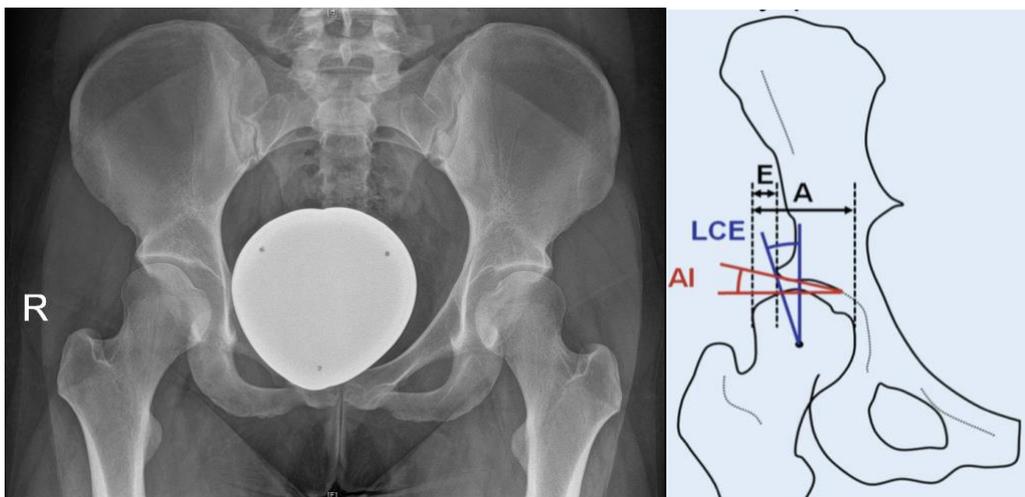


Abb. 7: Links: Hüftdysplasie der linken Hüfte mit unzureichender Überdachung des Hüftkopfes. Rechts: Schematische Darstellung von LCE-Winkel und Azetabulärem Index in a. p. Röntgenaufnahme.

Operative Technik der PAO nach Ganz

Bei der PAO wird das Azetabulum vollständig aus dem Becken gelöst. Der hintere Pfeiler bleibt dabei intakt. Es resultiert eine optimale Bewegungsfreiheit und uneingeschränkte Positionierbarkeit des Fragments.

Die Operation wird in Rückenlage durchgeführt. Als Zugang dient ein modifizierter Smith-Peterson-Zugang. Die PAO lässt sich in 5 Teilosteotomien aufteilen. Die erste unvollständige Osteotomie des Os ischii erfolgt von ventral über den distalen Anteil der Inzision. Über den anterioren Zugang wird durch das Intervall zwischen M. tensor fasciae latae und M. sartorius vorgegangen und der M. rectus femoris dargestellt und proximal abgelöst. Die Kapsel wird distal unterfahren und das Os ischii von ventral unvollständig osteotomiert.

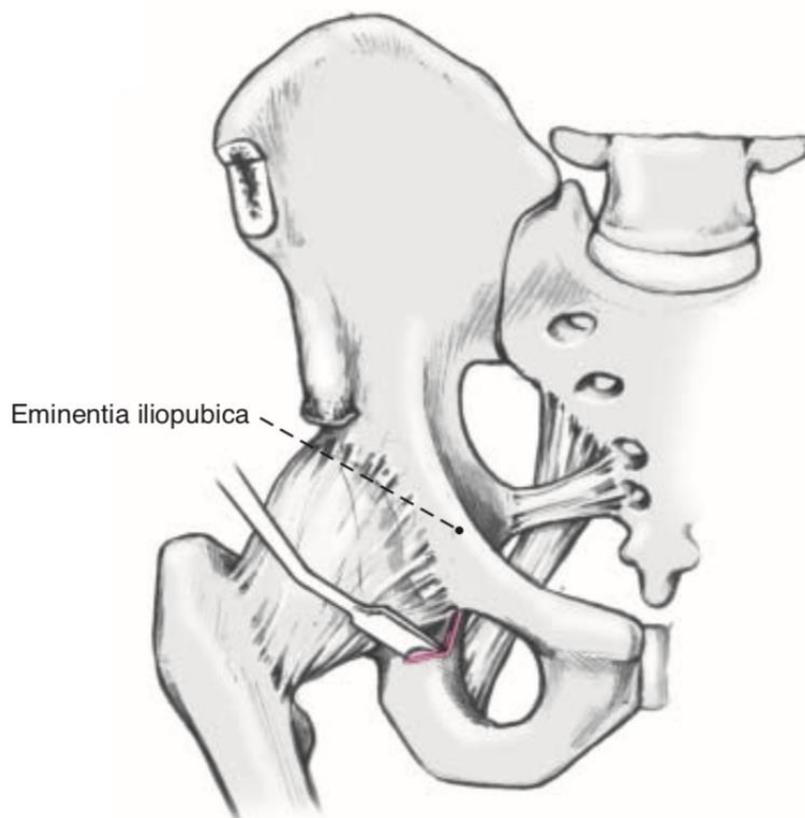


Abb. 8: Unvollständige Osteotomie des Os ischii (30).

Als zweites wird der Ramus superior ossis pubis vollständig osteotomiert. Als Orientierungshilfe dient dabei die Eminentia iliopubica als mediale Begrenzung der Verlaufsgrube der Psoassehne. Die Osteotomie erfolgt quer zur Längsachse des Os pubis. Wichtige Strukturen, die hierbei geschont werden müssen, sind der N. obturatorius und die Vasa obturatoria.

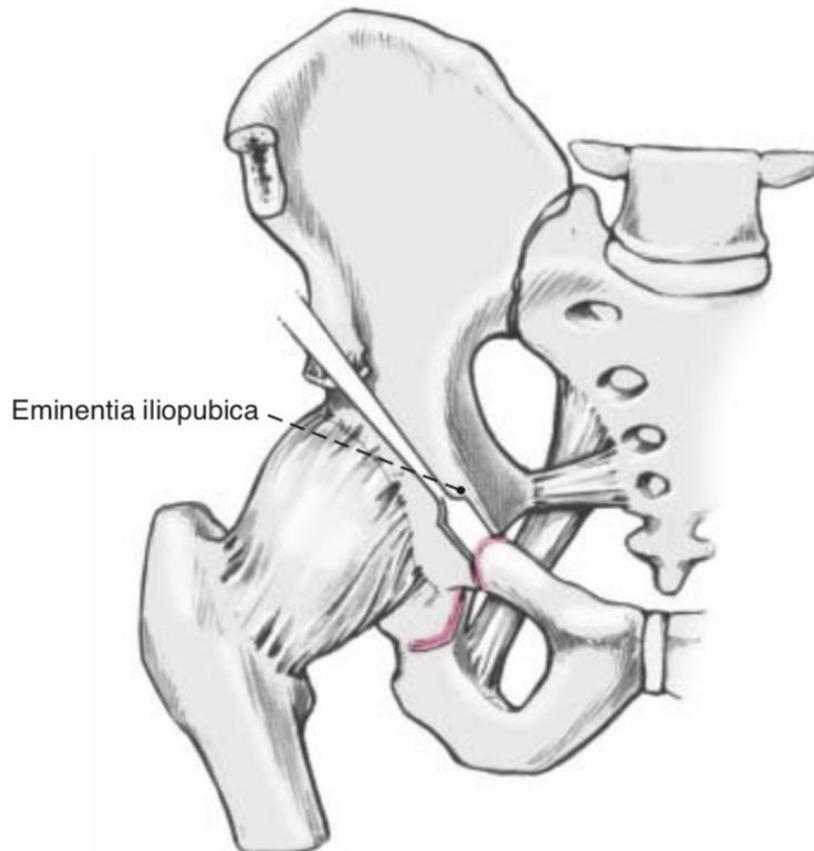


Abb.9: Vollständige Osteotomie des Ramus superior ossis pubis (30)

Die nächsten Osteotomien werden von der Beckeninnenseite ausgeführt und erfolgen dachförmig in zwei Schritten als supra- und retroazetabuläre Osteotomie. Die supraazetabuläre Osteotomie beginnt am distalen Rand der Spina iliaca anterior superior. Sie führt nach dorsal bis 1,5 cm lateral der Linea terminalis und danach als retroazetabuläre Osteotomie in einem Winkel von 110-120° nach distal in Richtung der Spina ischiadica in 1 cm Abstand zum Foramen ischiadicum majus.

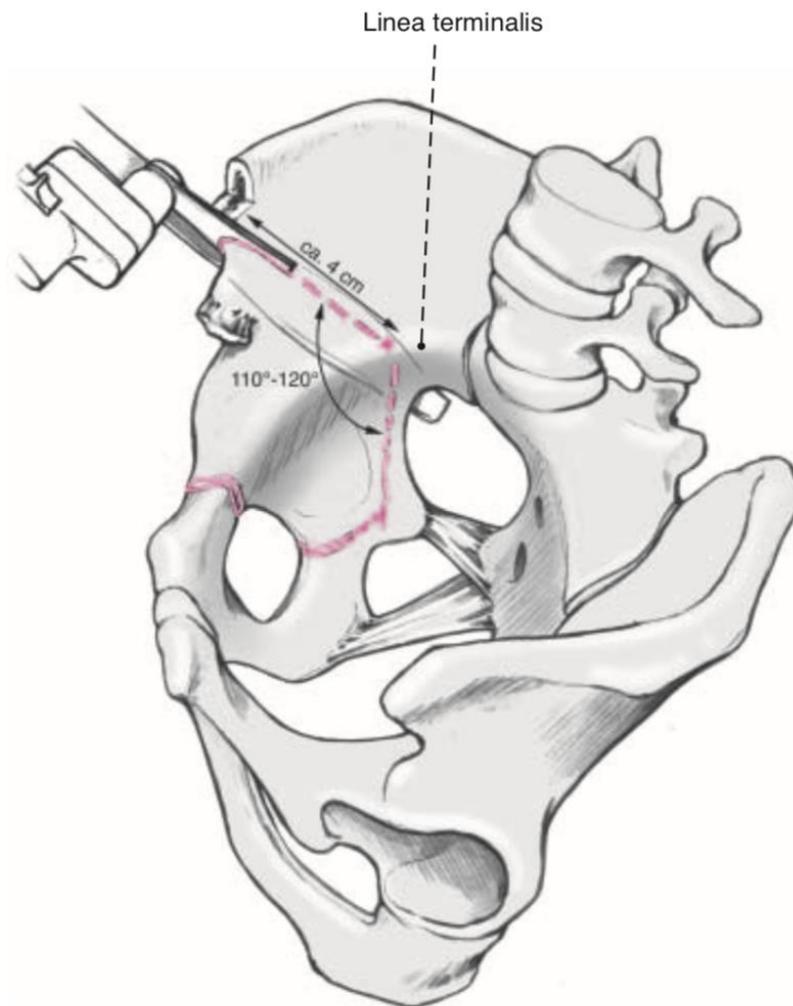


Abb. 10: Supra- und retroazetabuläre Osteotomie (30)

Verbleibende bindegewebige Strukturen werden nun unter Einsatz einer Schanz-Schraube sowie einer Spreizzange kontrolliert mobilisiert. Das azetabuläre Fragment ist nun frei beweglich und kann entsprechend der geplanten Korrektur reorientiert werden.

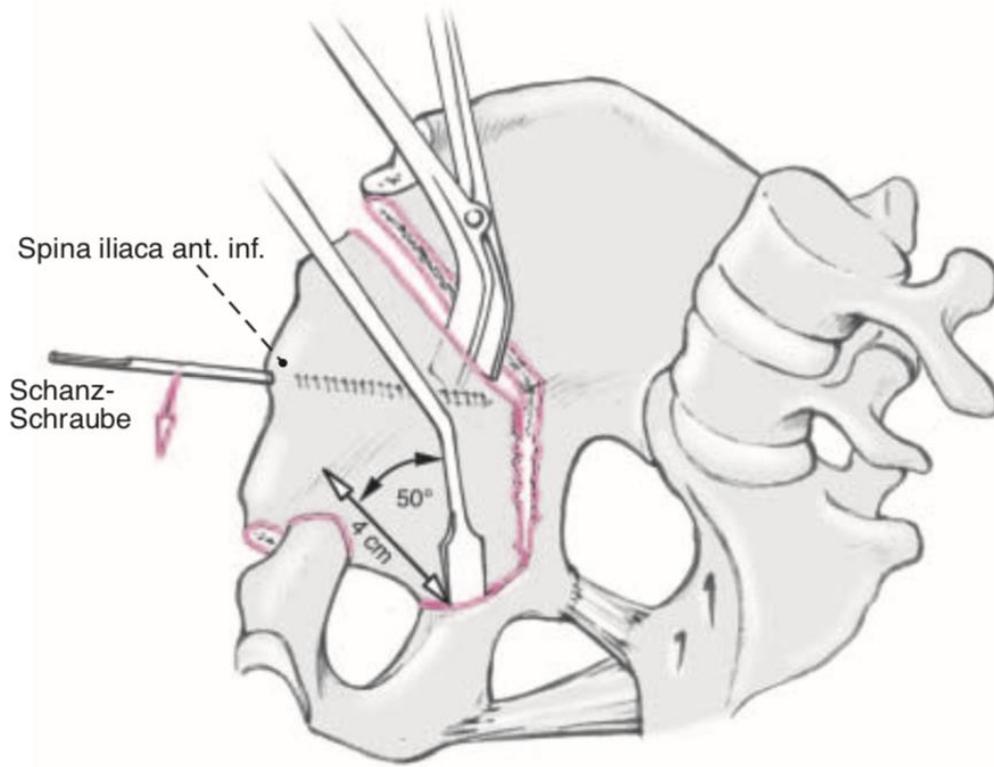


Abb. 11: Mobilisieren des azetabulären Fragments (30).

Nach Reorientierung wird das Fragment provisorisch mit zwei bis drei Kirschner-Drähten fixiert und eine a. p. Röntgenkontrolle durchgeführt. Nach etwaiger Korrektur der Reorientierung wird das Fragment anschließend mit drei Kortikalisschrauben definitiv fixiert.

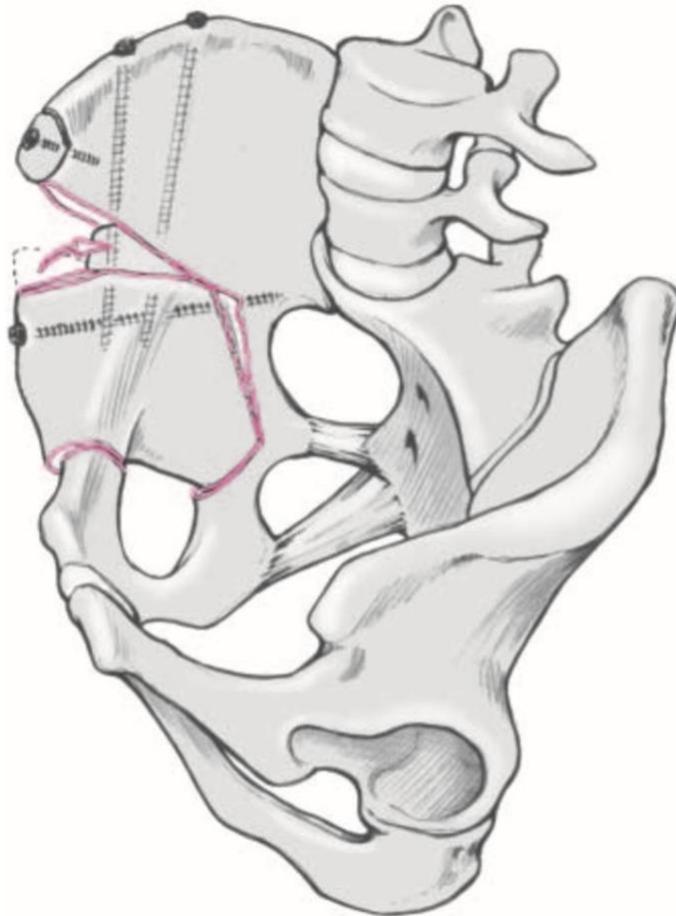


Abb. 12: Definitive Fixierung des azetabulären Fragments mittels Kortikalisschrauben (30).

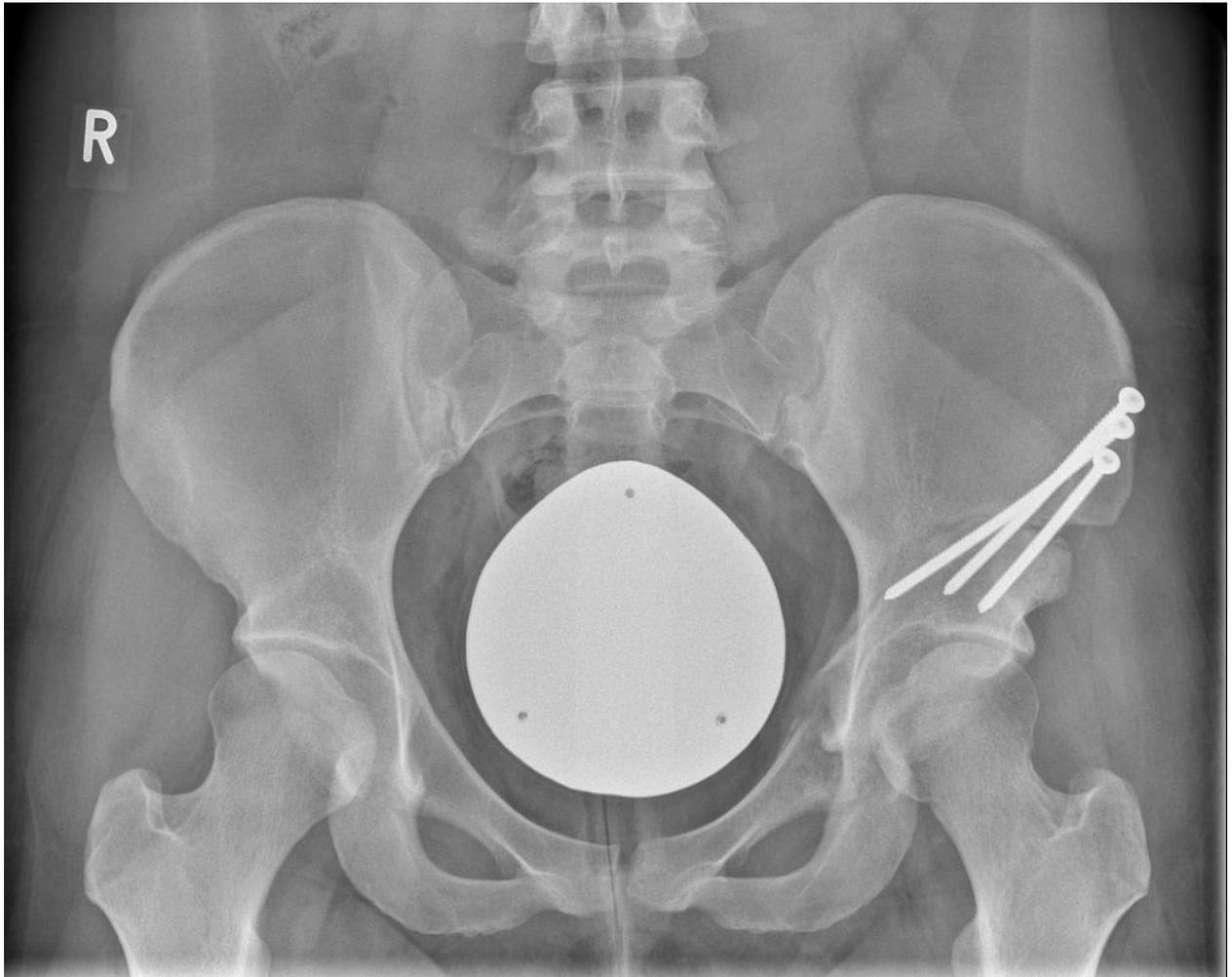


Abb. 13: Postoperative Röntgenaufnahme nach PAO links. Zu sehen ist die reorientierte Pfanne, fixiert mit Kortikalisschrauben.

6. Zielsetzung und Fragestellung dieser Arbeit

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist, zu untersuchen, inwiefern eine TAP-Blockade der konventionellen schmerztherapeutischen Behandlung in Form einer postoperativen intravenösen Schmerztherapie mittels Opioiden (Piritramid) bzgl. der Wirksamkeit gleichgestellt ist.

Ebenso soll ermittelt werden, ob sich gegebenenfalls Vorteile aus der Etablierung dieses Verfahrens ergeben. Hier sind vor allem Schmerzniveau ebenso wie geringere unerwünschte Arzneimittelwirkungen durch Einsparen von intravenösen und oralen Analgetika zu nennen.

Als primärer Endpunkt ist dabei der kumulative postoperative Piritramidbedarf innerhalb von 48 Stunden postoperativ definiert.

Sekundäre Endpunkte sind weiter der Ruhe- und Bewegungsschmerz im OP-Gebiet, die Zufriedenheit mit der Schmerztherapie, das Auftreten von PONV sowie der Bedarf an Antiemetika.

7. Patienten und Methoden

7.1 Studiendesign

Die Studie wurde als randomisiert-kontrollierte Studie konzipiert. Das Votum der zuständigen Ethikkommission wurde vor Beginn der Studie eingeholt (Ethikvotum Nr. EA2/098/17). Zwischen November 2017 und September 2018 unterzogen sich 42 konsekutive Patienten in unserem Zentrum aufgrund einer symptomatischen Hüftgelenkdisplasie einer PAO und wurden unter Berücksichtigung der Ein- und Ausschlusskriterien in die Studie eingeschlossen.

In die Studie eingeschlossen wurden männliche oder weibliche, volljährige Patienten bei denen aufgrund einer bestehenden Hüftdisplasie eine PAO in unserer Klinik durchgeführt wurde und die durch Unterschreiben der anhängig beigefügten Erklärung ihr Einverständnis zur Studienteilnahme erklärt haben.

Als Ausschlusskriterien wurden Überempfindlichkeit gegenüber Ropivacain oder anderen Lokalanästhetika, Kontraindikation gegen o. g. Anästhesieverfahren, eine voroperierte Bauchwand, eine insuffizient anzulegende periphere Nervenblockade, chronische Schmerzpatienten, schwere psychiatrische Vorerkrankungen, angeborene oder erworbene Blutgerinnungsstörungen, Alkoholmissbrauch, oder eine Nichteinwilligungsfähigkeit definiert.

41 Patienten schlossen die Studie ab und konnten in die Auswertung einbezogen werden. Insgesamt 21 wurden der TAP-Block-Gruppe und 20 der Kontrollgruppe zugewiesen. Ein Patient, aus der Kontrollgruppe, widerrief nach der Operation die Studieneinwilligung und wurde von der Studie ausgeschlossen.

Anästhesie-Protokoll

Alle Patienten erhielten eine Allgemeinanästhesie mit orotrachealer Intubation nach einem standardisierten Protokoll. Die Anästhesie wurde mit Propofol (1-2,5 mg/kg), Fentanyl (0,5-1 µg/kg) und Cisatracurium (0,1-0,2 mg/kg) eingeleitet. Nach der Einleitung der Allgemeinanästhesie wurde die Gruppenzuordnung dem leitenden Anästhesisten zur Durchführung des TAP-Blocks bekannt gegeben. Die Anästhesie wurde während der Operation mit Propofol (5-10 mg/kg/h) aufrechterhalten und

Fentanyl zur intraoperativen Analgesie verabreicht. Hypotonie wurde mit 0,9%iger Kochsalzlösung und Cafedrin/Theodrenalin behandelt, wenn dies erforderlich war. Alle Patienten erhielten eine kontinuierliche intravenöse Infusion von Tranexamsäure (1 g). Unmittelbar vor dem Wundverschluss erhielten alle Patienten 0,1 mg/kg Piritramid. Eine intravenöse PCA (Vygon PCA-Pumpe, Ecoen, Frankreich) wurde mit 1,5 mg Piritramid/Bolus mit 10 Minuten Sperrzeit vor der Aufnahme auf die Post anaesthesia care unit (PACU) verabreicht (44).

TAP-Block-Protokoll

Bei allen Patienten der Studiengruppe wurde ein ultraschallgesteuerter unilateraler TAP-Block durchgeführt. Die Patienten wurden dazu in Rückenlage gelagert. Die Mm. obliquus abdominis internus sowie transversus abdominis wurden mit einem tragbaren Ultraschallgerät (SonoSite, Washington, USA) visualisiert. Die Injektionsstelle wurde desinfiziert und die Ultraschallsonde in eine sterile Hülle gelegt. Der TAP-Block wurde mit einer in-plane Technik durchgeführt. Nach Platzierung der Nadelspitze zwischen den genannten Muskeln und trockener Aspiration wurde eine Testinjektion von einigen ml 0,9%iger Kochsalzlösung durchgeführt, um die korrekte Position der Nadel sicherzustellen. Die definitive Injektion von 20 ml 0,75 % Ropivacain wurde dann unter Ultraschallvisualisierung durchgeführt (44).

Chirurgische Technik

Der operative Eingriff wurde entsprechend der im Einleitungsteil unter Abschnitt 5.5 beschriebenen Technik durchgeführt.

Postoperative Analgesie und Mobilisierungsregime

Alle Patienten erhielten vor der Aufnahme auf die PACU eine postoperative intravenöse PCA mit Piritramid. Zusätzlich erhielten alle Patienten ein postoperatives orales Analgetikaregime mit einer täglichen Dosis von Metamizol (4x1g) und Etoricoxib (1x90 mg). Intravenöses Ondansetron (bis zu 4x4 mg) wurde im Falle von moderater oder schwerer PONV gegeben. Die Mobilisierung der Patienten begann am Morgen des ersten postoperativen Tages unter Anleitung von Physiotherapeuten. Nach erfolgreicher Erstmobilisation durften sich die Patienten unter Teilbelastung von 15 kg des ipsilateralen Beins selbstständig mobilisieren (44).

7.2 Ablauf der postoperativen Datenerfassung

7.2.1 Piritramidverbrauch über PCA

Der Verbrauch an Piritramid wurde 6, 24 und 48 Stunden postoperativ durch Ablesen der PCA-Pumpen erfasst. Die Schmerzpumpen werden dazu bei allen Patienten gleichermaßen mit 60mg Piritramid auf 20 ml Gesamtvolumen mit 0,9 % NaCl-Lösung aufgezogen. Bei einem Bolusvolumen von 0,5 ml ergibt sich eine Menge von 1,5 mg Piritramid pro Bolus. Wurde das Pumpenvolumen vor Studienende vom Patienten verbraucht, so erhielt er erneut eine PCA-Pumpe, die in o. g. Weise bereitgestellt wurde. Nach 48 Stunden postoperativ wurde bei Studienende die Piritramidpumpe entfernt. Die PCA ist ein etabliertes Verfahren in der Akutschmerztherapie und kommt in vielen Krankenhäusern regelhaft zum Einsatz (45).

7.2.2 NRS-Verlauf

Zur Erfassung der Schmerzen in der postoperativen Phase wurde die Schmerzintensität anhand der NRS von 0 (keine Schmerzen) bis 10 (schlimmste vorstellbare Schmerzen) bestimmt (46).

Der von jedem Studienpatienten subjektiv empfundene Schmerz in Ruhe und bei Bewegung wurde 6, 24 und 48 Stunden postoperativ auf dem anhängig beigefügten Patientenfragebogen erfasst (siehe Anhang)

7.2.3 Quality of Recovery Score

Zur Evaluation der postoperativen Phase hinsichtlich Patientenzufriedenheit wurde der QoR-9-Score dem Patientenfragebogen beigelegt. Der Score umfasst 9 Items mit je 3 Abstufungen. Der Score kann einen Testwert zwischen 0 (schlechtester Wert) und 18 (besten Wert) einnehmen (47, 48). Erfasst wurde der Testwert ebenfalls 6, 24 und 48 Stunden postoperativ.

7.2.4 Antiemetikaverbrauch

Zur Erfassung ggf. postoperativ auftretender PONV wurde 6, 24 und 48 Stunden postoperativ der Antiemetikaverbrauch bei allen Studienpatienten erfasst. Alle Studienpatienten erhielten bei mindestens moderater Übelkeit 4mg Ondansetron i.v. bis 1-1-1-1 bei Bedarf.

7.3 Statistische Analysemethoden

Die Dokumentation der erhobenen Daten erfolgte in einer Excel Tabelle mit Microsoft Excel Version 16.16.2. Die Auswertung der Daten erfolgte mit IBM SPSS 25 und RStudio 1.3.959.

Die Deskription umfasst absolute und relative Häufigkeiten für kategoriale Variablen sowie Mittelwert, Standardabweichung, Median und Range für metrisch skalierte Größen. Zur Feststellung der Normalverteilung der Variablen wurde der Kolmogorov-Smirnov-Test durchgeführt. Bei Annahme der Normalverteilung wurde für die Analyse von einzelnen Variablen der t-Test verwendet. Für Daten bei denen die Normalverteilungsannahme verletzt war, wurde der Mann-Whitney-U-Test durchgeführt. Für nominal skalierte Variablen wurde Fishers Exact Test durchgeführt. Alle p-Werte sind zweiseitig. Signifikanz wurde für $p \leq 0,05$ angenommen.

7.4 Power Analyse

Anhand der o. g. Ergebnisse für den primären Endpunkt Piritramidverbrauch und Fallzahl wurde eine post-hoc Power-Analyse durchgeführt. Die post-hoc Power-Analyse ergab bei einer Gesamtkohorte von $n=41$, einem Signifikanzniveau von 0,05 und einer Effektgröße von $d=1,3$ eine Power von 99%

8. Ergebnisse

8.1 Patientenkollektiv

8.1.1 Biometrische Daten

In die vorliegende prospektive Studie wurden 41 Patienten eingeschlossen, die zwischen November 2017 und September 2018 am Centrum für Muskuloskeletale Chirurgie der Charité – Universitätsmedizin Berlin bei bestehender Hüftgelenkdysplasie mittels PAO operativ versorgt wurden. Alle Studienteilnehmer wurden vom selben erfahrenen Chirurgen operiert.

Von den 41 eingeschlossenen Patienten waren 33 weiblich (80,5%) und 8 männlich (19,5%).

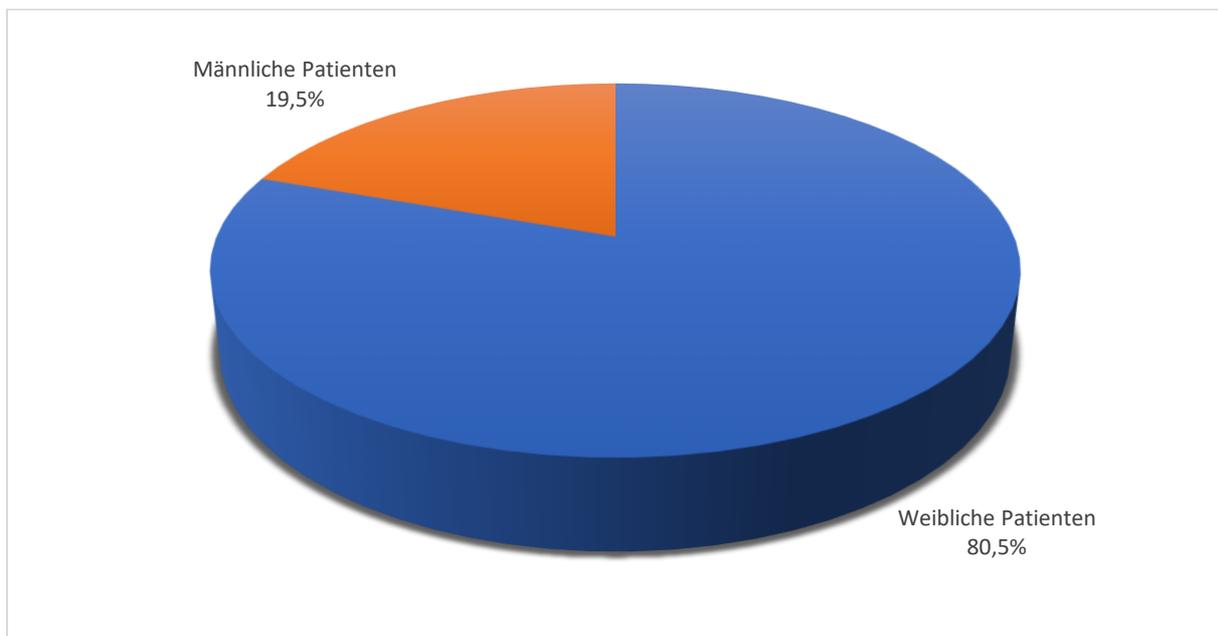


Abb. 14: Geschlechterverteilung

Der durchschnittliche Krankenhausaufenthalt (LoS) betrug 8,7 Tage (SD=1,3; Range, 7-15 Tage).

Das durchschnittliche Alter zum Zeitpunkt der Operation betrug 28,37 (SD= 7,4; Range, 18-43 Jahre). Der durchschnittliche BMI betrug 24,01 (SD=3,9; Range, 15,4-33,9). 21 Patienten erhielten als Analgesie einen TAP-Block (51,2%). 20 Patienten wurden der Kontrollgruppe zugeordnet (48,8%). In der TAP-Block Gruppe waren

davon jeweils 85,7% weiblich und 14,3% männlich. In der Kontrollgruppe waren 75% weiblich und 25% männlich.

Die Unterschiede für die Parameter Dauer des Klinikaufenthaltes ($p=0,83$), Alter ($p=0,89$), Geschlecht ($p=0,45$) und BMI ($p=0,34$) waren dabei nicht signifikant.

Die Biometrischen Daten der Gesamtpopulation sind in Tabelle 1 dargestellt.

	TAP-Block (n=21)	Kontrollgruppe (n=20)	p-Wert
LoS (d)	8,71 (SD 1,65; 7-15)	8,80 (SD 0,89; 7-11)	0,83*
Alter (Jahre)	28,52 (SD 6,99; 18-39)	28,20 (SD 8,07; 18-43)	0,89**
Geschlecht (w/m)	18/3	15/5	0,45***
BMI (kg/m ²)	23,42 (SD 4,28; 15,4-31,2)	24,62 (SD 3,57; 18,6-33,9)	0,34**

Tab. 1: Biometrische Daten der Gruppen „TAP-Block“ und Kontrolle angegeben in Mittelwert (Standardabweichung; Range). Hier zeigten sich keine signifikanten Unterschiede (*Mann-Whitney-U-Test; **t-test bei unabhängigen Stichproben; ***Fishers exact test)

8.2. Postoperative Aspekte

8.2.1 Piritramidverbrauch über PCA

Zu allen drei Messzeitpunkten war der Piritramidverbrauch über PCA in der TAP-Block Gruppe signifikant geringer.

In Tabelle 2 ist jeweils der Piritramidverbrauch in mg zu den Zeitpunkten 6, 24 und 48 Stunden postoperativ für die beiden Gruppen „TAP-Block“ und „Kontrolle“ dargestellt. Abbildung 16 stellt den Piritramidverbrauch über PCA zu allen drei Messzeitpunkten gegenüber.

	TAP-Block (n=21)	Kontrollgruppe (n=20)	p-Wert
6 h post OP	2,97 (SD 2,82, 0-9)	10,80 (SD 5,85; 1,5-21)	0,000022*
24 h post OP	18,36 (SD 16,18; 0-66)	30,83 (SD 16,39; 6-63)	0,011*
48 h post OP	29,12 (SD 30,72; 0-126)	54,68 (SD 29,55; 6-120)	p=0,04*

Tab: 2: Piritramidverbrauch (mg) angegeben in Mittelwert (Standardabweichung; Range): Im Vergleich zwischen den zwei Gruppen zeigte sich zu den jeweiligen Zeitpunkten ein signifikant geringerer Verbrauch in der „TAP-Block“ Gruppe (*Mann-Whitney-U-Test)

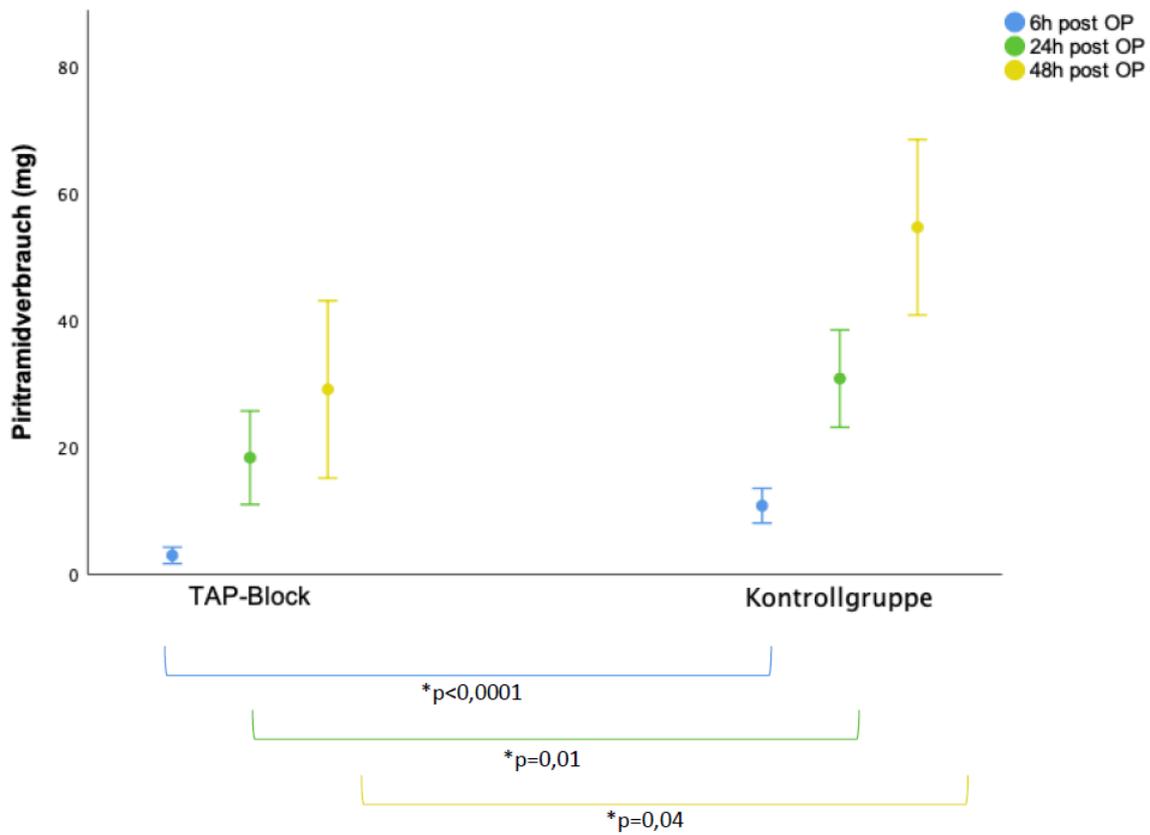


Abb. 15: Piriramidverbrauch (mg) 6 h, 24 h und 48 h postoperativ. Dargestellt sind die Mittelwerte der Gruppen „TAP-Block“ und „Kontrolle“.

8.2.2 NRS-Verlauf

In Tabelle 3 sind die Gruppen „TAP-Block“ und „Kontrolle“ hinsichtlich der vom Patienten angegebenen Schmerzen entsprechend der NRS in Ruhe und bei Bewegung dargestellt.

	TAP-Block (n=21)	Kontrollgruppe (n=20)	p-Wert
NRS nach 6 h in Ruhe	3,76 (SD 2,14; 1-9)	4,65 (SD 2,05; 1-8)	0,136*
NRS nach 6 h bei Bewegung	4,67 (SD 2,70; 2-10)	5,40 (SD 2,64; 1-9)	0,385*
NRS nach 24 h in Ruhe	2,95 (SD 1,39; 1-7)	4,15 (SD 1,93; 1-7)	0,042*
NRS nach 24 h bei Bewegung	5,86 (SD 2,49; 2-10)	6,65 (SD 1,81; 4-10)	0,27*
NRS nach 48 h in Ruhe	4,57 (SD 2,59; 2-9)	5,05 (SD 2,21; 1-8)	0,41*
NRS nach 48 h bei Bewegung	4,81 (SD 2,04; 1-10)	5,90 (SD 1,99; 2-9)	0,069*

Tab. 3: Schmerzen (NRS) in Ruhe und bei Bewegung angegeben in Mittelwert (Standardabweichung; Range): Zum Zeitpunkt 24 h postoperativ zeigte sich in Ruhe ein signifikant niedrigeres Schmerzniveau in der „TAP-Block“-Gruppe. Zu den übrigen Zeitpunkten zeigten sich keine signifikanten Unterschiede (*Mann-Whitney-U-Test)

Hinsichtlich der Schmerzen auf NRS bestand zwischen den beiden Gruppen 6 Stunden postoperativ in Ruhe ($p=0,136$) kein signifikanter Unterschied. In Bewegung zeigte sich 6 Stunden postoperativ ebenfalls kein signifikanter Unterschied ($p=0,385$). Nach 24 Stunden zeigte sich in Ruhe ($p=0,042$) ein knapp signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen. In Bewegung zeigte sich 24 Stunden postoperativ kein signifikanter Unterschied ($p=0,27$). Nach 48 Stunden zeigte sich in Ruhe ($p=0,41$) und bei Bewegung ($p=0,069$) kein signifikanter Unterschied.

8.2.3 Quality of Recovery Score

In Tabelle 4 sind die Gruppen „TAP-Block“ und „Kontrolle“ hinsichtlich des Quality of Recovery Scores (QoR) zu den Zeitpunkten 6 Stunden, 24 Stunden und 48 Stunden postoperativ dargestellt.

	TAP-Block (n=21)	Kontrollgruppe (n=20)	p-Wert
QoR 6 h post OP	11,43 (SD 3,41; 4-16)	11,60 (SD 3,18; 7-17)	0,85*
QoR 24 h post OP	12,90 (SD 2,74; 8-17)	11,95 (SD 3,87; 3-17)	0,43*
QoR 48 h post OP	13,62 (SD 2,54; 7-16)	12,85 (SD 2,98; 9-17)	0,41*

Tab. 4: Quality of Recovery Score angegeben in Mittelwert (Standardabweichung; Range): Zu den jeweiligen Zeitpunkten 6 h, 24 h und 48 h postoperativ zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den zwei Gruppen (*Mann-Whitney-U-Test)

Hinsichtlich des QoR Scores zeigte sich 6 Stunden postoperativ zwischen den beiden Gruppen kein signifikanter Unterschied ($p=0,85$). Nach 24 Stunden ($p=0,43$) und 48 Stunden ($p=0,41$) zeigte sich ebenfalls kein signifikanter Unterschied.

8.2.4 Ondansetronverbrauch

In Tabelle 5 ist jeweils der Ondansetronverbrauch in mg zu den Zeitpunkten 6, 24 und 48 Stunden postoperativ für die beiden Gruppen „TAP-Block“ und „Kontrolle“ dargestellt.

	TAP-Block (n=21)	Kontrollgruppe (n=20)	p-Wert
6 h post OP	1,33 (SD 2,31; 0-8)	0,40 (SD 1,23; 0-4)	0,13*
24 h post OP	2,29 (SD 2,99; 0-8)	1,20 (SD 2,28; 0-4)	0,21*
48 h post OP	3,62 (SD 4,36; 0-16)	1,60 (SD 3,01; 0-8)	0,086*

Tab. 5: Ondansetronverbrauch (mg) angegeben in Mittelwert (Standardabweichung; Range): Hinsichtlich des Ondansetronverbrauchs zeigte sich postoperativ kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen zu den jeweiligen Zeitpunkten (*Mann-Whitney-U-Test)

Hinsichtlich des Ondansetronverbrauchs zeigte sich postoperativ nach 6 Stunden ($p=0,13$), 24 Stunden ($p=0,21$) und 48 Stunden ($p=0,086$) kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen.

9. Diskussion

Die PAO ist eine verbreitetes Verfahren zur operativen Therapie der Hüftdysplasie beim Erwachsenen mit guten bis exzellenten Ergebnissen (35, 42).

Sowohl der operative Zugangsweg zum Hüftgelenk als auch die verschiedenen Osteotomien bedeuten dabei ein relevantes chirurgisches Trauma, was für den Patienten mit Schmerzen in der postoperativen Phase einhergeht (36).

In der vorgelegten Untersuchung wurde erstmals der Einsatz des TAP-Blocks zur postoperativen Schmerztherapie nach PAO untersucht. Das wichtigste Ergebnis dieser Studie ist, dass sich durch den Einsatz des TAP-Blocks der postoperative Verbrauch an Opioiden im Vergleich zur Kontrollgruppe signifikant reduzieren ließ. Das Schmerzniveau war 24 Stunden postoperativ bei Einsatz eines TAP-Blocks ebenfalls signifikant geringer. Patientenerholung und das Vorkommen einer PONV unterschieden sich nicht signifikant.

Perioperativ wurden keine mit dem TAP-Block assoziierten Komplikationen beobachtet. Dies steht im Einklang mit der aktuellen Literatur, in der niedrige Komplikationsraten für den Ultraschall-gesteuerten TAP-Block beschrieben sind (23, 49, 50). Zu möglichen Komplikationen zählen Verletzungen der Bauchorgane. Berichte darüber finden sich in Form von vereinzelt Fallberichten, bei denen teilweise entweder ein Landmarken-basierter TAP-Block – ohne Ultraschall-Unterstützung - zum Einsatz kam, oder aber die Injektionsnadel bei Ultraschallgesteuertem Block nicht ausreichend visualisiert wurde (51, 52). Theoretisch denkbar sind außerdem akzidentielle Punktion von Milz (vor allem, wenn diese vergrößert ist), sowie theoretisch der Nieren. Eine intravaskuläre Injektion von LA zählt ebenfalls zu den denkbaren Komplikationen beim TAP-Block, wodurch es zu toxischen Plasmakonzentrationen von LA kommen könnte. Das Risiko hierzu lässt sich sowohl durch Aspirieren vor Applikation des LA, als auch durch Ultraschall-Unterstützung bei der Applikation minimieren (53). Insgesamt gilt der TAP-Block als sicheres Verfahren mit niedriger Komplikationsrate (23, 53).

In der Literatur finden sich verschiedene Indikationen für das untersuchte Verfahren. Bisher berichtete Einsatzgebiete zeigen, dass Operationen an der unteren Bauchregion zu den häufigen Indikationen für den TAP-Block gelten (23, 28-31, 50). Ebenso existieren Berichte über den Einsatz in der orthopädischen Chirurgie. Chiono et al. beschrieben den erfolgreichen Einsatz des TAP-Blocks bei Operationen am Beckenkamm zur Entnahme autologer Knochentransplantate (31). Schaeffer et al.

berichteten über den erfolgreichen Einsatz des TAP-Blocks im Rahmen eines multimodalen Schmerztherapiekonzepts bei Patienten mit Beckenringfrakturen (32). Bei den genannten Untersuchungen liegt – ebenso wie nach PAO – ein Trauma im Bereich des knöchernen Beckens vor. Diese Berichte, sowie die hier vorliegende Studie zeigen, dass Operationen im Bereich des Beckens und der Hüftregion – wie der PAO – ebenfalls gute Indikationen für den TAP-Block darstellen. Der TAP-Block betäubt effektiv das gesamte Operationsfeld einschließlich der Inzision, des Beckenkamms und der Leiste (23). Während der PAO werden Teile der Bauchdecke und des Leistenbandes vom Beckenkamm abgelöst und vor dem Wundverschluss wieder mittels Naht fixiert (36). Der postoperative Schmerz erklärt sich zum Teil aus dieser Manipulation der Weichteile und außerdem durch den Zug der Bauchmuskelaponeurose im Bereich des Beckenkamms. Zusätzlich zu den analgetischen Effekten kann das über den TAP-Block verabreichte LA zu einer vorübergehenden partiellen Lähmung der Bauchmuskeln führen, wodurch der Zug der Bauchdecke auf den Beckenkamm vorübergehend reduziert wird. Dies könnte ein relevanter Aspekt der positiven Wirkung des TAP-Blocks sein. Durch den unilateralen TAP-Block war es möglich, eine höhere Dosis LA zu verabreichen, die diesen Effekt verstärkt (23).

Alternative Verfahren zur postoperativen Schmerztherapie nach PAO sind zum Beispiel die Epiduralanästhesie mittels Katheter (EDA) und eine Lokale Infiltration mit Lokalästhetikum (LIA).

Die Epiduralanästhesie wird routinemäßig nach PAO eingesetzt (54). Jedoch existieren bislang keine Studien zur klinischen Wirksamkeit. Die EDA ist ein vergleichsweise sicheres Verfahren und schwere Komplikationen sind selten (55). Zu den häufigeren Nebenwirkungen zählen motorische Schwächen bei Nutzung eines Epiduralkatheters, welche die postoperative Mobilisierung erschweren können. Die motorische Beeinträchtigung kann durch eine Reduktion der LA-Gabe über den Epiduralkatheter verbessert werden, was dann jedoch mit einer weniger effektiven Schmerzstillung einhergeht (56).

Es existieren nur wenige Arbeiten, die den Einsatz von LIA in der hüftgelenkserhaltenden Chirurgie untersuchen. Bech et al. konnten in einer prospektiv-randomisierten kontrollierten Studie mit 53 Patienten, die sich einer PAO unterzogen und eine LIA sowie zusätzlich einen Schmerzkatheter zum postoperativen Schmerzmanagement erhielten keinen signifikanten Unterschied im Hinblick auf

Opioidverbrauch und Schmerzniveau zeigen. In einer anderen Studie, bei der der Einsatz von LIA bei chirurgischer Hüftluxation mit EA und PCA verglichen wurde konnten ein niedrigeres Schmerzniveau sowie geringerer Opioidbedarf und Krankenhausverweildauer bei Einsatz von LIA gezeigt werden (56).

Opioide haben eine Reihe von möglichen unerwünschten Nebenwirkungen, wie Übelkeit, Erbrechen Obstipation, Müdigkeit oder Somnolenz, Atemdepression sowie ein hohes Abhängigkeitspotential (2, 5, 57). Durch das Einsparen dieser Medikamente können die erwiesenen zahlreichen unerwünschten Nebenwirkungen dieser Medikamentenklasse vermieden werden. Hierdurch kann wiederum eine notwendige Behandlung dieser Nebenwirkungen durch weitere Pharmaka abgewandt, sowie eine Beeinträchtigung der postoperativen Mobilisation durch die genannten Nebenwirkungen verhindert werden. Dieser Frühphase kommt nach orthopädischen Eingriffen eine bedeutende Rolle zu, da möglichst früh eine Mobilisation des operierten Patienten anzustreben ist. Eine frühe Mobilisation verringert dabei das Risiko für thromboembolische Ereignisse (58) und kann eine frühere Entlassung der Patienten aus dem stationären Aufenthalt begünstigen (58, 59), wie Untersuchungen aus der Hüftendoprothetik gezeigt haben.

Der TAP-Block war in der vorliegenden Studie im Vergleich zur Kontrollgruppe nicht mit einer Reduzierung von PONV verbunden. Insgesamt war das Auftreten von PONV beim untersuchten Patientenkollektiv vergleichbar mit der aktuellen Literatur. Junge und weibliche Patienten haben bekanntermaßen ein Risiko für das Auftreten von PONV (60-62).

Insgesamt waren in der vorliegenden Studie signifikant mehr weibliche als männliche Patienten eingeschlossen. Wie die Literatur zeigt tritt die Hüftgelenksdysplasie insgesamt deutlich häufiger bei Frauen als bei Männern auf, (63, 64). Der Genderaspekt beim Erleben akuter Schmerzen wird kontrovers diskutiert und Studien zu postoperativen Schmerzen zeigen widersprüchliche Ergebnisse (65). Eine Übersichtsarbeit von Fillingim et al. zeigte, dass Frauen in der postoperativen Phase in größerem Ausmaß zu Schmerzen neigen (62, 66). Eine weitere Arbeit von Schnabel et al. zeigte ebenfalls signifikant erhöhte Schmerzintensitäten bei Frauen, jedoch einen absolut gesehen niedrigeren Verbrauch von Opioidanalgetika über PCA im Vergleich zu Männern (62). In der vorliegenden Arbeit unterschieden sich beide Gruppen hinsichtlich der Geschlechterverteilung nicht. Eine Beeinflussung der Ergebnisse durch geschlechtsspezifische Aspekte erscheint daher nachrangig.

Ausblick:

Der TAP Block als Verfahren zur postoperativen Schmerztherapie nach PAO zeigt vielversprechende klinische Ergebnisse.

Sein Einsatz ermöglicht das Einsparen von Opioidanalgetika in der unmittelbaren postoperativen Phase, wie die vorliegende Studie zeigen konnte. Als sicheres Verfahren hat der TAP-Block das Potential, ein Standardverfahren in der postoperativen Schmerztherapie nach Beckenumstellungsosteotomien zu werden.

9.1 Limitationen

Eine Limitation der vorliegenden Studie ist die relativ kleine Fallzahl in der untersuchten Kohorte. Der Postoperative Piritramidverbrauch war in der TAP-Block Gruppe zu allen drei Messzeitpunkten signifikant geringer als in der Kontrollgruppe. Im Hinblick auf das Schmerzniveau zeigte sich eine Tendenz zu geringeren Werten in der TAP-Block Gruppe jedoch nur zum Zeitpunkt 24 h postoperativ eine Signifikanz. Durch Studien mit größeren Fallzahlen könnten diese Tendenzen weiter untersucht werden. Eine weitere Limitation liegt im kurzen Follow-up. Eine mittel- oder langfristige Nachuntersuchung könnte Aufschluss über mögliche Effekte geben, die über den unmittelbaren postoperativen Effekt des TAP-Blocks hinausgehen.

10. Literaturverzeichnis

1. Raja SN, Carr DB, Cohen M, Finnerup NB, Flor H, Gibson S, et al. The revised International Association for the Study of Pain definition of pain: concepts, challenges, and compromises. *Pain*. 2020.
2. Heisel J, Jerosch J, Baum M. *Schmerztherapie der Halte- und Bewegungsorgane: Allgemeine und spezielle Schmerztherapie*. Springer. 2007.
3. Breivik H, Collett B, Ventafridda V, Cohen R, Gallacher D. Survey of chronic pain in Europe: prevalence, impact on daily life, and treatment. *Eur J Pain*. 2006;10(4):287-333.
4. Johnson M, Ashton C, Thompson J. An in-depth study of long-term users of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS). Implication for clinical use of TENS. *Pain* (44):221.
5. Giesa M, Jage J, Meurer A. [Post-operative pain management in orthopaedic surgery and traumatology]. *Orthopade*. 2006;35(2):211-20; quiz 21-2.
6. Azad SC, Zieglgansberger W. [What do we know about the state of chronic pain?]. *Schmerz*. 2003;17(6):441-4.
7. Jage J, Heid F, Roth W, Kunde M. Postoperative Schmerztherapie vor dem Hintergrund der DRGs. *Anästhesi Intensivmed* 2002;43:262-278.
8. Simanski C, Lefering R, Paffrath T. Die Qualität der postoperativen Schmerztherapie beeinflusst die Krankenhauswahl. Ergebnisse einer anonymen Patientenumfrage. *Schmerz* 2006; 20: 327–333.
9. Bourne MH. Analgesics for orthopedic postoperative pain. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*. 2004;33(3):128-35.
10. Weihrauch JO, Jehmlich M, Leischik M, Hopf HB. [Are peripheral nerve blocks of the leg (femoralis in combination with anterior sciatic blockade) as sole anaesthetic technique an alternative to epidural anaesthesia]. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther*. 2005;40(1):18-24.
11. Maier C, Nestler N, Richter H, Hardinghaus W, Pogatzki-Zahn E, Zenz M, et al. The quality of pain management in German hospitals. *Dtsch Arztebl Int*. 2010;107(36):607-14.
12. Roth W, Jage J, Hessmann M. Dissatisfaction with post-operative pain management—A prospective analysis of 1071 patients. *Acute Pain* 2005; 7 (2): 75-83.
13. Neugebauer E, Sauerland S, Keck V, Simanski C, Witte J. Surgical pain management. A Germany-wide survey including the effect of clinical guidelines. *Chirurg* 2003; 74 (3): 235-8
14. Strohbuecker B, Mayer H, Evers G, Sabatowski R. Pain prevalence in hospitalized patients in a German university teaching hospital. *J Pain Symptom Manage* 2005; 29(5): 498-506.
15. Laubenthal H, Becker M, Sauerland S, Neugebauer E. *S3-Leitlinie Behandlung akuter perioperativer und posttraumatischer Schmerzen*. Deutscher Ärzteverlag. 2008.
16. Tetsunaga T, Sato T, Shiota N, Tetsunaga T, Yoshida M, Okazaki Y, et al. Comparison of Continuous Epidural Analgesia, Patient-Controlled Analgesia with Morphine, and Continuous Three-in-One Femoral Nerve Block on Postoperative Outcomes after Total Hip Arthroplasty. *Clin Orthop Surg*. 2015;7(2):164-70.
17. Albrecht E, Morfey D, Chan V, Gandhi R, Koshkin A, Chin KJ, et al. Single-injection or continuous femoral nerve block for total knee arthroplasty? *Clin Orthop Relat Res*. 2014;472(5):1384-93.

18. Shah NA, Jain NP. Is continuous adductor canal block better than continuous femoral nerve block after total knee arthroplasty? Effect on ambulation ability, early functional recovery and pain control: a randomized controlled trial. *J Arthroplasty*. 2014;29(11):2224-9.
19. Ballantyne JC. Opioid therapy in chronic pain. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2015;26(2):201-18.
20. Bicket MC, Brat GA, Hutfless S, Wu CL, Nesbit SA, Alexander GC. Optimizing opioid prescribing and pain treatment for surgery: Review and conceptual framework. *Am J Health Syst Pharm*. 2019;76(18):1403-12.
21. Schmidt RF TG, Lang F. *Physiologie des Menschen mit Pathophysiologie*. 28. Aufl. Springer, Berlin, 2000.228-31.
22. Lissauer J, Mancuso K, Merritt C, Prabhakar A, Kaye AD, Urman RD. Evolution of the transversus abdominis plane block and its role in postoperative analgesia. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol*. 2014;28(2):117-26.
23. Young MJ, Gorlin AW, Modest VE, Quraishi SA. Clinical implications of the transversus abdominis plane block in adults. *Anesthesiol Res Pract*. 2012;2012:731645.
24. Meier G, Buettner J. *Atlas der peripheren Regionalanästhesie*. 2013:611-7.
25. Putz R PR. *Sobotta - Anatomie des Menschen*. 2007;22. Auflage.
26. Mukhtar K. Transversus Abdominis Plane (TAP) Block. *J NY school of regional anesthesia*. 2009.
27. Rosenberg PH, Veering BT, Urmev WF. Maximum recommended doses of local anesthetics: a multifactorial concept. *Reg Anesth Pain Med*. 2004;29(6):564-75; discussion 24.
28. McDonnell JG, Curley G, Carney J, Benton A, Costello J, Maharaj CH, et al. The analgesic efficacy of transversus abdominis plane block after cesarean delivery: a randomized controlled trial. *Anesth Analg*. 2008;106(1):186-91, table of contents.
29. Carney J, McDonnell JG, Ochana A, Bhinder R, Laffey JG. The transversus abdominis plane block provides effective postoperative analgesia in patients undergoing total abdominal hysterectomy. *Anesth Analg*. 2008;107(6):2056-60.
30. Mukhtar K, Singh S. Transversus abdominis plane block for laparoscopic surgery. *Br J Anaesth*. 2009;102(1):143-4.
31. Chiono J, Bernard N, Bringuier S, Biboulet P, Choquet O, Morau D, et al. The ultrasound-guided transversus abdominis plane block for anterior iliac crest bone graft postoperative pain relief: a prospective descriptive study. *Reg Anesth Pain Med*. 2010;35(6):520-4.
32. Schaeffer E, Millot I, Landy C, Nadaud J, Favier JC, Plancade D. Another use of continuous transversus abdominis plane (TAP) block in trauma patient: pelvic ring fractures. *Pain Med*. 2014;15(1):166-7.
33. Ipach I, Mittag F, Syha R, Kunze B, Wolf P, Kluba T. Indications for total hip arthroplasty in young adults - idiopathic osteoarthritis seems to be overestimated. *Rofo*. 2012;184(3):239-47.
34. Krämer J GJ. *Orthopädie*. 2004;6. Auflage:219ff.
35. Lerch TD, Steppacher SD, Liechti EF, Siebenrock KA, Tannast M. [Bernese periacetabular osteotomy. : Indications, technique and results 30 years after the first description]. *Orthopäde*. 2016;45(8):687-94.
36. Weber M, Ganz R. Die Berner periazetabuläre Osteotomie. *Operative Orthopädie und Traumatologie*. 2002;14(2):99-121.
37. Harris WH. Etiology of osteoarthritis of the hip. *Clin Orthop Relat Res*. 1986(213):20-33.

38. Leunig M, Siebenrock KA, Ganz R. Rationale of periacetabular osteotomy and background work. *Instr Course Lect.* 2001;50:229-38.
39. Reynolds D, Lucas J, Klaue K. Retroversion of the acetabulum. A cause of hip pain. *J Bone Joint Surg Br.* 1999;81(2):281-8.
40. Tonnis D, Heinecke A. Acetabular and femoral anteversion: relationship with osteoarthritis of the hip. *J Bone Joint Surg Am.* 1999;81(12):1747-70.
41. Janssen D, Kalchschmidt K, Katthagen BD. Triple pelvic osteotomy as treatment for osteoarthritis secondary to developmental dysplasia of the hip. *Int Orthop.* 2009;33(6):1555-9.
42. Lerch TD, Steppacher SD, Liechti EF, Tannast M, Siebenrock KA. One-third of Hips After Periacetabular Osteotomy Survive 30 Years With Good Clinical Results, No Progression of Arthritis, or Conversion to THA. *Clin Orthop Relat Res.* 2017;475(4):1154-68.
43. Siebenrock KA, Kalbermatten DF, Ganz R. Effect of pelvic tilt on acetabular retroversion: a study of pelvis from cadavers. *Clin Orthop Relat Res.* 2003(407):241-8.
44. Lochel J, Janz V, Leopold VJ, Kramer M, Wassilew GI. Transversus abdominis Plane Block for Improved Early Postoperative Pain Management after Periacetabular Osteotomy: A Randomized Clinical Trial. *J Clin Med.* 2021;10(3).
45. Emons MI, Maring M, Stamer UM, Pogatzki-Zahn E, Petzke F, Erlenwein J. [Safety and monitoring of patient-controlled intravenous analgesia : Clinical practice in German hospitals]. *Anaesthesist.* 2020.
46. Hawker GA, Mian S, Kendzerska T, French M. Measures of adult pain: Visual Analog Scale for Pain (VAS Pain), Numeric Rating Scale for Pain (NRS Pain), McGill Pain Questionnaire (MPQ), Short-Form McGill Pain Questionnaire (SF-MPQ), Chronic Pain Grade Scale (CPGS), Short Form-36 Bodily Pain Scale (SF-36 BPS), and Measure of Intermittent and Constant Osteoarthritis Pain (ICOAP). *Arthritis Care Res (Hoboken).* 2011;63 Suppl 11:S240-52.
47. Myles PS, Hunt JO, Nightingale CE, Fletcher H, Beh T, Tanil D, et al. Development and psychometric testing of a quality of recovery score after general anesthesia and surgery in adults. *Anesth Analg.* 1999;88(1):83-90.
48. Eberhart LH, Greiner S, Geldner G, Wulf H. [Patient evaluation of postoperative recovery. An evaluation of the QoR scores in 577 patients]. *Anaesthesist.* 2002;51(6):463-6.
49. Mujukian A, Truong A, Tran H, Shane R, Fleshner P, Zaghayan K. A Standardized Multimodal Analgesia Protocol Reduces Perioperative Opioid Use in Minimally Invasive Colorectal Surgery. *J Gastrointest Surg.* 2020;24(10):2286-94.
50. Tubog TD, Harenberg JL, Mason-Nguyen J, Kane TD. Opioid-Sparing Effects of Transversus Abdominis Plane Block in Elective Hysterectomy: A Systematic Review and Meta-Analysis. *AANA J.* 2018;86(1):41-55.
51. Farooq M, Carey M. A case of liver trauma with a blunt regional anesthesia needle while performing transversus abdominis plane block. *Reg Anesth Pain Med.* 2008;33(3):274-5.
52. Lancaster P, Chadwick M. Liver trauma secondary to ultrasound-guided transversus abdominis plane block. *Br J Anaesth.* 2010;104(4):509-10.
53. Jankovic Z, Ahmad N, Ravishankar N, Archer F. Transversus abdominis plane block: how safe is it? *Anesth Analg.* 2008;107(5):1758-9.
54. Domb BG, LaReau J, Redmond JM. Combined hip arthroscopy and periacetabular osteotomy: indications, advantages, technique, and complications. *Arthrosc Tech.* 2014;3(1):e95-e100.

55. Christie IW, McCabe S. Major complications of epidural analgesia after surgery: results of a six-year survey. *Anaesthesia*. 2007;62(4):335-41.
56. Novais EN, Kestel L, Carry PM, Sink E, Strupp K. Local Infiltration Analgesia Compared With Epidural and Intravenous PCA After Surgical Hip Dislocation for the Treatment of Femoroacetabular Impingement in Adolescents. *J Pediatr Orthop*. 2018;38(1):9-15.
57. Sebastian H. [Piritramide versus oxycodone for patient-controlled intravenous analgesia. Opioid-induced side effects]. *Schmerz*. 2014;28(6):614-21.
58. Chua MJ, Hart AJ, Mittal R, Harris IA, Xuan W, Naylor JM. Early mobilisation after total hip or knee arthroplasty: A multicentre prospective observational study. *PLoS One*. 2017;12(6):e0179820.
59. Okamoto T, Ridley RJ, Edmondston SJ, Visser M, Headford J, Yates PJ. Day-of-Surgery Mobilization Reduces the Length of Stay After Elective Hip Arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2016;31(10):2227-30.
60. Apfel CC, Heidrich FM, Jukar-Rao S, Jalota L, Hornuss C, Whelan RP, et al. Evidence-based analysis of risk factors for postoperative nausea and vomiting. *Br J Anaesth*. 2012;109(5):742-53.
61. Shaikh SI, Nagarekha D, Hegade G, Marutheesh M. Postoperative nausea and vomiting: A simple yet complex problem. *Anesth Essays Res*. 2016;10(3):388-96.
62. Schnabel A, Poepping DM, Gerss J, Zahn PK, Pogatzki-Zahn EM. Sex-related differences of patient-controlled epidural analgesia for postoperative pain. *Pain*. 2012;153(1):238-44.
63. Goiano EO, Akkari M, Pupin JP, Santili C. The Epidemiology of Developmental Dysplasia of the Hip in Males. *Acta Ortop Bras*. 2020;28(1):26-30.
64. Loder RT, Skopelja EN. The epidemiology and demographics of hip dysplasia. *ISRN Orthop*. 2011;2011:238607.
65. Schopper M, Fleckenstein J, Irnich D. [Gender differences in acute and chronic pain conditions. Implications for diagnosis and therapy]. *Schmerz*. 2013;27(5):456-66.
66. Fillingim RB, King CD, Ribeiro-Dasilva MC, Rahim-Williams B, Riley JL, 3rd. Sex, gender, and pain: a review of recent clinical and experimental findings. *J Pain*. 2009;10(5):447-85.

11. Anhang

11.1 Postoperativer Patientenfragebogen

Gruppe

1	2	3
---	---	---

Fragebogen zur Studie „Postoperative Schmerztherapie nach periazetabulärer Umstellungsosteotomie, ein prospektiver Vergleich von konventioneller Analgesie vs. leitungsanästhesie-basierten Verfahren“

Name	
Geburtsdatum (Alter)	
Körpergröße (cm)	
Aktuelles Gewicht (kg)	
Datum der OP	

Hier bitten wir Sie um die Einschätzung der Intensität Ihrer Schmerzen anhand der NRS in Ruhe (1: kein Schmerz; 10: stärkster vorstellbarer Schmerz)

NRS (numerische Ratingskala)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6 h nach der OP										
24 h nach der OP										
48 h nach OP										

Hier bitten wir Sie um die Einschätzung der Intensität Ihrer Schmerzen anhand der NRS bei Bewegung (1: kein Schmerz; 10: stärkster vorstellbarer Schmerz)

NRS (numerische Ratingskala)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

6 h nach der OP										
24 h nach der OP										
48 h nach OP										

QoR-9 Score:

In den letzten Stunden habe ich:	Trifft gar nicht zu	Trifft teilweise zu	Trifft voll zu
1. mich allgemein wohl gefühlt			
6h			
24h			
48h			
2. genügend Unterstützung gehabt (vor allem von den Ärzten und Pflegern)			
6h			
24h			
48h			
3. mich gut unterhalten, habe mir gegebene Anweisungen verstanden und mich nicht verwirrt gefühlt			
6h			
24h			
48h			
4. mich ohne Hilfe waschen, meine Zähne putzen können			
6h			
24h			
48h			
5. problemlos Wasser lassen können			
6h			
24h			
48h			
6. problemlos durchatmen können			
6h			
24h			
48h			
7. keine Kopf-, Rücken-, oder Gliederschmerzen gehabt			
6h			
24h			
48h			
8. keine Übelkeit und Erbrechen gehabt oder würgen müssen			
6h			
24h			
48h			
9. keine sehr starken Schmerzen oder dauerhaft mäßige Schmerzen gehabt			
6h			
24h			
48h			

11.3 Eidesstattliche Versicherung

„Ich, Vincent Justus Leopold, versichere an Eides statt durch meine eigenhändige Unterschrift, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema: Postoperative Schmerztherapie nach periazetabulärer Umstellungsosteotomie - ein prospektiver Vergleich von konventioneller Analgesie und Regionalanästhesie - Postoperative pain therapy after periacetabular osteotomy - a prospective comparison of conventional analgesia and regional anesthesia selbstständig und ohne nicht offengelegte Hilfe Dritter verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel genutzt habe.

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

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

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

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

Datum

Unterschrift

Anteilserklärung an erfolgten Publikationen

Herr Vincent Justus Leopold hatte folgenden Anteil an den folgenden Publikationen:

Lochel J, Janz V, **Leopold VJ**, Kramer M, Wassilew GI. Transversus abdominis Plane Block for Improved Early Postoperative Pain Management after Periacetabular Osteotomy: A Randomized Clinical Trial. J Clin Med. 2021;10(3).

Herr Vincent Leopold war in Zusammenarbeit mit Dr. med. Löchel und Professor Dr. med. Wassilew an der Planung des Studiendesigns beteiligt. Dr. med. Löchel und Professor Dr. med. Wassilew haben Herrn Leopold bei der Rekrutierung der Studienkohorte unterstützt. Herr Leopold hat eigenständig die gesamte Datenerhebung durchgeführt und einen Datensatz generiert. Die Auswertung der Daten fand eigenständig durch Herrn Leopold mit der Unterstützung von Dr. med. Löchel statt.

Herr Leopold hat das initiale Manuskript gemeinsam mit Dr. med. Löchel und Professor Dr. med. Wassilew erstellt und gemeinschaftlich mit Dr. med. Löchel und Professor Dr. med. Wassilew die Fragen der Reviewer beantwortet sowie das Manuskript entsprechend ergänzt. Alle Autoren hatten vor dem endgültigen Einreichen des Manuskripts gleichberechtigt die Möglichkeit, Änderungsvorschläge anzumerken.

Unterschrift, Datum und Stempel des/der erstbetreuenden Hochschullehrers/in

Unterschrift des Doktoranden/der Doktorandin

Lebenslauf

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

Publikationsliste

Peer-reviewed Originalarbeiten

1. Lochel J, Janz V, **Leopold VJ**, Kramer M, Wassilew GI. Transversus abdominis Plane Block for Improved Early Postoperative Pain Management after Periacetabular Osteotomy: A Randomized Clinical Trial. J Clin Med. 2021;10(3).
2. Krueger DR, **Leopold VJ**, Schroeder JH, Perka C, Hardt S. Correlation of the Subjective Hip Value with Validated Patient-Reported Outcome Measurements for the Hip. J Clin Med. 2020 Jul 10;9(7).

Danksagung

Besonderer Dank gilt Herrn Univ.-Prof. Dr. med. Carsten Perka, Ärztlicher Direktor des Centrums für Muskuloskeletale Chirurgie der Charité - Universitätsmedizin Berlin, der diese Arbeit und die berufliche Entwicklung ermöglicht hat. Er war und ist im Hinblick auf klinische und wissenschaftliche Arbeit stets ein Vorbild für mich.

Herrn Univ.-Prof. Dr. med. Ulrich Stöckle, Geschäftsführender Direktor des Centrums für Muskuloskeletale Chirurgie am Standort Charité Campus Virchow, danke ich für die Unterstützung meiner klinischen und wissenschaftlichen Tätigkeit.

Besonders danke ich meinem Betreuer PD Dr. med. Robert Karl Zahn, dessen Rat ich in allen Fragen seit dem Beginn unserer Zusammenarbeit, aber auch unserer darüber hinaus entstandenen Freundschaft - wo immer ich ihn suchte - bekam und zutiefst schätze.

Mein Dank gilt außerdem Herrn Univ.-Prof. Dr. med. Georgi Wassilew für die Unterstützung bei dieser Arbeit.

Ich danke ebenso meinem geschätzten Kollegen Dr. med. Jannis Löchel für die stets gute und freundschaftliche Zusammenarbeit.

Dank gilt weiterhin meinem Freund und Kollegen PD Dr. med. univ. Fabian Plachel, der mit seiner wissenschaftlichen Erfahrung stets ein wertvoller Gesprächspartner für mich war und ist.

Zu guter Letzt danke ich von Herzen meinen geliebten Eltern Barbara Socha-Leopold und Dr. med. Andreas Leopold, deren Liebe und Unterstützung mir immer ein Rückenwind war und bis zum heutigen Tage ist.

Euer Vertrauen in mich wird mir immer ein Ansporn sein.