

Das klinische Outcome von Acetabulumfrakturen Kraftentwicklung, Lebensqualität und Bewegungsausmaß

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades (Dr. med.)
der Medizinischen Fakultät
der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität
Bonn

Ben Amar Soufian

aus Bonn

2025

Angefertigt mit der Genehmigung
der Medizinischen Fakultät der Universität Bonn

1. Gutachter: PD. Dr. Kristian Welle
2. Gutachter: Prof. Dr. Ingo Gräff

Tag der mündlichen Prüfung: 08.12.2025

Aus der Klinik und Poliklinik für Orthopädie und Unfallchirurgie

Inhaltsverzeichnis

	Abkürzungsverzeichnis	5
1.	Einleitung	6
1.1	Die Anatomie des Hüftgelenks	8
1.2	Klassifikation der Acetabulumfrakturen	12
1.3	Die Versorgung von Acetabulumfrakturen	14
1.3.1	Kocher-Langenbeck-Zugang	19
1.3.2	Ilioinguinale Zugang	22
1.3.3	Stoppa-Zugang	25
2.	Material und Methoden	31
2.1	Patientenkollektiv	31
2.2	Statistische Auswertung	32
2.3	Aufbau der klinischen Verlaufskontrolle	32
2.4	Körperliche Untersuchung	33
2.5	Allgemeine Patientendaten	34
2.6	Allgemeine Anamnesedaten	34
2.7	X-SMFA-D Score	37
2.8	Lequesne Score	38
2.9	BDI	41
2.10	HADS-Fragebogen	42
2.11	Körperschemazeichnung und Schmerzskala	44
2.12	Harris Hip Score	45
2.13	Das Kraftmessgerät	47

3.	Ergebnisse	50
3.1	Deskriptive Auswertung des Patientenkollektivs	50
3.2	Deskriptive Auswertung der Probanden	57
3.3	Ergebnisse des Harris Hip Scores	61
3.4	Ergebnisse des X-SMFA-D Scores	62
3.5	Ergebnisse des Lequesne Scores	63
3.6	Ergebnisse des BDI-Scores	63
3.7	Ergebnisse des HADS-Scores	64
3.8	Ergebnisse der Beweglichkeit	65
3.8.1	Beweglichkeit der Hüfte nach operativer Versorgung über den ilioinguinalen Zugang	65
3.8.2	Beweglichkeit der Hüfte nach operativer Versorgung über den Kocher-Langenbeck-Zugang	66
3.8.3	Beweglichkeit der Hüfte nach operativer Versorgung über den Stoppa-Zugang	67
3.8.4	Beweglichkeit der Hüfte nach konservativer Versorgung	68
3.9	Ergebnisse der Komplikationsrate	69
3.10	Ergebnisse der Kraftmessung	71
4.	Diskussion	74
5.	Zusammenfassung	84
6.	Abbildungsverzeichnis	86
7.	Tabellenverzeichnis	89
8.	Literaturverzeichnis	91
9.	Erklärung zum Eigenanteil	96
10.	Danksagung	97

Abkürzungsverzeichnis

ANOVA	Varianzanalyse (<i>Analysis Of Variance</i>)
Abb.	Abbildung
A.	Arteria
Art.	Articulatio
BDI	Beck-Depressions-Inventar
BMI	Body Mass Index
BWK	Brustwirbelkörper
CT	Computertomographie
EQ-5D	Euroqol Score
Hb	Hämoglobin
HADS	Hospital anxiety and depression scale
HHS	Harris Hip Score
HWI	Harnwegsinfekt
H-TEP	Hüft-Totalendoprothese
ICD	International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems
ISG	Iliosakralgelenk
i.v.	intravenös
KAS	Klinisches Arbeitsplatzsystem
Lig.	Ligamentum
LWK	Lendenwirbelkörper
M.	Musculus
N.	Nervus
pDMS	periphere Durchblutung, Motorik und Sensibilität
R.	Ramus
V.	Vena
WHO	World Health Organization
XSFMA	Extra Short Muscoskeletal Function Assessment Questionnaire

1. Einleitung

Bei Beckenringfrakturen liegt die Inzidenz bei 37/100.000 Einwohnern und von diesen entfallen ca. 10 % auf die Acetabulumfrakturen. Die Acetabulumfraktur ist eine selten vorkommende Fraktur des Menschen mit einer Inzidenz von ca. 3/100.000 Einwohnern (Ruchholtz et al., 2016).

Die Acetabulumfraktur zeigte in den letzten Jahren eine steigende Inzidenz im Gesundheitswesen, vor allem bei geriatrischen Menschen. Ursächlich hierfür ist der demographische Wandel (höhere Lebenserwartung), die gesteigerte Aktivität im Alter und das risikofreudigere Leben bei jüngeren Menschen (Ferguson et al., 2010; Ferguson et al., 2010).

Bei der Altersverteilung bilden zum einen junge Patienten unter 40 Jahren und geriatrische Patienten zwischen 60-70 Jahren (Stand 2005/2006) die Hauptgruppen.

Zwischen 1998 und 2010 stieg die Anzahl geriatrischer Acetabulumfrakturen um etwa 67 %, wobei dieser Anstieg zur Jahrtausendwende im Vergleich zu den 1980er- und 1990er-Jahren mehr als 50 % betrug (Ferguson et al., 2010; Kammerlander, 2018)

Junge Patienten erleiden in der Regel ein Hochrasanztrauma als Ursache für ihre Verletzungen, während ältere Patienten oft osteoporotische Insuffizienzfrakturen erleiden, die auf häusliche Stürze zurückzuführen sind, welche sich aus einer Höhe von weniger als drei Metern ereignen (Kammerlander, 2018).

Pathophysiologisch kommt es durch den Schlag bzw. Aufprall auf den Trochanter major zu einer axialen Kraftübertragung auf das Acetabulum (Hüftgelenkspfanne). Diese Kraftübertragung resultiert in einer Fraktur. Eine Krafteinwirkung bei außenrotierter Hüfte führt meistens zu einer Fraktur des vorderen Pfeilers, bei einer Innenrotation des Hüftgelenks kommt es zu einer Fraktur des hinteren Pfeilers. Bei einer Abduktion des Hüftgelenks kommt es zu einer Querfraktur des unteren Pfeilers und bei Sturz auf ein abduziertes Hüftgelenk zu einer Querfraktur des hohen Pfeilers (Hoge et al., 2025; Müller-Mai und Ekkernkamp, 2015). Auch Begleitverletzungen sind nicht selten, vor allem bei Anpralltraumen, wie zum Beispiel bei einer „dashboard injury“ (Dawson-Amoah et al., 2018; Müller-Mai und Ekkernkamp, 2015). Hierbei kommt es bei einem Auffahrunfall zu

einem ausgelösten Anpralltrauma der unteren Extremität. Es sind typische Begleitverletzungen, wie die Patellafraktur, eine Femurschaftfraktur, die Luxatio iliaca, die hintere Kreuzbandruptur und Wirbelsäulentraumata möglich (Müller-Mai und Ekkernkamp, 2015).

Obwohl es keine spezifischen Symptome gibt, klagen die meisten Patienten über starke Ruheschmerzen in der Hüfte, der Leiste und/oder im Lendenwirbelbereich. Viele Patienten berichten auch von schmerzbedingten Bewegungseinschränkungen. Häufig sind Beinlängenverkürzungen und/oder Fehlstellungen des betroffenen Beines im Vergleich zu dem anderen Bein zu beobachten. Neben der Bewegungseinschränkung kann es auch zu einer fehlenden Belastbarkeit des betroffenen Beines kommen, insbesondere bei Protrusionen in das Becken oder bei Luxationen. Bei der Untersuchung können häufig Hämatome, Fehlstellungen und/oder Schwellungen festgestellt werden (Müller-Mai und Ekkernkamp, 2015).

Die komplexen Acetabulumfrakturen benötigen häufig eine hohe chirurgische Invasivität, welche in der Literatur eine hohe Komplikationsrate ausweist (Erichsen et al., 2016; Laird und Keating, 2005; Müller-Mai und Ekkernkamp, 2015; Tschauer et al., 2004).

Die vorliegende Studie verfolgt das Ziel, verschiedene operative Zugangswege zum Acetabulum systematisch im Hinblick auf funktionelle postoperative und posttraumatische Ergebnisse zu evaluieren. Im Fokus stehen insbesondere die postoperative erreichte Beweglichkeit sowie die Rekonvaleszenz der Kraftentwicklung der Hüftbeugemuskulatur, welche eine zentrale und essentielle Rolle für die Wiedererlangung der Mobilität und die Qualität des Gangbildes einnimmt. Darüber hinaus wird die Inzidenz operationsspezifischer Komplikationen in Abhängigkeit vom gewählten operativen Zugang erfasst und vergleichend analysiert, um evidenzbasierte Rückschlüsse auf die Sicherheit und Effizienz der jeweiligen Verfahren ziehen zu können. Bislang existiert, nach aktuellem Stand der Literatur, keine Studie, die systematisch die postoperative Kraftentwicklung der Hüftbeugemuskulatur auf der operierten Seite im Vergleich zur gesunden Gegenseite untersucht. Diese bislang bestehende Forschungslücke soll durch die vorliegende Studie geschlossen werden. Die Ergebnisse könnten einen wertvollen

Beitrag zur Optimierung postoperativer Rehabilitationsstrategien sowie zur Entscheidungsfindung bezüglich des operativen Zugangs liefern.

1.1 Die Anatomie des Hüftgelenks

Das Hüftgelenk (Art. coxae) besteht aus der Hüftpfanne (dem Acetabulum) und dem Femurkopf (das Caput femoris). Aufgrund der speziellen Form liegt ein Kugelgelenk vor. Die Pfanne umschließt den Gelenkkopf mit einem durchschnittlichen Krümmungsradius von ca. 2,5 cm (Aust et al., 2025; Schünke, 2018). Dies verhindert eine leichte Luxation des Hüftkopfes aus der Hüftpfanne. Auch der ventrale Öffnungswinkel des Acetabulum mit etwa 17° hat eine entscheidende Auswirkung auf die Stabilität und die Beweglichkeit des Caput femoris im Hüftgelenk. Das distale Femur und das Kniegelenk haben eine leichte physiologische Innenrotation, wenn der Femurkopf zentriert ist und der Schenkelhals eine normale Antetorsion vorweist (Platzer und Shiozawa-Bayer, 2018; Schünke, 2018; Tschauner et al., 2004).

Das Os coxae (Hüftbein) besteht aus dem Acetabulum, dem Os pubis (Schambein), dem Os ilium (Darmbein) und dem Os ischii (Sitzbein). Die beiden Ossa coxae sind über die knorpelige Schambeinfuge (Symphysis pubica) miteinander verschmolzen. Darüber hinaus sind sie mit dem Os sacrum über das ISG untereinander verbunden (Platzer und Shiozawa-Bayer, 2018; Schünke, 2018).

Das Os coxae (Hüftbein) bzw. das Acetabulum wird in einen kurzen dorsalen und in einen deutlich längeren ventralen Pfeiler unterteilt, entlang denen die Hauptvektoren der Kraftübertragung verlaufen. Bei einer Gewalteinwirkung, zum Beispiel in Form eines Auffahrunfalles, wird die Kraft über das Caput femoris zunächst zum Acetabulum und dann weiter zu den beiden Pfeilern weitergeleitet. Daher ist die Stellung des Femurkopf zum Acetabulum zum Zeitpunkt der Krafteinwirkung entscheidend für die Frakturform.

Das Acetabulum ist eine Runde Vertiefung im Os coxae und hat eine halbmondförmige überknorpelte Gelenkfläche (Facies lunata), welche in die Fossa acetabuli zieht (Aust et al., 2025; Schünke, 2018; Tschauner et al., 2004). Sie wird vom Limbus acetabuli

(Knochenwulst) umgeben. Dieser Limbus acetabuli wird durch die Incisura acetabuli zwischen dem Os ischii und dem Os pubis unterbrochen. Dort ist die höchste Frakturgefahr, da der Knochen an dieser Stelle in Relation zur Os coxae sehr dünn ist. Das Acetabulum wird zu jeweils zwei Fünfteln aus dem Os ilium und dem Os ischii sowie zu einem Fünftel aus dem Os pubis gebildet (Aust et al., 2025; Schünke, 2018; Tschauer et al., 2004). Embryologisch sind in der 6. Embryonalwoche erste histologische Zeichen sichtbar. Das Os ilium grenzt sich im 3. Fetalmonat ab, im 4.-5. Fetalmonat differenziert sich das Os ischii und im 5.-6. Fetalmonat folgt das Os pubis. Alle 3 Anteile verschmelzen im Kern des Acetabulums zu einer Y-förmige Wachstumsfuge, welche zwischen dem 14. und 16. Lebensjahr synostotisch verknöchert (Aust et al., 2025).

Das Art.coxae enthält 6 Freiheitsgrade (Grade der Bewegung), welche aber durch ligamentäre, knöcherne und knorpelige Strukturen limitiert sind. Dazu zählen Flexion mit einem Bewegungsausmaß von ca. 120-140°, die Extension mit einem Bewegungsausmaß von ca. 20°, die Abduktion mit einem Bewegungsausmaß von ca. 50-80°, die Adduktion mit einem Bewegungsausmaß von 20-30°, die Innenrotation mit einem Bewegungsausmaß von ca. 40° und die Außenrotation mit einem Bewegungsausmaß von 30 – 50°. Diese Freiheitsgrade orientieren sich an der Neutral-Null-Methode (Schünke, 2018; Tschauer et al., 2004).

Die Capsula articularis coxae (Gelenkkapsel) besteht aus einer Membrana fibrosa, straffem, kollagenem Bindegewebe und einer Membrana synovialis, lockeres Bindegewebe, welches an den Rand des Gelenkknorpels angeheftet ist. Die Membrana fibrosa bildet die Wand (äußerste Schicht) der Gelenkkapsel und unterstützt somit die Stabilität des Hüftgelenks. Die Membrana synovialis bildet die Tapete (Innenseite der Gelenkkapsel), welche die Synovialflüssigkeit zum Schutz- sowie Versorgungsfunktion produziert und resorbiert (Schünke, 2018).

Die Capsula articularis coxae ist kaudal am Lig.transversum acetabuli und am knöchernen Rand des Acetabulums befestigt. Auf der dorsalen Seite verläuft sie bis an die Crista intertrochanterica des Femurs. Dabei liegen der Trochanter minor und major vollständig extrakapsulär (Platzer und Shiozawa-Bayer, 2018; Schünke, 2018). Die Capsula articularis coxae ist während der Kombination einer Abduktion, Außenrotation und Flexion

im Hüftgelenk in physiologischem Entspannungszustand, daher wird von Patienten mit einer Coxitis oft diese Schonhaltung eingenommen.

In unserem Hüftgelenk befindet sich das kräftigste Band am menschlichen Körper, das sogenannte Lig. iliofemorale (Bertini-Band). Es besitzt eine Zugfestigkeit von über 350 kg und hat seinen Ursprung an der Spina iliaca anterior inferior und setzt an der Vorderseite der Linea intertrochanterica an. Das Lig. iliofemorale verhindert das Abkippen des Beckens nach dorsal bei aufrechtem Stand ohne das Aufbringen von Muskelkraft (Schünke, 2018). Das Becken wird auf der Standbeinseite stabilisiert, indem es die Adduktion des gestreckten Beins hemmt. Zusätzlich bilden neben dem Lig. iliofemorale, die Ligg. ischiofemorale und pubofemorale den Bandapparat der Art.coxae (Platzer und Shiozawa-Bayer, 2018; Schünke, 2018). Diese Bänder gehören zu den äußeren Bändern des Hüftgelenks und verlaufen schraubenförmig um das Caput femoris. Bei Flexion liegen die Bänder entspannt an, sodass eine höhere Bewegungsfreiheit vorliegt. Bei Extension wird eine Überstreckung des Gelenks verhindert, indem die Bänder gespannt sind. Das Lig. pubofemorale hat seinen Ursprung am Ramus superior des Os pubis und setzt an der Linea intertrochanterica an.

Das Lig. ischiofemorale entspringt an der dorsalen Seite vom Os ischii und setzt ebenfalls an der Linea trochanterica des Femurs an (Tschauner et al., 2004).

Die Fasern der drei Bänder strahlen in der Tiefe in die Zona orbicularis, ein Ringband, welches die dünnste Stelle des Schenkelhalses umschließt und somit das Risiko einer Luxation vermindert, ein (Fröber, 2002).

Das einzige intrakapsulär verlaufende Band ist das ca. 3 cm lange Lig.capitis femoris (Femurkopfband). Es zieht von der Incisura acetabuli bis zur Fovea capitis und besitzt keine mechanische Funktion, sondern dient zur Ernährung des Femurkopfes (Fröber, 2002). Es enthält die Arteria capitis femoris, einen Ast der Arteria obturatoria. Die weitere Blutgefäßversorgung des Femurkopfes erfolgt über einen zweiten Ast der A. obturatoria, dem R. acetabularis und über die Aa. circumflexae femoris lateralis und medialis. Das Acetabulum wird von Ästen der A. iliaca interna versorgt, der A. obturatoria, A. glutea superior und inferior und von der A. pudenda interna (Tschauner et al., 2004). Bei einer

Verletzung der Blutgefäße und einer fehlenden bzw. inadäquaten Anastomose kann es zu Femurkopfnekrosen kommen.

Der stärkste Hüftbeuger ist der M. iliopsoas. Er gehört neben den Mm. rectus femoris, sartorius, den vorderen Teil des M. gluteus medius und dem M. tensor fasciae latae zu den Hüftbeugern. Der M. iliopsoas setzt am Trochanter minor des Femurs an und hat als M. psoas major eine oberflächliche und eine tiefe Schicht. Die oberflächliche Schicht hat seinen Ursprung an den Seitenflächen des BWK 12, der LWK 1.- 4 und an den dazugehörigen Disci intervertebrales. Die tiefe Schicht des M. psoas major hat seinen Ursprung an den Procc. costales der 1.-5. Lendenwirbel. Der M. iliacus ist ein Teil des M. iliopsoas und besitzt seinen Ursprung an der Fossa iliaca. Auf Höhe des Leistenbandes vereinigen sich der M. psoas major und der M. iliacus zum M. iliopsoas (Schünke, 2018). Im Hüftgelenk ist der M. iliopsoas für die Flexion und Außenrotation verantwortlich. In der Lendenwirbelsäule kommt es bei der einseitigen Kontraktion zur Lateralflexion zur ipsilateralen Seite und bei beidseitiger Kontraktion zum Aufrichten des Rumpfes aus der Rückenlage. Der N. femoralis (L2-L4) ist für die Innervation verantwortlich (Ruchholtz et al., 2019; Schünke, 2018).

Der stärkste Extensor des Hüftgelenks ist der M. gluteus maximus. Seine kranialen Fasern setzen am Tractus iliotibialis an und seine kaudalen Fasern an der Tuberositas glutea. Seinen Ursprung hat er am lateralen Teil der Facies dorsalis des Os sacrum, am dorsalen Teil der Facies glutea, an der Fascia thoracolumbalis sowie an den tiefen Fasern am Lig. sacrotuberale. Er ist für die Extension und Außenrotation im Hüftgelenk verantwortlich und stabilisiert das Hüftgelenk in der Sagittal- und Frontalebene. Die kranialen Fasern führen zudem eine Abduktion und die kaudalen Fasern eine Adduktion durch. Der N. gluteus inferior (L5-S2) ist für die Innervation verantwortlich. Zusätzlich zu dem M. gluteus maximus zählen die hinteren Anteile des M. gluteus medius, der M. gluteus minimus, der M. semitendinosus, der M. biceps femoris und der M. semimebranosus zu den Extensoren (Ruchholtz et al., 2019; Tschauer et al., 2004).

Zu der Adduktorengruppe zählen der M. obturatorius externus, der M. pectineus, der M. adduktor longus, der M. adduktor brevis, der M. adduktor magnus, der M. adduktor

minimus, der M. gracilis, die kaudalen Anteile des M. gluteus maximus und der M. quadratus femoris. Die kranialen Anteile des M. gluteus maximus, der M. gluteus medius und minimus, sowie der M. piriformis agieren als Abduktoren. Eine Innenrotation bewirken folgende Muskeln; der M. gluteus medius und minimus, der M. semitendinosus, der M. semimembranosus und der M. tensor fasciae latae. Eine Außenrotation wird durch die Mm. obturatorius internus und externus, die Mm. gemellus superior und inferior, den M. quadratus femoris, den M. piriformis und den M. gluteus maximus bewirkt.

Die Interaktion von Muskeln und Gelenken ist von großer klinischer Bedeutung, insbesondere bei der Entscheidung für den operativen Zugangsweg. Das Ziel ist, eine zugangsbedingte Verletzung von Muskeln und damit Bewegungseinschränkungen und eine Reduktion der Kraft sowie Schmerzen postoperativ zu vermeiden.

1.2 Klassifikation der Acetabulumfrakturen

Judet und Letournel haben im Jahre 1964 eine erste Klassifikation der Acetabulumfrakturen anhand anatomischer und radiologischer Aspekte entwickelt [59].

Die anatomische Grundlage dieser Klassifikation ist die Pfeilerstruktur, bei der zwischen einem vorderen und einem hinteren Pfeiler unterschieden wird.

Der vordere Pfeiler verläuft vom ventralen Os ilium bis zum Os pubis entsprechend der Linea terminalis. Der hintere Pfeiler verläuft vom Os ilium bis zum Os ischium. Zwischen dem vorderen und hinteren Pfeiler liegt das Pfannendach (Erichsen et al., 2016; Kaelin, 2005).

Dabei ist der knochendichtere und stabilere hintere Pfeiler der biomechanische relevantere, da er vor allem für die Kraftübertragung von der Wirbelsäule über das ISG in das proximale Femur von Bedeutung ist (Erichsen et al., 2016; Kaelin, 2005; Ruchholtz et al., 2019).

Nach der Klassifikation von Judet und Letournel werden einfache von komplexen Frakturen unterschieden.

Bei den einfachen Frakturformen liegt nur eine Hauptfrakturlinie vor. Dazu zählen Frakturen des hinteren und vorderen Pfannenrandes, des hinteren und vorderen Pfeilers, sowie Querfrakturen (transversale Fraktur durch das Acetabulumdach) (Ruchholtz et al., 2019). Bei den komplexen Frakturarten liegt eine Kombination aus mehreren Frakturformen vor. Dazu zählen eine kombinierte Fraktur von Pfeiler und Pfannenrand, eine Fraktur durch das Acetabulumdach und durch beide Pfeiler (T-Typ), Frakturen durch das Acetabulumdach und den hinteren Pfannenrand, sowie eine Spaltung der Pfeiler und des Daches des Os ilium (Erichsen et al., 2016; Kaelin, 2005; Letournel, 1980; Ruchholtz et al., 2019).

Im Verlauf wurde auf Basis der Klassifikation von Judet und Letournel die AO-Klassifikation der Acetabulumfrakturen entwickelt (Erichsen et al., 2016; Römer und Wittner, 2003; Ruchholtz et al., 2019). Bei der AO-Klassifikation werden noch zusätzlich prognostisch essenzielle Verletzungen berücksichtigen, wie zum Beispiel Hüftkopffrakturen, Impressionsfrakturen und komplexe Gelenkbeteiligungen. Die Acetabulumfraktur wird durch die Zahl 62 codiert, wobei die sechs für den betroffenen Knochen, das Becken und die zwei für die Knochenposition, das Acetabulum, steht (Römer und Wittner, 2003; Ruchholtz et al., 2019). Es werden drei Typen differenziert (A, B, C) und diese Frakturtypen werden nochmals in Subklassen unterteilt (A1, A2, A3 bis zu C3). Typ A steht für die Fraktur eines Pfeilers bei intaktem zweitem Pfeiler. 62-A1 stellt eine Fraktur der hinteren Wand dar, 62-A2 steht für eine Fraktur des hinteren Pfeilers und 62-A3 steht für die Fraktur der vorderen Wand oder des vorderen Pfeilers. Typ B codiert eine Querfraktur mit partieller Gelenkbeteiligung. 62-B1 steht dabei für eine Querfraktur, bei der die Frakturlinie durch die Gelenkpfanne verläuft. 62-B2 ist eine T-Fraktur und 62-B3 beschreibt eine Fraktur des vorderen Pfeilers oder Pfannenrandes in Kombination mit einer hinteren Fraktur.

Typ C ist die komplexeste und schwerwiegendste Frakturart. Zu den Typ C Frakturen zählen Frakturen beider Pfeiler mit einer vollständigen Gelenkbeteiligung. 62-C1 steht für eine hohe vordere Pfeilerfraktur mit einer Frakturlinie bis in die Crista iliaca, 62-C2 für eine tiefe vordere Pfeilerfraktur bei der die Frakturlinie lediglich bis unterhalb der Spina iliaca anterior superior verläuft.

Bei Beteiligung des Sakroiliakalgelenkes muss eine 62-C3 codiert werden (Müller-Mai und Ekkernkamp, 2015; Römer und Wittner, 2003; Ruchholtz et al., 2019).

Die Klassifikation der Acetabulumfraktur hat zu einem neuen Verständnis geführt und neue Grundlagen für die Acetabulumchirurgie geschaffen. Denn anhand der Frakturart wird auch die Therapieart bestimmt und erleichtert dem Operateur die Wahl des Zuganges, somit die intraoperative Darstellung der Fraktur und im Endeffekt die adäquate Versorgung.

1.3 Die Versorgung von Acetabulumfrakturen

Für eine adäquate und sinnvolle Therapie sowie für ein gutes postoperatives Outcome ist eine ausführliche Anamnese, klinische Untersuchung und adäquate Diagnostik essenziell. Diese beginnt schon mit dem präklinischen Management, bei dem noch am Unfallort eine vitale Gefährdung aufgrund von einer Blutung ausgeschlossen werden muss. Bei der klinischen Untersuchung sollte zudem unbedingt zum Ausschluss von Gefäßverletzungen und Nervenläsionen sowie um den postoperativen Verlauf mit der präoperativen Situation vergleichen zu können, die pDMS überprüft werden.

Sollte sich präklinisch eine gestörte pDMS, eine grobe Fehlstellung und/oder eine eindeutige Luxation zeigen, dann ist ein Repositionsversuch unter Längszug indiziert. Sollte dies nicht gelingen, ist für den weiteren Verlauf ein rascher Transport in die Klinik entscheidend. Auch die präoperative intravenöse Verabreichung von schmerzadaptierter Analgesie sollte in Betracht gezogen werden. Hierbei wird bei leichten Schmerzen oft Paracetamol oder Metamizol verabreicht. Bei stärkeren Schmerzen wird oft auf höher potente Opioide, wie zum Beispiel Piritramid oder Morphin zurückgegriffen. Der Patient sollte frühzeitig auf einer Vakuummatratze (Immobilisationsmaßnahme) in die Klinik transportiert werden und bei einem instabilen Becken und/oder bei einer hämodynamisch instabilen Situation notfallmäßig mit einer mechanischen Notfallstabilisierung des Beckens, wie z. B. mit einem Beckengurt oder einer Tuschlinge versorgt werden (Müller-Mai und Ekkernkamp, 2015).

In der Klinik ist dann eine Unfallanamnese zur Einschätzung der Gewalteinwirkung, sowie eine Abfrage der Vorerkrankungen und der Dauermedikation des Patienten zu erheben.

Darüber hinaus ist eine ausführliche körperliche Untersuchung unabdingbar, unter anderem zählen hierzu die Überprüfung der pDMS, evtl. die Stand- und Gangfähigkeit, die Bestimmung einer eventuellen Beinlängendifferenz, sowie eine Kraftmessung nach Janda und das Bewegungsausmaß.

Für die Therapieentscheidung sind bildgebende Verfahren essenziell. Zur initialen Screening-Untersuchung wird eine Röntgenaufnahme des Beckens in a.-p. Projektion (siehe Abb. 1 a und b) gemacht. Zusätzlich werden auch Ala- und Obturator- Aufnahmen gemacht (siehe Abb. 2a bis 3b), denn mithilfe der Ala-Aufnahme (siehe Abb. 2a und 2b) kann durch eine Anhebung des Beckens um 45° auf der gesunden Seite der vordere Pfannenrand und der hintere Pfeiler besser beurteilt werden (Möller, 2003). Mithilfe der Obturator-Aufnahme, bei der die verletzte Seite um 45° angehoben wird, (siehe Abb. 3a und 3b) kann der vordere Pfeiler und der hintere Pfannenrand besser beurteilt werden (Möller, 2003). Bei Frakturverdacht, schlechter Bildqualität oder bei einer nicht sicher auszuschließenden Fraktur wird eine Computertomographie ergänzt. Das CT ist die Standarddiagnostik bei Verdacht einer Acetabulumfraktur und wird auch zur präoperativen Planung eingesetzt (Schünke, 2018).



Abb. 1a: A.p.-Aufnahme (gesunde Seite)

Abb. 1b: A.p.-Aufnahme (mit Plattenosteosynthese)

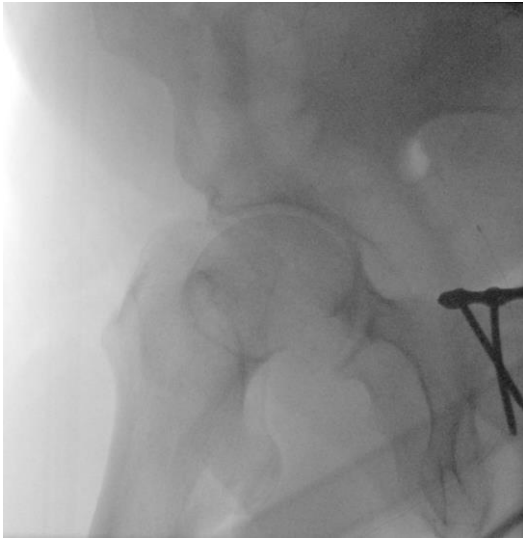


Abb. 2a: Ala-Aufnahme 45° (gesunde Seite)

Abb. 2b: Ala-Aufnahme 45° (mit Plattenosteosynthese)

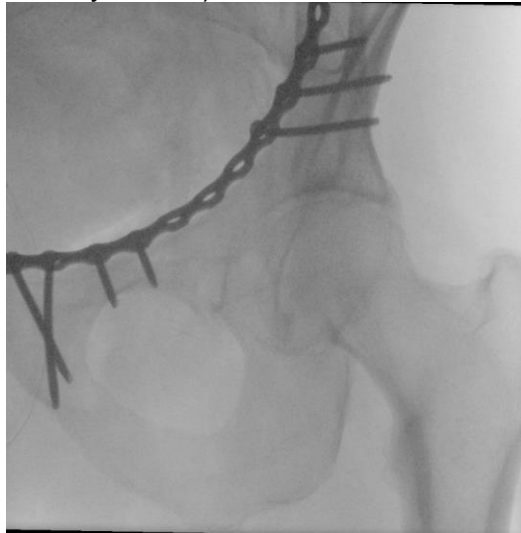


Abb. 3a: Obturator-Aufnahme 45° (gesunde Seite)

Abb. 3b: Obturator-Aufnahme 45° (mit Plattenosteosynthese)

Abb. 1a-3b: Eigene Bilder der Klinik und Poliklinik für Orthopädie und Unfallchirurgie (Universitätsklinikum Bonn)

Präoperativ wird eine Antibiotikaphylaxe empfohlen, da hierdurch eine signifikante Reduktion an Harnwegsinfekten, Wundinfekten und respiratorischen Infekten erzielt werden kann. In den meisten Studien wurden Cephalosporine untersucht und bewertet. Empfohlen wird eine Single-shot-Antibiose mit 1,5 g Cefuroxim (Southwell-Keely et al., 2004).

Das Therapieziel bei den operativ versorgten Acetabulumfrakturen ist die vollständige, und exakte anatomische Wiederherstellung der Gelenkfläche, um postoperative Pseudarthrosen, Koxarthrosen, Hüftkopfnekrosen und/oder Fehlstellungen zu vermeiden. Bei jungen Patienten wird der Erhalt des Hüftgelenks mit osteosynthetischer Stabilisierung angestrebt. Bei geriatrischen Patienten ist eine möglichst frühzeitige Mobilisierung, sowie eine kurze OP-Dauer und ein minimales OP-Trauma indiziert (Müller-Mai und Ekkernkamp, 2015).

Die konservative Therapie ist dann indiziert, wenn es keine bzw. nur eine geringe Dislokation des Pfannenrandes mit noch verbliebener adäquater dorso-kranialer Überdachung gibt. Ferner sollten eine Spaltbildung bzw. eine Stufenbildung > 2 mm ausgeschlossen werden. Auch ein entsprechend gut zentriertes Caput femoris ist eine Indikation zur konservativen Versorgung. Radiologisch sollten auch intraartikuläre Frakturfragmente ausgeschlossen worden sein (AO Foundation,; Scharf et al., 2018; Schmidt-Rohlfing et al., 2010).

Zudem wird von einem operativen Vorgehen abgesehen, wenn ein zu hohes Operationsrisiko oder eine allgemeine Kontraindikation zur operativen Versorgung vorliegt (Ruchholtz et al., 2019; Scharf et al., 2018). Das hierbei angewendete therapeutische Vorgehen ist eine schmerzadaptierte Mobilisierung unter 10-20 kg Teilbelastung für sechs bis acht Wochen unter engmaschigen radiologischen Verlaufskontrollen (Müller-Mai und Ekkernkamp, 2015; Ruchholtz et al., 2019). Auch die physiotherapeutische Anbindung ist für den Erhalt der Beweglichkeit des Gelenks notwendig und unabdingbar (Müller-Mai und Ekkernkamp, 2015).

Gelenkinstabilitäten und eine inadäquate Mobilisierung mit starken Schmerzen machen eine operative Versorgung unumgänglich. Weitere Indikationen für eine operative Versorgung sind dislozierte Frakturen mit einer Gelenkstufe von über 2 mm und große Frakturen des hinteren Pfannenrandes (Letournel, 1980; Moed et al., 2000).

Auch intraartikuläre Fragmente, eine Dezentrierung des Caput femoris und komplexe Frakturen nach der Klassifikation von Judet und Letournel sprechen für eine operative Versorgung. In einigen Fällen mit starker Destruktion der Gelenkfläche oder des Caput femoris sowie bei Hüftkopfnekrosen ist auch die Implantation einer primären Hüft-

Totalendoprothese zu erwägen (Müller-Mai und Ekkernkamp, 2015; Ruchholtz et al., 2019).

Eine schlechte Knochenstruktur (Osteopenie oder Osteoporose), sowie eine periimplantäre Acetabulumfraktur machen einen endoprothetischen Gelenkersatz bzw.-Wechsel oft zwingend notwendig (Müller-Mai und Ekkernkamp, 2015).

Der Goldstandard ist jedoch die offene Reposition (meist mittels Spezialzangen) und die interne Fixierung mittels Osteosynthesen. Hierbei werden Platten- bzw. Schraubenosteosynthesen verwendet. Operationsstrategisch ist eine sorgfältige Darstellung des Frakturverlaufs und der Frakturspalten notwendig. Anschließend sollte die offene Reposition und die Osteosynthese bzw. Stabilisierung mit Kleinfragment-Rekonstruktionsplatten erfolgen (ORIF) (Müller-Mai und Ekkernkamp, 2015; Ruchholtz et al., 2019). Zur manuellen Reposition kann auch eine Schanz-Schraube ins proximale Femur eingebracht werden. Kirschner-Drähte werden oft alternativ zur Repositionszange zur Fixierung der Reposition verwendet. Nach dem Platzieren und der Adaptation wird die Rekonstruktionsplatte mit Kortikalisschrauben verschraubt. Alternativ werden seit einigen Jahren auch immer häufiger anatomisch vorgebogene Platten verwendet (Perl et al., 2017; Ruchholtz et al., 2019).

In seltenen Fällen kann auch eine perkutane Schraubenosteosynthese erfolgen, am ehesten bei nicht oder nur minimal verschobenen Frakturen (Müller-Mai und Ekkernkamp, 2015; Ruchholtz et al., 2019).

Der endoprothetische Gelenkersatz ist wie eben beschrieben unter bestimmten Voraussetzungen ebenfalls ein geeignetes und sinnvolles Therapieverfahren bei Acetabulumfrakturen.

Bei älteren Patienten mit Frakturen, die den ventralen Pfeiler betreffen, sowie bei schweren dislozierten Frakturen und einer dezentrierten Position des Femurkopfes wird häufiger eine Totalendoprothese indiziert. Auch eine vorbestehende symptomatische Koxarthrose, Luxationsfrakturen und vor allem osteosynthetisch nicht anatomisch rekonstruierbare Gelenkflächen stellen die Indikation zur Implantation eines vollständigen Gelenkersatzes (Perl et al., 2017).

Damit optimale Ergebnisse und exakt anatomische Verhältnisse erzielt werden können, richtet sich die Wahl des operativen Zugangsweges nach der Frakturlokalisation sowie der dort vorhandenen Repositionsmöglichkeit (Gänsslen et al., 2016).

Die zunehmende Abnahme der Knochenqualität (Osteopenie, Osteoporose) im Alter und auch die Zunahme der Vorerkrankungen der Patienten stellen eine wachsende Herausforderung für die Operateure dar (Laird und Keating, 2005). Die Wahl des Zugangs ist entscheidend für den postoperativen Verlauf und das Outcome der Operation, da die verschiedenen Zugänge unterschiedliche peri- und postoperative Komplikationen aufweisen und auch die intraoperative Darstellung der Pfeiler abhängig von der Wahl des Zugangs ist. Die drei am häufigsten gewählten Zugänge sind der Kocher-Langenbeck-Zugang, der ilioinguinale Zugang und der Stoppa-Zugang.

In einigen Fällen wird auch eine Kombination der Zugänge gewählt.

Im Bereich der Chirurgie zur Behandlung von Acetabulumfrakturen war in der epidemiologischen Verteilung der Kocher-Langenbeck-Zugang mit einem Anteil von etwa 52% am häufigsten verwendet worden, gefolgt vom ilioinguinalen Zugang mit einem Anteil von 23,2%. Allerdings gibt es eine zunehmende Tendenz in Richtung der anterioren Zugänge, insbesondere der Stoppa-Zugänge (Laird und Keating, 2005). In den Jahren 2005 bis 2007 wurde der ilioinguinale Zugang in ca. 43% der Fälle und der Kocher-Langenbeck-Zugang in ca. 38% der Fälle ausgewählt (Gänsslen et al., 2016; Laird und Keating, 2005).

1.3.1 Kocher-Langenbeck-Zugang

Der Kocher-Langenbeck-Zugang ist im 19. Jhr von den Chirurgen Herrn Kocher und Herrn Langenbeck beschrieben worden und gehört zu den dorsalen Zugängen (Siebenrock et al., 2013). Er wird in der Regel angewendet, wenn die Fraktur den hinteren Pfeiler und Querkomponentenfrakturen betrifft. Indikationen zur Wahl des dorsalen Zugangs sind Frakturen der hinteren Wand oder des Pfeilers, kombinierte Frakturen bei denen die Wand und der Pfeiler betroffen sind sowie 2-Pfeiler-Frakturen mit multifragmentär betroffenem hinteren Pfeiler, alle Frakturen mit Assoziation zur hinteren Wand und auch Kombinationen mit T-Frakturen (Siebenrock et al., 2013).

Frakturen bei denen die Hauptpathologie am anterioren Pfeiler liegen, dazu zählen Frakturen des vorderen Pfeilers, isolierte Frakturen der vorderen Wand, multifragmentäre Frakturen des vorderen Pfeilers sowie bestimmte Querfrakturen, sind für die Versorgung mittels dorsalem Zugang nicht geeignet (Gänsslen et al., 2016).

Ein wesentlicher Vorteil dieses Zugangs besteht darin, dass es intraoperativ möglich ist, den N. ischiadicus freizulegen und dessen Erhaltung und Funktion zu überprüfen. Dies ist insbesondere dann von Bedeutung, wenn es Anzeichen für eine beeinträchtigte Funktion des Nerven wie z.B. eine präoperative auffällige pDMS/posttraumatische Neurologie gibt (Erichsen et al., 2016).

Die Verwendung eines Carbonschichtes kann während der Operation von Vorteil sein, da es eine umfassende Durchleuchtung des Gelenks in allen Ebenen ermöglicht. Auch die Patientenlagerung in Seitenlage kann von Vorteil sein, da nach der Reposition eine bessere und ausreichende Sicht auf das Gelenk von dorsal gewährleistet werden kann (Erichsen et al., 2016).

Der Hautschnitt beim Zugang des Kochers-Langenbeck-Zugangs verläuft bogenförmig vom proximalen Femurschaft in Richtung Spina iliaca posterior superior. Die Inzision beginnt unterhalb der Spina iliaca posterior superior und verläuft über die Trochanter major-Spitze über den lateralen Oberschenkel in den Tractus iliotibialis aus (Speer, 2015). Anschließend wird die Tractus iliotibialis-Faszie gespalten, sodass der M. gluteus maximus sichtbar ist. Dieser Muskel wird im Faserverlauf stumpf in Richtung Spina iliaca posterior superior auseinandergedrängt. Nun kann der N. ischiadicus identifiziert und zur leichteren Mobilisierung der femoralen Anteil des M. gluteus maximus minimal vom Knochen entfernt werden (Erichsen et al., 2016; Laird und Keating, 2005; Speer, 2015). Anschließend werden die Muskeln der Außenrotatorengruppe, die Mm. piriformis, gemelli und obturatorius internus am Ursprung abgetrennt und nach dorsal geklappt, so dass der N. ischiadicus geschützt bleibt (Laird und Keating, 2005; Speer, 2015). Dabei sollte ein Abstand von ca. 2 cm zum Femurkopf vorgenommen werden, um die Aa. circumflexae femoris medialis zu schützen. Sollte im weiteren operativen Verlauf eine Erweiterung des Zugangs nötig sein, so kann eine Osteotomie des Trochanter major diskutiert werden, damit der gesamte dorsale Pfeiler sichtbar wird (Erichsen et al., 2016).

Zur einfacheren Refixation werden die Sehnenstümpfe mit Nähten markiert. Die Gelenkkapsel wird so minimal wie möglich entfernt (Erichsen et al., 2016).

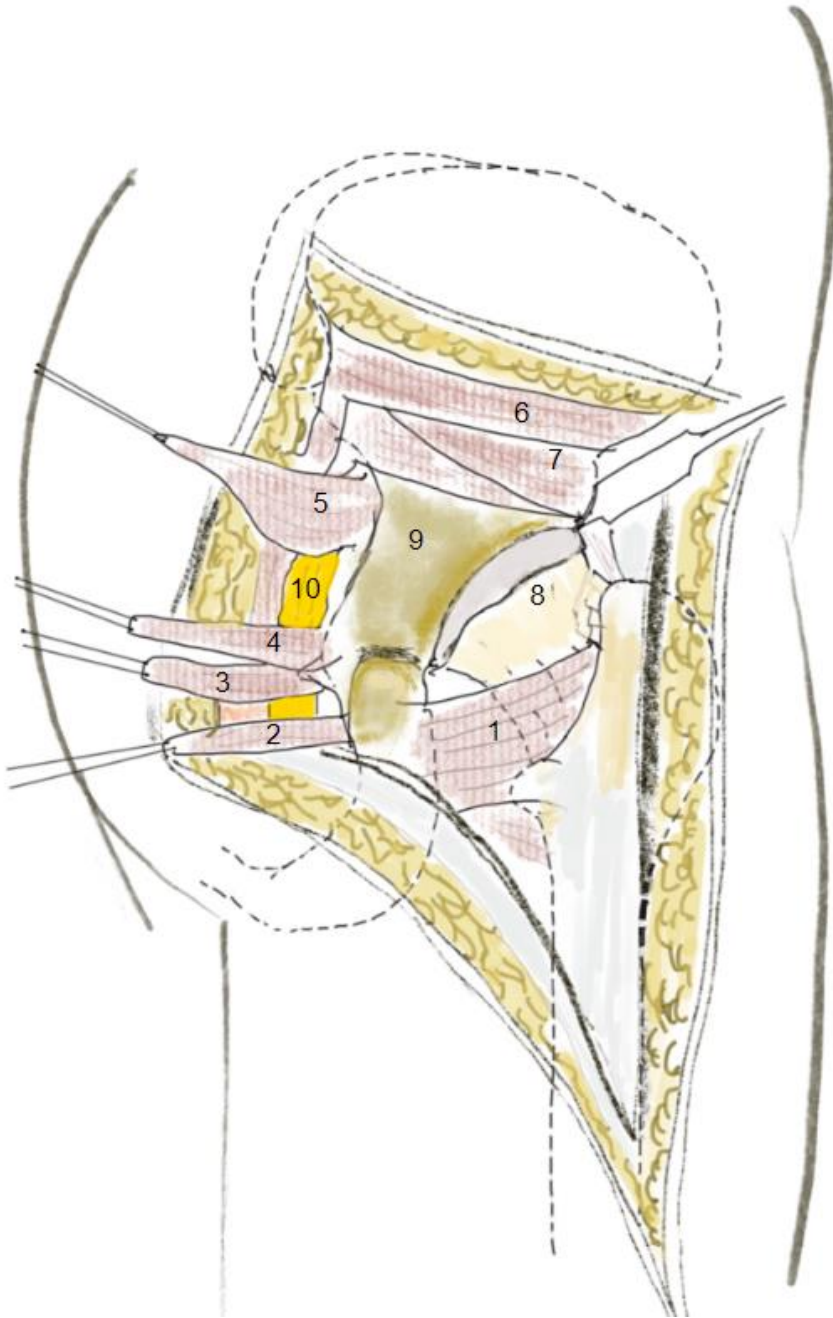


Abb. 4: Schematische Darstellung des Kocher-Langenbeck-Zugangs (eigene Bilder)

- | | | |
|------------------------|------------------------|----------------------------|
| 1 M. quadratus femoris | 2 M. gemellus inferior | 3 M. obturatorius internus |
| 4 M. gemellus superior | 5 M. piriformis | 6 M. gluteus medius |
| 7 M. gluteus minimus | 8 Caput femoris | 9 Os ilium |
| 10 N. ischiadicus | | |

Nach erfolgreicher Osteosynthese müssen die durchtrennten Muskeln adäquat und suffizient wieder vernäht werden, sodass man postoperativ wieder eine ausreichende Mobilität und Funktionalität der Muskeln gewährleisten kann (Erichsen et al., 2016; Laird und Keating, 2005; Speer, 2015). Durch eine suffiziente Naht kann eine Muskelschwäche oder eine Nervenschädigung vermieden werden (Erichsen et al., 2016).

Letztere Komplikationen präsentieren sich beim Kocher-Langenbeck-Zugang meist als Verletzungen des N. ischiadicus, des N. cutaneus femoris lateralis und des N. obturatorius (Erichsen et al., 2016; Müller-Mai und Ekkernkamp, 2015; Speer, 2015). In 1-12% der Fälle ist der N. ischiadicus betroffen (Ruchholtz et al., 2016).

Durch das Öffnen der Gelenkkapsel steigt das Risiko einer intraartikulären Infektion, weshalb wie oben bereits beschrieben auf eine perioperative Antibiotikaphrophylaxe geachtet werden sollte [31, 60]. Die periartikuläre heterotope Ossifikation, ebenfalls eine mögliche Komplikation des dorsalen Zugangs, tritt unter anderem auch bei Weichteilnekrosen sowie bei großem intraoperativem Weichteiltrauma auf (Müller-Mai und Ekkernkamp, 2015; Speer, 2015).

1.3.2 Ilioinguinale Zugang

Der Goldstandard bei Frakturen des vorderen Pfeilers des Acetabulums ist der ilioinguinale Zugang nach Letournel (Letournel, 1993).

Der Zugang wurde von dem französischen Orthopäden Emile Letournel Ende der 60er Jahre beschrieben und er ermöglicht die Darstellung des gesamten vorderen Pfeilers [26, 34](Johnson, 2019; Letournel, 1993).

Klassische Indikationen für die Wahl des ilioinguinalen Zugangs sind eine ORIF von Frakturen mit Beteiligung des vorderen und hinteren Pfeilers, wobei der hintere Pfeiler indirekt reponiert werden kann. Vor allem für Frakturen der ventralen Acetabulumwand und des vorderen Pfeilers, sowie für komplexere Frakturen wie Zweipfeiler-, Vorderpfeiler- mit Hemiquerfrakturen, bestimmte T- oder Querfrakturen wird der ilioinguinale Zugang gerne genutzt (Letournel, 1993).

Hierbei gelten jedoch Frakturen bei denen beide Pfeiler betroffen sind und der hintere Pfeiler direkt reponiert werden muss, Frakturen des hinteren Pfeilers sowie Frakturen der

hinteren Acetabulumwand als Kontraindikationen (Johnson, 2019; Letournel, 1993). Auch bei Frakturen die einen direkten Zugang zum Hüftgelenk benötigen, wie z.B. bei intraartikulären Frakturfragmenten, wird der ilioinguinale Zugang nicht verwendet (Rommens, 2002).

Die Acetabulumfraktur wird, bei diesem Zugang, durch drei operative Fenster dargestellt. Zwischen dem M. iliopsoas und der Beckenschaufel liegt das erste Fenster. Der M. iliopsoas begrenzt auch das zweite Fenster, denn dieses liegt zwischen dem M. iliopsoas und den Leistengefäßen. Das letzte Fenster wird beim Mann vom Funiculus spermaticus und bei der Frau vom Lig. teres uteri und den Leistengefäßen begrenzt (Rommens, 2002). Durch die genaue Präparation der drei anatomischen Fenster gelingt dem Operateur eine genaue Darstellung des Beckenrings vom ISG bis zur Symphyse.

Der Hautschnitt verläuft vom Tuberculum pubicum in Richtung der Spina iliaca anterior superior und entlang der Crista iliaca weiter nach kranial. Anschließend erfolgt eine Präparation durch das subkutane Fettgewebe auf die Aponeurose des M. obliquus externus abdominis (Gänsslen et al., 2016; Letournel, 1993). Bei einem männlichen Patienten wird der Samenstrang identifiziert und zum Schutz angeschlungen, bei einer Frau das Lig. teres uteri. Zur Darstellung des ersten Fensters wird der Musculus obliquus internus und der transversus abdominis von der Crista iliaca und der M. iliopsoas von der Fossa iliaca abgelöst. Während man mit der Präparation der nächsten Fenster fortfährt, kann das erste anatomische Fenster mit Bauchtüchern tamponiert werden, um parallel eine Blutstillung zu betreiben und somit den Blutverlust zu minimieren.

Zur Darstellung des zweiten und dritten anatomischen Fensters wird die Muskelfaszie des M. transversus abdominis und des obliquus internus entlang des Lig. inguinale inzidiert, woraufhin die Lacuna musculorum von der Lacuna vasorum getrennt und eröffnet werden kann (Gänsslen et al., 2016; Letournel, 1993; Rommens, 2002). Dazu wird der Arcus iliopectineus, der die Lacuna musculorum und vasorum trennt, nach dorsal entlang der Linea terminalis scharf am Knochen abgetrennt und somit eröffnet. Der N. cutaneus femoris lateralis wird distal der Spina iliaca anterior superior identifiziert und ebenfalls zum Schutz angeschlungen, sodass der M. iliopsoas mit dem N. femoralis mobilisiert werden kann. Nun sind alle drei Fenster präpariert, sodass die Fraktur inspiziert und versorgt

werden kann (Gänsslen et al., 2016; Keel et al., 2013; Letournel, 1993; Rommens, 2002). Die wichtigsten Leitstrukturen bei diesem Zugang sind die Vasa iliaca externa mit ihren Lymphbahnen, der Funiculus spermaticus beim Mann und das Lig. teres uteri bei der Frau sowie der M. iliopsoas mit dem ihn innervierenden N. femoralis.

Auch hier ist zum Verschluss des Zugangs eine suffiziente, mehrschichtige Naht obligat um Muskelschwächen, Immobilisationen und Inguinalhernien zu vermeiden. Die Einlage einer Redondrainage kann das Risiko eines postoperativen Hämatoms und einer Wundheilungsstörung reduzieren (Gänsslen et al., 2016; Keel et al., 2013; Rommens, 2002).

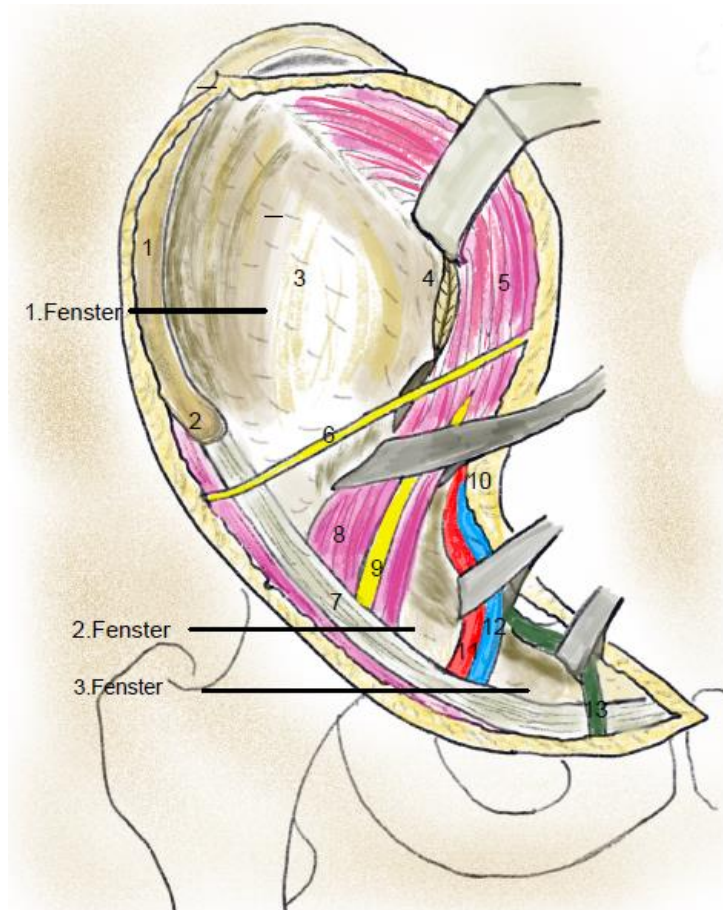


Abb. 5: Schematische Darstellung des ilioinguinalen Zugangs mit den 3 Fenstern (eigene Bilder)

- | | | |
|--|----------------------------------|---------------------------------------|
| 1 Crista iliaca | 2 Spina iliaca anterior superior | 3 Ala ossis ilii mit der Fossa iliaca |
| 4 Iliosakralgelenk | 5 M. iliacus | 6 N. cutaneus femoris lateralis |
| 7 Lig. Inguinale | 8 M. iliopsoas | 9 N. femoralis |
| 10 Arcus iliopectineus | 11 A. femoralis communis | 12 V. femoralis communis |
| 13 Funiculus spermaticus resp. Lig. rotundum | | |

Die häufigste Komplikation bei diesem Zugang ist eine Schädigung des N. cutaneus femoris lateralis. Dabei liegt das Risiko einer Nervenverletzung bei ca. 15% (Kloen et al., 2002; Rommens, 2002; Rommens et al., 1997). Dies äußert sich am ehesten mit Hypästhesien am lateralen Oberschenkel. Auch Verletzungen des N. femoralis, des N. pudendus und des N. gluteus superior können in seltenen Fällen auftreten. In einigen Fällen wurden postoperative Inguinalhernien festgestellt, die vor allem auf eine Insuffizienz der Naht der Faszia transversalis (Leistenkanal) zurückzuführen ist (Kloen et al., 2002; Letournel, 1993; Rommens et al., 1997). Bei Verletzungen der Vasa femoralis kann es auch intraoperativ zu erhöhten Blutungen kommen (Letournel, 1993). Heterotope Ossifikationen kommen bei der Wahl des ilioinguinalen Zuganges nur sehr selten vor.

1.3.3 Stoppa-Zugang

Der Stoppa-Zugang ist initial 1975 von dem französischen Chirurgen René Stoppa in der Hernienchirurgie für die spannungsfreie Hernienreparatur beschrieben und eingesetzt worden. In den 90er Jahren wurde dieser Zugang durch die Amerikaner Bohlhofer und Cole sowie durch den Finnen Eero Hirvensalo modifiziert und für die Acetabulumchirurgie umfunktioniert und konstituiert (Cole und Bolhofner, 1994; Hirvensalo et al., 1993).

Heutzutage wird der modifizierte Stoppa-Zugang als intrapelviner Zugang bei Quer- und T-Frakturen, Frakturen des vorderen Pfeilers mit Verletzung der quadrilateralen Fläche sowie bei 2-Pfeiler-Frakturen verwendet, wobei der Kern der Dislokation in den ventralen Anteilen des Acetabulums liegt. Er gilt im Hinblick auf Präparation, Reposition und osteosynthetische Versorgung als weichteilschonendere Alternative zum ilioinguinalen Zugang, da die Präparation des 2.Fensters übersprungen wird. Durch den Stoppa-Zugang wird die Facies quadrilateralis direkt sichtbar und die Reposition der Frakturfragmente ist leichter durchführbar. Der modifizierte Stoppa-Zugang gilt als erweiterter Pfannenstielzugang bei dem es zu einer Längsspaltung der Linea alba ca. 4 cm oberhalb der Symphyse kommt (Cole und Bolhofner, 1994; Hirvensalo et al., 1993; Lehmann et al., 2014).

Der Patient wird für den Stoppa-Zugang in Rückenlage positioniert und der Operateur operiert von der kontralateralen Frakturseite.

Der Hautschnitt verläuft längs medial im Unterbauch oder als Pfannenstielinzision. Die Muskelfaszie des M. rectus abdominis wird vertikal zwischen den Muskelbäuchen inzidiert und eröffnet. Man präpariert sich stumpf in den prävesikalen Raum und hält die Blase nach medial weg. Vorteilhaft ist eine präoperative Anlage eines Blasenkatheters, um die Blase zu entlasten und bei Verdacht auf eine Läsion der Blasenwand dies noch intraoperativ durch eine retrograde Zystographie überprüfen zu können (Keel et al., 2013). Um die Corona mortis zu identifizieren und zu ligieren, wird das Periost am oberen Schambeinast abgeschoben. Zur sicheren und einfacheren Präparation nach extraperitoneal wird der M. rectus abdominis und das iliofemorale Gefäßnervenbündel nach lateral weggehalten und angeschlungen, dabei orientiert man sich am Ramus superior ossis pubis.

Bei der Präparation sollte vorsichtig der N. obturatorius und die Vasa obturatoria entlang der Facies quadrilateralis identifiziert werden, um jegliche Verletzungen bzw. Reizungen zu vermeiden. Um eine vollständige Darstellung der quadrilateralen Fläche zu erreichen, muss an der Innenseite der M. obturator internus mit dem Periost bis zur Spina ischiadica abgelöst werden und eine Spaltung des M. iliopsoas erfolgen, wobei eine vorsichtige Retraktion des Nervus und der Vasa obturatoria erfolgt. Falls es intraoperativ nötig sein sollte, die Fossa iliaca nach lateral weiter darzustellen, besteht die Möglichkeit die Vasa iliaca externa nach medial zu mobilisieren und retraktieren (Ponsen et al., 2006).

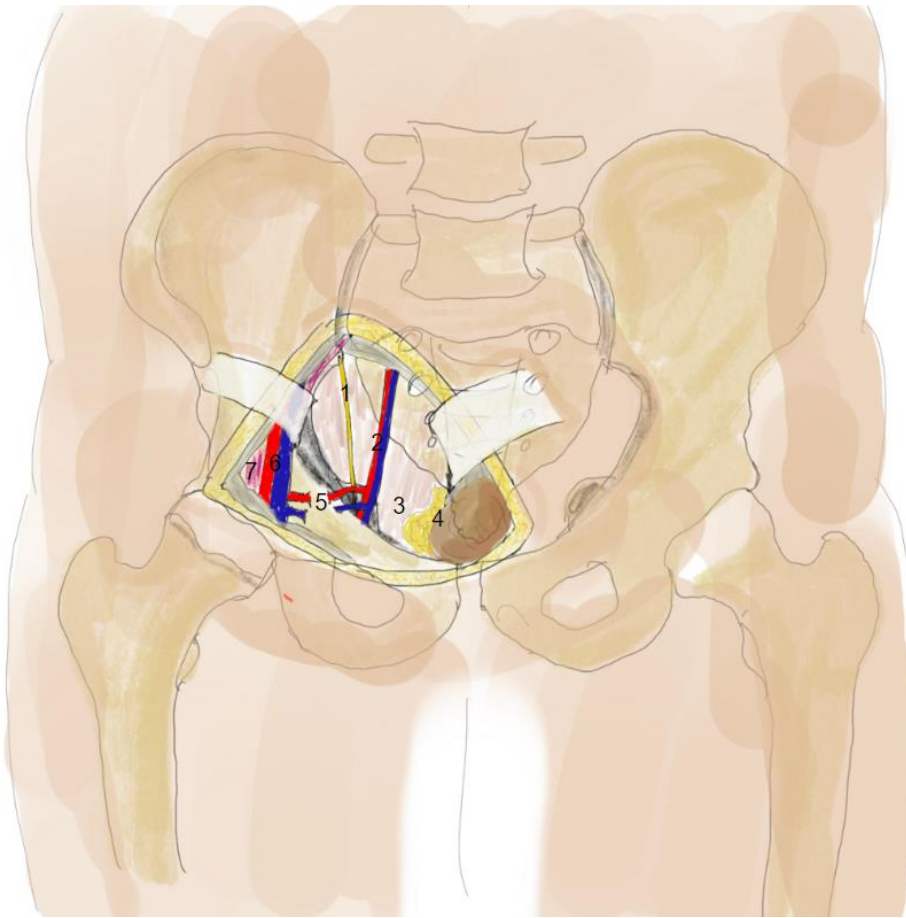


Abb. 6: Schematische Darstellung des Stoppa-Zugangs (eigene Bilder)

- | | |
|-------------------------|---|
| 1 N. obturatorius | 2 Vasa obturatoria (Arterie obturatoria rot, Vena obturatoria blau) |
| 3 M. obturator internus | 4 Vesica urinaria |
| 5 Corona mortis | 6 Vasa iliaca externa (A. iliaca externa rot, V. iliaca externa blau) |
| 7 M. iliacus | |

Als mögliche Komplikation des Stoppa-Zugangs ist die Verletzung des N. obturatorius und der Traktionsschaden der Vasa iliaca externa zu nennen (Keel et al., 2013; Lehmann et al., 2014). Es kann bei einer Gefäßverletzung zu einem erhöhten intraoperativen Blutverlust kommen, vor allem bei Blutungen aus der Corona mortis. Daher wird diese intraoperativ dargestellt und ligiert. Bei einer insuffizienten Naht der Faszie oder der Muskulatur kann es auch hier zu einer Hernie kommen. Zudem kann es durch die Retraktion der Blase zu Blasenwandläsionen kommen, daher ist wie oben beschrieben die präoperative Lage eines Blasenkatheters essentiell (Keel et al., 2013; Lehmann et al., 2014).

Implantatfehlagen stellen eine ernst zu nehmende Komplikation aller Zugänge dar, denn durch die Fehllage kann die Mobilität eingeschränkt sein und es können starke Schmerzen verursacht werden. Zudem kann das fehlimplantierte Material zu Gefäß- und Nervenverletzungen führen. Daher sind eine intraoperative röntgenologische Kontrolle sowie die postoperative Verlaufskontrolle obligat. Die intraartikuläre Lage einer Schraube oder einer Platte kann zu einer vollständigen Destruktion des Gelenks führen und so eine posttraumatische Koxarthrose verursachen.

In ca. 5-11% der Fälle kommt es intraoperativ zu einer iatrogenen Nervenverletzung (N. pudendus, N. cutaneus femoris lateralis, N. obturatorius, N. gluteus superior und oder N. ischiadicus) (Giannoudis et al., 2005). Am häufigsten ist der N. ischiadicus betroffen (Giannoudis et al., 2005).

Wundinfekte sind ebenso eine häufige Komplikation, die in ca. 10% der Fälle auftritt. Beim Kocher-Langenbeck-Zugang liegt das Risiko für eine Infektion bei ca. 4%, beim ilioinguinalen Zugang bei ca. 13% (Zinghi und Moroni, 2005).

Intraoperativ können auch Gefäße verletzt werden, unter anderen die Vasa glutea superior, femoralis und obturatoria sowie die A. circumflexa femoris medialis. Auch die Corona mortis ist bei Operationen an der Innenseite des vorderen Beckenrings, am ehesten beim Stoppa-Zugang gefährdet. Postoperative Komplikationen können in akute Komplikationen und in Langzeitkomplikationen unterteilt werden. Zu den Akutkomplikationen zählen die TVT und die Lungenembolie. Zudem können auch Infektionen des Urogenitaltraktes und des Respirationstraktes auftreten.

Langzeitkomplikationen sind Hüftkopfnekrosen, vor allem bei Verletzungen der Gefäße (a. e der A. circumflexa femoris lateralis) und bei traumatischen Luxationen. Bei Frakturen der hinteren Wand zeigt sich eine Inzidenz der Hüftkopfnekrosen von 6-7% (Perl et al., 2017). Pseudarthrosen und posttraumatische Koxarthrosen fallen ebenfalls unter die Kategorie der Langzeitkomplikationen, ebenso wie Beinlängendifferenzen und eine verminderte posttraumatische Beweglichkeit und Aktivität (Müller-Mai und Ekkernkamp, 2015; Ruchholtz et al., 2019)

Infektionen traten in 13% der Fälle und neuronale Verletzungen in 16% der Fälle auf. Hüftkopfnekrosen haben mit 26% einen hohen Stellenwert in der Inzidenz der Komplikationen (Daum et al., 1992).

Ein schlechtes Resultat der Acetabulumchirurgie kann durch verschiedene Faktoren begünstigt werden, wie zum Beispiel einer verzögerten operativen Versorgung, geriatrischen Patienten, Frakturen des Femurkopfes sowie ein ausgeprägtes Fraktur- und Dislokationsausmaß (Briffa et al., 2011; Giannoudis et al., 2005). Die 1-Jahres-Mortalitätsrate bei Patienten mit einem Durchschnittsalter von 71 Jahren bei operativ-versorgten Acetabulumfrakturen liegt bei 8,1% (Bible et al., 2014). Im Durchschnitt liegt die Mortalität bei Acetabulumfrakturen bei 2,3-3,6% (Laird und Keating, 2005; Lunsjo et al., 2007).

Postoperativ wird in der Regel eine schmerzadaptierte Teilbelastung der frakturierten Seite mit 20 kg für einen Zeitraum von 6 Wochen empfohlen. Eine adäquate und regelmäßige Physiotherapie ist in dieser Zeit essentiell, um die Mobilisation und Beweglichkeit des Patienten zu unterstützen. Eine solche Therapie kann auch dazu beitragen, das postoperative Risiko von Komplikationen wie Harnwegsinfektionen, Pneumonien und Dekubiti zu verringern.

Regelmäßige radiologische (postoperativ im ersten, zweiten und dritten Monat) und klinische Verlaufskontrollen sind obligat. Zur Prophylaxe einer heterotopen Ossifikation sollte Indometacin zweimal täglich 50 mg für 14 Tage eingenommen werden, alternativ mit Ibuprofen (Ruchholtz et al., 2019). Postoperativ sollte bis zum Erreichen der Vollbelastung (mind. 6 Wochen postoperativ) eine medikamentöse Thromboseprophylaxe erfolgen. Zudem sind regelmäßige Wundkontrollen obligat und in der Regel können nach 10-14 Tagen die Fäden gezogen oder die Klammern entfernt werden.

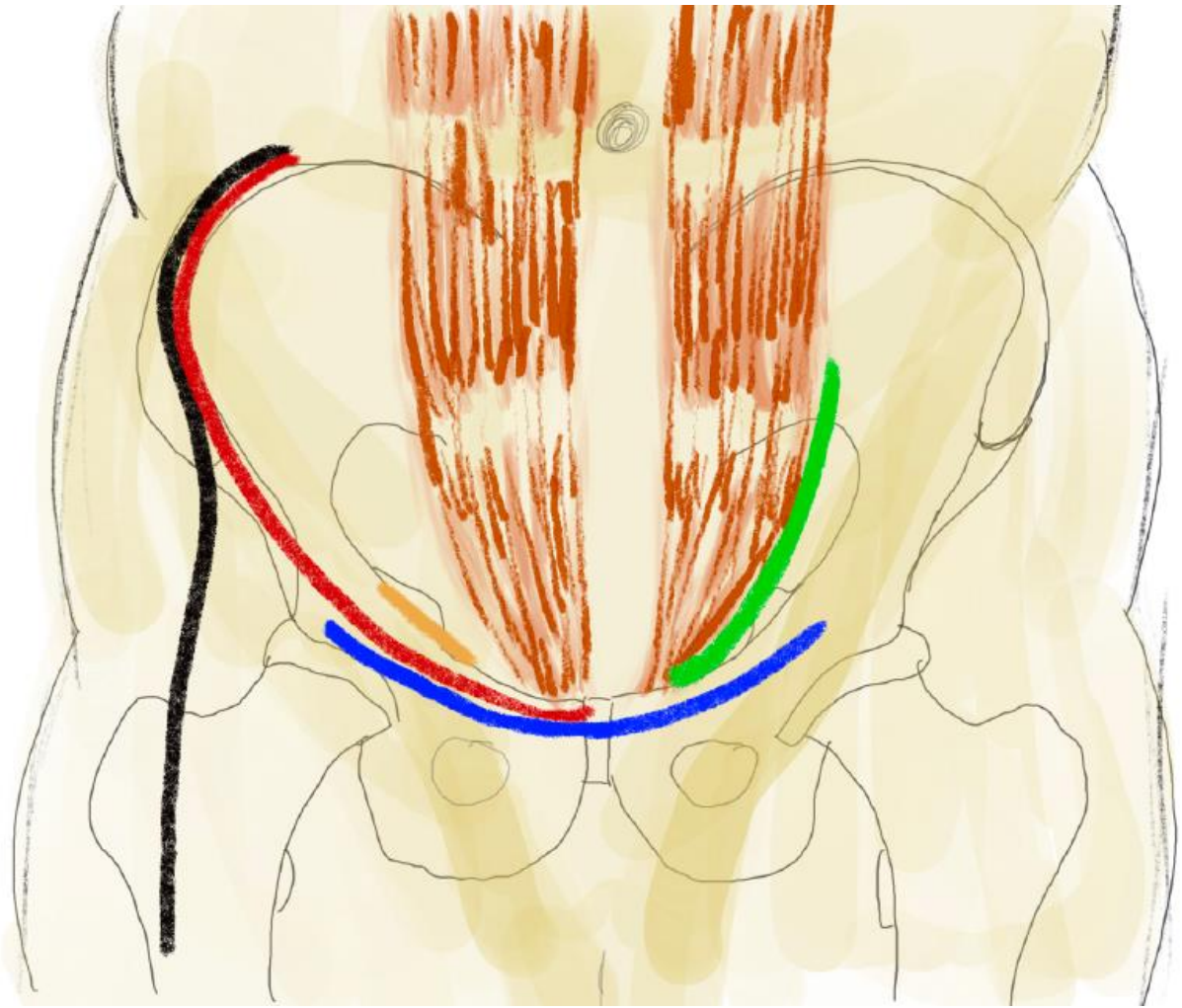


Abb. 7: Schematische Darstellung der Lage der verschiedenen vorderen Zugänge zur Hüftgelenkspfanne (eigene Bilder)

Schwarze Linie: Iliofemorale Zugang nach Smith-Petersen

Rote Linie: Ilioinguinale Zugang nach Letournel

Blaue Linie: Stoppa-Zugang

Grüne Linie: Pararectus Zugang nach Keel, entlang des M. rectus abdominis

Gelbe Linie: Modifizierter Zugang nach Wille

2. Material und Methoden

2.1 Patientenkollektiv

Zur Untersuchung dieser Studie erfolgte eine Analyse, mit Hilfe des KAS-Systems, der Datenbank des Universitätsklinikum Bonns, aller Patienten mit einer Acetabulumfraktur die im Zeitraum vom 01.01.2008 bis zum 31.12.2017 am Uniklinikum Bonn vorstellig waren.

Dabei wurden retrospektiv alle Daten der Patienten die sich nach der ICD-10 Klassifikation eine Fraktur des Acetabulums (ICD S32.4) zugezogen habe, unter Einhaltung der ärztlichen Schweigepflicht und des Datenschutzes herausgesucht, anonymisiert und pseudonomisiert.

In diese Studie wurden Patienten eingeschlossen, die sich eine Acetabulumfraktur zugezogen haben und entweder konservativ oder operativ versorgt worden sind.

Das Patientenkollektiv umfasst 251 Patienten, von denen bis zum Nachuntersuchungstermin 36 verstorben waren. Unter diesen 251 Patienten, waren 176 Patienten männlich (70%) und 75 Patienten weiblich (30%).

Die Datenerhebung und –auswertung erfolgten anhand der aktiv zur Nachuntersuchung einbestellten Patientenkohorte. Auf eine rein retrospektive Analyse anhand von Krankenakten oder dem Krankenhausinformationssystem (KAS) wurde bewusst verzichtet, da die darin enthaltenen Fälle nicht im Rahmen einer klinischen Nachuntersuchung erfasst worden war.

Die direkte klinische Evaluation ermöglichte eine valide Erhebung funktioneller Parameter unter einheitlichen Bedingungen, die in retrospektiven Datensätzen in der Regel nicht systematisch dokumentiert sind.

Von diesen Patienten konnten 45 Patienten klinisch nachuntersucht werden. Weitere 90 Patienten konnten kontaktiert werden, hatten aber kein Interesse an einer Studie oder einer Nachuntersuchung teilzunehmen. Bei 60 der Patienten konnte kein Kontakt hergestellt werden, da sie entweder telefonisch nicht erreichbar waren, keine Telefonnummer oder eine Adresse hinterlegt waren. 20 Patienten haben sich für eine

Nachuntersuchung bereit erklärt, aber sind zum vereinbarten Termin nicht erschienen. 36 Patienten sind verstorben.

Die 45 Patienten, die untersucht werden konnten, wurden initial in zwei und anschließend in vier Probandengruppen unterteilt, entsprechend ihrer Versorgung und des jeweils gewählten Zugangs. 19 Patienten wurden konservativ versorgt und 26 Patienten wurden operativ versorgt. Wenn man die operativ versorgten Patienten entsprechend ihres operativ gewählten Zugangs unterteilt, stellt sich heraus, dass bei 10 Patienten der Kocher-Langenbeck-Zugang gewählt worden ist. Bei jeweils 8 Patienten wurde der Stoppa-Zugang und der ilioinguinale Zugang gewählt.

2.2 Statistische Auswertung

Für diese Studie wurde die statistische Auswertung mit Hilfe von Microsoft Excel und SPSS Version 26 durchgeführt. Die verschiedenen Patientendaten- und Charakteristika sowie die klinischen und anamnestischen Untersuchungsergebnisse wurden im Rahmen der deskriptiven und explorativen Auswertung in Form einer Varianzanalyse angefertigt. Dabei wurde der p-Wert auf unter 0,05 ($p < 0,05$) angesetzt, sodass dieser Wert bei der statistischen Auswertung als signifikant angesehen werden kann.

2.3 Aufbau der klinischen Verlaufskontrolle

Die 45 Patienten die an der Studie teilgenommen haben, wurden zu einer klinischen Verlaufskontrolle in unsere Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie der Uniklinik Bonn eingeladen.

Der Zeitpunkt der Einbestellung zur klinischen Untersuchung war standardisiert und klar definiert. Alle Patientinnen und Patienten wurden frühestens ab dem 12. Monat nach erfolgter Operation bzw. nach konservativer Therapie/traumatischem Ereignis zur Verlaufskontrolle einbestellt, um eine ausreichende postoperative bzw. posttraumatische Rekonvaleszenzphase sicherzustellen und vergleichbare funktionelle Ergebnisse erfassen zu können. Diese klinische Verlaufskontrolle beinhaltet zunächst ein ausführliches Anamnesegespräch inklusive eines Fragebogens um die Lebensqualität,

Einschränkungen im Alltag und die Beschwerden besser evaluieren und vergleichen zu können. Die Lebensqualität und die Hüftgelenksfunktion wurden mit etablierten Fragebögen wie XSMFA, Lequesne, Hüft- und Kniefragebogen, BDI, HADS-Fragebogen und mittels Harris Hip Score erfasst. Zudem wurde in Anwesenheit eines Oberarztes eine ausführliche körperliche Nachuntersuchung durchgeführt, wobei eine Kraftmessung der gesunden Hüfte im Liegen und im Sitzen im Vergleich zu der frakturierten Hüfte durchgeführt worden ist. Anschließend erfolgte noch ein Abschlussgespräch durch einen unserer erfahrenen Oberärzte der Orthopädie und Unfallchirurgie.

Die vorliegende Studie wurde durch das Ethikvotum der zuständigen Ethikkommission genehmigt (Votum Nr. 406/17)

2.4 Körperliche Untersuchung

Bei allen 45 Patienten erfolgte eine ausführliche klinische Untersuchung, dazu zählt die Beurteilung der Beschwerden und Einschränkungen, der Deformitäten, des Bewegungsumfangs und der Kraft sowie eine detaillierte körperliche Untersuchung.

Es erfolgte zunächst eine Inspektion der Hüfte um Wundheilungsstörungen, Entzündungszeichen (Rötung, Schwellung, Schmerzen, Überwärmung oder eingeschränkte Funktion), Atrophien, Beckenschiefstände und andere äußerliche Auffälligkeiten zu untersuchen. Zudem wurde bei jedem Patienten das Gangbild betrachtet, insbesondere ob es ein Hinken, Innenrotations- oder Außenrotationsgang gibt. Es erfolgte ebenfalls eine Prüfung auf einen Trochanter-Klopfschmerz und oder Trochanter-Druckschmerz, Leistendruckschmerz und auf einem axialen Stauchungsschmerz sowie die Untersuchung eines Beckenkompressionsschmerzes.

Da sie bei der Wahl des Kocher-Langenbeck-Zugangs verletzt werden können, wurde, um eine Insuffizienz der Mm. glutei medius und minimus auszuschließen, ebenfalls auf ein eventuelles Trendelenburg-Zeichen geachtet. Die Kraftmessung erfolgte dabei, im Sitzen und im Liegen, durch Druck der Hüftbeugemuskulatur gegen ein Kraftmesser (Dynamometer), sowohl auf der frakturierten als auch auf der gesunden Seite. Ergänzend zur Kraft wurde der Bewegungsumfang des Hüftgelenks in allen Ebenen gemessen, sowie auf Deformitäten geachtet. Zur objektiven Messung der Muskelkraft wurde das Kraftmessgerät der PCE-FB-Serie, Typ FB2K, der PCE Deutschland GmbH eingesetzt.

Dieses Gerät stellt eine validierte und in der biomechanischen Forschung etablierte Messmethode zur Erfassung isometrischer Kraftwerte dar.

2.5 Allgemeine Patientendaten

Zunächst wurden die allgemeinen Patientendaten, bestehend aus Name und Vorname, dem Geburtsdatum und dem Geburtsort erfasst. Zudem wurde die Anschrift, die Telefonnummer und die E-Mail-Adresse gespeichert. Weiterhin wurden die Daten des behandelnden Orthopäden und des Hausarztes aufgenommen, um bei eventuellen Fragen bezüglich der Vorgeschichte oder des Behandlungsplanes Kontakt aufnehmen zu können. Auch die Schulbildung, der Berufsstand sowie der Familienstand wurden aufgenommen, um sozioökonomische Aspekte bzw. Einflussfaktoren evaluieren zu können. Um mögliche Veränderungen durch die operative oder konservative Versorgung erfassen zu können, wurde auch die Körpergröße und das Gewicht notiert. Dadurch lässt sich mit Hilfe des BMI sagen, ob die Körpergröße und das Körpergewicht einen Einfluss auf das Outcome der operativen vs. konservativen Versorgung haben. Der BMI lässt sich anhand folgender Formel berechnen: $\text{BMI} = \frac{\text{Körpergewicht (kg)}}{\text{Körpergröße(m)}^2}$. Bei einem BMI von unter 18,5 liegt Untergewicht vor, zwischen 18,5 und 24,9 liegt der Normbereich des BMI. Wird ein BMI von 25 überschritten, liegt laut Definition Übergewicht vor. Zwischen 30 und 34,9 liegt Adipositas Grad I vor, zwischen 35 und 39,9 liegt Grad II vor und über 40 liegt Grad III vor. Die Einheit des BMI ist kg/m^2 , er wurde durch die WHO klassifiziert [54].

2.6 Allgemeine Anamnesedaten

Die Anamnese lässt sich in 3 Abschnitte unterteilen. Im ersten Abschnitt geht es um die Anamnese bezüglich der Krankheitsgeschichte des distalen Bewegungsapparates (Oberschenkel, Hüfte oder Becken). Im Rahmen der Anamnese wurde systematisch erhoben, ob nach der operativen bzw. konservativen Versorgung am Universitätsklinikum Bonn ergänzende Behandlungen extern erfolgt sind. Patientinnen und Patienten, die extern weiterbehandelt worden sind, wurden von der anschließenden Datenanalyse ausgeschlossen, um eine einheitliche und validierte Auswertung unter standardisierten

klinischen Bedingungen sicherzustellen. Diese Vorgehensweise ermöglicht eine differenzierte Evaluation des Outcomes, ohne durch externe Versorgungsvariablen verzerrt zu werden.

Zudem wird erfragt ob sich der Patient zusätzlichen Operationen an den Beinen unterziehen musste, wie z. B. Metallentfernungen, Kniespiegelungen, Kreuzband-Operationen, Hüftgelenkersatz (H-TEP) o.ä. Weiterhin werden erneute Verletzungen/ Erkrankungen an den Beinen erfasst, wie z.B. ein unfallbedingter Bruch, ein Meniskus- oder Kreuzbandschaden, Tumore usw. Zum ersten Abschnitt gehört auch die Medikamentenanamnese, dazu zählen der Wirkstoff und die Dosis. Dabei liegt der Schwerpunkt der Anamnese auf der regelmäßigen Schmerzmitteleinnahme und der Häufigkeit dieser, um evaluieren zu können, ob die Schmerzmittel wegen der Acetabulumfraktur eingenommen worden sind.

Im zweiten Abschnitt geht es um die allgemeine Anamnese.

Um bei eventuellen Wundheilungsstörungen die Ätiologie evaluieren zu können, wird eine Raucheranamnese durchgeführt; ob der Patient gegenwärtig, ehemals oder noch nie Raucher gewesen ist. Zusätzlich wird bei positiver Raucheranamnese der pack year Index erfasst und berechnet. Mit dem pack year Index (Packungsjahr) wird die kumulative Rauchdosis berechnet, damit sich die konsumierte Zigarettenanzahl besser abschätzen lässt. Packungsjahr (pack year): Anzahl der Raucherjahre x pro Tag gerauchte Zigarettenpackung. Es wird angenommen, dass in einer Packung 20 Zigaretten sind.

Zudem wurde eine organsystembezogene Anamnese durchgeführt, wobei der Schwerpunkt auf Veränderungen oder Erkrankungen an Knochen oder Gelenken liegt. Hierbei geht es zum Beispiel um Osteoporose, Arthrose, Skoliose usw. Hierdurch lässt sich eventuell eine Korrelation zur operativen Versorgung herstellen.

Des Weiteren werden Erkrankungen erfasst, die nicht das Becken oder das Bein betreffen.

Kardiologisch umfasst dies Pathologien wie Herzinfarkte, Gefäßverkalkungen, Angina pectoris, Herzklappenfehler und sonstige nicht auf dem Fragebogen aufgeführte Erkrankungen.

Asthma, chronische Bronchitis, chronisch obstruktive Lungenerkrankungen, Tumore und sonstige auf dem Fragebogen nicht aufgeführte Erkrankungen werden unter der internistischen Anamnese der Lunge erfasst. In Bezug auf Erkrankungen des Magen-Darm-Traktes geht es vor allem um Magengeschwüre und Tumore.

Bei der neurologischen Anamnese werden Erkrankungen erfasst, die auch eine große Auswirkung auf den Bewegungsapparat haben, wie z.B. die multiple Sklerose, M. Parkinson und Alzheimer. Zuletzt werden auch Erkrankungen unter sonstige Erkrankungen erfasst, die nicht explizit einem Organsystem zuzuordnen sind.

Im dritten und letzten Abschnitt geht es vor allem um die Lebensumstände und die Beeinträchtigungen im Alltag sowie im Beruf, die durch die Acetabulumfraktur und deren Versorgung entstanden sind. Die Dauer der Arbeitsunfähigkeit und der Zeitraum der Wiedereingliederung ins Arbeitsleben werden hierbei erfasst. Zudem wird evaluiert, ob sich der Beruf durch die Fraktur und deren Versorgung verändert hat und ob der Patient in der Lage war in den alten Beruf zurückzukehren. Darüber hinaus wird erfasst, ob durch die Fraktur eine Minderung der Erwerbstätigkeit oder ein Grad der Behinderung entstanden ist. Falls dies der Fall ist, wird differenziert, inwiefern die Acetabulumfraktur dafür verantwortlich ist oder ob eine andere Vorerkrankung der ursächliche Grund ist. Weiterhin wird evaluiert, ob die Verletzung ursächlich für eine Rente ist und ob der Patient die Absicht hat, einen Rentenantrag zu stellen oder schon gestellt hat.

Um die Beeinträchtigung des Alltags und des Berufes besser evaluieren zu können, wird die Intensität und die Art der Sportarten vor und nach der Verletzung erfasst, um differenzieren zu können, welche Sportarten aufgrund der Fraktur nicht mehr ausgeführt werden können. In diesem Zusammenhang wird auch erfasst, welche Arbeiten und Sportaktivitäten, unter der Voraussetzung, dass die Fraktur ausgeheilt ist, durchgeführt werden kann. Als weiterer Indikator für die berufliche und alltägliche Beeinträchtigung wird der Patient gebeten, in kurzen eigenen Worten wiederzugeben inwieweit die Fraktur ihn

in seinen Lebensplänen, sei es schulisch/beruflich, sportlich oder auch sozial, beeinflusst hat. Zudem werden zusätzlich die subjektiven Beschwerden und die Zufriedenheit des Patienten in Bezug auf die Behandlung bzw. die Operation als weitere Indikatoren der Lebensumstände und der Beeinträchtigung erfasst.

2.7 XSMFA-D Score

Der XSMFA Score steht für „extra short muscoskeletal function assessment questionnaire“ und ist eine verkürzte Version (2/3 kürzer) des SMFA-D (short musculoskeletal funktion assessment questionnaire) und ist ökonomischer und klinisch gebräuchlicher, daher wird er auch häufiger verwendet. Er wird zur Evaluierung der Lebensqualität als Selbsteinschätzungsinstrument verwendet (Wollmerstedt, 2005). Dabei wird evaluiert, wie die Patienten in den letzten Wochen mit ihrer Gelenksverletzung bzw. Fraktur zurechtgekommen und welche Probleme/Einschränkungen im Alltag aufgetreten sind. Dieser XSMFA Fragebogen besteht aus zwei Teilen und insgesamt 16 Fragen.

Der erste Abschnitt beinhaltet 12 Fragen mit jeweils 5 Antwortmöglichkeiten von gar nicht schwierig, wenig schwierig, mäßig schwierig, sehr schwierig bis zu unmöglich. Jede Antwortmöglichkeit wird mit Punkten versehen, von 1 Punkt bis zu 5 Punkten. Die Antwort gar nicht schwierig bekommt dabei einen Punkt und die Antwort unmöglich erhält 5 Punkte. Anschließend werden die Punkte der 12 Fragen summiert. Im ersten Abschnitt geht es um die Einschränkungen des Alltags des Patienten, welche durch die Funktionseinschränkung des Bewegungsapparates (Gelenksverletzungen, Gelenkserkrankungen, Frakturen) hervorgerufen werden. Hierbei wird erfragt wie schwierig es für den Patienten in den letzten Wochen gewesen ist, Lebensmittel oder anderes einzukaufen, Treppen zu steigen, sich zu bücken oder hinzuknien, Knöpfe, o.ä zu benutzen, sich anzuziehen, zu gehen, alleine auszugehen, sich auf der Toilette selbstständig zu versorgen, sich zu drehen, seinen Freizeitaktivitäten nachzugehen oder leichte sowie schwere Haus-oder Gartenarbeit wie Staub wischen und Geschirr spülen auszuführen.

Summiert man in diesem Teil des Fragebogens die möglichen Punkte zusammen, kann man eine Punktzahl von minimal 12 bis maximal 60 Punkte erreichen.

Der zweite Abschnitt beinhaltet 4 Fragen mit jeweils 5 Antwortmöglichkeiten von gar nicht, wenig, mäßig, sehr bis zu äußerst. Auch hier wird jede Antwortmöglichkeit mit einem bis zu fünf Punkten versehen. Die Antwortmöglichkeit „gar nicht“ erhält einen Punkt und „äußerst“ erhält 5 Punkte. Die Punkte werden summiert und können im zweiten Abschnitt zwischen 4 und 20 Punkten erreichen.

Hierbei wird erfasst wie sehr die Patienten durch die Probleme beeinträchtigt sind, die sie aufgrund der Pathologie (Gelenksverletzung, Frakturen) in der aktuellen Woche haben. Im speziellen wird erfragt, wie sehr die Patienten durch Probleme bei der Haus- und Gartenarbeit, beim Baden bzw. der Körperpflege, bei der täglichen Arbeit und durch Steifigkeit und Schmerzen beeinträchtigt sind.

Zur Auswertung und Analyse dieses Fragebogens werden die Punkte beider Abschnitte aufsummiert und können eine Punktzahl zwischen 16 und 80 erreichen.

Um eine bessere Aussagekraft tätigen zu können, wird die erreichte Punktzahl umgerechnet und auf eine Skala von 0 bis 100 aufgezeichnet.

Je niedriger die Punktzahl, desto besser ist das Ergebnis und somit die Lebensqualität.

Der SXMA-D gilt als Indikator für die Beeinträchtigung im Alltag und die erhaltene Funktionalität. Er gilt als valides und änderungssensitives Instrument (Wollmerstedt, 2005).

2.8 Lequesne Score

Der Lequesne Score wird international vor allem zur Evaluation bei Hüft- und Kniegelenkserkrankungen verwendet. Er ist im Jahre 1987 publiziert und initial zur Beurteilung von Osteoarthritis im Hüft- und Kniegelenk verwendet worden. Der Score beinhaltet 11 Fragen, welche man in 3 Dimensionen unterteilen kann (Ludwig et al., 2002).

In der ersten Dimension, welche 5 Fragen umfasst, geht es um die Schmerzen und Beschwerden. Dort wird evaluiert, ob der Patient nachts Beschwerden hat, ein Steifigkeitsgefühl und oder Schmerzen nach dem Aufstehen bestehen, ob es Beschwerden gibt wenn der Patient eine halbe Stunde steht, Beschwerden beim Gehen und ob Beschwerden bestehen, wenn er eine längere Zeit sitzt (ca. 2 Stunden).

Die Antwortmöglichkeiten sind hier unterschiedlich strukturiert. Bezüglich der Fragen, ob der Patient Beschwerden hat, wenn er eine halbe Stunde steht und wenn er längere Zeit sitzt (ca. 2 Stunden) gibt es lediglich die Antwortmöglichkeiten ja oder nein. Für die Antwort „nein“ gibt es 0 und für „ja“ gibt es einen Punkt.

In der zweiten Frage geht es um Steifigkeitgefühle oder Schmerzen nach dem Aufstehen. Wenn er nicht unter diesen Problemen leidet, bekommt er 0 Punkte. Wenn er zwischen einer Minute und 15 Minuten unter Morgensteifigkeit und/oder Schmerzen leidet, so erhält er einen Punkt und wenn die Beschwerden länger als 15 Minuten bestehen, bekommt der Patient 2 Punkte.

Bei der 4. Frage bezüglich der Beschwerden beim Gehen, erhält der Patient 0 Punkte, wenn er keine Beschwerden hat, 1 Punkt, wenn Beschwerden erst nach einer längeren Strecke entstehen und 2 Punkte, wenn die Schmerzen von Beginn an beschrieben werden und dann entweder persistieren oder sogar progredient sind.

In Bezug auf die Frage ob der Patient nachts Beschwerden hat, erhält er, wenn er keine Beschwerden hat 0 Punkte, 1 Punkt, wenn er nur in bestimmten Liegepositionen Schmerzen verspürt und bei Ruhebeschwerden erhält er 2 Punkte.

Summiert man diese Punkte kann sich eine maximale Punktzahl von 8 ergeben.

In der zweiten Dimension wird die Gehstrecke bzw. das Laufverhalten evaluiert, welche 2 Fragen umfasst. In der ersten Frage geht es um die maximale Gehstrecke, gegebenenfalls auch mit Schmerzen. Ist die Gehstrecke unbegrenzt, so erhält der Patient 0 Punkte. Ist die Gehstrecke eingeschränkt und liegt aber meist über 1 Kilometer, so erhält der Patient 1 Punkt. 2 Punkte erhält der Patient, wenn die Gehstrecke bei maximal 1 Kilometer liegt und 3 Punkte, wenn die Strecke bei etwa 500 bis 900 Metern liegt. Kann der Patient etwa < 500 Meter gehen, sodass er seine Alltagsverrichtungen wie z.B. Einkaufen noch erledigen kann, so erhält der Patient 4 Punkte. 5 Punkte erhält er, wenn die Gehstrecke auf die Wohnung und die nächste Umgebung eingeschränkt ist (etwa 100 bis 300 Meter).

Kann der Patient die Wohnung kaum verlassen, sodass die maximale Gehstrecke bei unter 100 Metern liegt, so erhält er 6 Punkte.

Die zweite Frage erfasst, ob der Patient einen Stock oder Gehstützen benötigt und verwendet. Wird diese Frage verneint, erhält er 0 Punkte. Wenn er meist mit einem Stock oder einer Gehstütze läuft, erhält er 1 Punkt und wenn er an 2 Stöcken oder Gehstützen läuft, erhält er 2 Punkte.

In der dritten und letzten Dimension geht es um Beschwerden bei Alltagsaktivitäten. Hier werden 4 Fragen gestellt und diese umfassen jeweils 5 Antwortmöglichkeiten. Die Antwortmöglichkeiten werden jeweils in halben Punkten graduiert, sodass pro Frage maximal 2 Punkte vergeben werden können. Hat der Patient keine Schwierigkeiten, so erhält er 0 Punkte. Ist ihm die Tätigkeit mit nur geringer Anstrengung möglich, so erhält er 0,5 Punkte. 1 Punkt erhält der Patient, wenn er in der Lage ist, die Tätigkeit mit Anstrengung zu absolvieren. Ist die Tätigkeit nur mit erheblichen Schwierigkeiten möglich, so gibt es 1,5 Punkte. 2 Punkte bekommt er, wenn er nicht in der Lage ist, die Tätigkeit zu absolvieren. Die erste Frage dieser Dimension evaluiert, ob es dem Patienten gelingt, sein Bein so weit anzubeugen, dass er sich selber Strümpfe anziehen kann. Anschließend wird erfragt, ob der Patient einen Gegenstand aufheben kann, der auf den Boden gefallen ist. In der dritten Frage geht es darum, ob der Patient in der Lage ist, Treppen hinauf-oder herunterzugehen.

In der letzten Frage dieses Themengebietes wird erfasst, ob der Patient in ein Auto ein- und aussteigen kann. Auch in dieser Dimension können maximal 8 Punkte erreicht werden.

Zur Auswertung dieses Scores müssen alle Punkte der 3 Dimensionen summiert werden. Da die maximale Punktzahl in allen 3 Dimensionen bei 8 Punkten liegt, liegt der maximale Summenscore bei 24 Punkten. Durch die gleiche Punktzahl in allen 3 Dimensionen, werden diese in der Berechnung identisch gewichtet.

Je höher die Punktzahl, desto geringer der Funktionszustand:

0 Punkte= keine Beeinträchtigung

1 bis 4 Punkte= milde Beeinträchtigung

- 5 bis 7 Punkte= mäßige Beeinträchtigung
- 8 bis 10 Punkte= schwere Beeinträchtigung
- 11 bis 13 Punkte= sehr schwere Beeinträchtigung
- 14 bis 24 Punkte= extrem schwere Beeinträchtigung

Mithilfe dieses Scores lässt sich eine Aussage treffen, wie stark der Patient postoperativ bzw. im konservativen Heilungsverlauf, im Hinblick auf die Schmerzintensität, seiner Gehstrecke bzw. seines Laufverhaltens und seiner Alltagsaktivität beeinträchtigt ist.

2.9 BDI

Das Beck-Depressions-Inventar (BDI) ist ein psychologisches Testverfahren zur Evaluation depressiver Symptome [5]. Depressionen wurden erstmals in den 50er Jahren diagnostiziert und haben im Laufe der Jahre einen immer größer werdenden Stellenwert in der Gesellschaft angenommen. Da es schwierig war und ist eine Depression zu erfassen und zu diagnostizieren, wurde im Jahre 1961 von Beck und seinen Kollegen das BDI entwickelt und vor allem für klinische Studien verwendet (Beck et al., 1961).

Depressionen haben eine große Auswirkung auf den Antrieb, die Aktivität und die Ermüdbarkeit der Patienten. Für alle Menschen sind Beweglichkeit und Aktivität eine vorbeugende bzw. prophylaktische Maßnahme vor multiplen Erkrankungen. Eine schnelle postoperative Mobilisierung ist enorm wichtig, um postoperative Komplikationen wie z.B. Pneumonien, Harnwegsinfekte und Muskelverkürzungen zu vermeiden. Klinisch ist es daher immer wichtig zu erfassen, in welcher psychischen und mentalen Verfassung sich der Patient befindet.

Dadurch lässt sich auch sagen, wie stark dieser Einflussfaktor auf dem postoperativen Outcome ist.

Der Fragebogen des BDI enthält 21 Aussagen mit jeweils 4 Antwortmöglichkeiten, welche nach der Intensität geordnet sind. Dabei soll der Patient in den jeweiligen Aussagen, den Punkt auswählen der auf die aktuelle Woche einschließlich des aktuellen Tages am besten zutrifft.

In der ersten Frage wird zum Beispiel die Traurigkeit des Patienten erfragt. Die erste Antwortmöglichkeit lautet, dass der Patient nicht traurig ist. Bei dieser Aussage erhält er Patient 0 Punkte. Die nächste Stufe ist, dass er traurig ist (1 Punkt). 2 Punkte erhält er, wenn er die ganze Zeit traurig ist und sich davon nicht mehr distanzieren kann. Wenn er so traurig oder unglücklich ist, dass er es kaum noch erträgt, erhält er 3 Punkte.

Die 21 Aussagen beziehen sich auf die Traurigkeit, den Mut, das Gefühl des Erfolges, die Zufriedenheit, Schuldgefühle, das Gefühl bestraft zu sein, Enttäuschung von sich selbst, das eigene Selbstbild, Suizidgedanken, Emotionen, Reizbarkeit, Interesse am sozialen Kontakt, Entschlussfreudigkeit, Gefühl der eigenen Attraktivität, Motivation, Schlaf, Ermüdbarkeit, Appetit, Gewichtsverlust, Sorgen und sexuelle Lust.

Zur Auswertung werden alle Punkte der 21 Fragen summiert, sodass sich ein maximaler Summenscore von 63 ergibt.

Je höher der Wert, desto stärker die depressive Stimmung/Symptomatik (Beck et al., 1961):

3. < 14 Punkte: unauffällige Psyche
4. 14-19: milde depressive Symptomatik
5. 20-28: moderate depressive Symptomatik
6. 29-63: schwere depressive Symptomatik

2.10 HADS-Fragebogen

Der HADS-Fragebogen (hospital anxiety and depression scale) ist im Jahre 1983 von Zigmond und Snaith veröffentlicht worden (Zigmond und Snaith, 1983). Die deutsche Version des Fragebogens wurde von Herrmann-Lingen und Buss Anfang der 90er Jahre entwickelt und im Jahre 1995 im Verlag von Hans Huber publiziert.

Durch die schnelle Bearbeitungszeit und dem hohen Informationsgewinn (ökonomisch), ist dieser Fragebogen in der klinischen Forschung sehr weit verbreitet. Er dient als

psychologisches Testverfahren zur Evaluation von Angst- und Depressionssymptomen und wird bei Patienten ab dem 15. Lebensjahr angewendet (Zigmond und Snaith, 1983). Der Fragebogen umfasst 14 Fragen, welche in zwei Abschnitte gegliedert werden können. Jeder Abschnitt umfasst sieben Fragen, wobei sich ein Abschnitt mit den depressiven Symptomen und der andere Abschnitt mit den Angstsymptomen auseinandersetzt.

Der HADS-Fragebogen ist so ausgearbeitet, dass die Fragen der beiden Abschnitte abwechselnd dargeboten werden. Dabei umfasst jede Frage vier Antwortmöglichkeiten, welche wiederum mit Punkten versehen sind.

Wenn keine Darbietung der Symptomatik vorliegt, erhält der Patient 0 Punkte. 3 Punkte erhält der Patient bei maximaler Ausprägung der Symptomatik.

In der ersten Frage wird evaluiert, ob der Patient sich angespannt oder überreizt fühlt. Dabei kann er diese Frage mit „meistens“, „oft“, „von Zeit zu Zeit“ oder mit „überhaupt nicht“ beantworten.

In der zweiten Frage wird erfasst, ob der Patient sich heute genauso, nicht ganz so, nur ein wenig oder kaum wie früher fühlt.

Die dritte Frage erfragt, ob den Patienten eine ängstliche Vorahnung überkommt, dass etwas Schreckliches passieren könnte. Dabei werden die Antwortmöglichkeiten von „überhaupt nicht“, „etwas, aber es macht mir keine Sorgen“, „ja, aber nicht allzu stark“, bis zu „ja, sehr stark“ graduiert.

In der vierten Frage schätzt der Patient ein, ob er lachen kann und die lustigen Seiten der Dinge sehen kann. Hier werden die Antwortmöglichkeiten von „überhaupt nicht“ bis zu „ja, so viel wie immer“ eingestuft. In der nächsten Frage wird erfasst, ob dem Patienten gelegentlich oder in dem Großteil der Zeit beunruhigende Gedanken durch den Kopf gehen.

In der sechsten Frage wird gefragt, ob der Patient sich überhaupt nicht, selten, manchmal, oder meistens glücklich fühlt. In der siebten Frage wird erfasst, ob der Patient überhaupt nicht, nicht oft, gewöhnlich schon oder meistens behaglich dasitzen und entspannen kann. In der achten Frage wird evaluiert, ob und wie intensiv der Patient sich in seinen Aktivitäten gebremst fühlt.

In der neunten Frage wird erfasst, ob und wie stark der Patient ein ängstliches Gefühl in der Magengegend hat. In der nächsten Frage gibt der Patient an, ob und wie stark er das Interesse an seiner äußeren Erscheinung verloren hat.

In der elften Frage berichtet der Patient, ob er sich rastlos fühlt und immer in Bewegung sein muss. In der zwölften Frage gibt der Patient an, ob er mit Freude in die Zukunft blickt. Dabei stehen ihm folgende Antwortmöglichkeiten zur Verfügung, „ja, sehr“, „eher weniger als früher“, „viel weniger als früher“ und „kaum bis gar nicht“. In der dreizehnten Frage gibt der Patient an, ob ihn oft panikartige Zustände überkommen und in der letzten Frage beurteilt der Patient, ob er sich häufig oder selten an einem guten Buch oder einer Radio/Fernsehsendung erfreuen kann.

Zur Auswertung werden die Punkte der jeweiligen Abschnitte summiert. Es kann sich ein Gesamtwert von 0 bis zu 42 Punkten ergeben, welches sich aus dem Summenwert der Angstsкала (0 bis 21 Punkte) und dem Summenwert der Depressionsskala (0 bis 21 Punkte) zusammensetzt. Mithilfe dieses Fragebogen wird durch die Angaben der Angst- und Depressionssymptome die psychische Belastung/Situation evaluiert.

Je höher der Wert, desto größer die psychische Belastung. Ab 15 Punkten ist davon auszugehen, dass der Patient eine psychische Belastung bzw. Beeinträchtigung verspürt [51]:

- <15 Punkte: gering belastet
- 15 bis 21 Punkte: moderat belastet
- >21 Punkte: hoch belastet

2.11 Körperschemazeichnung und Schmerzskala

Bei der Körperschemazeichnung liegt dem Patienten eine Körperzeichnung in dorsaler, ventraler und lateraler Darstellung vor. Dabei wird der Patient gebeten, in der Zeichnung die Gebiete zu schraffieren, in denen er Schmerzen hat. Darüber hinaus soll die Stelle mit einem „X“ markiert werden, die am meisten schmerzt. Sollten auch ausstrahlende Schmerzen vorliegen, so sollen diese mit Hilfe von Pfeilen eingetragen werden. Mit dieser Körperschemazeichnung soll dem Patienten eine graphische Hilfe dargeboten werden, seine Schmerzen und Beschwerden besser und einfacher veranschaulichen zu können.

Zudem wird dem Patienten ein freies Textfeld zur Verfügung gestellt, um in eigenen Worten, die Schmerzen oder andere Empfindungen zu beschreiben.

2.12 Harris Hip Score

Der Harris Hip Score ist ein Fragebogen der als Messinstrument bei Hüftpathologien verwendet wird. Mit Hilfe dieses Scores wird die subjektive Beschwerdesymptomatik eines Patienten evaluiert. Des Weiteren wird dieser Score auch als Instrument zur Beurteilung des Therapieerfolgs (Qualitätskontrolle) herangezogen (Römer und Wittner, 2003; Schienkiewitz et al., 2022).

Der Fragebogen umfasst 5 Items, welche die Beschwerden im alltäglichen Leben, die Intensität der Schmerzen, die Gehfähigkeit, das Bewegungsausmaß (Mobilität) und die Deformitäten evaluiert.

Der erste Teil des Fragebogens kann vom Patienten ausgefüllt werden, der Abschnitt für die Evaluation der Deformitäten und der Mobilität in allen Ebenen wird im Rahmen der Nachuntersuchung von ärztlichem Personal durchgeführt und ausgefüllt.

Im ersten Item (Schmerzen) gibt der Patient an, ob und wie stark seine Schmerzen sind. Für jede Antwortmöglichkeit werden Punkte vergeben. Die Antwortmöglichkeiten sind in „kein Schmerz“ (44 Punkte), „leichter Schmerz“ (40 Punkte), „geringer Schmerz“ (30 Punkte), „mäßiger Schmerz“ (20 Punkte), „deutlicher Schmerz“ (10 Punkte) und „schwerer Schmerz“ (0 Punkte) unterteilt.

Im zweiten Item werden die Beschwerden bei der alltäglichen Aktivität evaluiert. Dazu zählt Treppen steigen, die Benutzung öffentlicher Verkehrsmittel, das Sitzen auf einem Stuhl und Schuhe/Strümpfe anziehen. Hierbei kann eine Punktzahl von 0 bis maximal 14 Punkten erreicht werden.

Im nächsten Item gibt der Patient seine Gehfähigkeit an, welche nochmal in 3 Subklassen unterteilt ist (Hinken, Gehhilfen und Entfernung). In der ersten Subklasse beurteilt der Patient ob und wie stark er hinkt. In der zweiten Subklasse gibt er an, ob er eine Gehhilfe

benötigt und in der letzten Subklasse schätzt er seine maximale Gehstrecke an. Die maximal erzielbare Punktzahl liegt bei 33 Punkten.

Die klinische Untersuchung, Beurteilung und Evaluation der nächsten beiden Items werden von ärztlichem Personal durchgeführt.

Im vierten Item werden eventuelle Deformitäten untersucht, welche die Adduktionskontraktur, Innenrotationskontraktur, Beugekontraktur und Beinlängendifferenz umfassen. Dabei kann eine maximale Punktzahl von 4 Punkten erreicht werden.

Im letzten Item wird die Mobilität in allen Ebenen (Bewegungsausmaß) untersucht. Dabei wird der Bewegungsausmaß in 6 Subklassen unterteilt, in 0-29° (0 Punkte), 30-59° (1 Punkt), 60-99° (2 Punkte), 100-159° (3 Punkte), 160-209° (4 Punkte), 210-300° (5 Punkte).

Zur Auswertung werden die Punkte aller Items summiert, sodass die maximal erreichbare Punktzahl 100 Punkte beträgt.

Je höher die Punktzahl, desto besser das Ergebnis bzw. der Funktionszustand und somit die Gelenkfunktion [52]:

- <70 Punkte: schlechtes Ergebnis (Funktionszustand)
- 70 bis 79 Punkte: mäßiges/durchschnittliches Ergebnis (Funktionszustand)
- 80 bis 89 Punkte: gutes Ergebnis (Funktionszustand)
- 90 bis 100 Punkte: sehr gutes/exzellentes Ergebnis (Funktionszustand)

2.13 Das Kraftmessgerät

Bei der Kraftmessung wurde das Kraftmessgerät der PCE-FB-Serie vom Typ FB2k der PCE Deutschland GmbH verwendet. Dabei kann mit Hilfe des Kraftmessers (Dynamometer) eine dynamische Druckkraft von 0 Newton bis zu 500 Newton aufgenommen und mit einer messbaren Kraftdifferenz von 0,5 Newton erfasst werden.

Das Messgerät besteht aus zwei horizontal parallel verlaufende Edelstahlstangen, welche über einen Edelstahlrahmen verbunden sind. Die untere horizontal verlaufende Edelstahlstange ist verschieblich, sodass sie mittels vertikalem Druck verschoben werden kann. Dabei ist die obere horizontal verlaufende Edelstahlstange starr und nicht verschieblich. Durch diese Druckdifferenz wird die Kraft gemessen und aufgezeichnet.

Für die Durchführung setzt sich der Patient auf eine Liege und das Messgerät wird an den Patienten herangeführt. Dabei ist zu beachten, dass die untere horizontal verlaufene Edelstahlstange ca. 3 cm oberhalb der Patella leicht auf dem Oberschenkel anliegt. Die Beine dürfen während der Kraftmessung keinen Kontakt zum Boden haben und die Hände dürfen nicht abgestützt werden. Dadurch soll verhindert werden, dass Hilfsmuskulatur eingesetzt wird und die Werte fälschlicherweise zu hoch aufgezeichnet werden. Die Messung erfolgt dabei bei Druck des Beines gegen die untere Stange, welche mit dem Kraftmesser (Dynamometer) verbunden ist.

Der Patient wurde vor der Untersuchung über potenzielle Risiken aufgeklärt. Zudem wurde er vor der Untersuchung darauf hingewiesen, dass er sich bei auftretenden Schmerzen melden soll. Dadurch sollen zum einen falsche Messwerte durch schmerzbedingte Einschränkungen vermieden werden und zum anderen sollen aber natürlich auch langfristige Schäden verhindert werden. Ausschlusskriterien sind fehlende körperliche oder geistige Eignung sowie instabile Gelenke.

Die Untersuchung besteht aus zwei Abschnitten, denn die Messung wird sowohl im Sitzen als auch im Liegen durchgeführt. Der Patient wird gebeten innerhalb von 30 Sekunden drei Mal mit der Seite des operierten bzw. frakturierten Beines und anschließend drei Mal mit der Seite des gesunden Beines maximal Druck auf die untere Stange auszuüben. Dies wird zunächst im Sitzen und anschließend im Liegen durchgeführt.

Der M. iliopsoas ist der stärkste Hüftbeuger des menschlichen Körpers. Bei der Kraftmessung wird durch die konzentrische Bewegung des Beines gegen die untere Stange, vor allem der M. iliopsoas benutzt. Je nach Wahl des Operationszugangs wurde dieser, wie z.B. beim Stoppa-Zugang durchtrennt. Durch die Messung wird die postoperativ verbleibende Hüftbeugekraft des M. iliopsoas der operierten Seite mit der gesunden Seite verglichen. Dadurch lässt sich eine mögliche Beeinträchtigung der Hüftbeugemuskulatur evaluieren.



Abb. 8:

Oben: Vorderseite des Kraftmessgerätes

Unten: Rückseite des Kraftmessgerätes

PCE-FB-Serie vom Typ FB2k der PCE Deutschland GmbH

**Abb. 9:**

Oben: Position des Patienten bei der Kraftmessung im Sitzen.

Unten: Position des Patienten bei der Kraftmessung im Liegen.

Der Patient wird gebeten, die untere Stange mit jeweils einem Bein nach oben in Pfeilrichtung zu drücken.

Mit freundlicher Genehmigung von Dr. Prangenberg, Christian (Uniklinik Bonn)

3. Ergebnisse

3.1 Deskriptive Auswertung des Patientenkollektivs

In den Jahren 2008 bis Ende 2017 wurden 251 Patienten in der Uniklinik Bonn mit einer Acetabulumfraktur mittels operativer oder konservativer Therapie versorgt. Von diesen 215 Patienten waren 176 Patienten männlich (70%) und 75 Patienten weiblich (30%) (siehe Abb. 10).

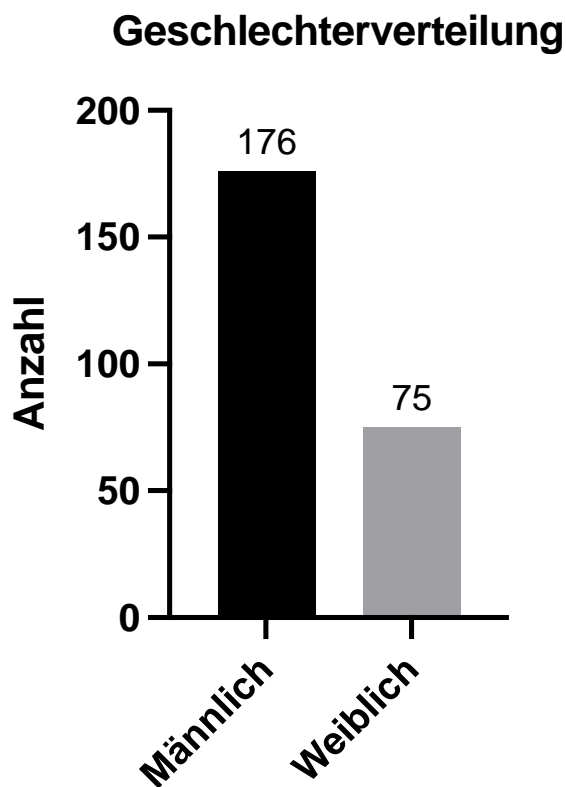


Abb. 10: Geschlechterverteilung der Patienten, die zwischen 2008 und 2017 in der Uniklinik an einer Acetabulumfraktur versorgt worden sind. Abgebildet ist die Anzahl der Patientinnen und Patienten in Abhängigkeit vom Geschlecht

In der folgenden Darstellung sieht man die Altersverteilung zum Zeitpunkt des Unfalls, in verschiedenen Altersgruppen eingeteilt (Abb. 11). Man erkennt, dass die Altersgruppe von 41 bis 60 am häufigsten von einer Acetabulumfraktur betroffen ist (87 Patienten). Das mittlere Alter bei Einlieferung ins Krankenhaus betrug $54,9 \pm 20,73$, welches somit in der am häufigsten vertretenen Altersgruppe liegt.

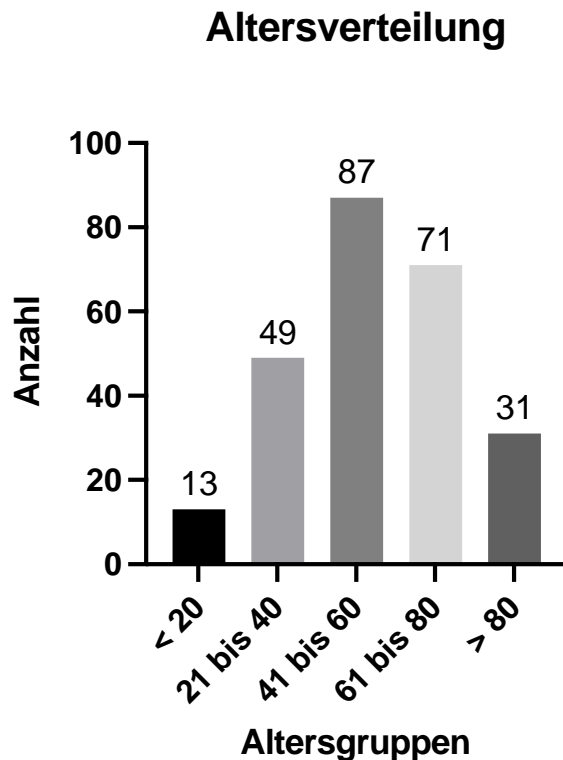


Abb. 11: Altersverteilung der Patienten bei Einweisung, die zwischen 2008 und 2017 in der Uniklinik bei einer Acetabulumfraktur versorgt worden sind. Abgebildet ist die Anzahl der Patientinnen und Patienten aufgeteilt in Altersgruppen

In den Jahren 2008 bis Ende 2017 wurden 196 Patienten mit einer Acetabulumfraktur über das Notfallzentrum der Uniklinik Bonn erfasst, was 78% aller Patienten mit einer Acetabulumfraktur entspricht. In der folgenden Abbildung wurde die Vorstellung im Notfallzentrum in Schockraumversorgung und INZ (Interdisziplinäres Notfallzentrum; kein Schockraum) aufgeteilt. Von den insgesamt 251 Patienten wurden 106 (42,2%) Patienten über den Schockraum aufgenommen und 90 Patienten (35,9%) über das INZ. 36 Patienten (14,3%) wurden aus externen Krankenhäusern (ex domo) übernommen. Die restlichen 19 Patienten (7,6%) wurden über die Ambulanz (Sprechstunde) erfasst.

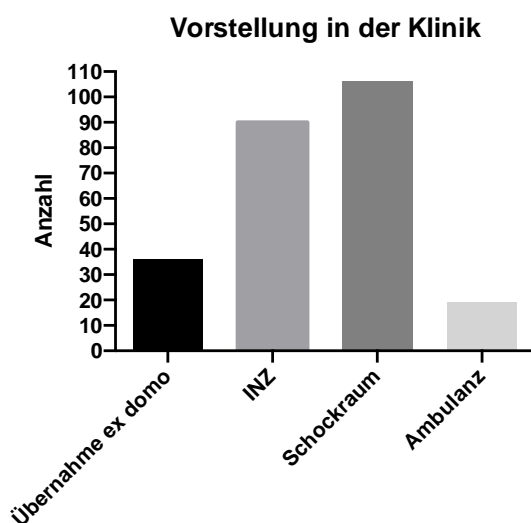


Abb. 12: Vorstellung in der Klinik, aufgeteilt in 4 verschiedenen Gruppen

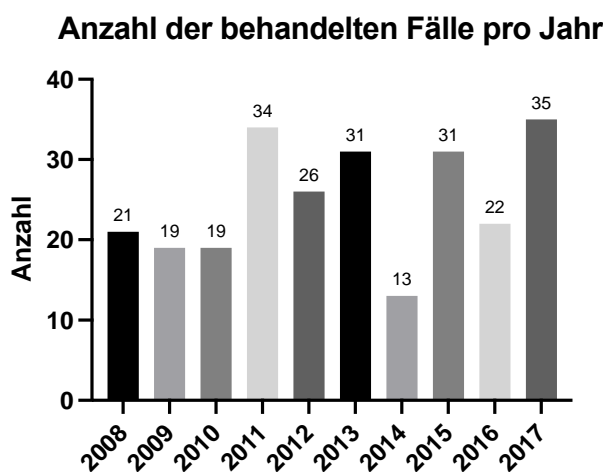


Abb. 13: Anzahl der Patienten, die zwischen 2008 und 2017 an einer Acetabulumfraktur an der Uniklinik Bonn behandelt wurden. Dargestellt ist die Anzahl der behandelten Fälle pro Jahr

Bei der Untersuchung der Ätiologie detektieren sich nach Aufteilung der Patienten anhand des Unfallmechanismus vor allem 2 manifeste Traumata ursächlich für die Acetabulumfrakturen (siehe Abb. 14).

104 aller Patienten (41,4%) erlitten eine Acetabulumfraktur nach Hochrasanztrauma (Verkehrsunfall), gefolgt von 61 Patienten (24,3%) nach häuslichen Stürzen (Stolpersturz, ebenerdiger Sturz). Es erfolgte zudem eine weitere Aufteilung in Stürze unter 3 Metern Höhe und über 3 Metern Höhe, wobei sich dort eine fast identische Anzahl an Fällen zeigte. 25 Patienten (10%) zogen sich eine Acetabulumfraktur nach einem Sturz aus unter 3 Metern Höhe zu und 29 Patienten (11,5%) nach einem Sturz aus über 3 Metern Höhe zu. Die restlichen 32 Patienten (12,8%) wurden in die Gruppe „sonstiges“ erfasst. Darunter zählen unklare und in den Dokumenten nicht angegebene Traumamechanismen.

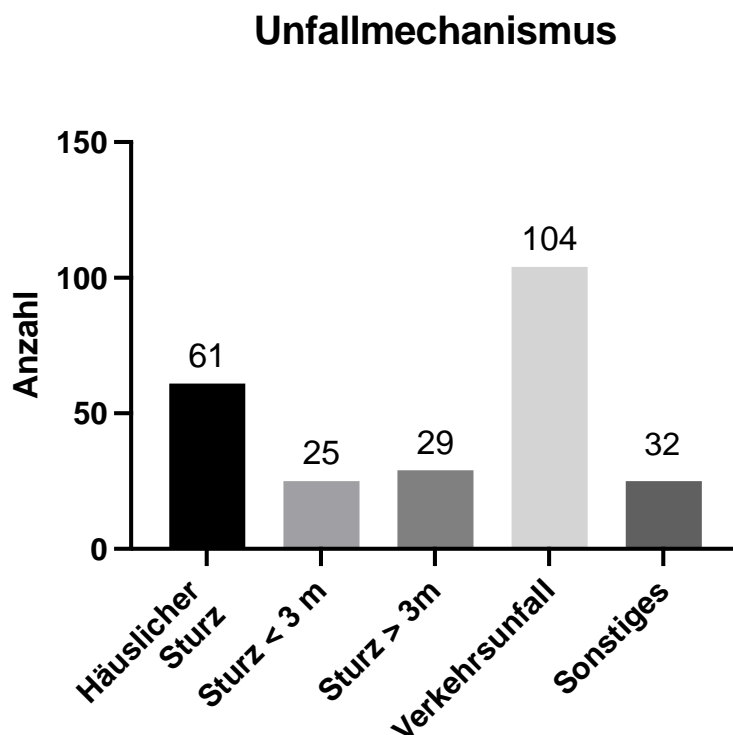


Abb. 14: Anzahl der Patienten, die zwischen 2008 und 2017 an einer Acetabulumfraktur an der Uniklinik Bonn behandelt wurden. Dargestellt ist die Anzahl der Patienten aufgeteilt nach Unfallmechanismus

In den Jahren von 2008 bis Ende 2017 wurden 251 Patienten in der Uniklinik Bonn mit einer Acetabulumfraktur versorgt. Von diesen wurden 127 Patienten (50,6%) konservativ behandelt (intravenöse Schmerzmedikation und physiotherapeutische Mobilisierung) und 42,6% operativ versorgt (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1 zeigt eine Unterteilung nach den verschiedenen Zugängen, die bei der operativen Versorgung zum Einsatz kamen. Unter sonstiges wurde eine iliolumbale Abstützung und ein anteriorer Zugang nach Smith-Petersen erfasst. Ca. 4% erhielten keine Versorgung, da sie beim Eintreffen in der Uniklinik Bonn oder im Notfallzentrum verstorben waren.

Tab. 1: Anzahl der Patienten, die zwischen 2008 und 2017 an einer Acetabulumfraktur an der Uniklinik Bonn behandelt wurden. Dargestellt ist die Anzahl der Patienten (%) aufgeteilt nach Versorgungsform der Acetabulumfrakturen

Therapie	Anzahl	Prozentual
<u>Konvervativ</u>	<u>127</u>	<u>50,6%</u>
<u>Operativ</u>	<u>107</u>	<u>42,6%</u>
Kocher-Langenbeck	45	17,9%
Ilioinguinal	28	11,1%
Stoppa	21	8,3%
Hüft-TEP	11	4,3%
sonstiges	2	0,8%
<u>Tod prätherapeutisch</u>	<u>10</u>	<u>4,0%</u>
<u>n.a.</u>	<u>7</u>	<u>2,8%</u>

Die durchschnittliche stationäre Liegedauer nach Acetabulumfrakturen betrug im oben genannten Zeitraum 22,9 Tage.

Dabei lag die mittlere Liegedauer bei konservativer Versorgung bei $19,37 \pm 26,5$ Tagen, bei operativer Versorgung bei $27,9 \pm 26,1$ Tagen (siehe Tabelle 2).

Tab. 2: Mittlere stationäre Liegedauer in Tagen aufgeteilt nach Therapieverfahren (konservativ vs. operativ). Operative Versorgung in verschiedene Zugänge unterteilt

Therapie	Liegedauer in Tagen (Mittelwert \pm SD)	Median
<u>Konservativ</u>	<u>$19,37 \pm 26,5$</u>	<u>11</u>
<u>Operativ</u>	<u>$27,9 \pm 26,1$</u>	<u>21</u>
Kocher-Langenbeck	$26,4 \pm 27,8$	18
Ilioinguinal	$25,2 \pm 20,3$	18,5
Stoppa	$26,8 \pm 19,1$	23
Hüft-TEP	$44,7 \pm 40,4$	28
sonstiges	$19 \pm 7,1$	19
<u>n.a.</u>	<u>$22 \pm 34,2$</u>	<u>9,5</u>

Die Liegezeit von operativ behandelten Patienten war signifikant höher als die Liegedauer bei konservativ behandelten Patienten ($27,9 \pm 26,1$ vs. $19,37 \pm 26,5$. Der p-Wert liegt bei 0,015). Um die Liegezeiten nach den angewandten Zugangswegen (Ilioinguinal, Kocher-Langenbeck und Stoppa-Zugang) zu analysieren, wurde eine Varianzanalyse (ANOVA) durchgeführt. Hier zeigte sich kein signifikanter Unterschied in den Liegezeiten (ANOVA $p = 0,969$, Kocher-Langenbeck vs. Stoppa: $p = 0,998$, Kocher-Langenbeck vs. Ilioinguinal: $p = 0,957$ und Stoppa vs. Ilioinguinal: $p = 0,972$). (siehe Tabelle 3).

Tab. 3: Vergleich nach Signifikanz der mittleren stationären Liegedauer, in Tagen, aufgeteilt nach Therapieverfahren (konservativ vs. operativ). Operative Versorgung in verschiedene Zugänge unterteilt

Therapieverfahren 1	Therapieverfahren 2	p-wert
Konservativ: $19,37 \pm 26,5$	Operativ: $27,9 \pm 26,1$	0,015
OP-Zugangsweg: Liegedauer in Tagen		0,969
Kocher-Langenbeck: $26,4 \pm 27,8$	Stoppa: $26,8 \pm 19,1$	0,998
Kocher-Langenbeck: $26,4 \pm 27,8$	Ilioinguinal: $25,2 \pm 20,3$	0,957
Stoppa: $26,8 \pm 19,1$	Ilioinguinal: $25,2 \pm 20,3$	0,972

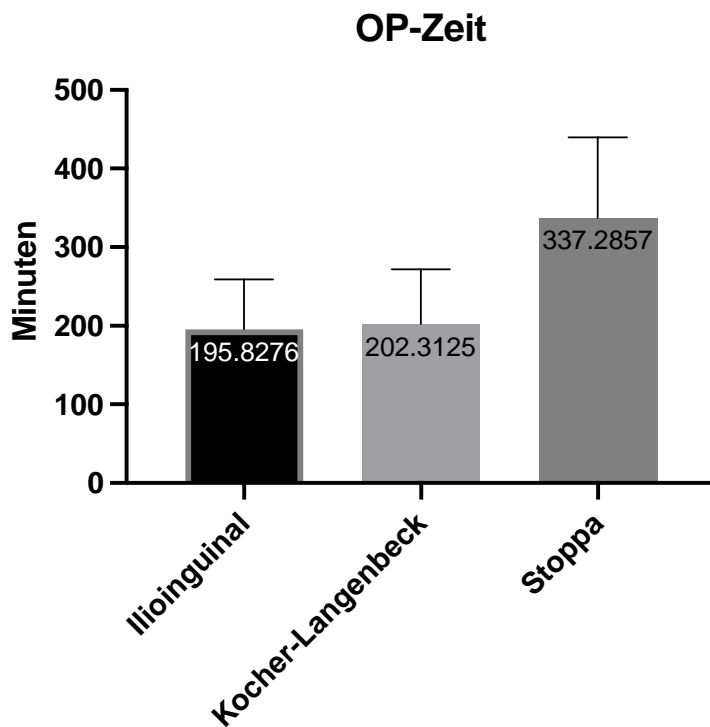


Abb. 15: Schnitt-Naht-Zeit der operativen Versorgung der Acetabulumfrakturen in Minuten aufgeteilt nach Zugangsweg

Die durchschnittliche Operationsdauer bei der Versorgung der Acetabulumfrakturen liegt bei $229 \pm 94, 2$ Minuten. Die längste operative Versorgung in Minuten beansprucht der Zugang nach Stoppa ($337,3 \pm 102,3$), gefolgt vom Kocher-Langenbeck-Zugang ($202,3 \pm 69,6$). Die schnellste operative Versorgung wird bei der Wahl des Ilioinguinalen-Zugangs erzielt ($195,8 \pm 63,1$).

Tab. 4: Operative Zeit in Minuten aufgeteilt nach Zugangswegen (Schnitt-Naht-Zeit)

Therapie	OP-Zeit in Minuten (Mittelwert \pm SD)	Median in Minuten
Insgesamt	$229 \pm 94, 2$	199
Kocher-Langenbeck	$202,3 \pm 69,6$	191,5
Stoppa	$337,3 \pm 102,3$	350
Ilioinguinal	$195,8 \pm 63,1$	185

Die Schnitt-Naht-Zeit bei der Wahl des Stoppa-Zugangs war signifikant höher als die operative Zeit bei der Wahl des Kocher-Langenbeck-Zugangs ($p < 0,0001$) und sie war ebenfalls signifikant höher als die Schnitt-Naht-Zeit bei der operativen Versorgung mittels ilioinguinalem Zugang ($p < 0,0001$). Beim Vergleich der Schnitt-Naht-Zeit der operativen Versorgung mittels Kocher-Langenbeck-Zugang und ilioinguinalem Zugang zeigte sich kein signifikanter Unterschied ($p\text{-Wert} = 0,9301$).

Tab. 5: Vergleich nach Signifikanz der mittleren operativen Zeit (Schnitt-Naht-Zeit), aufgeteilt nach Zugangswegen

Therapieverfahren 1	Therapieverfahren 2	p-wert
OP-Zugangsweg: Schnitt-Naht-Zeit (Minuten)		< 0,0001
Kocher-Langenbeck: $202,3 \pm 69,6$	Stoppa: $337,3 \pm 102,3$	< 0,0001
Kocher-Langenbeck: $202,3 \pm 69,6$	Ilioinguinal: $195,8 \pm 63,1$	0,9301
Stoppa: $337,3 \pm 102,3$	Ilioinguinal: $195,8 \pm 63,1$	< 0,0001

3.2 Deskriptive Auswertung der Probanden

Im Rahmen der klinischen Auswertung und Nachuntersuchung wurden von den 251 Patienten mit einer Acetabulumfraktur 45 nachuntersucht und befragt. Von diesen 45 Patienten wurden schließlich 42 Patientin in die klinisch-statistische Auswertung inkludiert, da 3 der Patienten entweder die Kraftmessung nicht durchführen wollten und/oder konnten oder den Fragebogen nicht vollständig und korrekt ausgefüllt haben.

Von den 42 Patienten wurden 17 Patienten (40,5%) konservativ behandelt. Bei 23,8 % (10 Patienten) der Patienten hat man sich für einen Kocher-Langenbeck-Zugang entschieden, bei 8 Patienten (19%) fiel die Wahl auf den Stoppa-Zugang. Bei 7 der Patienten (16,6%) wurde der ilioinguinale Zugang gewählt. Das höchste mittlere Alter lag mit $60,7 \pm 18,4$ bei den Patienten des ilioinguinalen Zugangs, gefolgt von den Patienten des Stoppa-Zugangs mit einem mittleren Alter von $57,0 \pm 22,7$. Beim Kocher-Langenbeck-Zugang ($52,5 \pm 12,0$) und beim konservativ-geführtem Therapiekonzept ($53,6 \pm 19,5$) waren die Patienten im Durchschnitt am jüngsten.

Hierbei zeigte sich im Bezug auf das Alter und die gewählte Versorgung kein signifikanter Unterschied ($p\text{-Wert} = 0,79$).

Beim ilioinguinalen Zugang und den konservativ-therapierten Patienten zeigten sich 99,9% der Patienten mit dem postoperativem Ergebnis zufrieden oder sehr zufrieden.

90% der Patienten, bei denen die Wahl auf den Kocher-Langenbeck-Zugang fiel waren mit dem postoperativem Outcome zufrieden oder sehr zufrieden.

Beim Stoppa-Zugang zeigten sich 75% der Patienten zufrieden oder sehr zufrieden, wobei 25% weniger zufrieden waren.

Bei der Wahl des Stoppa-Zugangs gaben die Patienten postoperativ eine Arbeitsunfähigkeit von 12.2 ± 3.5 Monaten an, gefolgt vom Kocher-Langenbeck-Zugang mit einer Arbeitsunfähigkeit von 11.4 ± 11.6 an. Die geringste Dauer der Arbeitsunfähigkeit zeigte sich bei der Wahl des ilioinguinalen Zugangs (5.5 ± 3.7 Monaten) und bei den konservativ-therapierten Patienten (5.7 ± 6.5 Monaten).

Insgesamt zeigte sich aber kein signifikanter Unterschied (p-Wert von 0,25).

Tab. 6: Deskriptive Auswertung der Probanden nach verschiedenen Parametern, aufgeteilt nach Zugangswegen

	Ilioinguinal n = 7	Kocher- Langenbeck n = 10	Stoppa n = 8	Konservativ n = 17	p- wert
Alter	60.7 ± 18.4	52.5 ± 12.0	57.0 ± 22.7	53.6 ± 19.5	0.79
Männliches Geschlecht	7 (100%)	8 (80%)	7 (87.5%)	10(58.75%)	0.13
BMI (KG/m ²)	25.5 ± 3.3	27.7 ± 4.8	27.5 ± 3.8	25.8 ± 5.2	0.62
<u>Rauchverhalten</u>					0.60
Aktuell	4 (57.1%)	2 (20%)	2 (25%)	3 (17.6%)	
Ehemalig	2 (28.6%)	4 (40%)	3 (37.5%)	8 (47.1%)	
Niemals	1 (14.3%)	4 (40%)	3 (37.5%)	6 (35.3%)	

<u>Vorerkrankungen</u>					
Kardiologisch	3 (42.8%)	3 (30%)	6 (75%)	9 (52.9%)	0.28
Respiratorisch	1 (14.3%)	0 (0%)	2 (25%)	2 (11.7%)	0.44
Gastrointestinal	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	2 (11.7%)	0.38
Neurologisch	1 (14.3%)	3 (30%)	1	0 (0%)	0.14
Stoffwechsel	1 (14.3%)	3 (30%)	(12.5%)	8 (47.1%)	0.47
Gesund	4 (57.1%)	4 (40%)	3 (37.5%) 2 (25%)	4 (23.5%)	0.39
<u>Sport prätherapeutisch</u>					0.79
Viel	2 (28.6%)	3 (30%)	1 (12.5%)	4 (23.5%)	
Wenig	4 (57.1%)	7 (70%)	5	11 (64.7%)	
Kein Sport	1 (14.3%)	0 (0%)	(62.5%) 2 (25%)	2 (11.7%)	
<u>Sport posttherapeutisch</u>					0.57
Viel	2 (28.6%)	3 (30%)	1 (12.5%)	4 (23.5%)	
Wenig	4 (57.1%)	4 (40%)	7	10 (58.8%)	
Kein Sport	1 (14.3%)	3 (30%)	(87.5%) 0 (0%)	3 (17.6%)	
Arbeitsunfähigkeit (Mon.)	5.5 ± 3.7	11.4 ± 11.6	12.2 ± 3.5	5.7 ± 6.5	0.25
Physiotherapie	6 (85.7%)	8 (80%)	4 (50%)	11 (64.7%)	0.39
Schmerzmitteleinnahme	2 (28.5%)	2 (20%)	2 (25%)	3 (17.6%)	0.93
<u>Zufriedenheit</u>					0.31
Sehr Zufrieden	4 (57.1%)	7 (70%)	5	12 (70.5%)	
Zufrieden	3 (42.8%)	2 (20%)	(62.5%)	5 (29.4%)	
Weniger Zufrieden	0 (0%)	1 (10%)	1	0 (0%)	
Unzufrieden	0 (0%)	0 (0%)	(12.5%) 2 (25%) 0 (0%)	0 (0%)	

Die nachfolgende Abbildung (Abb. 16) veranschaulicht die operativen Zugangswege aufgeteilt nach Klassifikation der Acetabulumfrakturen.

Bei der Analyse des Stoppa-Zugangs wurde festgestellt, dass in 50% der Fälle eine 2-Pfeiler-Fraktur vorlag, wenn dieser Zugang gewählt worden ist.

In 25% der Fälle wurde zuvor eine vordere Pfeilerfraktur diagnostiziert, in jeweils 12,5% der Fälle lag eine Mehrfragmentärfraktur bzw. eine T-Typ-Fraktur vor.

Der Kocher-Longenbeck-Zugang wurde vor allem gewählt, wenn eine Mehrfragmentärfraktur (50%) und/oder eine Hinterwandfraktur (30%) klassifiziert worden war. In 20% der Fälle lag eine 2-Pfeiler-Fraktur vor.

Beim ilioinguinalen Zugang zeigte sich zuvor in 57,1% der Fälle eine 2-Pfeiler-Fraktur und in 28,6% der Fälle eine vordere Pfeilerfraktur. Die Hinterwandfraktur (14,3%) wurde ebenfalls durch den ilioinguinalen Zugang operiert.

Bei der konservativ-therapierten Acetabulumfraktur zeigte sich in 63,6% der Fälle eine vordere Pfeilerfraktur. In 27,3% der Fälle wurde eine Mehrfragmentärfraktur diagnostiziert. Eine konservative Therapie wurde auch dann angewendet, wenn der vordere Pfannenrand (9,1%) betroffen war.

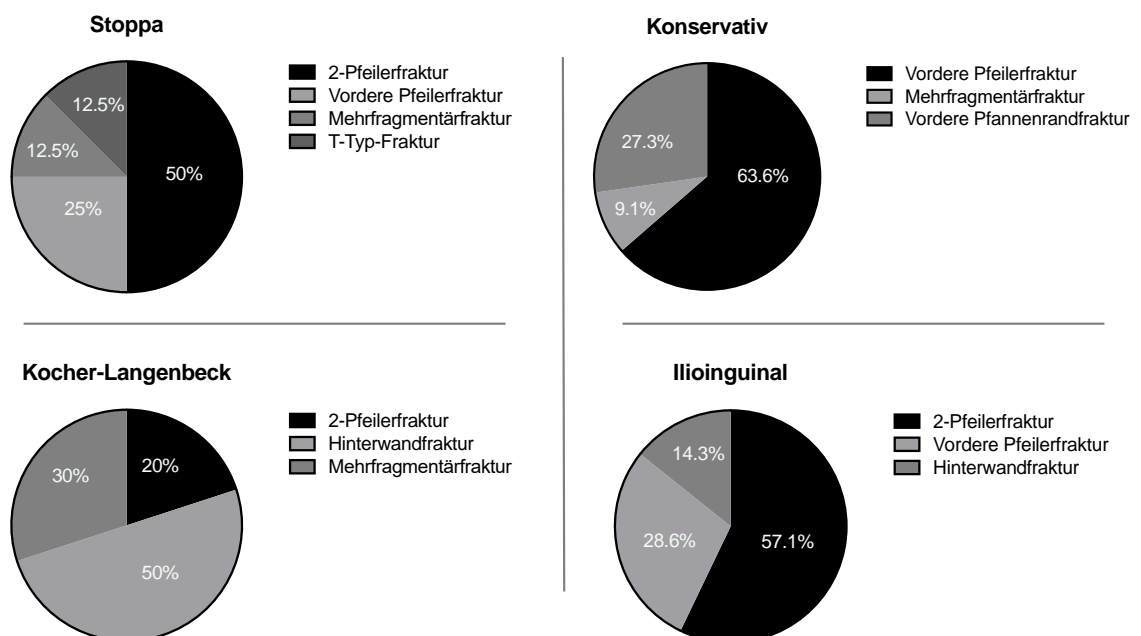


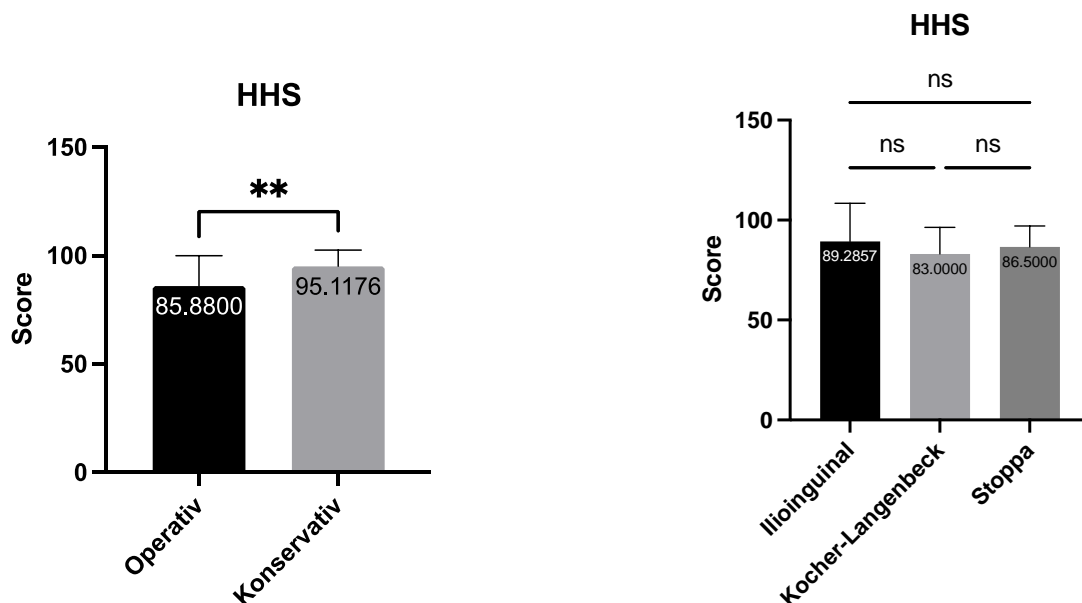
Abb. 16: Klassifikation der versorgten Acetabulumfrakturen aufgeteilt nach Therapieverfahren (konservativ vs. verschiedene Zugangswege)

Tab. 7: Ergebnisse der verschiedenen Qualitätsscores und der dazugehörige p-Wert

Fragebogen	Operativ	Konservativ	p-wert
XSFMA	29,0 ± 11,9	19,4 ± 5,8	0,0016
Lequesne	5,7 ± 3,7	2,4 ± 3,0	0,0027
BDI	3,8 ± 5,2	3,8 ± 4,4	0,9743
HADS	5,1 ± 6,1	4,5 ± 3,9	0,6958
HHS	85,8 ± 14,1	95,1 ± 7,4	0,0063

3.3 Ergebnisse des Harris Hip Score

Der Harris Hip Score dient unter anderem als Maß für den funktionellen Outcome nach Acetabulumfrakturen. Zwischen Patienten die konservativ therapiert und den Patienten die operativ behandelt worden sind, zeigte sich im Ergebnis des Harris Hip Score ein signifikanter Unterschied (p-Wert von 0,0063). Dies zeigt, dass die operativ behandelten Patienten ein schlechterer Outcome im Vergleich zu den konservativ behandelten Patienten zeigen. Jedoch zeigt der Harris Hip Score in den verschiedenen Zugangswegen keinen signifikanten Unterschied.

**Abb. 17a:** Harris Hip Score: Operativ vs. konservativ**Abb. 17b:** Harris Hip Score aufgeteilt nach den verschiedenen Zugangswegen

3.4 Ergebnisse des X-SMFA-D Score

Bei der Auswertung des X-SMFA-D Scores zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen Patienten die konservativ therapiert und den Patienten die operativ behandelt worden sind (p-Wert von 0,0016). Bei den konservativ behandelten Patienten zeigt sich somit eine höhere Lebensqualität und eine geringe Einschränkung im Alltag. Der X-SMFA-D Score zeigt in den verschiedenen Zugangswegen keinen signifikanten Unterschied.

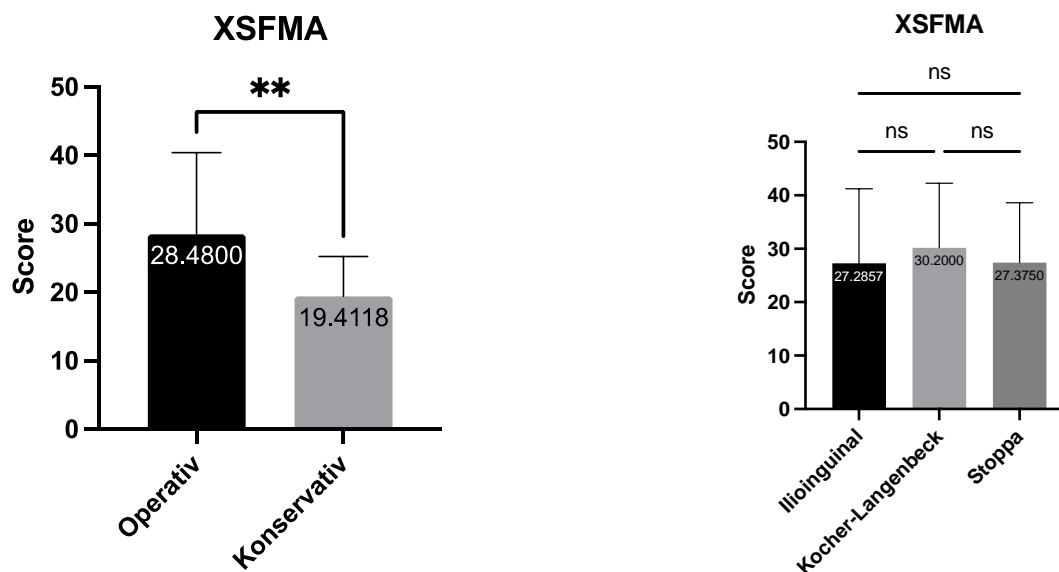


Abb. 18a: XSFMA-Score: Operativ vs. konservativ

Abb. 18b: XSFMA-Score aufgeteilt in den verschiedenen Zugangswegen

3.5 Ergebnisse des Lequesne Score

Der Lequesne Score zeigt in der Auswertung einen signifikanten Unterschied zwischen den konservativ und operativ behandelten Patienten (p-Wert von 0,0027). Die operativ behandelten Patienten zeigen somit im Vergleich eine signifikant größere Beeinträchtigung im Hinblick auf die Schmerzintensität, die Gehstrecke und die Alltagsaktivität.

In der Untersuchung der verschiedenen Zugangswege konnte kein signifikanter Unterschied nachgewiesen werden.

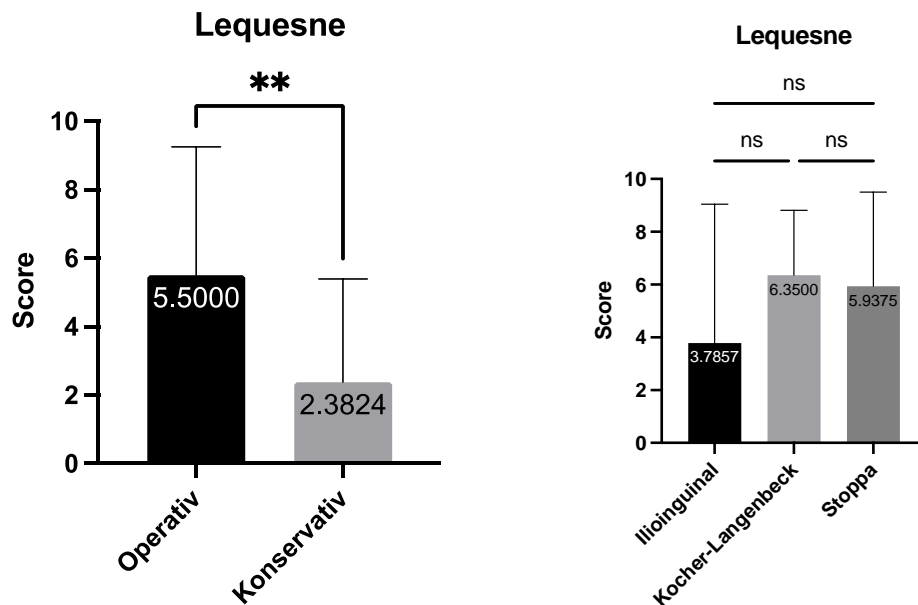


Abb. 19a: Lequesne Score: Operativ vs. konservativ

Abb. 19b: Lequesne Score aufgeteilt nach den verschiedenen Zugangswegen

3.6 Ergebnisse des BDI-Scores

Der BDI Score zeigte in beiden Untersuchungsgruppen (konservativ vs. operativ) keinen signifikanten Unterschied (p-Wert von 0,9743). Auch in den verschiedenen Zugangswegen konnte kein signifikanter Unterschied berechnet werden.

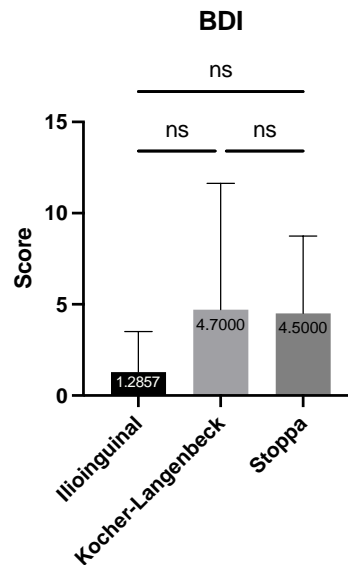
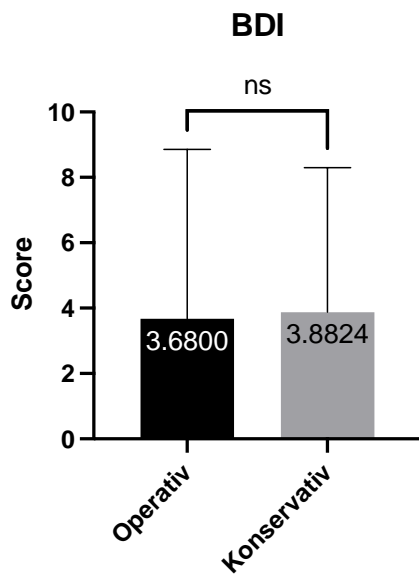


Abb. 20a: BDI-Score: Operativ vs. konservativ

Abb. 20b: BDI-Score aufgeteilt nach den verschiedenen Zugangswegen

3.7 Ergebnisse des HADS-Scores

Bei der Auswertung des HADS-Scores konnte weder in der ersten Untersuchungsgruppe (operativ vs. konservativ) noch in der Untersuchungsgruppe der verschiedenen Zugangswege ein signifikanter Unterschied nachgewiesen werden.

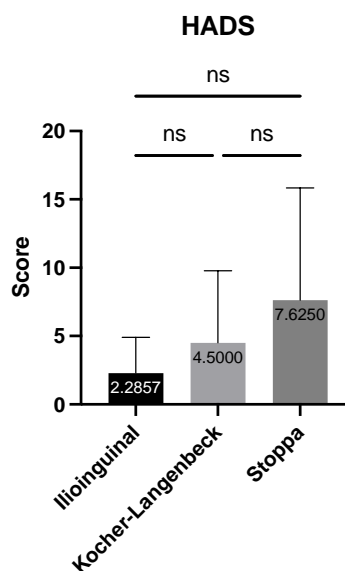
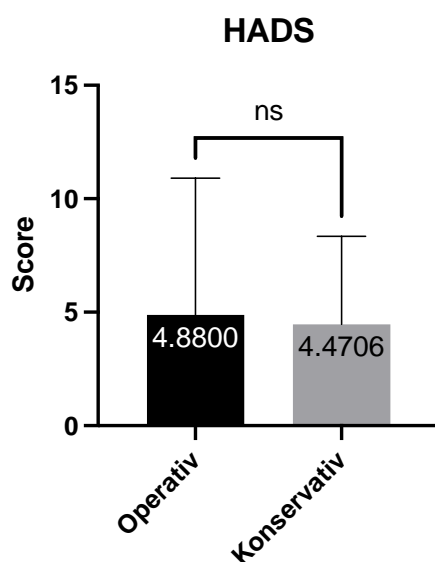


Abb. 21a: HADS-Score: Operativ vs. konservativ

Abb. 22b: HADS-Score aufgeteilt nach den verschiedenen Zugangswegen

3.8 Ergebnisse der Beweglichkeit

Bei der Untersuchung der Beweglichkeit wurden posttherapeutisch (postoperativ und konservativ) die Freiheitsgrade der frakturierten mit der gesunden Seite verglichen (Flexion, Extension, Abduktion, Adduktion, Innenrotation und Außenrotation).

Es wurde der Median \pm die Standardabweichung bestimmt.

3.8.1 Beweglichkeit der Hüfte nach operativer Versorgung über den ilioinguinalen Zugang

Bei dem ilioinguinalen Zugang konnte postoperativ zwischen der gesunden Seite und der frakturierten Seite in keinem Freiheitsgrad der Beweglichkeit ein signifikanter Unterschied berechnet werden.

Tab. 8: Postoperative Freiheitsgrade der Hüftbeweglichkeit nach operativer Versorgung über den ilioinguinalen Zugang

Gesunde Seite	Frakturierte Seite	p-wert
Flexion (Grad)		
130 \pm 7.3	130 \pm 7.6	0,99
Extension (Grad)		
15 \pm 0	15 \pm 0	0,99
Abduktion (Grad)		
45 \pm 3.9	45 \pm 12.2	0,41
Adduktion (Grad)		
35 \pm 2.4	35 \pm 2.4	0,99
Innenrotation (Grad)		
25 \pm 1.9	25 \pm 5.6	0.43
Außenrotation (Grad)		
40 \pm 1.9	40 \pm 1.9	0,99

3.8.2 Beweglichkeit der Hüfte nach operativer Versorgung über den des Kocher-Langenbeck-Zugang

In der Auswertung der Patienten, die über den Kocher-Langenbeck-Zugang operiert wurden, konnte bei der postoperativ möglichen Innenrotation ein signifikanter Unterschied evaluiert werden (p-Wert von 0,02). Der Median auf der gesunden Seite liegt bei 25° und auf der operierten Seite (frakturierten Seite) bei 20°.

In den restlichen Freiheitsgraden wurde kein signifikanter Unterschied berechnet.

Tab. 9: Postoperative Freiheitsgrade der Hüftbeweglichkeit nach operativer Versorgung über den Kocher-Langenbeck-Zugang

Gesunde Seite	Frakturierte Seite	p-wert
Flexion (Grad)		
130 ± 10,6	127,5 ± 22,4	0,22
Extension (Grad)		
15 ± 2,1	14 ± 2,1	0,99
Abduktion (Grad)		
45 ± 4,7	40 ± 10,5	0,09
Adduktion (Grad)		
35 ± 3,4	35 ± 3,4	0,99
Innenrotation (Grad)		
25 ± 3,4	20 ± 8,8	0,02
Außenrotation (Grad)		
40 ± 3,7	40 ± 4,8	0,37

3.8.3 Beweglichkeit der Hüfte nach operativer Versorgung über den Stoppa-Zugang

Beim Stoppa-Zugang zeigte sich sowohl in der Flexion als auch in der Innenrotation ein signifikanter Unterschied zwischen der gesunden und der frakturierten Seite. Der p- Wert liegt im Freiheitsgrad der Flexion bei 0,01 und in der Innenrotation bei 0,02. Die übrigen Freiheitsgrade zeigten keinen signifikanten Unterschied.

Tab. 10:

Postoperative Freiheitsgrade der Hüftbeweglichkeit nach operativer Versorgung über den Stoppa-Zugang

Gesunde Seite	Frakturierte Seite	p-wert
Flexion (Grad)		
130 ± 2,9	110 ± 16,7	0,01
Extension (Grad)		
15 ± 0	15 ± 1,9	0,99
Abduktion (Grad)		
45 ± 0	45 ± 9,7	0,46
Adduktion (Grad)		
35 ± 0	35 ± 4,8	0,46
Innenrotation (Grad)		
25 ± 0	15 ± 8,8	0,02
Außenrotation (Grad)		
40 ± 0	40 ± 3,8	0,99

3.8.4 Beweglichkeit der Hüfte nach konservativer Versorgung

In der konservativen Versorgung wurde kein signifikanter Unterschied in den Freiheitsgraden zwischen der gesunden und der frakturierten Seite bestimmt.

Tab. 11:

Posttherapeutische Freiheitsgrade der Hüftbeweglichkeit nach konservativer Versorgung

Gesunde Seite	Frakturierte Seite	p-wert
Flexion (Grad)		
130 ± 3,9	130 ± 3,9	0,99
Extension (Grad)		
15 ± 0	15 ± 0	0,99
Abduktion (Grad)		
45 ± 0	45 ± 0	0,99
Adduktion (Grad)		
35 ± 1,7	35 ± 1,9	0,99
Innenrotation (Grad)		
25 ± 1,7	25 ± 1,7	0,99
Außenrotation (Grad)		
40 ± 0	40 ± 0	0,99

3.9 Ergebnisse der Komplikationsrate

Die Auswertung zeigt, dass bei den konservativ behandelten Patienten während des stationären Aufenthaltes und in der ambulanten Weiterbehandlung die wenigsten Komplikationen auftraten (89%). Bei der Verwendung des Kocher-Langenbeck-Zugangs traten in 28,8% der Fälle operative Komplikation auf, dicht gefolgt vom Stoppa-Zugang mit 28,6%. Der ilioinguinale Zugang verursachte in 21,4% der Fälle operative Komplikationen. Zu den operativen Komplikationen wurden störende Implantate, ein Korrekturverlust des Frakturspaltes, Pseudarthrosen, posttraumatische Arthrosen, sowie intraoperative Gefäßverletzungen erfasst.

In 4 Fällen (8,8%) habe sich beim Kocher-Langenbeck-Zugang postoperativ eine Infektion (Wundinfektion, Pneumonie, HWI) entwickelt. Bei Verwendung des Stoppa-Zugangs zeigte sich lediglich in einem Fall (4,7%) eine Infektion, ebenso wie beim ilioinguinalen Zugang (3,5%). Bei den konservativ behandelten Patienten entwickelte sich während des stationären Aufenthaltes in 3,9% der Fälle eine Infektion.

Tab. 12: Postoperative Komplikationen aufgeteilt nach den verschiedenen Therapieoptionen

	Ilioinguinal	Kocher-Langenbeck	Stoppa	Konservativ
Keine Komplikation	19 (67,8%)	24 (53,3%)	14 (66,6%)	113 (89%)
Operative Komplikationen	6 (21,4%)	13 (28,8%)	6 (28,6%)	0 (0%)
Sensomotorische Komplikationen	1 (3,5%)	6 (13,3%)	0 (0%)	3 (2,3%)
Infektion	1 (3,5%)	4 (8,8%)	1 (4,7%)	5 (3,9%)
Kardiovaskuläre Komplikationen	1 (3,5%)	0 (0%)	1 (4,7%)	3 (2,3%)
Sonstiges	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	7 (5,5%)

Beim ilioinguinalen Zugang ist 1 Fall dokumentiert, bei dem der Patient postoperativ, nach intraoperativer Verletzung des N. cutaneus femoris lateralis eine bleibende Hypästhesie am lateralen Oberschenkel hatte.

In 13,3 % der Fälle manifestierte sich bei der Wahl des Kocher-Langenbeck-Zugangs eine Fußheberschwäche oder eine Ischiadicus-Irritation, wobei nicht in allen Fällen sicher zu sagen ist, ob die sensomotorische Komplikation posttraumatisch oder postoperativ aufgetreten ist.

Postoperativ zeigte sich nach Wahl des Kocher-Langenbeck-Zuganges in 28,8% der Fälle eine posttraumatische Coxarthrose, ein nicht adäquat geschlossener Frakturspalt und oder eine Implantatfehlage.

Beim Stoppa-Zugang zeigte sich in 28,6% der operierten Patientinnen und Patienten eine operative Komplikation. Darunter fielen intraoperative Gefäßverletzungen der A. iliaca interna und oder der V. iliaca externa und in einigen Fällen ein massiver Hb-Abfall, sowie im Verlauf diagnostizierte Pseudarthrosen.

3.10 Ergebnisse der Kraftmessung

Bei der Auswertung der Kraftmessung der Hüftbeuger konnte in keiner Untersuchungsgruppe ein signifikanter Unterschied bestimmt werden. Hier wurde in sitzender Position die gesunde mit der frakturierten Seite verglichen, dies wurde anschließend in liegender Position wiederholt.

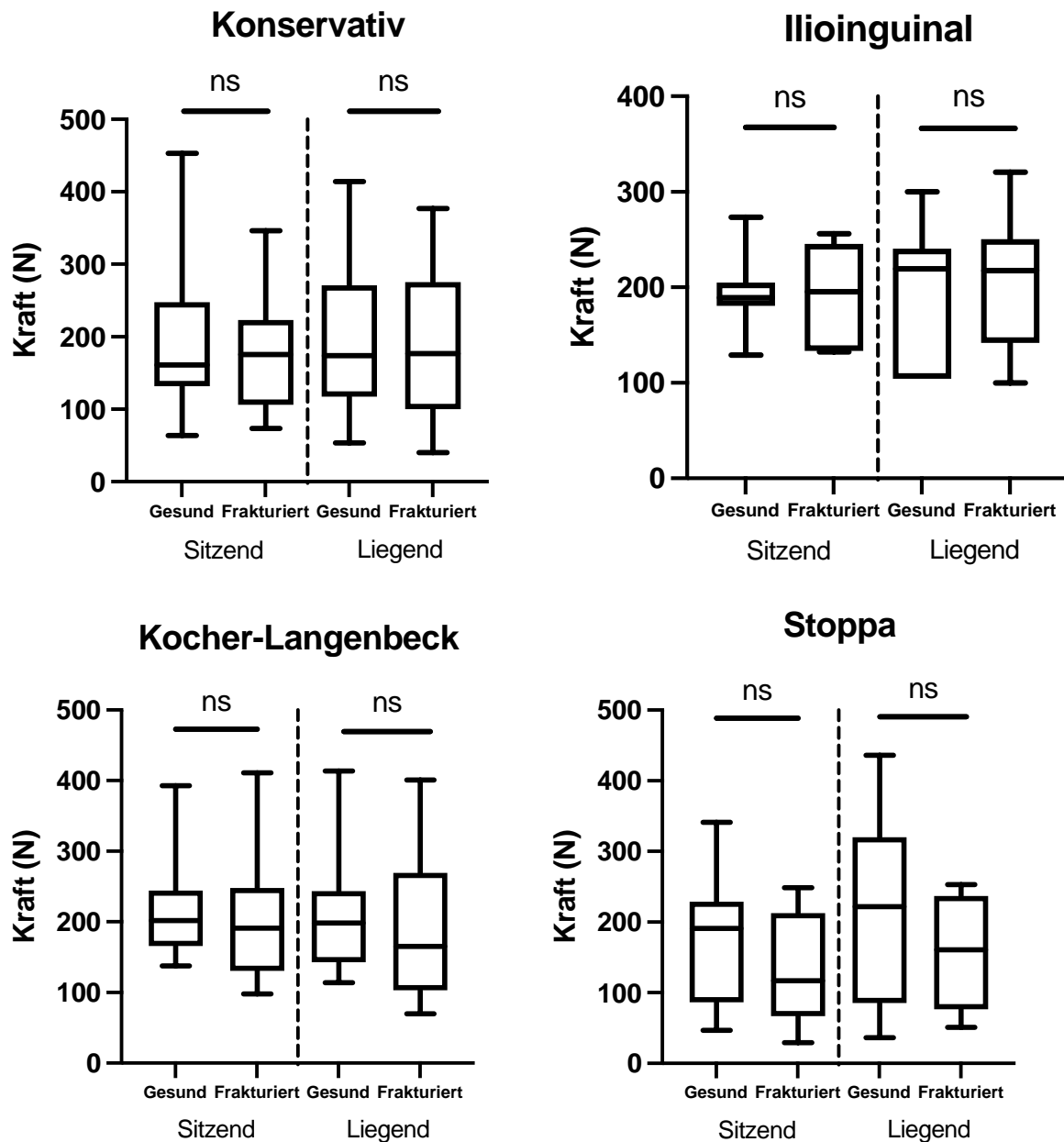


Abb. 22a: Kraft in N bei konservativ versorgten Patienten

Abb. 22b: Kraft in N bei der Wahl des ilioinguinalen Zugangs

Abb. 22c: Kraft in N bei der Wahl des Kocher-Langenbeck-Zugangs

Abb. 22d: Kraft in N bei der Wahl des Stoppa-Zugangs

In den folgenden Tabellen wurde die Kraft der verschiedenen gewählten Zugangswege in 4 verschiedenen Positionen miteinander verglichen (gesunde Seite sitzend, frakturierte Seite sitzend, gesunde Seite liegend, frakturierte Seite liegend).

In keiner Untersuchungsgruppe konnte ein signifikanter Unterschied berechnet werden.

Tab. 13: Vergleich der Kraft der verschiedenen Therapieverfahren in der Position 1 (gesunde Seite sitzend)

Therapieverfahren 1	Therapieverfahren 2	p-wert
Kraft (N)		0.70
Illoinguinal: 193.5 ± 42.7	Kocher-Langenbeck: 218 ± 76.8	0.93
Illoinguinal: 193.5 ± 42.7	Stoppa: 171.9 ± 93.5	0,95
Illoinguinal: 193.5 ± 42.7	Konservativ: 197.2 ± 93.9	0.99
Kocher-Langenbeck: 218 ± 76.8	Stoppa: 171.9 ± 93.5	0.63
Kocher-Langenbeck: 218 ± 76.8	Konservativ: 197.2 ± 93.9	0.92
Stoppa: 171.9 ± 93.5	Konservativ: 197.2 ± 93.9	0.88

Tab. 14: Vergleich der Kraft der verschiedenen Therapieverfahren in Position 2 (frakturierte Seite sitzend)

Therapieverfahren 1	Therapieverfahren 2	p-wert
Kraft (N)		0.25
Illoinguinal: 197.6 ± 51.2	Kocher-Langenbeck: 203.8 ± 91.3	0.99
Illoinguinal: 197.6 ± 51.2	Stoppa: 133.4 ± 78.0	0,39
Illoinguinal: 197.6 ± 51.2	Konservativ: 178.7 ± 81.9	0.95
Kocher-Langenbeck: 203.8 ± 91.3	Stoppa: 133.4 ± 78.0	0.23
Kocher-Langenbeck: 203.8 ± 91.3	Konservativ: 178.7 ± 81.9	0.85
Stoppa: 133.4 ± 78.0	Konservativ: 178.7 ± 81.9	0.52

Tab. 15: Vergleich der Kraft der verschiedenen Therapieverfahren in Position 3 (gesunde Seite liegend)

Therapieverfahren 1	Therapieverfahren 2	p-wert
Kraft (N)		0.95
Illoinguinal: 202.5 ± 72.8	Kocher-Langenbeck: 207.9 ± 85.2	0.99
Illoinguinal: 202.5 ± 72.8	Stoppa: 218.8 ± 132.2	0,99
Illoinguinal: 202.5 ± 72.8	Konservativ: 195.4 ± 104.1	0.99
Kocher-Langenbeck: 207.9 ± 85.2	Stoppa: 218.8 ± 132.2	0.99
Kocher-Langenbeck: 207.9 ± 85.2	Konservativ: 195.4 ± 104.1	0.99
Stoppa: 218.8 ± 132.2	Konservativ: 195.4 ± 104.1	0.94

Tab. 16: Vergleich der Kraft der verschiedenen Therapieverfahren in Position 4 (frakturierte Seite liegend)

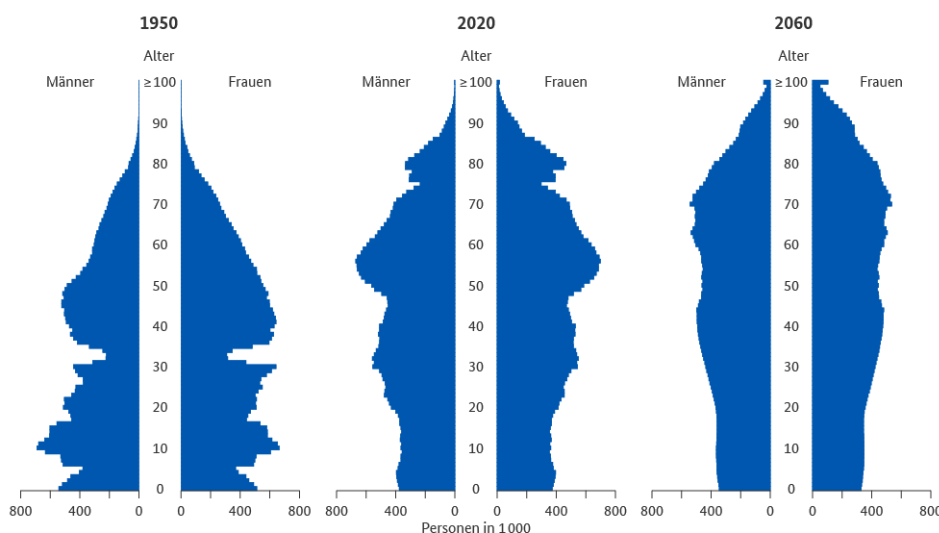
Therapieverfahren 1	Therapieverfahren 2	p-wert
Kraft (N)		0.81
Illoinguinal: 202.6 ± 73.0	Kocher-Langenbeck: 186.3 ± 101.1	0.98
Illoinguinal: 202.6 ± 73.0	Stoppa: 159.5 ± 81.2	0,79
Illoinguinal: 202.6 ± 73.0	Konservativ: 189.0 ± 98.9	0,98
Kocher-Langenbeck: 186.3 ± 101.1	Stoppa: 159.5 ± 81.2	0,92
Kocher-Langenbeck: 186.3 ± 101.1	Konservativ: 189.0 ± 98.9	0.99
Stoppa: 159.5 ± 81.2	Konservativ: 189.0 ± 98.9	0.86

4. Diskussion

Aufgrund des demographischen Wandels werden die Acetabulumfrakturen und die Notwendigkeit der chirurgischen und konservativen Behandlung in Zukunft deutlich zunehmen. In den letzten Jahren lässt sich schon eine Zunahme der Acetabulumfrakturen erkennen. Vor allem die Inzidenz der Acetabulumfrakturen bei geriatrischen Patienten zeigte in den letzten Jahren eine steigende Tendenz. 10% aller Beckenringfrakturen entfallen auf die Acetabulumfrakturen (Bible et al., 2014).

Der signifikante Anstieg der Frakturen bei geriatrischen Patienten zeigte sich um die Jahrtausendwende. Im Vergleich zu den Jahren 1980 bis 1990 hatte sich die Rate mehr als verdoppelt (Engsberg et al., 2009). Von 1998 bis 2020 wurde ein Anstieg um ca. 67% der Acetabulumfrakturen nachgewiesen. Die Altersverteilung zeigte 2 Hauptgruppen: junge Patienten unter 40 Jahren und geriatrische Patienten im Alter zwischen 60 und 70 Jahren. In der folgenden Abbildung erkennt man die Verschiebung der verschiedenen Altersgruppen der Bevölkerung zugunsten der älteren Bevölkerung. Man sieht in der Entwicklung von 1990 bis 2060 eine Zunahme der Menschen im Rentenalter. Zwischen den Jahren 1950 und 2020 ist der Anteil der Menschen unter 20 Jahren von ca. 30 % auf 18 % zurückgegangen (siehe Abb. 24).

Altersstruktur der Bevölkerung, 1950–2060



2060: 14. koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung, Variante 2
Datenquelle: Statistisches Bundesamt
Bildlizenz: CC BY-ND 4.0 (Bundesinstitut für Bevölkerungsforschung 2021)

BUND-LÄNDER
DEMOGRAFIE
PORTAL

Abb. 23: Statistisches Bundesamt- Bund Länder Demografie Portal; Altersstruktur der Bevölkerung 1950-2060

In der Literatur zeigt sich, dass geriatrische Patienten aufgrund von Multimorbidität, komplexen Frakturen und einer schlechteren Knochenqualität ein höheres Risiko für peri- und postoperative Risiken haben (Schmidt-Rohlfing et al., 2010). Daher ist es um eine frühzeitige und schnelle Mobilisierung zu ermöglichen und eine Verzögerung der optimalen Frakturheilung zu vermeiden, von entscheidender Bedeutung eine optimale operative Versorgung zu gewährleisten. Auf diese Weise können weitere Komplikationen und Folgeerkrankungen, wie beispielsweise Pneumonien, Beweglichkeitseinschränkungen, Harnwegsinfektionen und Dekubiti, vermieden werden. Diese gelisteten Komplikationen gehen in der Regel mit einer verzögerten Mobilisation einher.

Der stärkste und wichtigste Hüftbeugemuskel im menschlichen Körper ist der M. iliopsoas, bestehend aus dem M. psoas major und dem M. iliacus. Diese beiden Muskelanteile vereinigen sich im Verlauf des Beckens und ziehen dann als ein gemeinsamer Muskel zum Trochanter minor (Aust et al., 2025). Die anatomischen Kenntnisse, die Funktionen und der Verlauf sind für die operative Versorgung essentiell, da bei der operativen Versorgung der Acetabulumfrakturen dem Operateur verschiedene Zugangswege zur Verfügung stehen, welche verschiedene Schnittführungen beinhalten und somit auch unterschiedliche Muskeln durchtrennen und/oder ablösen, unter anderem der M. iliopsoas.

Dies führte zur Fragestellung der Studie, ob postoperativ, abhängig vom gewählten Zugang, ein funktionell schlechteres Outcome in Bezug auf die Kraft der Hüftbeugemuskulatur nachgewiesen werden kann. Die Kraft in Newton ist als Parameter für das funktionelle Outcome gewählt worden.

Die Kraftentwicklung der Hüftbeugemuskulatur wird in verschiedenen Positionen (sitzend und liegend) auf der frakturierten und der gesunden Seite verglichen. Das Ziel besteht darin, zu zeigen, ob es postoperativ einen signifikanten Unterschied zwischen der operierten und gesunden Seite gibt, abhängig vom gewählten operativen Zugang (Kocher-Langenbeck-Zugang, ilioinguinale Zugang und Stoppa-Zugang). Ferner untersucht die Studie die aufgetretenen peri- und postoperative Komplikationsrate in

Abhängigkeit der verschiedenen Zugangswege. Darüber hinaus wird auch die postoperative Beweglichkeitseinschränkung, die Mobilität und die gesundheitsbezogene Lebensqualität evaluiert.

Bislang liegen in der Literatur keine Daten zur Langzeituntersuchung der Kraftentwicklung der Hüftbeugemuskulatur nach Versorgung über die verschiedenen operativen Zugangswege und in der konservativen Frakturversorgung vor. Dies soll durch diese Studie nachgereicht werden.

Da die verschiedenen intraoperativ durchtrennten, mobilisierten und/oder abgelösten Muskeln, neben der Kraftentwicklung, auch essentiell für die Mobilisation und Beweglichkeit des Os coxae und des Femurs verantwortlich sind, wurde zudem die postoperative Beweglichkeitseinschränkung abhängig vom gewählten Zugang untersucht.

Die vorliegende Studie hebt hervor, dass sich zwar postoperativ bzw. posttherapeutisch eine Wiederherstellung bzw. Erhaltung der Kraft beobachten und auswerten ließ, jedoch zeigte sich bei der Beweglichkeit je nach Zugangsweg ein differenziertes Bild. Während beim ilioinguinalen Zugang sowie bei konservativ behandelten Patienten keine signifikanten Einschränkungen festgestellt wurden, ergaben sich beim Kocher-Langenbeck- und beim Stoppa-Zugang signifikante Beweglichkeitseinbußen in spezifischen Freiheitsgraden.

Beim ilioinguinalen Zugang könnte man aufgrund der operativen Präparation und Ablösung des M. iliopsoas von der Fossa iliaca eine Beweglichkeitseinschränkung der Flexion erwarten. In der Auswertung zeigte sich jedoch postoperativ kein signifikanter Unterschied zwischen der gesunden und der frakturierten Seite, was möglicherweise aufgrund guter muskulärer Regeneration, Kompensation oder narbenfreier Mobilität des Muskels zu erklären sei.

Die Auswertung des Kocher-Langenbeck-Zugangs ergab eine signifikante Beweglichkeitseinschränkung der Innenrotation der frakturierten im Vergleich zur gesunden Seite. Diese Einschränkung lässt sich durch die intraoperative Ablösung der

Muskeln der Außenrotatorengruppe am Ursprung erklären. Dies kann postoperativ zu einer Verkürzung und Fibrosierung führen, welches wiederum zu einer passiven Beweglichkeit führt.

In der klinisch-statistischen Auswertung der postoperativen Beweglichkeit im Hüftgelenk nach Versorgung über den Stoppa-Zugang manifestierte sich sowohl in der Flexion als auch in der Innenrotation eine signifikante Beweglichkeitseinschränkung der operierten im Vergleich zur gesunden Seite.

Beim Stoppa-Zugang wird der M. iliopsoas gespalten, welcher für die Flexion der Hüfte verantwortlich ist.

In der konservativen Versorgung konnte kein signifikanter Unterschied in der Beweglichkeit zwischen der gesunden und der frakturierten Seite nachgewiesen werden.

Eine genaue Untersuchung sowie die Evaluation der Beweglichkeit separiert nach Wahl der verschiedenen Zugangswege lässt sich in der Literatur nur in sehr wenigen Studien finden.

In der Dissertation „Einfluss von Frakturklassifikation und operativem Zugangsweg auf das klinisch-radiologische Outcome und die subjektive Lebensqualität nach operativ versorgter Acetabulumfraktur“ von Katharina Sarah Stefanie Speer wurde die Beweglichkeitseinschränkung in 3 Stufen eingeteilt. Hier zeigte sich, dass die größte Einschränkung der Beweglichkeit beim Patientenkollektiv des Kochers-Langenbeck-Zugangs bestand, gefolgt von den Patienten bei denen der ilioinguinale und der Stoppa-Zugang gewählt worden war.

Beweglichkeitseinschränkungen können die Lebensqualität der Patienten deutlich einschränken, auch wenn Kraft und Stabilität gut erhalten sind. Die Erwartung einer Einschränkung bei Flexion nach ilioinguinalem Zugang hat sich nicht bestätigt, was entweder für eine gute chirurgische Technik oder einer guten Regeneration spricht. Die Einschränkung der Innenrotation beim Kocher-Langenbeck-Zugang ist gut nachvollziehbar, insbesondere, weil funktionell wichtige Muskeln tangiert werden, die später oft nicht vollständig regenerieren oder sich verkürzen.

Die eben genannte Zufriedenheit wurde ebenfalls in dieser Studie untersucht und anhand der verschiedenen Zugangswege untersucht.

Die Analyse der Patienten- und Therapiegruppen offenbarte Unterschiede hinsichtlich der subjektiven Zufriedenheit sowie der Dauer der postoperativen Arbeitsunfähigkeit. Die höchste Zufriedenheitsrate wurde bei konservativ behandelten Patienten sowie bei jenen, die mittels ilioinguinalem Zugang operiert wurden, beobachtet, wobei nahezu alle Patienten dieser Gruppen mit dem Behandlungsergebnis zufrieden oder sehr zufrieden waren. Diese Beobachtung könnte auf eine insgesamt geringere Belastung und einen komplikationsärmeren Verlauf bei diesen Behandlungsformen hinweisen, sowie die oben genannte nicht signifikante Beweglichkeitseinschränkung.

Der Kocher-Langenbeck-Zugang zeigte ebenfalls eine hohe Zufriedenheit, wenngleich diese im Vergleich zu den zuvor genannten Gruppen etwas geringer ausfiel. Patienten, die über den Stoppa-Zugang versorgt wurden, berichteten hingegen die niedrigste Zufriedenheit. Zudem wiesen diese Patienten die längste durchschnittliche Dauer der Arbeitsunfähigkeit auf, gefolgt von der Kocher-Langenbeck-Gruppe. Im Gegensatz dazu berichteten konservativ behandelte Patienten sowie jene mit ilioinguinalem Zugang über eine deutlich kürzere Arbeitsunfähigkeitsdauer.

Obwohl die Unterschiede in der Dauer der Arbeitsunfähigkeit statistisch nicht signifikant waren, lassen die beobachteten Trends vermuten, dass minimalinvasive beziehungsweise konservative Therapiestrategien mit einer schnelleren funktionellen Rehabilitation und einer rascheren Wiedereingliederung in den Beruf einhergehen könnten. Dies ist insbesondere vor dem Hintergrund der potenziell höheren Komplexität und der damit verbundenen körperlichen Belastung bei den Zugangswegen Kocher-Langenbeck und Stoppa von klinischer Relevanz.

In der Literatur besteht ein uneinheitliches Bild bezüglich der angegebenen Dauer der Arbeitsunfähigkeit nach Acetabulumfrakturen. Darüber hinaus wurde der Einfluss des gewählten Zugangsweges auf die Arbeitsunfähigkeit in der Literatur bisher nicht untersucht.

Im Abstract von Aljoscha Schäffler, veröffentlicht von der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen unter dem Titel „Auswirkungen der Acetabulumfraktur auf die Erwerbsfähigkeit“, wird die durchschnittliche Dauer der Arbeitsunfähigkeit mit etwa 24,6 Monaten angegeben (Schäffler et al., 2016). Im Vergleich zu den von uns ermittelten Daten zeigt sich eine deutlich längere Arbeitsunfähigkeit.

In der Dissertation von Benjamin Philipp Feinauer über die Auswirkungen einer Beckenringfraktur auf die Arbeitsunfähigkeit wurde eine durchschnittliche Dauer von 10,1 Monaten ermittelt, was mit unseren Ergebnissen übereinstimmt.

Es gab bisher keine Daten in der Literatur, die die postoperative Sportaktivität in Bezug auf die Wahl des Zugangswegs untersucht haben.

In der Studie „Nachuntersuchungsergebnisse und Beurteilung der Lebensqualität von Patienten mit Beckenring- und Acetabulumfrakturen“ von Katrin Baumbach wird beschrieben, dass ca. 40 % der Patienten und Patientinnen keine Veränderungen im Sportverhalten angaben. 25,7 % des Patientenkollektivs berichteten, dass sie keinen Sport mehr betreiben und oder es nicht mehr möglich sei, 14,3 % des Kollektivs habe eine deutliche Einschränkung erfahren und 20% haben eine neue Sportart betrieben (Baumbach, 2011).

In unserer Studie zeigte sich beim Kocher-Langenbeck-Zugang ein vergleichbares Ergebnis: 30% der Patienten gaben postoperativ an, keinen Sport mehr zu treiben. Im Gegensatz dazu wurde beim Stoppa-Zugang eine postoperative Steigerung der Sportaktivität festgestellt. Beim ilioinguinalen Zugang hingegen blieb die Sportaktivität prä- und postoperativ unverändert.

Die Reihenfolge deckt sich auch mit der Reihenfolge bei der operativen Schnitt-Naht-Zeit aufgegliedert nach ausgewähltem Zugangsweg.

Im Rahmen der weiterführenden Literaturrecherche wurde die durchschnittliche Operationsdauer bislang nicht differenziert nach den jeweiligen Zugangswegen untersucht.

Die längste operative Versorgung in Minuten beansprucht der Zugang nach Stoppa, gefolgt vom Kocher-Langenbeck-Zugang. Die schnellste operative Versorgung wird bei der Wahl des Ilioinguinalen-Zugangs erzielt.

Der Stoppa-Zugang benötigt im Vergleich zum ilioinguinalen Zugang aus mehreren Gründen eine längere Operationszeit. Einerseits ist dieser Zugang technisch anspruchsvoller, da die beengten anatomischen Verhältnisse und die erhöhte Gefahr von intraoperativen Verletzungen, insbesondere der Iliakalgefäße und Nerven, eine besonders sorgfältige Präparation und erhöhte Aufmerksamkeit erfordern. Andererseits ermöglicht der Stoppa-Zugang eine erweiterte Sicht auf einen größeren Frakturbereich, was die Versorgung komplexerer Fraktur erleichtert. Diese benötigen jedoch in der Regel mehr Zeit für eine präzise Frakturposition und Osteosynthese. Zusätzlich erfordert die Verdrängung von Weichteilen, wie der Blase und größeren Gefäßen, eine feine und vorsichtige Präparation, was die Operation insgesamt zeitaufwändiger macht.

Die Auswertung der stationären Liegedauer bei Patienten mit Acetabulumfrakturen zeigt, dass operativ behandelte Patienten eine signifikant längere Krankenhausverweildauer aufweisen als konservativ therapierte Patienten. Dieser Befund legt nahe, dass operative Interventionen mit einem erhöhten Aufwand der stationären Behandlung assoziiert sind. Eine Varianzanalyse der unterschiedlichen operativen Zugangswege ergab hingegen keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Liegedauer. Demnach scheint die Wahl des operativen Zugangswegs keinen signifikanten Einfluss auf die Dauer des stationären Aufenthalts zu haben.

Weiter konnte die Studie einen signifikanten Unterschied in den verschiedenen Qualitätsscores zwischen den konservativ und den operativ versorgten Patienten zeigen, jedoch keinen innerhalb der verschiedenen Zugangswege.

Bei den Patienten, die eine chirurgische Versorgung erfahren haben zeigt sich anhand des Lequesne-Scores eine mäßige Beeinträchtigung im Hinblick auf die Schmerzintensität, die Gehstrecke und die Alltagsaktivität. Die konservativ versorgten Patienten zeigten lediglich eine milde Beeinträchtigung. Dies ist auf den chirurgischen Eingriff zurückzuführen, der eine Hautdurchtrennung, die Mobilisierung der Muskulatur, eine Frakturposition und eine Osteosynthese umfasst. Dieser Prozess ist schmerzhaft und kann zu einer Einschränkung der Beweglichkeit sowie zu einer Beeinträchtigung der alltäglichen Aktivitäten führen.

Der Harris Hip Score ist ein Item um den Funktionszustand und somit die Gelenkfunktion zu definieren. Die chirurgisch versorgten Patienten zeigten postoperativ einen guten Funktionszustand und somit eine gute Gelenkfunktion. Bei den Patienten, die konservativ behandelt wurden sind, zeigte sich im Verlauf sogar ein exzellenter Funktionszustand. Dies lässt sich dadurch erklären, dass die konservativ behandelten Patienten eine unkomplizierte und einfache Frakturform aufwiesen und somit gute Voraussetzungen für einen optimalen posttherapeutischen Outcome hatten.

Ferner zeigte die Studie, dass es keinen signifikanten Unterschied des Funktionszustandes innerhalb der verschiedenen Gruppen der Zugangswege gibt.

Abgesehen von den postoperativen Bewegungseinschränkungen wurde in der vorliegenden Studie festgestellt, dass es zugangsassoziierte Komplikationen gibt.

Beim Kocher-Langenbeck-Zugang zeigen sich zugangsassoziierte passagere Fußheberschwäche (sensomotorisches Defizit) als Komplikation.

In der Literatur zeigt sich ebenfalls, dass beim Kocher-Langenbeck-Zugang eine Verletzung des N. ischiadicus, des N. obturatorius sowie des N. cutaneus femoris lateralis aufgetreten ist. Nach weitergehender Recherche in der bestehenden Literatur ist in 1-12% der Fälle der N. ischiadicus und oder der N. peroneus communis betroffen (Cole und Bolhofner, 1994; Daum et al., 1992).

Eine der weiter aufgeführten Komplikationen in der Literatur, die periartikuläre heterotope Ossifikation (Bible et al., 2014), konnte in dieser Studie nicht nachgewiesen werden.

Essentiell ist nach durchgeführter Osteosynthese eine adäquate und suffiziente Naht der Muskulatur und der Faszie, um eine Muskel- und oder eine Faszienlücke zu vermeiden. Letzteres konnte in dieser Studie nicht als Komplikation nachgewiesen werden. In der Literatur wird durch das Eröffnen der Gelenkkapsel das erhöhte Risiko einer intraartikulären Infektion beschrieben (Laird und Keating, 2005; Lehmann et al., 2014; Ludwig et al., 2002).

In dieser Studie konnte beim Kocher-Langenbeck-Zugang in 8,8% der Fälle eine Infektion nachgewiesen werden, sowohl intraartikuläre als auch oberflächliche Wundinfektionen.

Beim Stoppa-Zugang zeigt die Literatur, dass die häufigste Komplikation dieses Zugangs die Schädigung des N. cutaneus femoris lateralis ist. In dieser Studie konnte in keinem Fall ein zugangsassoziiertes sensomotorisches Defizit nach Wahl des Stoppa-Zugangs nachgewiesen werden. In der Literatur liegt das Risiko einer Gefäßverletzung bei ca. 15%, dies deckt sich mit unserer durchgeführten Studie, in der bei ca. 17% der Fälle eine Gefäßverletzung nachgewiesen wurden (intraoperative Gefäßverletzung der A. iliaca interna und/oder der V. iliaca externa) (Laird und Keating, 2005; Lehmann et al., 2014; Ludwig et al., 2002)

Ferner stellte die Studie fest, dass bei der Wahl des ilioinguinalen Zugangs in 3,5% der Fälle postoperativ eine bleibende Hypästhesie am lateralen Oberschenkel, bei am ehesten intraoperativer Verletzung des N. cutaneus femoris lateralis festgestellt worden ist. In der Literatur liegt das Risiko einer Gefäß-Nervenverletzung bei ca. 15% (Laird und Keating, 2005; Lehmann et al., 2014; Ludwig et al., 2002).

Zudem berichtet die Literatur auch von Inguinalhernien, nachdem die Faszia transversalis nicht adäquat und suffizient verschlossen worden ist (Laird und Keating, 2005; Lehmann et al., 2014). In dieser Studie konnte keine Komplikation einer neu aufgetretenen Inguinalhernie nachgewiesen werden.

Die konservative Behandlung von Acetabulumfrakturen zeigt sich insgesamt als die komplikationsärmste Therapieoption und ist insbesondere bei geeigneter Frakturkonfiguration und erhöhtem Operationsrisiko eine sinnvolle Alternative. Operative Zugänge gehen mit deutlich höheren Komplikationsraten einher und weisen jeweils spezifische Risikoprofile auf. Der Kocher-Langenbeck-Zugang ist besonders mit sensomotorischen Ausfällen, Infektionen und posttraumatischen Folgezuständen assoziiert, während beim Stoppa-Zugang vor allem intraoperative Gefäßverletzungen eine relevante Gefahrenquelle darstellen. Der ilioinguinale Zugang zeigt ein insgesamt günstigeres Sicherheitsprofil, bleibt jedoch nicht frei von nervalen Komplikationen.

Diese Ergebnisse unterstreichen die Notwendigkeit einer sorgfältigen individuellen Therapieentscheidung. Die Wahl des Zugangswegs sollte stets unter Berücksichtigung der Frakturausprägung, der allgemeinen Risikofaktoren und des funktionellen Anspruchs

des Patienten erfolgen. Ziel muss es sein, Komplikationen zu minimieren und gleichzeitig das bestmögliche funktionelle Ergebnis zu erzielen.

Bei dieser Studie ist kritisch zu berücksichtigen, dass bei der Auswertung der Qualitätsscores bestehende Vorerkrankungen nicht einbezogen wurden und diese Scores überwiegend subjektive Zustände widerspiegeln. Eine Ausnahme bildet der Harris Hip Score, der vom ärztlichen Personal ausgefüllt wurde. Hierbei zeigte sich kein signifikanter Einfluss von Vorerkrankungen auf die postoperative Kraftentwicklung. Dennoch muss angemerkt werden, dass lediglich die Funktionalität der Beine untersucht wurde, nicht jedoch der allgemeine Gesundheitszustand der Patienten.

Zudem konnten ausschließlich Patienten untersucht werden, die mobil genug waren, unsere Klinik aufzusuchen. Patienten, die infolge der Fraktur nahezu immobil geworden oder verstorben waren, konnten nicht in die Studie einbezogen werden. Dies bedeutet, dass ein bedeutender Teil der Betroffenen nicht erfasst, untersucht oder ausgewertet wurde, was die Aussagekraft der Ergebnisse einschränkt.

Ein weiterer kritischer Aspekt ist, dass möglicherweise nicht alle peri- und postoperativen Komplikationen vollständig oder angemessen dokumentiert wurden. Dies könnte dazu geführt haben, dass bestimmte Komplikationen in der Auswertung unberücksichtigt blieben und die Ergebnisse somit nicht das vollständige Komplikationsspektrum widerspiegeln.

5. Zusammenfassung

Die vorliegende Studie untersucht die funktionellen und klinischen Ergebnisse nach konservativer und operativer Behandlung von Acetabulumfrakturen unter besonderer Berücksichtigung der unterschiedlichen operativen Zugangswege. Ziel war es, den Einfluss der Therapieform auf Muskelkraft, Beweglichkeit, Komplikationsraten sowie patientenbezogene Outcome-Parameter zu analysieren. Dabei zeigte sich, dass die postoperative Kraft der Hüftbeugemuskulatur weitgehend unabhängig vom gewählten Zugangsweg oder einer konservativen Behandlung wiederhergestellt wird.

Im Gegensatz zur Kraftentwicklung ergaben sich deutliche Unterschiede in der postoperativen Beweglichkeit. Während beim ilioinguinalen Zugang und bei konservativ behandelten Patienten keine relevanten Einschränkungen festgestellt wurden, zeigten sich beim Kocher-Langenbeck- und Stoppa-Zugang signifikante Bewegungslimitierungen. Beim Kocher-Langenbeck-Zugang betraf dies die Innenrotation, beim Stoppa-Zugang sowohl die Flexion als auch die Innenrotation. Diese Unterschiede lassen sich auf die anatomischen und chirurgischen Besonderheiten der jeweiligen Zugänge zurückführen, wie die Ablösung der Außenrotatoren beim Kocher-Langenbeck- oder die Spaltung des M. iliopsoas beim Stoppa-Zugang.

Die Wahl des operativen Zugangswegs hat somit einen entscheidenden Einfluss auf die postoperative Beweglichkeit des Hüftgelenks. Der ilioinguinale Zugang zeigte die günstigsten funktionellen Ergebnisse, während der Stoppa-Zugang mit stärkeren Einschränkungen assoziiert war. Konservative Behandlungsstrategien erwiesen sich, sofern indiziert, als funktionell gleichwertig und teilweise sogar überlegen. Diese Erkenntnisse sind sowohl für die präoperative Planung als auch für die Aufklärung der Patienten von hoher Relevanz, um individuelle Therapieentscheidungen zu fördern und realistische Erwartungen hinsichtlich des funktionellen Outcomes zu ermöglichen.

Darüber hinaus zeigte sich eine enge Korrelation zwischen dem Grad der Invasivität des Eingriffs, der subjektiven Zufriedenheit der Patienten sowie der Dauer der Arbeitsunfähigkeit. Konservative Behandlungen und Eingriffe über den ilioinguinalen Zugang führten zu den höchsten Zufriedenheitsraten und einer kürzeren

Rekonvaleszenzzeit, während Patienten nach Stoppa-Zugang die längste Ausfallzeit und die geringste Zufriedenheit aufwiesen. Insgesamt wiesen operative Verfahren erwartungsgemäß höhere Komplikationsraten auf, die jedoch zugangsabhängig variierten: Beim Kocher-Langenbeck-Zugang standen sensomotorische Ausfälle und Infektionen im Vordergrund, beim Stoppa-Zugang Gefäßverletzungen, und beim ilioinguinalen Zugang vor allem sensible Störungen durch Irritation des N. cutaneus femoris lateralis.

Diese zugangsspezifischen Risiken verdeutlichen die Notwendigkeit einer sorgfältigen präoperativen Indikationsstellung und einer individuellen Auswahl des Zugangswegs. Die Entscheidung sollte nicht ausschließlich auf operativ-technischen, sondern auch auf funktionellen und patientenorientierten Kriterien basieren.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Wahl des Behandlungsverfahrens und des operativen Zugangswegs maßgeblich das funktionelle und klinische Ergebnis nach Acetabulumfrakturen beeinflusst. Konservative Therapieansätze und der ilioinguinale Zugang bieten bei entsprechender Indikation die besten funktionellen Ergebnisse und die niedrigsten Komplikationsraten. Der Kocher-Langenbeck- und insbesondere der Stoppa-Zugang sind mit höheren Risiken und funktionellen Einschränkungen verbunden, bleiben jedoch bei komplexen Frakturen unverzichtbare chirurgische Optionen. Die Ergebnisse dieser Studie unterstreichen die Bedeutung einer individualisierten, evidenzbasierten Therapieentscheidung sowie einer gezielten, frühzeitig eingeleiteten Rehabilitation, um langfristig die bestmögliche Funktionalität, Mobilität und Lebensqualität der Patientinnen und Patienten zu gewährleisten.

6. Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	A.p.-Aufnahme	15
Abb. 2:	Ala-Aufnahme	16
Abb. 3:	Obturator-Aufnahme 45°	16
Abb. 4:	Schematische Darstellung des Kocher-Langenbeck-Zugangs	21
Abb. 5:	Schematische Darstellung des ilioinguinalen Zugangs mit den 3 Fenstern	24
Abb. 6:	Schematische Darstellung des Stoppa-Zugangs	27
Abb. 7:	Schematische Darstellung der Lage der verschiedenen vorderen Zugänge zur Hüftgelenkspfanne	30
Abb. 8:	Oben: Vorderseite des Kraftmessgerätes Unten: Rückseite des Kraftmessgerätes PCE-FB-Serie vom Typ FB2k der PCE Deutschland GmbH	48
Abb. 9:	Oben: Position des Patienten bei der Kraftmessung im Sitzen. Unten: Position des Patienten bei der Kraftmessung im Liegen. Der Patient wird gebeten, die untere Stange mit jeweils einem Bein nach oben in Pfeilrichtung zu drücken	49
Abb. 10:	Geschlechterverteilung der Patienten, die zwischen 2008 und 2017 in der Uniklinik an einer Acetabulumfraktur versorgt worden sind. Abgebildet ist die Anzahl der Patientinnen und Patienten in Abhängigkeit des Geschlechtes.	50

Abb. 11:	Altersverteilung der Patienten bei Einweisung, die zwischen 2008 und 2017 in der Uniklinik an einer Acetabulumfraktur versorgt worden sind. Abgebildet ist die Anzahl der Patientinnen und Patienten aufgeteilt in Altersgruppen.	51
Abb. 12:	Vorstellung in der Klinik, aufgeteilt in 4 verschiedenen Gruppen	52
Abb. 13:	Anzahl der Patienten, die zwischen 2008 und 2017 an einer Acetabulumfraktur an der Uniklinik Bonn behandelt wurden. Dargestellt ist die Anzahl der behandelten Fälle pro Jahr	52
Abb. 14:	Anzahl der Patienten, die zwischen 2008 und 2017 an einer Acetabulumfraktur an der Uniklinik Bonn behandelt wurden. Dargestellt ist die Anzahl der Patienten aufgeteilt nach Unfallmechanismus.	53
Abb. 15:	Schnitt-Naht-Zeit der operativen Versorgung der Acetabulumfrakturen in Minuten aufgeteilt nach Zugangsweg	56
Abb. 16:	Klassifikation der versorgten Acetabulumfrakturen aufgeteilt nach Therapieverfahren (konservativ vs. verschiedene Zugangswege)	60
Abb. 17:	Harris Hip Score	61
Abb. 18:	XSFMA-Score	62
Abb. 19:	Lequesne Score	63
Abb. 20:	BDI-Score	64

Abb. 21:	HADS-Score	64
Abb. 22:	Kraft in Newton	71
Abb. 23:	Statistisches Bundesamt- Bund Länder Demografie Portal Altersstruktur der Bevölkerung 1950-2060	74

7. Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Anzahl der Patienten, die zwischen 2008 und 2017 an einer Acetabulumfraktur an der Uniklinik Bonn behandelt wurden. Dargestellt ist die Anzahl der Patienten (%) aufgeteilt nach Versorgungsform der Acetabulumfrakturen	54
Tab. 2:	Mittlere stationäre Liegedauer aufgeteilt nach Therapieverfahren (konservativ vs. operativ). Operative Versorgung in verschiedene Zugänge unterteilt	55
Tab. 3:	Vergleich nach Signifikanz der mittleren stationären Liegedauer aufgeteilt nach Therapieverfahren (konservativ vs. operativ). Operative Versorgung in verschiedene Zugänge unterteilt	55
Tab. 4:	Operative Zeit in Minuten aufgeteilt nach Zugangswegen (Schnitt-Naht-Zeit)	56
Tab. 5:	Vergleich nach Signifikanz der mittleren operativen Zeit (Schnitt-Naht-Zeit), aufgeteilt nach Zugangswegen	57
Tab. 6:	Deskriptive Auswertung der Probanden nach verschiedenen Parametern aufgeteilt nach Zugangswegen	58-59
Tab. 7:	Ergebnisse der verschiedenen Qualitätsscores und der dazugehörige p-Wert	61
Tab. 8:	Postoperative Freiheitsgrade der Hüftbeweglichkeit nach operativer Versorgung über den ilioinguinalen Zugang	65
Tab. 9:	Postoperative Freiheitsgrade der Hüftbeweglichkeit nach operativer Versorgung über den Kocher-Langenbeck-Zugang	66

Tab. 10:	Postoperative Freiheitsgrade der Hüftbeweglichkeit nach Wahl des Stoppa-Zugang	67
Tab. 11:	Posttherapeutische Freiheitsgrade der Hüftbeweglichkeit nach konservativer Versorgung	68
Tab. 12:	Postoperative Komplikationen aufgeteilt nach den verschiedenen Therapieoptionen	69
Tab. 13:	Vergleich der Kraft der verschiedenen Therapieverfahren in der Position 1 (gesunde Seite sitzend)	72
Tab. 14:	Vergleich der Kraft der verschiedenen Therapieverfahren in Position 2 (frakturierte Seite sitzend)	72
Tab. 15:	Vergleich der Kraft der verschiedenen Therapieverfahren in Position 3 (gesunde Seite liegend)	73
Tab. 16:	Vergleich der Kraft der verschiedenen Therapieverfahren in Position 4 (frakturierte Seite liegend)	73

8. Literaturverzeichnis

AO Foundation. Acetabulum [Internet]. Acetabulum. [cited 2025 Aug 20] Available from: <https://surgeryreference.aofoundation.org/orthopedic-trauma/adult-trauma/acetabulum>

Aust G, Engele J, Kirsch J, Mayerhofer A, Mense S, Salvetter J, Schulte E, Schultz C, Wennemuth G, Wolff W, Wurzingler LJ, Zilch HG. Duale Reihe Anatomie. 6., vollständig überarbeitete Auflage. Stuttgart: Georg Thieme Verlag KG, 2025

Baumbach K. Nachuntersuchungsergebnisse und Beurteilung der Lebensqualität von Patienten mit Beckenring- und Acetabulumfrakturen. Staats- und Universitätsbibliothek Hamburg Carl von Ossietzky, 2011

Beck AT, Ward CH, Mendelson M, Mock J, Erbaugh J. An inventory for measuring depression. Arch Gen Psychiatry. 1961; 4: 561–571

Bible JE, Wegner A, McClure DJ, Kadakia RJ, Richards JE, Bauer JM, Mir HR. One-year mortality after acetabular fractures in elderly patients presenting to a level-1 trauma center. J Orthop Trauma. 2014; 28: 154–159

Briffa N, Pearce R, Hill AM, Bircher M. Outcomes of acetabular fracture fixation with ten years' follow-up. J Bone Joint Surg Br. 2011; 93-B: 229–236

Cole JD, Bolhofner BR. Acetabular fracture fixation via a modified Stoppa limited intrapelvic approach. Description of operative technique and preliminary treatment results. Clin Orthop Relat Res. 1994; 112–123

Daum WJ, Scarborough MT, Gordon W, Uchida T. Heterotopic ossification and other perioperative complications of acetabular fractures. J Orthop Trauma. 1992; 6: 427–432

Dawson-Amoah K, Raszewski J, Duplantier N, Waddell BS. Dislocation of the hip: a review of types, causes, and treatment. Ochsner J. 2018; 18: 242–252

Engsberg JR, Steger-May K, Anglen JO, Borrelli J. An analysis of gait changes and functional outcome in patients surgically treated for displaced acetabular fractures. J Orthop Trauma. 2009; 23: 346–353

Erichsen C, Perl M, Woltmann A. Klassifikation von Azetabulumfrakturen und prinzipielle Zugangswege. Orthopädie und Unfallchirurgie up2date. 2016; 11: 612–615

Ferguson TA, Patel R, Bhandari M, Matta JM. Fractures of the acetabulum in patients aged 60 years and older: an epidemiological and radiological study. J Bone Joint Surg Br. 2010; 92-B: 250–257

Fröber R. Funktionelle Anatomie des proximalen Femurs. OP-Journal. 2002; 18: 86–90

Gänsslen A, Müller M, Nerlich M. Azetabulumfrakturen. Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag, 2016

Giannoudis PV, Grotz MRW, Papakostidis C, Dinopoulos H. Operative treatment of displaced fractures of the acetabulum: a meta-analysis. J Bone Joint Surg Br. 2005; 87: 2–9

Hirvensalo E, Lindahl J, Böstman O. A new approach to the internal fixation of unstable pelvic fractures. Clin Orthop Relat Res. 1993; 28–32

Hoge S, Rednam M, Chauvin BJ. Acetabular fractures. StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2025: [cited 2025 Aug 11] Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK544315/>

Johnson EE. The life and contributions of Emile Letournel, MD, 1927–1994. J Orthop Trauma. 2019; 33: Sii–Siii

Kaelin A, editor. Chirurgische Techniken in Orthopädie und Traumatologie. 6: Beckenring und Hüfte / hrsg. von André Kaelin. 1. Aufl. München Jena: Urban & Fischer, 2005

Kammerlander C. Operative Versorgung von Acetabulumfrakturen im Alter: Prothese oder Osteosynthese? [Internet]. Universimed. 2018: [cited 2025 Aug 11] Available from: <https://www.universimed.com/ch/article/orthopaedie-traumatologie/operative-versorgung-von-acetabulumfrakturen-im-alter-prothese-oder-osteosynthese-2104235>

Keel MJB, Bastian JD, Böhler L, Siebenrock K-A. Anteriore Zugänge zum Acetabulum. Unfallchirurg. 2013; 116: 213–220

Kloen P, Siebenrock KA, Ganz R. Modification of the Ilioinguinal Approach. *J Orthop Trauma*. 2002; 16: 586–593

Laird A, Keating JF. Acetabular fractures: a 16-year prospective epidemiological study. *J Bone Joint Surg Br*. 2005; 87-B: 969–973

Lehmann W, Fensky F, Hoffmann M, Rueger J. Der Stoppa-Zugang zur Versorgung von Azetabulumfrakturen. *Z Orthop Unfall*. 2014; 152: 435–437

Leitlinie Z. S3-Leitlinie Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung [Internet]. [cited 2025 Aug 20]. Available from: <https://www.awmf.org/leitlinien>

Letournel E. Acetabulum fractures: classification and management. *Clin Orthop Relat Res*. 1980; 151: 81–106

Letournel E. The treatment of acetabular fractures through the ilioinguinal approach. *Clin Orthop Relat Res*. 1993; 292: 62–76

Ludwig F-J, Melzer Ch, Grimmig H, Daalman HH. Kulturelle Adaptation des Lequesne-Index für Hüft- und Kniegelenkserkrankungen im deutschen Sprachraum. *Rehabilitation (Stuttg)*. 2002; 41: 249–257

Lunsjo K, Tadros A, Hauggaard A, Blomgren R, Kopke J, Abu-Zidan FM. Associated injuries and not fracture instability predict mortality in pelvic fractures: a prospective study of 100 patients. *J Trauma*. 2007; 62: 687–691

Moed BR, Carr SEW, Watson JT. Open reduction and internal fixation of posterior wall fractures of the acetabulum. *Clin Orthop Relat Res*. 2000; 377: 57–67

Möller T, Hrsg. Röntgennormalbefunde [Internet]. 4th ed. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 2003: [cited 2025 Aug 20]. Available from: <http://www.thieme-connect.de/DOI/DOI?10.1055/b-002-15435>

Müller-Mai C, Ekkernkamp A, Hrsg. Frakturen auf einen Blick [Internet]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2015: [cited 2025 Aug 20]. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-27429-9>

Perl M, von Rüden C, Wenzel L, Bühren V, Hungerer S. Acetabulumfraktur – Prothesenversorgung wann und wie? Wie sind die Resultate? Trauma Berufskrankh. 2017; 19: 141–147

Platzer W, Shiozawa-Bayer T. Taschenatlas Anatomie, Band 1: Bewegungsapparat. 12. aktualisierte Auflage. Stuttgart: Thieme, 2018

Ponsen K-J, Joosse P, Schigt A, Goslings CJ, Luitse JSK. Internal fracture fixation using the Stoppa approach in pelvic ring and acetabular fractures: technical aspects and operative results. J Trauma. 2006; 61: 662–667

Römer M, Wittner B. Klassifikation von Azetabulumfrakturen. OP-Journal. 2003; 19: 151–155

Rommens PM. Der ilioinguinale Zugang bei Azetabulumfrakturen. Oper Orthop Traumatol. 2002; 14: 193–204

Rommens PM, Broos PL, Vanderschot P. Vorbereitung und Technik der operativen Behandlung von 225 Acetabulumfrakturen. Unfallchirurg. 1997; 100: 338–348

Ruchholtz S, Bücking B, Schulz R-J, Hrsg. Alterstraumatologie [Internet]. 1st ed. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 2016: [cited 2025 Aug 11]. Available from: <http://www.thieme-connect.de/DOI/DOI?10.1055/b-003-126992>

Ruchholtz S, Wirtz DC, Berdel P, Hrsg. Orthopädie und Unfallchirurgie essentials: Intensivkurs zur Weiterbildung. 3., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 2019

Schäffler A, König B, Feinauer B, Freude T, Stöckle U, Stuby F. Auswirkungen einer Beckenringverletzung auf die Erwerbsfähigkeit. Z Orthop Unfall. 2016; 155: 67–71

Scharf H-P, Rüter A, Pohlemann T, Marzi I, Kohn D, Günther K-P, Hrsg. Orthopädie und Unfallchirurgie: Facharztwissen nach der neuen Weiterbildungsordnung. 2. unveränderte Auflage. München: Urban & Fischer in Elsevier, 2018

Schienkiewitz A, Kuhnert R, Blume M, Mensink GBM. Übergewicht und Adipositas bei Erwachsenen in Deutschland – Ergebnisse der Studie GEDA 2019/2020-EHIS. Robert Koch-Institut, 2022 [cited 2025 Aug 22]. Available from: <https://edoc.rki.de/handle/176904/10231>

Schmidt-Rohlfing B, Reilmann H, Pape H-C. Azetabulumfraktur: Diagnostik und Versorgungsstrategien. Unfallchirurg. 2010; 113: 217–229

Schünke M. Prometheus. Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem. 5. vollständig überarbeitete Auflage. Stuttgart New York: Georg Thieme Verlag, 2018

Siebenrock K-A, Tannast M, Bastian JD, Keel MJB. Posteriore Zugänge zum Acetabulum. Unfallchirurg. 2013; 116: 221–226

Southwell-Keely JP, Russo RR, March L, Cumming R, Cameron I, Brnabic AJM. Antibiotic prophylaxis in hip fracture surgery: a metaanalysis. Clin Orthop Relat Res. 2004; 419: 179–184

Speer K. Einfluss von Frakturklassifikation und operativem Zugangsweg auf das klinisch-radiologische Outcome und die subjektive Lebensqualität nach operativ versorgter Acetabulumfraktur. Dissertationsschrift aus der Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg, 2015

Tschauner C, Wirth CJ, Zichner L, Aigner RM, Anderhuber F, Beck M, et al. Orthopädie und orthopädische Chirurgie. In: Beckan B, Hüfte H, Hrsg. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 2004

Wollmerstedt N. Evaluierung der Kurzversion des Funktionsfragebogens Bewegungsapparat XSMFA-D. Dissertationsschrift aus der Medizinischen Fakultät der Universität Freiburg (Breisgau), 2005

Zigmond AS, Snaith RP. The hospital anxiety and depression scale. Acta Psychiatr Scand. 1983; 67: 361–370

Zinghi G, Moroni A. Fratture dell'acetabolo. EMC Tech Chir Chir Ortop. 2005; 1: 1–18

9. Erklärung zum Eigenanteil

Die Arbeit wurde in der Uniklinik Bonn in der Klinik und Poliklinik für Orthopädie und Unfallchirurgie unter Betreuung von PD Dr. Kristian Welle durchgeführt. Die Konzeption der Studie und der Arbeit erfolgte in Zusammenarbeit mit PD Dr. Kristian Welle. Die sämtlichen Analysen wurden von mir durchgeführt und die zuvor durchgeführten Untersuchungen in Zusammenarbeit mit PD Dr. Kristian Welle durchgeführt.

Das zur Auswertung verwendete Datenmaterial wurde eigenständig durch mich generiert. Die statistische Auswertung erfolgte ebenfalls eigenständig durch mich. Bei der Erstellung dieser Arbeit verwendete ich ChatGPT, um die Lesbarkeit und Sprache des Manuskripts zu verbessern. Nach der Verwendung dieses Tools habe ich die entsprechenden Passagen selbstverständlich überprüft und bearbeitet und übernehme die volle Verantwortung für den Inhalt der veröffentlichten Dissertationsschrift.

Ich versichere, die Dissertationsschrift selbstständig verfasst zu haben und keine weiteren als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet zu haben.

10. Danksagung

Mein besonderer Dank gilt

Herrn PD Dr. Kristian Welle, der durch sein Vertrauen und seine Unterstützung diese Arbeit erst möglich gemacht hat. Seine fachliche Begleitung und sein offenes Ohr haben mir während der Promotion wertvolle Impulse und Sicherheit gegeben.

Von Herzen danken möchte ich vor allem meiner Familie: meinen Eltern und meinen Geschwistern. Ihr seid meine größte Stütze – durch eure bedingungslose Liebe, eure Geduld und euren Glauben an mich habt ihr mir in schwierigen Momenten Halt gegeben und mich immer wieder motiviert, meinen Weg weiterzugehen. Ohne eure Rückendeckung wäre dieser Erfolg nicht möglich gewesen.