

Aus dem Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf

Klinik und Poliklinik für Orthopädie

Direktor: Prof. Dr. med. Wolfgang Rüther

**Operative Therapie von Gluteus medius Rupturen unter
Verwendung eines nichtresorbierbaren Patches**

Eine retrospektive und vergleichende Studie

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin der
Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg

vorgelegt von

Braun, Lukas

aus Ludwigsburg

Hamburg 2019

**Angenommen von der Medizinischen Fakultät
der Universität Hamburg am: 07.08.2019**

**Veröffentlicht mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der
Universität Hamburg**

Prüfungsausschuss, der/ die Vorsitzende: Prof. Dr. Wolfgang Rüther

Prüfungsausschuss, 2. Gutachter/ in: Prof. Dr. Karl-Heinz Frosch

Inhaltsverzeichnis

1.	Arbeitshypothese und Fragestellung.....	5
2.	Einleitung	6
2.1	Anatomie der Hüftabduktoren.....	6
2.1.1	Gluteus Medius.....	6
2.1.2	Gluteus Minimus	7
2.1.3	Tensor Fasciae Latae	8
2.2	Rupturen des Gluteus medius und minimus.....	8
2.2.1	Ätiopathogenese der Ruptur	8
2.2.2	Inzidenz.....	9
2.2.3	Einteilung.....	10
2.3	Diagnostik der Gluteus medius Rupturen	11
2.3.1	Klinische Untersuchung	11
2.3.2	Diagnostik	12
2.4	Therapie von Gluteus Medius Rupturen	15
2.4.1	Konservative Therapie.....	15
2.4.2	Operative Therapie.....	15
2.4.2.1	Arthroskopische Verfahren	15
2.4.2.2	Offene Verfahren.....	18
2.4.2.3	Muskelverschiebeplastiken	22
3.	Material und Methoden	26
3.1	Patientenkollektiv.....	26
3.2	Radiologische Testverfahren	26
3.3	Operationsverfahren	27
3.4	Klinische Testverfahren	28
3.5	Statistische Testverfahren	28
4.	Ergebnisse.....	29
5.	Diskussion	31

6. Zusammenfassung.....	35
7. Abstract.....	36
8. Literaturverzeichnis	37
9. Anhang.....	42
9.1 Modifizierter Harris Hip Score (mHHS).....	42
9.2 Visuelle Analogskala (VAS)	43
9.3 British Medical Research Council Scale (MRC)	44
9.4 Abkürzungsverzeichnis	44
10. Lebenslauf.....	46
11. Danksagung	47
12. Eidesstattliche Erklärung	48

1. Arbeitshypothese und Fragestellung

Die von Fink [Fink 2012] beschriebene Operationstechnik ist ein geeignetes Verfahren zur Versorgung von Massenrupturen des Gluteus Medius.

Anhand eines Patientenkollektivs von 30 (28 Frauen, 2 Männer, Alter $76,8 \pm 4,3$ Jahre) mit einem Follow-up von $46,8 \pm 23,1$ Monate (24-101 Monate) wurde das postoperative Ergebnis untersucht.

Schmerz, Kraftgrad und Funktion des Hüftgelenks wurden auf Basis des modifizierten Harris Hip Score (mHHS) [Harris 1969, Smith et al. 2012], der Visuellen Analogskala (VAS) und des British Research Council Scale (MRC) [Riddoch et al. 1942], prä- sowie postoperativ erhoben.

Eine präoperative Magnetresonanztomographie der betroffenen Hüfte wurde bei allen Patienten als diagnostisches Mittel der Wahl sowie zur Bestimmung des Verfettungsgrads der Glutealmuskulatur durchgeführt.

Folgende Fragen sollten beantwortet werden:

Ist die Rekonstruktion nach Fink 2012 [Fink 2012] von Gluteus Medius Rupturen unter Verwendung eines nichtresorbierbaren Patches ein geeignetes Verfahren und wie sind die Ergebnisse bezüglich Schmerz, Kraftgrad und Funktion des Hüftgelenks?

Ist das Funktionelle postoperative Ergebnis abhängig vom präoperativen Verfettungsgrades der Muskulatur?

Wie ist das Ergebnis im Kontext zu anderen operativen Verfahren wie arthroskopischen Verfahren, offenen Verfahren oder Muskelverschiebeplastiken, einzuordnen?

2. Einleitung

2.1 Anatomie der Hüftabduktoren

Der Gluteus Medius (GMed), Gluteus Minimus (GMin) sowie der Tensor Fasciae Latae (TFL) werden als Gruppe der Hüftabduktoren bezeichnet [Flack et al. 2014].

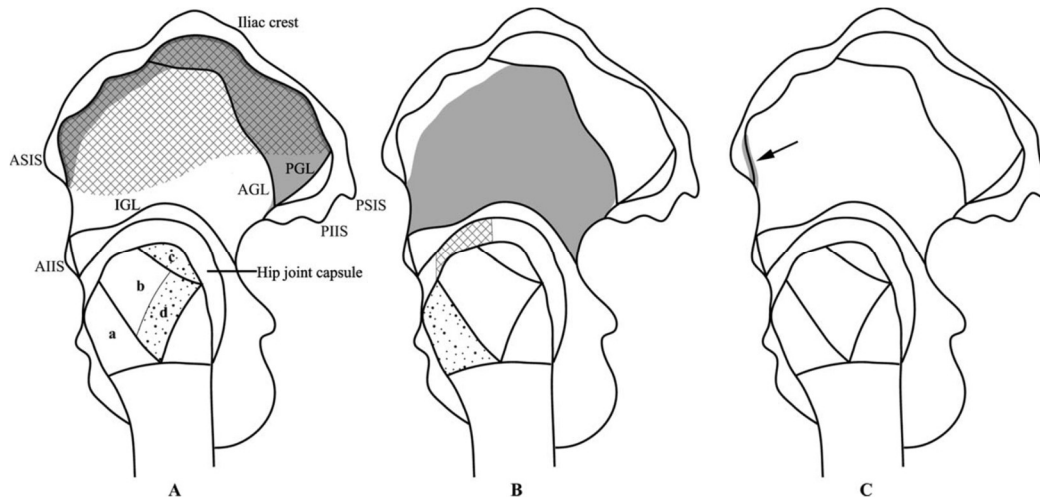


Abb 1: Ursprünge und Ansätze der Hüftabduktoren, A Ursprung des GMed am Os ilium und unterem Anteil des Beckenkamms (grau), Glutealaponeurose (Schraffierung) und Ansatz am Trochanter major (gepunktet) [Flack et al. 2014]. B Knöcherner Ursprung des GMin am Os ilium (grau), Ansatz an der Hüftgelenkscapsel (Schraffierung) sowie Ansatz am Trochanter major [Flack et al. 2014]. C Ursprung des TFL an der Spina iliaca anterior superior (grau, Pfeil) [Flack et al. 2014]. Abbkürzungen: AGL, vordere Gluteallinie; AIIS, Spina iliaca anterior inferior; ASIS, Spina iliaca anterior superior; IGL, untere Gluteallinie; PGL, hintere Gluteallinie; PIIS, Spina iliaca posterior inferior; PSIS, Spina iliaca posterior superior; a, vorderer Aspekt; b seitlicher Aspekt; c, hinterer oberer Aspekt; d hinterer Aspekt (Einteilung nach Pfirman [Pfirrmann et al. 2001])

2.1.1 Gluteus Medius

Der GMed ist ein gebogener, fächerförmiger Muskel. Er entspringt an der Facies glutea des Os ilium und inseriert an der seitlichen Fläche des Trochanter major (GT). Der Muskel hat drei Anteile: einen vorderen, mittleren und hinteren Teil. Der Ansatz des GMed am GT kann in zwei Aspekte aufgeteilt werden. Den oberen hinteren und den seitlichen Aspekt [Fink 2012, Robertson et al. 2008]. Die vorderen Fasern und ein Großteil der mittleren Fasern des GMed inserieren im Bereich des seitlichen Aspekts des Trochanter major. Die hinteren Fasern, sowie die übrigen Fasern des mittleren Anteils inserieren am oberen hinteren Aspekt.

Die Innervation erfolgt durch den Nervus gluteus superior.

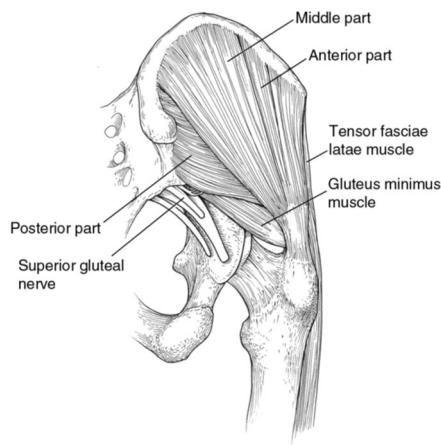


Abb 2: Darstellung der 3 Anteile des M. GMed sowie des GMin [Gottschalk et al. 1989].

Die Muskelfasern des vorderen und mittleren Anteils des GMed sind vertikal angeordnet und unterstützen die Einleitung der Abduktion sowie die Innenrotation der Hüfte. Sie wirken als Stabilisator der Hüfte in der frühen Phase des Gangzyklus [Gottschalk et al. 1989]. Der GMed ist der wichtigste Abduktor der Hüfte [Lecerf et al. 2009]. Die Muskelfasern des hinteren Anteils des GMed sind horizontal und parallel zum Schenkelhals angeordnet. Sie stabilisieren den Hüftkopf im Acetabulum und sind ein Stabilisator des Hüftgelenks während der mittleren und späten Phase des Gangzyklus [Gottschalk et al. 1989].

Kumagai et al [Kumagai et al. 1997] konnten in einer kernspintomographischen Arbeit zeigen, dass im Einbeinstand der GMed und GMin fast ausschließlich das Becken stabilisieren.

2.1.2 Gluteus Minimus

Der GMin liegt hinter dem GMed, die Muskelfasern sind gleichgerichtet zum hinteren Anteil des GMed und ebenfalls fächerförmig angeordnet. Er entspringt an der Facies glutea des Os ilium unterhalb des Ansatzes des GMed und inseriert am vorderen seitlichen Aspekts des GT sowie mit Anteilen an der Gelenkkapsel der

Hüfte [Gottschalk et al. 1989]. Die Innervation erfolgt ebenfalls durch den Nervus gluteus superior.

Er ist, wie der hintere Anteil des GMed, ebenfalls ein Stabilisator des Hüftgelenks während der mittleren und späten Phase des Gangzyklus [Gottschalk et al. 1989].

Die Hauptfunktion des GMin ist die Stabilisierung des Femurkopfes im Acetabulum. Die Straffung der Gelenkkapsel hat ebenfalls eine stabilisierende Wirkung auf das Hüftgelenk, da der GMin teilweise an der Gelenkkapsel ansetzt [Beck et al. 2000, Gottschalk et al. 1989, Kumagai et al. 1997].

2.1.3 Tensor Fasciae Latae

Der TFL entspringt an der Spina iliaca anterior superior und inseriert in den Tractus iliotibialis. Im Hüftgelenk unterstützt er die Abduktion [Flack et al. 2014]. Innerviert wird der TFL durch den Nervus gluteus inferior.

Nach Einleitung der Abduktion durch die Glutealmuskulatur wird durch den TFL die Abduktion in der Standphase gehalten und abgeschlossen [Gottschalk et al. 1989].

2.2 Rupturen des Gluteus medius und minimus

2.2.1 Ätiopathogenese der Ruptur

Schäden des Abduktionskomplexes der Hüfte können durch Degenerationen, traumatische Schädigung oder iatrogen, durch Implantation einer Hüfttotalendoprothese (HTEP), entstehen [Harrasser et al. 2016].

Das klinische Beschwerdebild von Rupturen des GMed und des GMin wird häufig durch Beschwerden im Bereich des GT auffällig. Im angloamerikanischen Sprachraum werden diese Beschwerden häufig mit dem Begriff „Greater Trochanter Pain Syndrom“ (GPTS) bezeichnet. Neben Tendinopathien des GMed

und GMin sind als Ursachen für ein GPTS eine Bursitis trochanterica sowie eine Coxa saltans möglich [Redmond et al. 2016].

Im Falle einer Ruptur gipfeln degenerative Prozesse hier in Partialrupturen des GMed im Bereich der lateralen Facette des GT (Footprint Läsion). Durch den freiliegenden GT kann sich diese nach dorsal bis hin zur Totalruptur ausbreiten [Hendry et al. 2012]. Das Freiliegen des GT kann zu chronischen Reizzuständen sowie zur Bildung osteophytärer Randbauten führen, die eine chronische Bursitis trochanterica begünstigen [Hersche 2011]. Am Anfang kommt es kompensatorisch zur Hyperthrophie des GMed im Bereich der nicht vom Riss betroffenen Anteile. Nach Erschöpfung dieses Mechanismus resultiert die Hypothrophie des GMed [Grimaldi et al. 2009]. Sowohl die Komplettruptur als auch die Hypothrophie können in einem Insuffizienzhinken resultieren.

Die Schmerzsymptomatik ist mit der Rotatorenmanschettenläsion der Schulter zu vergleichen [Bunker et al. 1997, Kagan 1999]. Eine degenerative Tendinopathie führt hier ebenfalls zu einer ähnlichen Schmerzsymptomatik.

Analog zur Schulter kann es auch an der Hüfte durch traumatische Ereignisse zur Schädigungen der Glutealsehnen kommen [Bunker et al. 1997]. Ursächlich sind vor allem Stürze mittlerer Rasanzen sowie ein direktes Anpralltrauma am GT [Harrasser et al. 2016].

Angeichts der steigenden Anzahl von HTEP Implantationen ist die iatrogene Schädigung der Glutealmuskulatur eine relevante Komplikation in unterschiedlicher Ausprägung [Hersche 2011, Wylde et al. 2011]. Als Ursache ist hier die direkte Schädigung bei direkt lateralen Zugängen auf das Hüftgelenk oder Nahtinsuffizienzen nach Reinsertion bei lateralen oder anterolateralen Zugängen [Fink 2012].

2.2.2 Inzidenz

Die Ruptur der GMed - und GMin-Muskulatur ist eine seltene sowie häufig übersehene Ursache für Schmerzen und Funktionsdefizite des Hüftgelenks [Cormier et al. 2006]. Die Erstbeschreibung der „Rotatorenmanschettenläsion der

Hüfte“ erfolgte durch Bunker et al. 1997 [Bunker et al. 1997] und wurde häufig bei älteren Frauen festgestellt [Hendry et al. 2012, Lachiewicz 2011]. Das Verhältnis Frau zu Mann beträgt 4:1 [Howell et al. 2001].

Bunker et al. [Bunker et al. 1997] sahen bei 50 Patienten mit Schenkelhalsfraktur in 22% der Fälle eine Ruptur des GMed, teilweise auch des GMin. Kingzett-Taylor et al. [Kingzett-Taylor et al. 1999] stellten bei 22 von 250 Patienten mit lateralem Hüftschmerz, Rupturen des GMed in der Magnetresonanztomographie (MRT) fest. In 8 Fällen zeigte sich eine Komplet-, in 14 Fällen eine Teilruptur. Bird et al. [Bird et al. 2001] untersuchten 24 Patienten mit Beschwerden im Bereich des GT. Davon zeigten 11 Patienten Teilrisse des GMed im MRT.

Schuh und Zeiler [Schuh und Zeiler 2003] entdeckten bei 13 von 372 Patienten (3,6%) während der Implantation einer elektiven HTEP eine reparationsbedürftige Ruptur des GMed. Alle diese Patienten wiesen eine Coxa valga antetorta auf. Cates et al [Cates et al. 2010] fanden bei 11 von 513 Patienten (1,6%) GMed Rupturen bei geplanter HTEP. Hendry et al [Hendry et al. 2012] entdeckten in 25% der Fälle bei 835 geplanten HTEPs einen Riss der Glutealsehnen mit der häufigsten Prävalenz bei Frauen fortgeschrittenen Alters.

Pfirrman et al. [Pfirrmann et al. 2005] stellten bei 22 von 39 Patienten nach HTEP mit postoperativen Beschwerden der Hüfte Degenerationen der Glutealmuskulatur im MRT fest. Im Vergleich wiesen 2 von 25 asymptomatischen Patienten nach HTEP Läsionen im Bereich der Glutealmuskulatur auf. Eine erhöhte Prävalenz zeigten zudem Patienten mit einem Zugang nach Hardinge [Baker und Bitounis 1989, Hardinge 1982, Muller et al. 2011].

2.2.3 Einteilung

Lachiewicz [Lachiewicz 2011] unterteilt die GMed Rupturen in drei Typen (Tabelle 1). Das Ausmaß der Ruptur wird von Hendry [Hendry et al. 2012] in vier Grade eingeteilt (Tabelle 2).

Tabelle 1: Typen der GMed Rupturen [Lachiewicz 2011].

Typ	Beschreibung
Typ 1	Spontanrupturen ohne Koxarthrose
Typ 2	Asymptomatische Rupturen nach Hüfttotalendoprothesenimplantation
Typ 3	Symptomatische Rupturen nach totalendoprothetischem Ersatz

Tabelle 2: Einteilung der GMed Rupturen [Hendry et al. 2012].

Grad	Beschreibung
Grad 0	Normaler Muskel
Grad 1	Partialruptur GMed, Querschnitt $< 2\text{cm}^2$
Grad 2	Partialruptur GMed mit anteriorer Desinsertion am GT, Querschnitt $> 2\text{cm}^2$
Grad 3	Totalruptur GMed und GMin
Grad 4	Totalruptur GMed und GMin mit Hüftkapseldefekt

2.3 Diagnostik der Gluteus medius Rupturen

2.3.1 Klinische Untersuchung

Typisch für Affektionen der Hüftabduktoren, insbesondere GMed Rupturen, sind Schmerzen im Bereich des GT [Flack et al. 2014] sowie funktionelle Defizite im Bereich der Hüfte, die trotz konservativer Therapiemaßnahmen fortbestehen. Bewyer und Chen [Bewyer und Chen 2005] bezeichneten den Trendelenburgtest als denjenigen mit der höchsten Spezifität und Sensitivität. Ein vermehrt außenrotiertes Bein in Rückenlage kann ebenfalls ein Zeichen einer Läsion des GMed sein, da der GMed ein starker Innenrotator im Hüftgelenk ist. Beim Test der Abduktion in Seitlage kann ein Kraftverlust festgestellt werden. Wichtig ist hier auf eine korrekte Seitlage des Beckens sowie ein außenrotiertes Bein zu achten, da der Gluteus Maximus (GMax) teilweise die Funktion der Abduktion kompensieren kann [Macke et al. 2017].

Lequesne et al. [Lequesne et al. 2008] entwickelten ein klinisches Verfahren zur Feststellung einer Tendinopathie des GMed und/oder GMin. Hierbei handelt es sich um zwei klinische Tests. Der Patient muss 30 Sekunden auf dem betroffenen Bein stehen. Anschließend wird der Patient in Rückenlage bei 90 Grad Flexion in Knie und Hüfte sowie Außenrotation der Hüfte aufgefordert, gegen Widerstand nach innen zu rotieren. Der Test ist bei Schmerzangabe positiv. Lequesne et al. konnten für erstgenannten Test bei 17 Patienten eine Sensitivität von 100% und eine Spezifität von 97,3% sowie für zweitgenannten Test eine Sensitivität von 88% und eine Spezifität von 97,3% feststellen [Lequesne et al. 2008].

2.3.2 Diagnostik

Eine zuverlässige Methode zur Erfassung von Läsionen des GMed ist das MRT [Lequesne et al. 2008, Muller et al. 2010, Pfirrmann et al. 2005, Twair et al. 2003]. Darüber hinaus sind eine sonographische Beurteilung der pelvitrochantären Muskulatur [Connell et al. 2003, Garcia et al. 2010], eine Arthrographie unter Fluroskopie [Fehm et al. 2010] sowie konventionelles Röntgen möglich.

Cvitanic et al. [Cvitanic et al. 2004] konnten eine hohe Genauigkeit für eine Verletzung des GMed und GMin im MRT aufzeigen mit einer Sensitivität von 91%.

Auch die fettigen Degenerationen des Muskels sind im MRT beurteilbar. Das Ausmaß der Verfettung kann mit der Klassifikation nach Quartile in 5 Typen (Tabelle 3) eingeteilt werden [Engelken et al. 2014].

Tabelle 3: Klassifikation nach Quartile [Engelken et al. 2014]

Grad der Verfettung	Beschreibung
Grad 0	Keine Verfettung
Grad 1	1-25% Fett im Muskel
Grad 2	25-50% Fett im Muskel
Grad 3	50-75% Fett im Muskel
Grad 4	75-100% Fett im Muskel

Connell et al. [Connell et al. 2003] konnten bei 53 von 75 Patienten ohne Voroperation an der Hüfte mit Schmerzen im Bereich des GT sonographisch eine Tendinopathie des GMed nachweisen. Es zeigten sich hier Teilrupturen in 16 von 53 Fällen und Totalrupturen in 9 von 53 Fällen. Bei den 22 operierten Patienten konnte die Ruptur des GMed intraoperativ nachgewiesen werden.

Garcia et al. [Garcia et al. 2010] untersuchten 34 Patienten nach primärer HTEP mit Zugang nach Hardinge [Hardinge 1982]. Sie konnten bei 4 von 8 Patienten mit Insuffizienz der Abduktoren ein sonographisches Korrelat darstellen.

Fehm et al. [Fehm et al. 2010] nutzten als bildgebende Diagnostik eine Arthrographie des Hüftgelenks. Hier wurde der Austritt von Kontrastmittel aus dem Gelenkspalt und dessen Verbreitung im Bereich des GT als indirektes Zeichen einer GMed Ruptur gedeutet.

In der konventionellen Beckenübersichtsaufnahme können enthesiopathische Ausziehungen im Bereich des Trochanter major sowie kleine Ossifikationen, Ausdruck einer Enthesiopathie (Abb. 3) und Verletzung des GMed sein [Fink 2012, Hersche 2011].

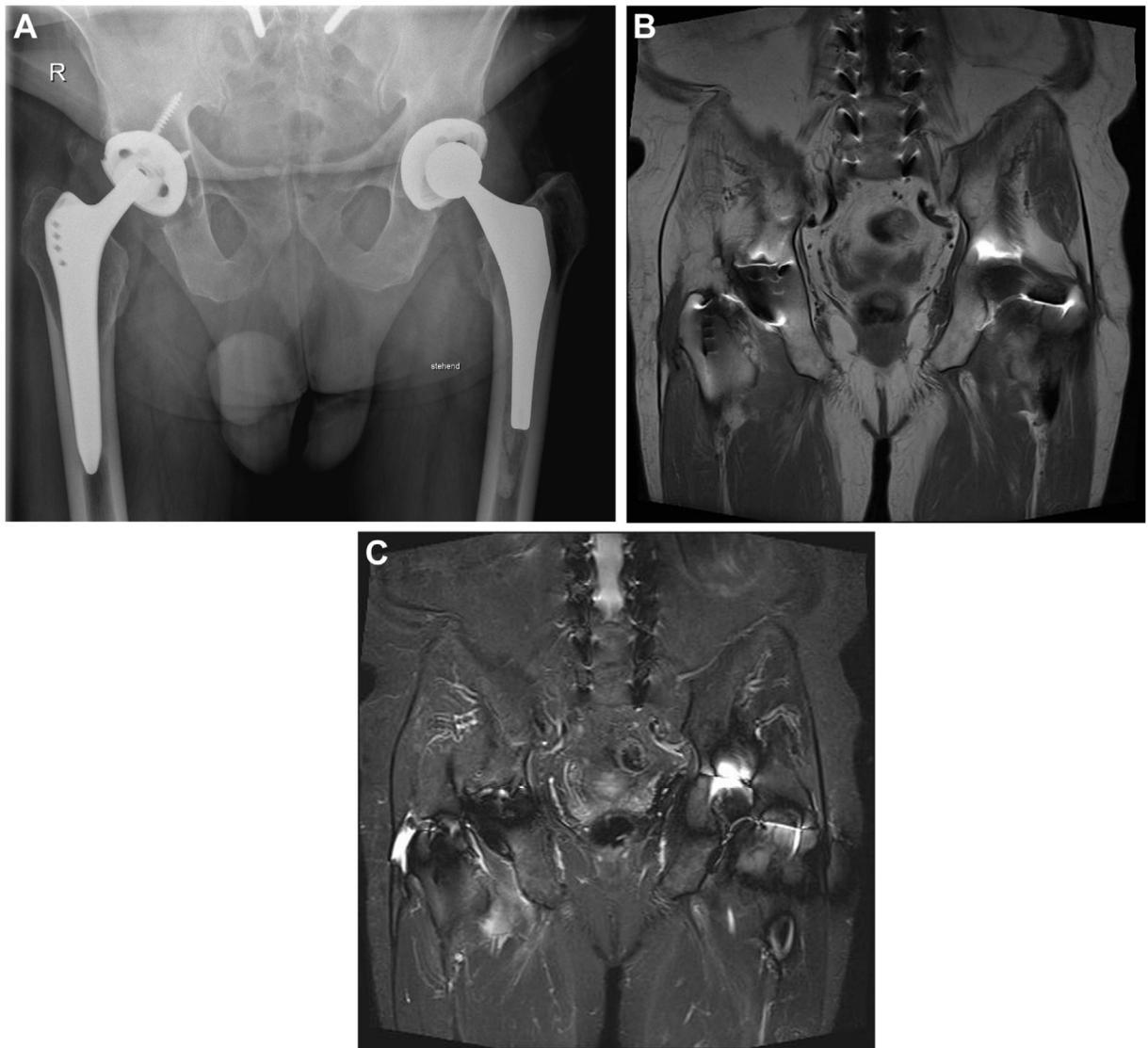


Abb. 3 A, Die Beckenübersichtsaufnahme zeigt Unregelmäßigkeiten im Bereich des Trochanter major sowie kleine Ossifikationen; B, T1 Gewichtung zeigt die Verfettung im Bereich des GMed (Quartile Grad 3); C, Die STIR Gewichtung zeigt den Riss mit Erguss im Bereich des Trochanter major [Fink und Braun 2018].

Besteht eine Glutealinsuffizienz ohne bildmorphologisches Korrelat im GMed so ist neben der Verletzung des Muskels auch ein Nervenschaden des Nervus gluteus superior in Betracht zu ziehen. Eine elektrophysiologische Untersuchung ist angezeigt. Ramesh et al [Ramesh et al. 1996] konnten nach primärer HTEP mit Zugang nach Hardinge [Hardinge 1982] einen Zusammenhang zwischen einem elektrophysiologischen Nervenschaden und einem positiven Trendelburg-Zeichen darstellen.

2.4 Therapie von Gluteus Medius Rupturen

2.4.1 Konservative Therapie

Rompe et al. [Rompe et al. 2009] beschrieben konservative Therapiemaßnahmen des sogenannten GTPS. Da es sich hier um einen unscharfen Begriff handelt, spielen neben Rissen der Glutealmuskulatur insbesondere des GMed, auch Bursitiden im Bereich des Hüftgelenks eine Rolle, wobei diese auch Ausdruck des darunter liegenden Muskelschadens sein können [LaBan et al. 2004]. Es werden eine Analgetikatherapie sowie Kräftigungsübungen unter physiotherapeutischer Anleitung beschrieben. Diese sollen vom Patienten selbstständig fortgeführt werden. Die Behandlung der Bursitiden ist mit Stoßwellentherapie oder Infiltration mit einem Corticosteroid möglich. Bei anhaltenden Beschwerden und vor allem anhaltenden funktionellen Defiziten ist die operative Therapie angezeigt.

2.4.2 Operative Therapie

2.4.2.1 Arthroskopische Verfahren

Für Teil- und kleine Rupturen des GMed sind arthroskopische Verfahren beschrieben [Alpaugh et al. 2015, Chandrasekaran et al. 2015, Domb et al. 2013, McCormick et al. 2013, Thaunat et al. 2013, Voos et al. 2009, Yanke et al. 2013].

Thaunat et al [Thaunat et al. 2013] beschreiben ein arthroskopisches Verfahren zur Versorgung von Teilrupturen des GMed. Hier wird der Patient in Seitenlage mit der Hüfte in 20 Grad Abduktion gelagert. Nach Anzeichnen des Gipfels des GT wird eine weitere Markierung für das 30 Grad Arthroskop 5 cm distal in der Achse des Oberschenkelknochens gesetzt, dazu zwei weitere Markierungen für die Arbeitszugänge proximal des lateralen Aspekts des GT. In der Arbeitshöhle wird ein kontinuierlicher Druck von 50 mmHg gehalten. Anschließend erfolgt die Eröffnung der Fascia lata 5 cm proximal und distal des Gipfels des GT mit der VAPR Elektrode (Depuy Mitek®). Nun erfolgt die Bursektomie der subtrochantären

Bursa mit dem 4,5 mm Shaver. Nach Inspektion der Ruptur und Anfrischen des Trochanter major im Bereich der Defektstelle werden nun 6,5 mm Schrauben Anker (Depuy Mitek®) nach Gewindeschnitt platziert. Es erfolgt eine U-förmige Seit-zu-Seit Naht. Bei inkomplettem Verschluss wird ein weiterer Anker platziert (Abb.4).

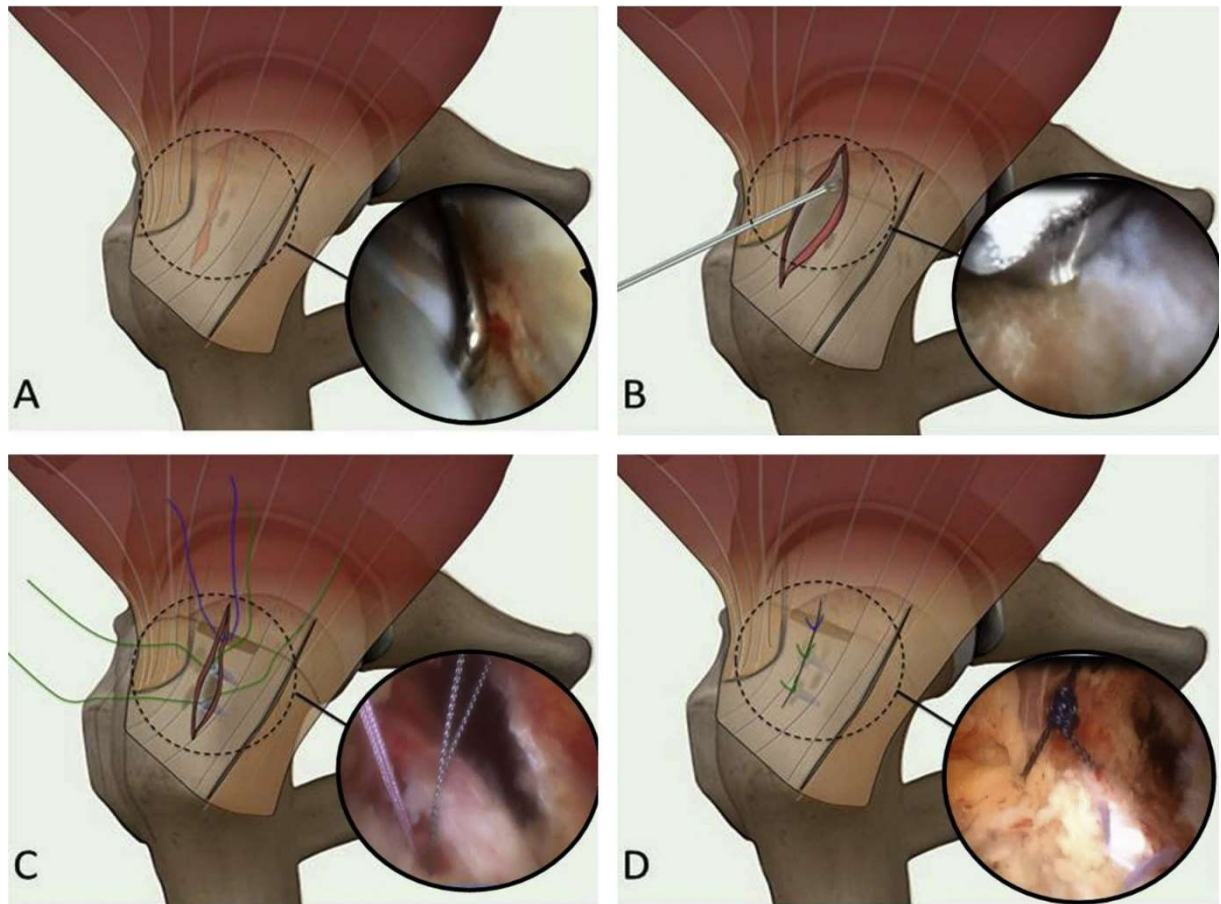


Abb. 4: A, Austasten des Defektes mit dem Haken; B, der transtendinöse Zugang ermöglicht die Resektion des Defekts und das Anfrischen des GT; C, zwei Anker ermöglichen die Seit-zu-Seit Naht der Läsion; D, Reparatur über vier U-Nähte [Thaunat et al. 2013].

Domb et al. [Domb et al. 2013] beschreiben ein arthroskopisches Verfahren bei dem Teilrupturen, ähnlich wie im vorgenannten Verfahren, durch ein transtendinöses Fenster identifiziert und unter Fluroskopie mit einem 5,5 mm biokomposit Corkscrew Anker (Arthrex®) in Seit-zu-Seit Technik fixiert werden.

Totalrupturen werden mit einer zweireihigen Naht mit Überbrückungsnahntechnik versorgt. Am proximalen lateralen Aspekt des GT werden zwei 5,5 mm biokomposit Corkscrew Anker (Arthrex®) platziert. Alle vier Äste der Anker werden unter Zuhilfenahme eines Suture Lasso (Arthrex®) mit dem proximalen Anteil der Sehne verbunden. Hierdurch können vier Matratzennähte in der proximalen Reihe der

Sehne geknüpft werden. Die distale Reihe wird mit 4,75 mm Swivel-Lock Ankern (Arthrex®) am distalen lateralen Aspekt des GT unter Mitnahme aller Nähte befestigt. Dies erhöht zusätzlich den Druck auf die übrigen Sehnennähte am Knochen (Abb. 5).

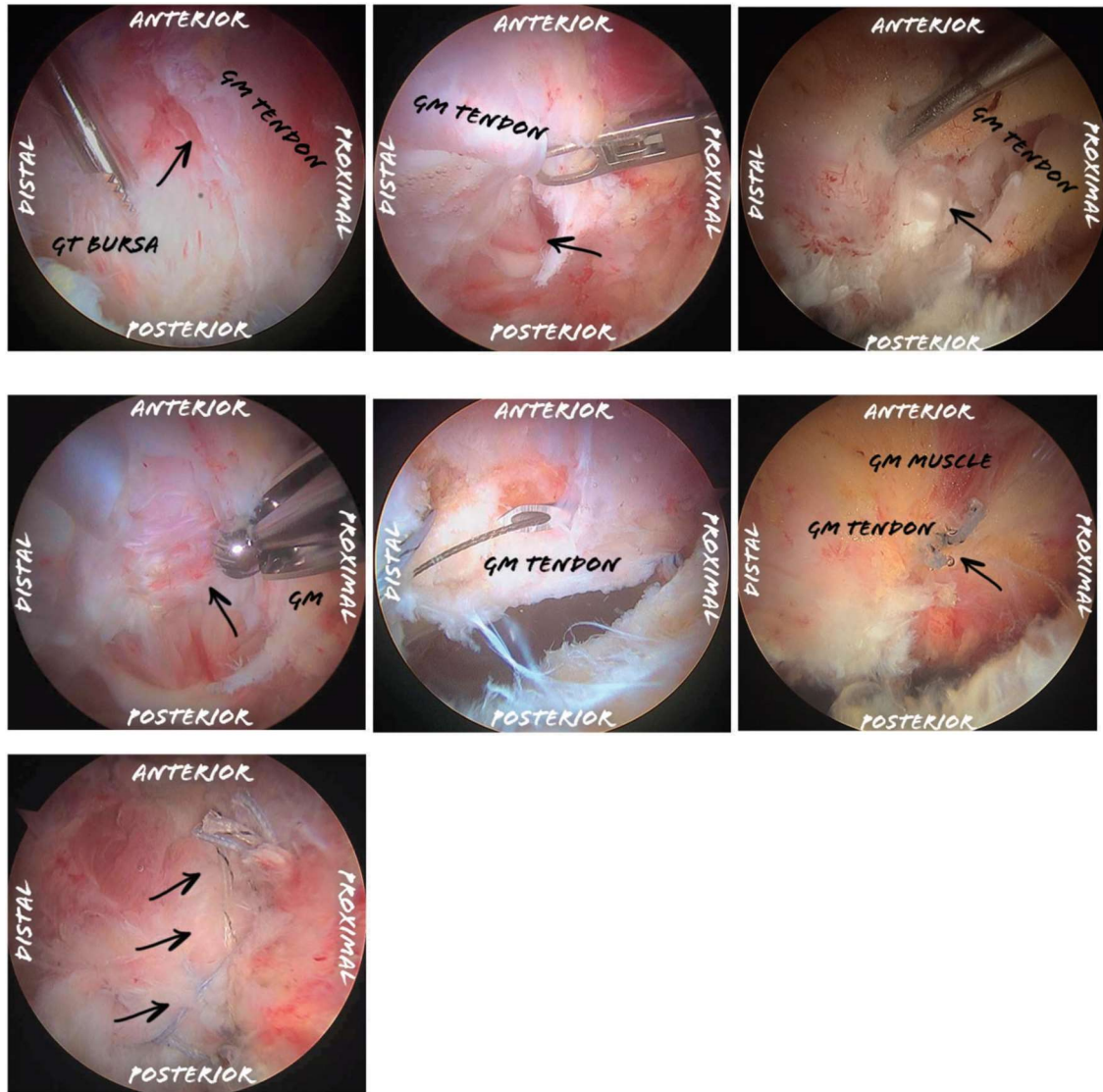


Abb. 5 Arthroskopisches Darstellen der GMed Ruptur und Naht in oben beschriebener Technik [Domb et al. 2013].

McCormick et al [McCormick et al. 2013] beschreiben ein arthroskopisches Verfahren mit ähnlicher Zugangstechnik. Hier wird die Sehne mit transossären PushLock Ankern (Arthrex®) und einer X-in-the Box Nahtkonfiguration reinseriert (Abb. 6).

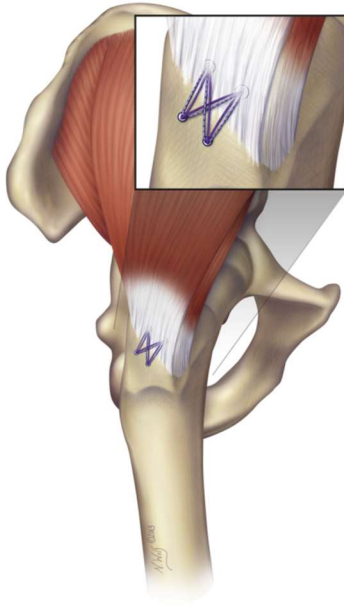


Abb. 6 Reinsertion mit PushLock Ankern (Arthrex®) und einer X-in-the Box Nahtkonfiguration [McCormick et al. 2013].

2.4.2.2 Offene Verfahren

Erstmalig beschrieben wird die offene Rekonstruktion des GMed von Bunker et al [Bunker et al. 1997] im Rahmen der endoprothetischen Versorgung von Schenkelhalsfrakturen. Sie bezeichnen diese Läsion als Rotatorenmanschettenriss der Hüfte. Der Defekt wird beim Zugang nach Hardinge [Hardinge 1982] sichtbar und befindet sich in der Regel zwischen dem anterioren und posterioren Anteil des GMed. Dieser Defekt wird mit einer intraossären Naht unter Anfrischung der Defektstelle verschlossen.

Operative Techniken für kleinere bis mittlere Rupturen [Davies et al. 2013, Makridis et al. 2014, Miozzari et al. 2010, Weber und Berry 1997]:

Miozzari et al. [Miozzari et al. 2010] beschreiben 2010 eine operative Methode in Seit-zu-Seit Nahttechnik. Nach Aufsuchen der Defektstelle wird diese mit nichtresorbierbaren transossären Nähten (Ethibond 3er Faden, Ethicon®) in einer modifizierten Masson-Allen-Naht rekonstruiert (Abb. 7).

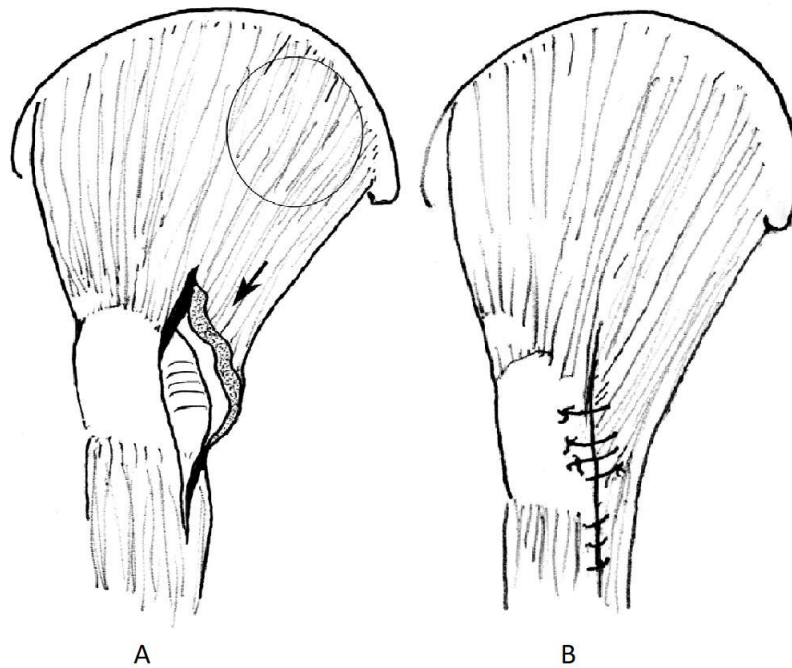


Abb. 7: A, Defektstelle im Bereich des GMed, falls notwendig werden Verklebungen im Bereich des Ilium (Kreis) zur Mobilisation gelöst; B, Verschluss der Defektstelle und Naht mit der Vastus lateralis Faszie [Miozzari et al. 2010].

Für Massenrupturen sind verschiedene operative Techniken beschrieben [Fehm et al. 2010, Fink 2012, Hersche 2011, Rao et al. 2012].

Hersche beschreibt 2011 [Hersche 2011] ein zweizeitiges operatives Verfahren. Das Verfahren ist hier für Patienten mit einliegender Hüfttotalendoprothese beschrieben. In einer ersten Operation erfolgt die Entfernung der Schaftkomponente (ggf. auch der Pfanne bei Fehllage) und die Reinsertion des GMed am Trochanter major mit einer Masson-Allen-Naht unter Sicherung der Naht mit einer Schraube in verkürzter Position des Beines. Der Patient verbleibt in einer Girdlestonesituation für circa acht Wochen, bevor in einer zweiten Operation die Reimplantation der HTEP erfolgt (Abb. 8).

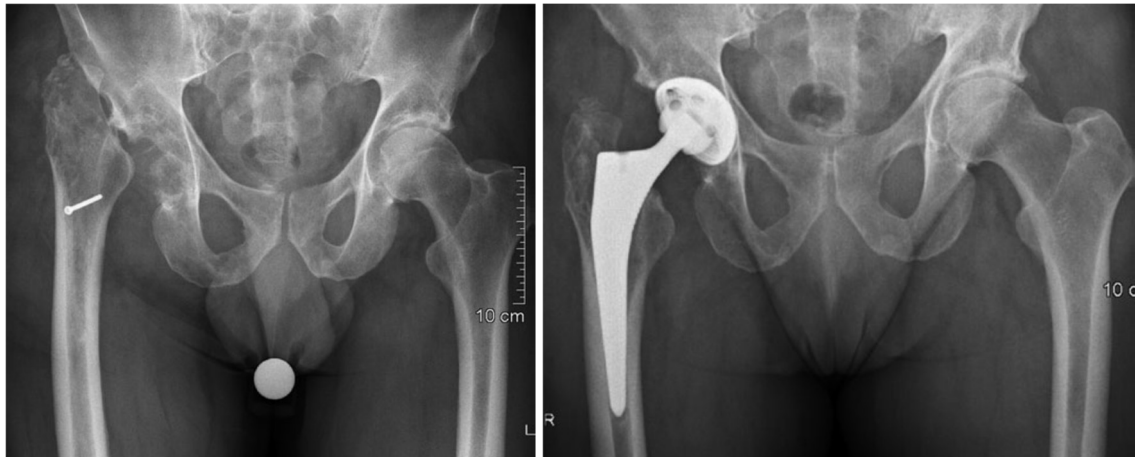


Abb. 8: Girdelstone-Situation und Sicherung der Naht durch eine Schraube am Femur. Postoperatives Röntgen mit Reimplantierten HTEP nach acht Wochen [Hersche 2011].

Fink beschreibt 2012 [Fink 2012, Fink und Braun 2017] erstmalig eine transossäre Refixationstechnik unter Verwendung eines nichtresorbierbaren Kollagenpatches zur Nahtsicherung. Der Eingriff wird in Seitlage durchgeführt. Der Hautschnitt erfolgt über dem GT und ist ca. 12-15 cm lang. Nach Längsspaltung der Faszie dorsalseitig des GT wird der Defekt aufgesucht. Nun erfolgt die Präparation des vorderen und hinteren Anteils des GMed. Nach Entfernung der Pseudobursitis sowie Anfrischen des GT erfolgt die transossäre Refixation des GMed mittels modifizierten Masson-Allen-Nähten [Gerber et al. 1994] mit FibreWire-Fäden (Arthrex®). Zur Nahtsicherung wird über den GT ein nichtresorbierbarer Kollagenpatch (Covidien®) mit einem nichtresorbierbaren Ethibond 1er Faden (Ethicon®) eingenäht (Abb. 9).

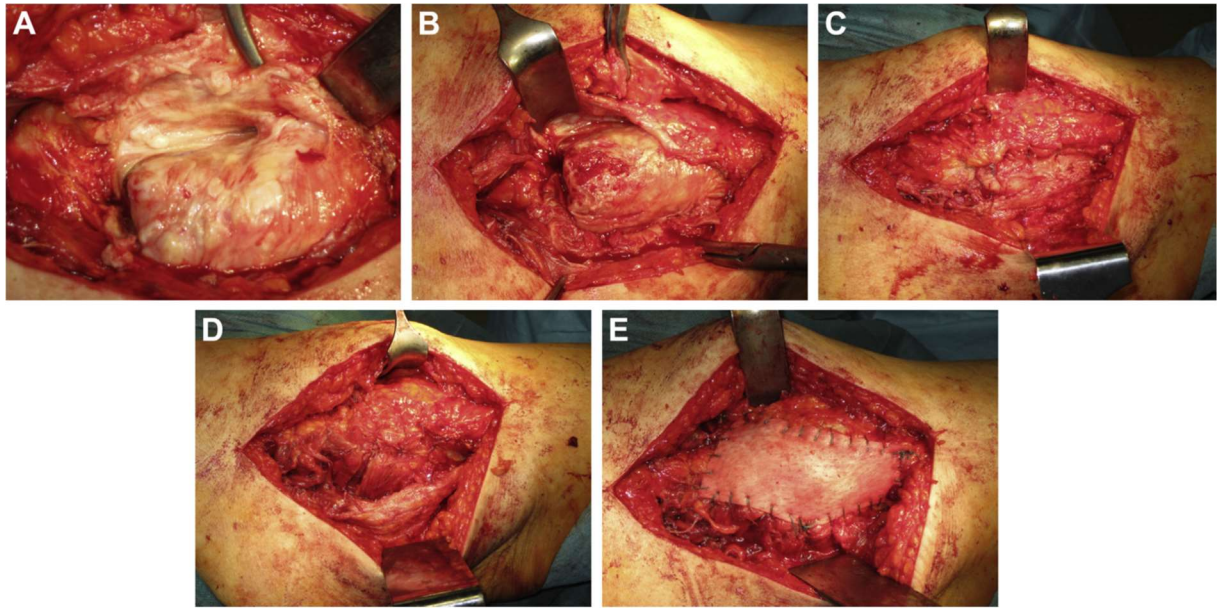


Abb.9: A, intraoperativer Situs. Darstellung des Defektes am GMed über dem GT; B, Preperation der Reinsertionsstelle und Mobilisation der Anteile des GMed; C, Reinsertion des vorderen Anteils; D, sowie des hinteren Anteils; E, Nahtsicherung mit nichtresorbierbarem Kollagenpatch [Fink und Braun 2018].

Rao et al. [Rao et al. 2012] beschrieben eine Technik ähnlich wie die Letztgenannte. Die Naht erfolgt hier durch transossäre 5er Ethibond-Fäden (Ethicon®) in der Technik nach Krackow [Krackow et al. 1986]. Die Nahtsicherung erfolgt mittels eines Allograft mit humaner dermaler Matrix (Graft Jacket®).

Fehm et al. [Fehm et al. 2010] beschreiben die Möglichkeit Hüftabduktoren mittels eines fresh-frozen Achillessehnen Allograft mit Kalkaneus Knochenblock zu rekonstruieren. Hier wird nach Aufsuchen der Defektstelle ein Knochenbett im Bereich des GT gesägt. Anschließend wird der Allograft so vorbereitet, dass er im Knochenbett versenkt werden kann. Der sehnige Teil des Allograft wird nun circa 3 cm proximal der Ruptur des GMed im Muskel eingefädelt (Abb 10). Nach Umschlagen des sehnigen Anteils des Allograft wird dessen vorderer Teil mit dem GMin und der hintere Teil mit der Kapsel sowie den hinteren Anteilen des GMed, mit nichtresorbierbarem Nahtmaterial, vernäht. Zur Sicherung des Allograft wird eine Drahtcerclage über dem Knochenbett eingebracht (Abb 11).

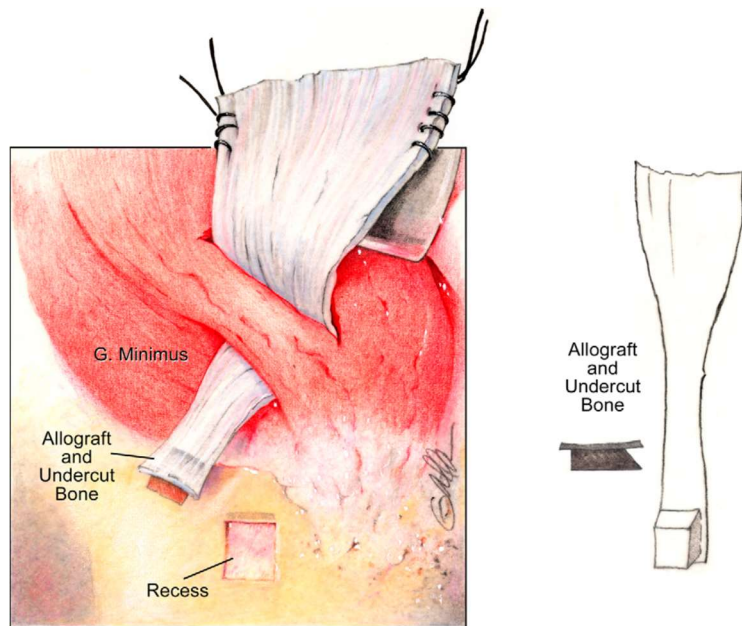


Abb. 10 Vorbereiteter armierter Allograft eingefädelt im GMed zum Einbringen in das vorbereitete Knochenbett [Fehm et al. 2010].

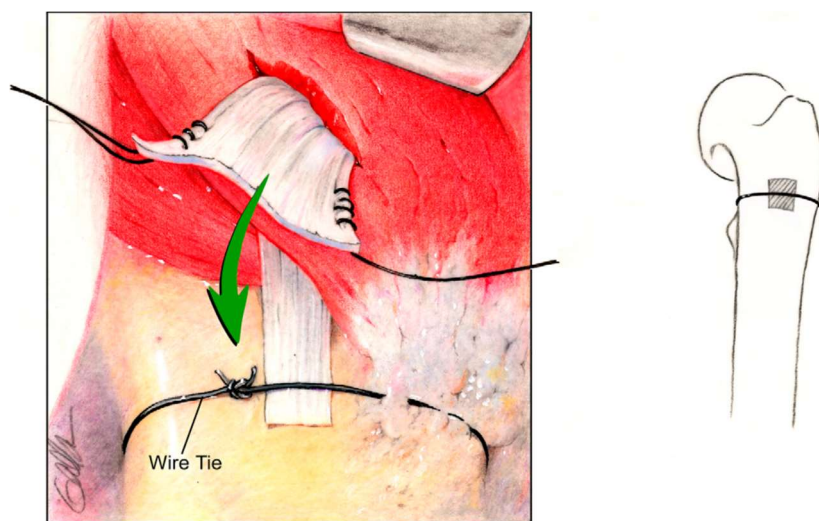


Abb. 11: Der Knochenblock wurde durch eine Drahtcerklage gesichert. Nun Umschlagen des Allograft und vernähen anterior mit dem GMin und posterior mit Kapsel und dem verbliebenen GMed [Fehm et al. 2010].

2.4.2.3 Muskelverschiebeplastiken

Whiteside beschreibt zum einen eine Muskelverschiebeplastik des GMax [Whiteside 2012] und zum anderen eine Muskelverschiebeplastik des GMax und des TFL [Whiteside 2014] bei Insuffizienz der Hüftabduktoren. Bei beiden erfolgt der Zugang auf die Hüfte von dorsal. Im ersten Verfahren wird der GMax im

Faserverlauf bis zur Hälfte des Muskels gespalten. Die Fascia lata wird längs bis unterhalb des GT gespalten und stellt sich nach Eröffnung dreiecksförmig dar (Abb 12 A). Die Facies anterior des GMax wird bis zum Beckenkamm gespalten. Nun erfolgt das Umklappen des anterioren Lappens. Das enthaltene Faserband wird quer durchtrennt um den Muskelfasern eine korrekte Spannung zu ermöglichen. Der posteriore Lappen wird nun über den Schenkelhals gelegt und mit der anterioren Gelenkkapsel sowie den anterioren Anteilen des GT durch resorbierbare 3er Vicryl Fäden (Ethicon®) vernäht (Abb 12 C). Anschließend erfolgt das Anfrischen des GT und die Platzierung der Bohrlöcher. Der Vastus lateralis wird nun von seinem Ansatz am Femur gelöst und längs gespalten. Es erfolgt die Fixierung des anterioren Lappens mittels transossären 3er Vicryl (Ethicon®) Fäden. Das dreieckige Ende des Lappens wird in die Muskellücke des Vastus lateralis gelegt und vernäht (Abb 13 A). Sollte der GT nicht vorhanden sein ist ein Umschlagen des anterioren Lappens um eine Kabelcerclage möglich. Die Unterseite des anterioren GMax Lappens wird nun mit dem posterioren Lappen vernäht. Die unteren Anteile des Gluteus Maximus werden mit der Fascia lata vernäht. Der Oberrand des GMax wird mit dem Unterrand des anterioren GMax Lappens vernäht (Abb 13 B,C).

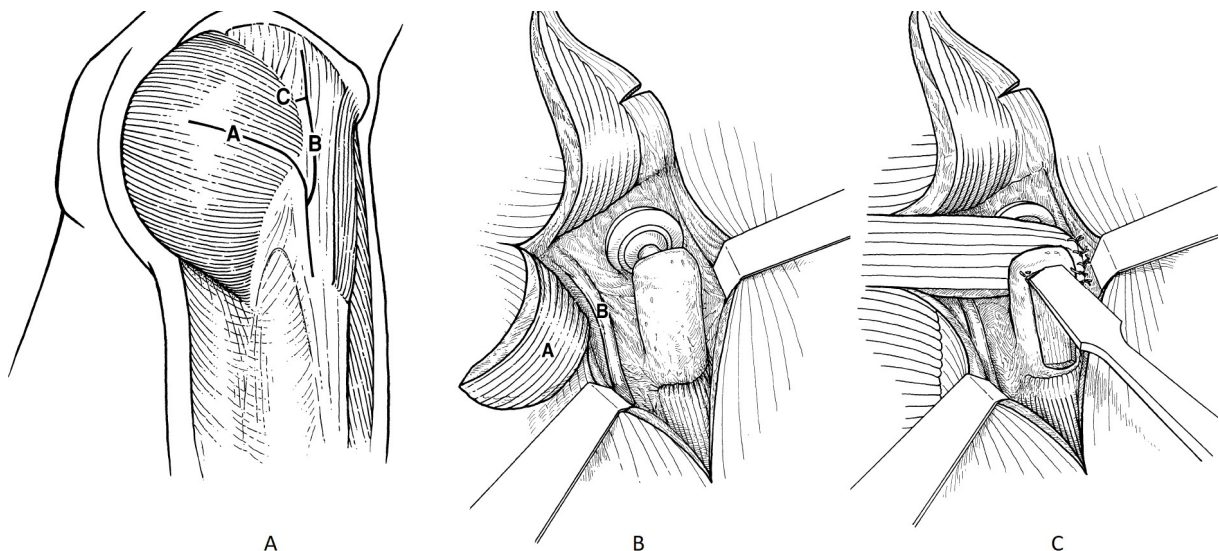


Abb. 12: Schnittführung bei hinterem Zugang auf die Hüfte A, Split des GMax und Übergang in die Fascia lata ; B, Schnitt der Fascia lata bis zum Beckenkamm anterior des GMax; C, Einkerbung des vorderen Lappens (Bild A); A, posteriorer Lappen; B, Nervus ischiadicus (Bild B); Naht des posterioren Lappens an die ventrale Kapsel sowie an den GT, Anfrischen des GT (Bild C) [Whiteside 2012].

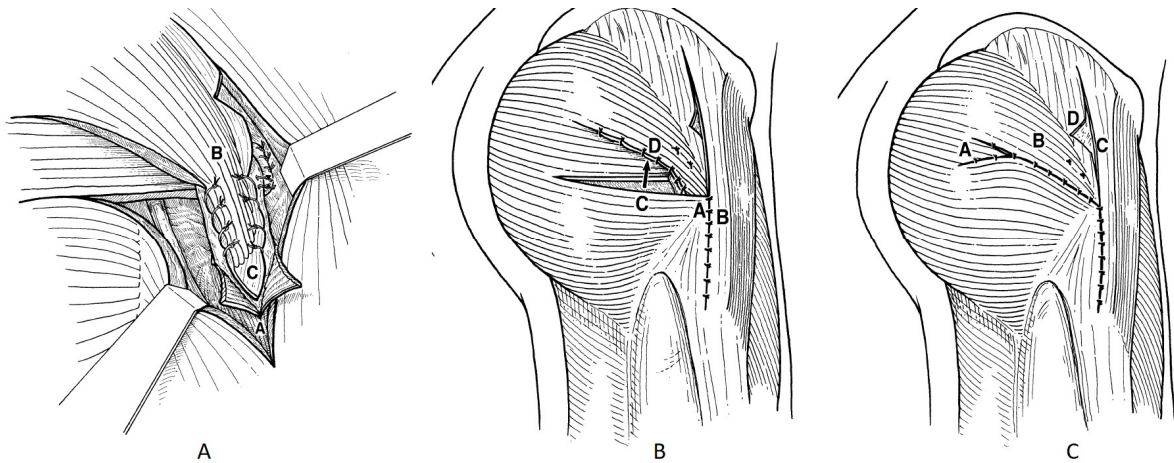


Abb 13: A, Ablösen des Vastus lateralis vom Femur und Einkerbung; B, Naht des anterioren GMax Lappens auf den GT; C, Spitze des anterioren Lappens im Bereich des vorher abgelösten Vastus lateralis (Bild A); A Unterer Anteil des GMax wird mit der Fascia lata B vernäht; Der obere Anteil des unteren GMax C wird mit dem anterioren Lappen D vernäht (Bild B); A, posteriorer Lappen verläuft unterhalb des anterioren Lappens B, anteriorer Anteil C des Schnitts im Bereich der Fascia lata; D, Einkerbung zur Zugentlastung (Bild C) [Whiteside 2012].

Im zweiten Verfahren erweiterte Whiteside [Whiteside 2014] die Muskelverschiebeplastik um den TFL. Wie bereits in dem 2012 [Whiteside 2012] beschriebenen Verfahren wird aus dem anterioren Teil des GMax ein dreiecksförmiger Lappen präpariert. Das Faserband wird auch hier quer durchtrennt. Es folgt die Präparation eines TFL Lappens proximal und distal, dieser wird proximal nicht von den Hüftabduktoren separiert (Abb 14 B). Nach Anfrischen des GT, Vorbereitung der Bohrlöcher sowie Spaltung des Vastus lateralis am Oberschenkelschaft, folgt die Naht des anterioren GMax Lappens wie bereits im vorgenannten Verfahren aus 2012 [Whiteside 2012]. Verwendet wird nichtresorbierbares 5er Ethibond Nahtmaterial (Ethicon®). Der proximale TFL Lappen wird nun über dem GT sowie über dem GMax Lappen eingenäht und mit dem Vastus lateralis vernäht (Abb 15 B).

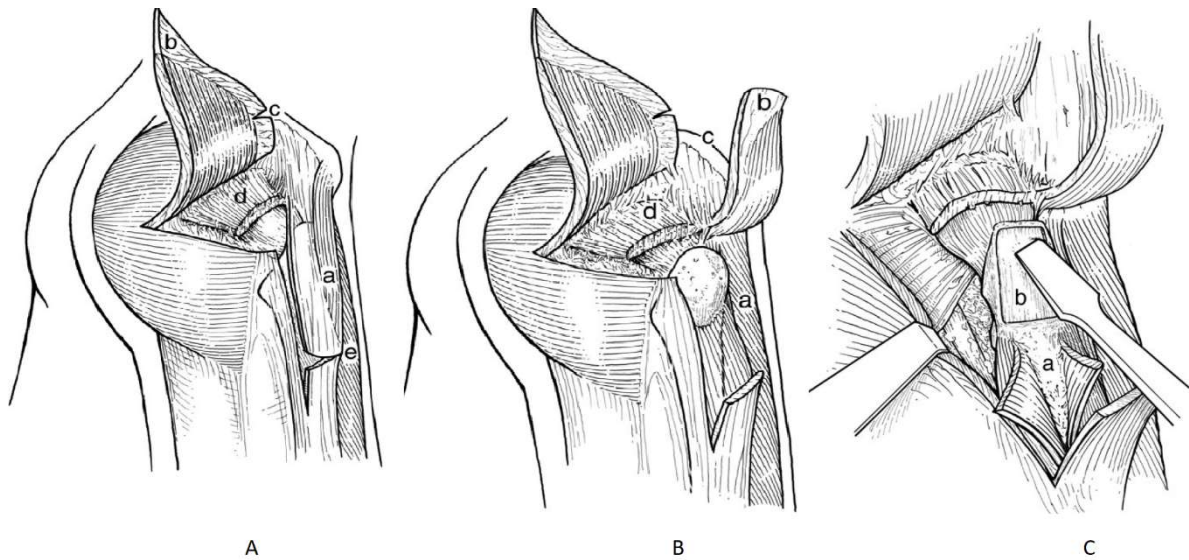


Abb 14: a, Split der Fascia lata; b, GMax Lappen mit einem Rest Fascia lata distal; c, Einkerbung zur Druckentlastung; d, ausgerissener GMed/GMin; e, Querincision der Fascia lata ca 1cm unterhalb des distalen Teils des TFL (Bild A); a, Incision der fascia lata bis an den Rand des Musculus sartorius; b, distales Ende des TFL mit ca 1cm Rest Fascia lata; c, Separation des TFL vom Musculus sartorius bis zur spina iliaca anterior superior; d, Separation des TFL bis an den unteren Rand des GMin, die Verbindung zu den Abduktoren proximal wird belassen (Bild B); a, Ablösen des Vastus lateralis vom Femur nach T-Incision; b, Anfrischen des Trochanter major (Bild C) [Whiteside 2014].

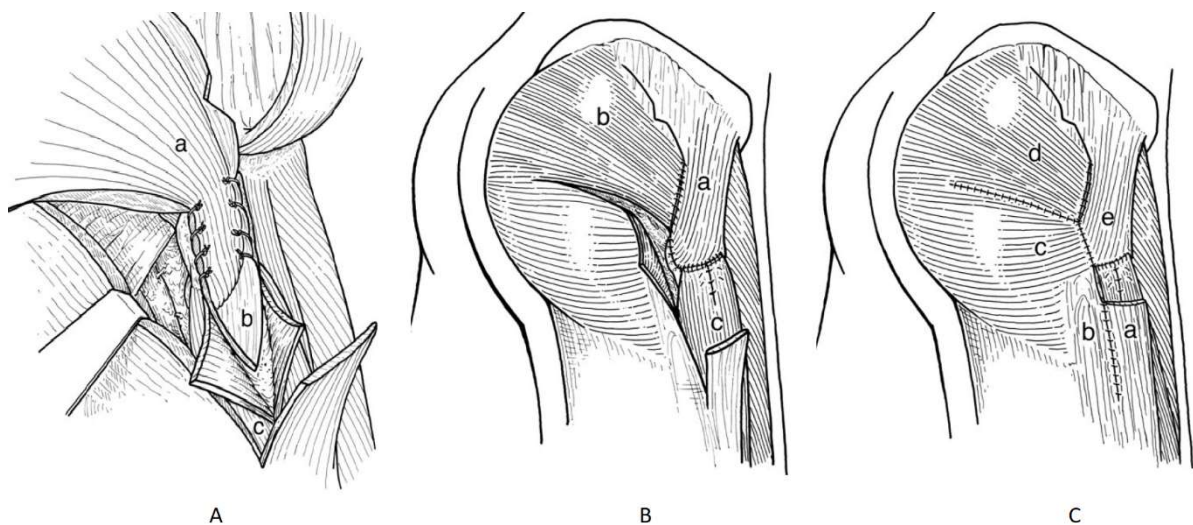


Abb 15: a, Naht des GMax Lappens an den GT; b, Platzieren des Fascia lata Überstands im Bereich des vormals gelösten Vastus lateralis c (Bild A); a, Naht des TFL über den GT sowie den GMax Lappen b; c, Naht des Vastus lateralis unter Einschluss des distalen GMax Lappens (Bild B); a/b, anteriorer und posteriorer Anteil der Fascia lata; der posteriore Lappen des GMax c wird über den anterioren GMax Lappen d sowie den TFL e gelegt und vernäht (Bild C) [Whiteside 2014].

3. Material und Methoden

3.1 Patientenkollektiv

In der Orthopädischen Klinik Markgröningen wurde bei 30 Patienten mit einem Durchschnittsalter von $76,8 \pm 4,3$ Jahren (66-83) die Indikation zur Rekonstruktion des GMed unter Verwendung eines nichtresorbierbaren Patches gestellt. Spontanrupturen traten bei 9 Patienten auf. 21 Patienten erlitten eine Ruptur nach Implantation einer HTEP. Einschlusskriterien waren Massenrupturen. Ausschlusskriterien waren das Vorhandensein eines floriden Infekts, eine Schädigung des Nervus gluteus superior, Muskelkraftgrad MRC 0 sowie die Unmöglichkeit einer intraoperativen Rekonstruktion des GMed. Das Patientenkollektiv bestand aus 28 Frauen und 2 Männern. Alle Patienten beklagten einen Schmerz im Bereich des GT mit einem Durchschnitt auf der Visuellen Analogskala (VAS) von $7,0 \pm 1,52$ (6-10). Alle Patienten waren positiv für das Trendelenburgzeichen und benötigten zwei Gehstützen. 6 von 30 Patienten benutzten präoperativ zusätzlich einen Rollator.

3.2 Radiologische Testverfahren

Alle Patienten erhielten präoperativ ein MRT der betroffenen Hüfte. Hier zeigte sich bei allen Patienten eine Ruptur des GMed sowie fettige Degenerationen des Muskels. Diese wurden nach der Quartile Klassifikation (Tabelle 4) eingeteilt [Engelken et al. 2014, Pfirrmann et al. 2005].

Tabelle 4: Klassifikation nach Quartile [Engelken et al. 2014]

Grad der Verfettung	Beschreibung	Patientenzahl
Grad 0	Keine Verfettung	0
Grad 1	1-25% Fett im Muskel	0
Grad 2	25-50% Fett im Muskel	6

Grad 3	50-75% Fett im Muskel	14
Grad 4	75-100% Fett im Muskel	10

Am Ende des Follow-Up wurde bei allen Patienten erneut ein MRT der operierten Hüfte durchgeführt. Hier konnte eine intakte Naht sowie Patchplastik nachgewiesen werden. Hier zeigte sich teilweise noch ein Knochenoedem im Bereich der Reinsertion am GT.

3.3 Operationsverfahren

Die bereits von Fink 2012 [Fink 2012] beschriebene Operationstechnik wurde von Prof. Dr. med. Fink und einem weiteren erfahrenen Operateur durchgeführt. Nach ausführlicher Aufklärung, insbesondere über das neue Operationsverfahren mit noch fehlenden Langzeitergebnissen, erfolgte der Eingriff nach Vollnarkose in Seitlage mit freibeweglicher Abdeckung des betroffenen Beins nach Desinfektion im hausüblichen Standard. Intraoperativ zeigte sich bei allen Patienten eine Ruptur des GMed sowie eine zusätzliche Ruptur des GMin bei 8 Patienten. Folgende Dimensionen konnten intraoperativ festgestellt werden (Tabelle 5).

Tabelle 5: Dimension der Rupturen intraoperativ mit Fallzahlen [Fink und Braun 2018].

	5x4cm	5x5cm	6x5cm	8x5cm
Patienten	20	5	4	1

Es erfolgte die Einlage zweier Redondrainagen für 24-48 Stunden.

Postoperativ erfolgte eine Teilbelastung des Beins von 10 kg für sechs Wochen. Im Anschluss erfolgte eine schrittweise Belastungssteigerung bis zum Erreichen der Vollbelastung drei Monate postoperativ. Die aktive Abduktion wurde für sechs Wochen postoperativ untersagt.

3.4 Klinische Testverfahren

Das Patientenkollektiv wurde postoperativ im Abstand von 3,6,12 und 24 Monaten nachuntersucht. Zuletzt wurde eine Abschlussuntersuchung durchgeführt. Das durchschnittliche Follow-Up beträgt $46,8 \pm 23,1$ Monate (24-101 Monate). Bei der Untersuchung wurden Kriterien auf Basis des modifizierten Harris Hip Scores (mHHS) [Harris 1969, Smith et al. 2012], der Visuellen Analogskala (VAS) sowie des British Medical Research Council Scale (MRC) [Riddoch et al. 1942] erhoben.

3.5 Statistische Testverfahren

Die Daten wurden retrospektiv ausgewertet. Die statistische Analyse erfolgte unter Verwendung von IBM SPSS Statistics (Version 20; IBM, Armonk, NY). Ein t-Test wurde zur statistischen Auswertung der parametrischen Daten verwendet. Alle dargestellten Zahlenwerte sind zweiseitig mit einem Signifikanzlevel von $<0,05$. Falls nicht anders angegeben, werden die deskriptiven Ergebnisse als Mittelwerte sowie deren Standardabweichung angegeben.

4. Ergebnisse

Postoperativ kam es bei allen Patienten zu einer raschen Schmerzlinderung (Tabelle 6). 11 Patienten waren schmerzfrei, 17 berichteten über gelegentliche Schmerzen mit einem VAS von 1-2. Alle Patienten zeigten Verbesserungen in der Muskelkraft des GMed, der Funktion des Hüftgelenks sowie des hinkenden Gangbilds (Tabelle 6). Nach 24 Monaten Follow-Up waren 10 Patienten ohne Gehhilfe mobil, 14 am Gehstock und 6 Patienten benutzten, wie bereits präoperativ, einen Rollator. 11 Patienten hatten im Verlauf kein hinkendes Gangbild mehr, 14 ein dezentes Hinken sowie ein angedeutet positives Trendelenburg Zeichen. Bei 5 Patienten verbesserte sich das Gangbild nicht, das Trendelenburg Zeichen war weiter positiv.

Tabelle 6: Zeitlicher Ablauf der klinischen Parameter [Fink und Braun 2018]:VAS, Visuelle Analogskala; mHHS, modifizierter Harris Hip Score; MRC British Medical Research Council Scale

Parameter	Präoperativ	3 Monate	6 Monate	12 Monate	24 Monate
VAS	7,0 ± 1,52 (6-10)	3,86 ± 2,16 (0-6)	2,79 ± 2,09 (0-5)	1,81 ± 1,79 (0-4)	0,83 ± 0,77 (0-3)
Schmerz mHHS	14,7 ± 5,8 (10-30)	24,8 ± 6,2 (20-40)	30,8 ± 5,8 (20-40)	36,2 ± 3,8 (30-44)	39,0 ± 3,6 (30-44)
Gang mHHS	8,4 ± 3,9 (4-16)	12,6 ± 5,2 (10-29)	15,8 ± 5,2 (13-30)	20,1 ± 5,1 (16-33)	24,7 ± 5,1 (16-33)
Funktion mHHS	15,9 ± 3,1 (7-23)	24,6 ± 3,7 (17-33)	30,8 ± 4,8 (23-41)	35,6 ± 4,2 (30-45)	38,5 ± 4,5 (30-47)
MRC	2,09 ± 0,81 (1-3)	2,56 ± 0,86 (2-3)	2,98 ± 0,91 (2-4)	3,21 ± 0,82 (2-5)	3,3 ± 0,78 (2-5)
mHHS total	44,5 ± 4,2 (26-66)	65,2 ± 6,9 (40-80)	69,7 ± 7,4 (46-92)	78,3 ± 7,44 (60-100)	81,0 ± 7,79 (60-100)

Es zeigte sich eine signifikante Korrelation zwischen dem funktionellen Outcome und dem Grad der fettigen Degeneration des GMed durch die Einteilung nach Quartile. 24 Monate postoperativ zeigten die Patienten mit einer Verfettung nach Quartile Grad 4 ein signifikant schlechteres Ergebnis für Funktion und Gang im mHHS im Vergleich zu Patienten mit einer Verfettung nach Quartile Grad 2 und 3 (Tabelle 7).

Eine ähnliche Signifikanz zeigte sich im Vergleich der Daten bei Patienten mit einer Verfettung nach Quartile Grad 2 und Grad 3. Patienten mit einer Verfettung Grad 2 (<50%) erreichten einen mHHS von 89,3 ± 5,25 und eine Muskelkraft von 4,16 ± 0,37 (MRC). Patienten mit einer Verfettung Quartile Grad 3 (<75%) hingegen einen mHHS von 82,9 ± 4,87 und eine Muskelkraft von 3,42 ± 0,62 (MRC). Patienten mit

einer Verfettung Quartile Grad 4 konnten hingegen nur einen mHHS von $73,6 \pm 5,57$ und eine Muskelkraft von $2,6 \pm 0,48$ (MRC) erreichen.

Tabelle 7: Vergleich der klinischen Ergebnisse 24 Monaten postoperativ zwischen den drei Quartile Gruppen mit mittlerer Standardabweichung $\pm$ [Fink und Braun 2018]; VAS, Visuelle Analogskala; mHHS, modifizierter Harris Hip Score; MRC British Medical Research Council Scale

24 postoperativ	Quartile Grad 2	Quartile Grad 3	Quartile Grad 4
VAS	$0,5 \pm 0,5$	$0,78 \pm 0,67$	$1,1 \pm 0,94$
Schmerz mHHS	$40,6 \pm 1,49$	$39,4 \pm 3,95$	$37,4 \pm 3,35$
Gang mHHS	$31,0 \pm 2,51^a$	$25,6 \pm 3,13^a$	$19,8 \pm 3,28^a$
Funktion mHHS	$44,83 \pm 1,6^b$	$38,85 \pm 1,95^b$	$34,6 \pm 3,69^b$
MRC	$4,16 \pm 0,37^c$	$3,42 \pm 0,62^c$	$2,6 \pm 0,48^c$
mHHS total	$89,3 \pm 5,25^d$	$82,9 \pm 4,87^d$	$73,6 \pm 5,57^d$

^a Signifikanz beim Vergleich Grad 2 mit Grad 3, $p = 0,002$; Grad 2 mit Grad 4 $p < 0,001$; Grad 3 mit Grad 4 $p < 0,001$

^b Signifikanz beim Vergleich Grad 2 mit Grad 3, $p < 0,001$; Grad 2 mit Grad 4 $p < 0,001$; Grad 3 mit Grad 4 $p < 0,002$

^c Signifikanz beim Vergleich Grad 2 mit Grad 3, $p = 0,019$; Grad 2 mit Grad 4 $p < 0,001$; Grad 3 mit Grad 4 $p < 0,002$

^d Signifikanz beim Vergleich Grad 2 mit Grad 3, $p = 0,022$; Grad 2 mit Grad 4 $p < 0,001$; Grad 3 mit Grad 4 $p < 0,001$

Im postoperativ durchgeführten MRT zeigten 29 Patienten eine intakte Naht und Patchplastik (Abb. 16). Eine weibliche Patientin mit einer fettigen Degeneration nach Quartile Grad 4 zeigte eine Reruptur des GMed.

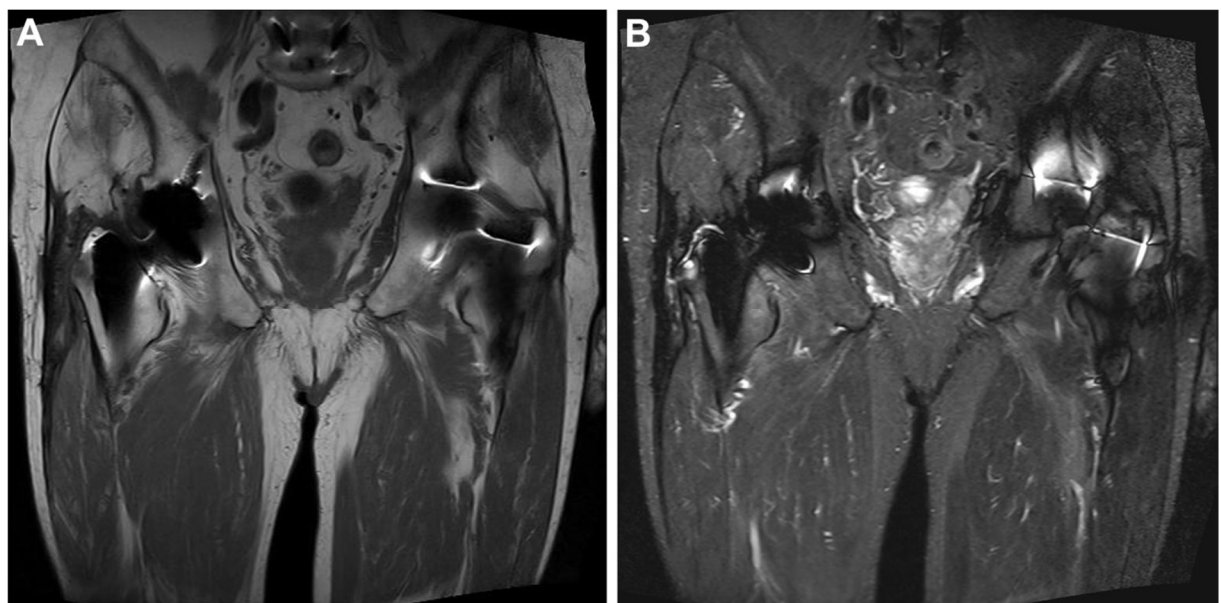


Abb. 16. (A) MRT T1 Wichtung drei Jahre postoperativ zeigt die intakte Reinsertion des GMed und eine intakte Patchplastik. (B) Die STIR Wichtung zeigt ein Knochenödem im Reinsertionsbereich des GMed am GT [Fink und Braun 2018].

5. Diskussion

In der Literatur sind zahlreiche Fallberichte und Operationstechniken zur Therapie von Defekten der Glutealmuskulatur beschrieben. Es handelt sich hierbei um arthroskopische und offene Verfahren unter anderem auch Muskelverschiebeplastiken. Die Fallzahlen sind stets gering.

Das untersuchte Kollektiv von 30 Patienten in dieser Arbeit wurde mit einer erstmals 2012 beschriebenen Operationstechnik [Fink 2012] behandelt. Ziel dieser Arbeit war es, basierend auf dem modifizierten Harris Hip Score (mHHS), der Visuellen Analogskala (VAS) und des British Research Council Scale (MRC), klinische Ergebnisse über ein mindest Follow-Up von 24 Monaten zu beurteilen. Des Weiteren sollte geklärt werden, ob die fettige Degeneration der Glutealmuskulatur Einfluss auf das postoperative funktionelle Ergebnis der Patienten hat.

Diese Arbeit weist einige Schwächen auf. Obwohl die Fallzahl im Vergleich zu anderen Studien sehr hoch ist, ist sie jedoch insgesamt zu klein um eine abschließende Aussage zu treffen. Hierfür würde eine größere Fallzahl und ein längeres Follow-Up benötigt. Ebenso kann ein Vergleich zu anderen Studien nur unter gewissen Einschränkungen und aus der Literatur durchgeführt werden.

Voos et al. [Voos et al. 2009] beschreiben 2009 einen Fallbericht für ein arthroskopisches Verfahren mit 15 Patienten bei einem durchschnittlichen Follow-Up von 25 Monaten. Hier konnte nach einem Jahr ein HHS (Harris Hip Score) von durchschnittlich 98 erreicht werden. 7 von 10 Patienten berichteten über eine normale Funktion der Hüfte. Domb et al. [Domb et al. 2013] konnten 2013 bei 15 Patienten durch ein arthroskopisches Verfahren bei 6 Teilrupturen den mHHS von 55,97 auf 97,17 steigern. Für 9 Totalrupturen von 44,44 auf 76,22. Mc Cormick et al. konnten 2013 [McCormick et al. 2013] für Totalrupturen bei 11 Patienten, trotz arthroskopischem Zugangs, ein mHHS von 89,1 bei einem durchschnittlichen Follow-Up von 23 Monaten zeigen.

Somit scheinen Teilrupturen und kleinere Rupturen mit einer arthroskopischen Technik behandelt werden zu können. Bei größeren Rupturen bedarf es aber offener Techniken.

Miozzari et al. konnten 2010 [Miozzari et al. 2010] bei einem Patientenkollektiv von 12 in einer offenen Technik mit transossären Nähten ohne Patchplastik in acht Fällen ein gutes Ergebnis zeigen. Bei vier Fällen kam es zu einer Reruptur. In den acht Fällen mit intakter Naht konnte der HHS 38,8 auf 80,4 verbessert werden. Davies et al. [Davies et al. 2013] berichteten 2013 von einer ähnlichen Technik mit offener transossärer Nahttechnik mit Fadenankern. Hier konnte in 20 von 23 Fällen ein gutes Ergebnis gezeigt werden. In drei Fällen kam es zu einer Reruptur. Hervorzuheben ist, dass es sich in den drei Fällen um die größten Defekte im Patientenkollektiv handelte. Somit scheinen transossäre Nahttechniken mit und ohne Fadenanker ohne Patchplastiken für kleinere bis mittlere Rupturen geeignet zu sein.

Fehm et al. beschreiben 2010 [Fehm et al. 2010] ein Verfahren mit einem fresh-frozen Achillessehnen Allograft mit Kalkaneus Knochenblock zur Rekonstruktion der Glutealmuskulatur. Der HHS konnte hier bei einem Patientenkollektiv von 7 von 34,7 auf 85,9 verbessert werden. Es zeigten sich jedoch bei 5 von 7 Patienten Komplikationen.

Hersche beschreibt 2011 [Hersche 2011] ein offenes Verfahren zur Rekonstruktion der Glutealmuskulatur. Hier zeigt sich bei 28 von 33 Patienten ein zufriedenstellendes Ergebnis mit Schmerzfreiheit bei normalem Gangbild. Da es sich jedoch um einen zweizeitigen Eingriff handelt ist ein hohes Maß an Compliance erforderlich. Darüber hinaus muss die einsitzende Endoprothese für das Verfahren temporär entfernt werden. Komplikationen traten in 9 von 33 Fällen auf.

Fink beschreibt 2012 [Fink 2012] erstmalig eine Rekonstruktionstechnik mit transossären Nähten in Mason-Allen Technik [Gerber et al. 1994] sowie Nahtsicherung mittels eines Kollagenpatch. Der mHHS konnte nach einem Follow-up von 24 Monaten bei einem Patientenkollektiv von 30 von 44,5 auf 81,1, der VAS

von 7,0 auf 0,83 und der MRC von 2,09 auf 3,3 verbessert werden. Das Verfahren zeigte in 1 von 30 Fällen Komplikationen und scheint damit vergleichsweise komplikationsarm [Fink und Braun 2018]. Darüber hinaus kann hier wie bei anderen Techniken die Endoprothese belassen werden.

Rao et al. beschreiben 2012 [Rao et al. 2012] ein ähnliches Verfahren mit vergleichbaren Ergebnissen. Die Nahtsicherung erfolgt mittels eines Allograft mit humaner dermaler Matrix (Graft Jacket®). Nach einem Follow-up von 22 Monaten bei einem Patientenkollektiv von 12 konnte der HHS von 34,05 auf 81,26 und VAS von 8,25 auf 2,33 verbessert werden.

Whiteside beschreibt 2012 [Whiteside 2012] eine Muskelverschiebeplastik des GMax. Nach einem Follow-up von 33 Monaten zeigte sich bei einem Patientenkollektiv von 11 in 9 Fällen ein sehr gutes, in einem Fall ein faires sowie ein schlechtes Ergebnis. Whiteside beschreibt 2014 eine weitere Muskelverschiebeplastik mit dem GMax sowie dem TFL [Whiteside 2014]. Bei einer Fallzahl von fünf und einem Follow-up von 28 Monaten zeigten drei kein hinkendes Gangbild mehr, ein Patient hinkte leicht und einer stark.

Betz et al. führten 2012 eine Muskelverschiebeplastik des Vastus lateralis [Betz et al. 2012] durch und konnten bei 9 Patienten eine Zufriedenheit von 69% erreichen. Kohl et al. beschreiben 2012 [Kohl et al. 2012] ebenfalls eine Muskelverschiebeplastik des Vastus lateralis an 11 Patienten mit ähnlichen Ergebnissen. Die MRC konnte hier von präoperativ 2,36 auf postoperativ 3,63 verbessert werden. Jedoch zeigte sich bei 27% der Fälle Komplikationen mit der Notwendigkeit der Revision in einem Fall.

Fink und Braun [Fink und Braun 2017] konnten zudem erstmals zeigen, dass das funktionelle Ergebnis vom Ausmaß der fettigen Degenerationen der Glutealmuskulatur abhängig ist. Die Verfettung der Muskulatur ist unumkehrbar. Die Voraussetzung für ein gutes funktionelles Ergebnis sind intakte Muskelfasern. Der Grad der Verfettung sollte daher in der präoperativen Planung unter zu Hilfenahme der Quartile-Klassifikation [Engelken et al. 2014] berücksichtigt

werden. Bei einer fettigen Degeneration >75% Quartile Grad 4 scheint eine Muskelverschiebeplastik die bessere Option.

Anhand der bei dieser Arbeit dargestellten Ergebnisse, scheint die von Fink 2012 [Fink 2012] beschriebene Technik geeignet zu sein bei Massenrupturen des GMed reproduzierbar gute Ergebnisse zu erzielen.

6. Zusammenfassung

Hintergrund. Massenrupturen der Glutealmuskulatur (spontan oder nach HTEP) sind schwierig in der Behandlung. Wir führten eine transossäre Refixation unter Sicherung der Naht mit einem nichtresorbierbaren Kollagenpatch durch.

Ziel der Arbeit war die Untersuchung der Follow-up Daten von 30 Patienten und ob ein Zusammenhang zwischen dem klinischen Outcome und dem Ausmaß der fettigen Degenerationen des GMed besteht.

Methode. 30 Patienten (28 weiblich und 2 männlich) mit einem Durchschnittsalter von $76,8 \pm 4,3$ Jahren (68-83 Jahre) und einem durchschnittlichen Follow-up von $46,8 \pm 23,1$ Monaten (24-101 Monate).

Ergebnisse. Der Schmerz verbesserte sich signifikant auf der Visuellen Analogskala von präoperativ $7,0 \pm 1,52$ (6-10) auf $0,83 \pm 0,77$ (0-3) 24 Monate postoperativ. Die Kraft des GMed steigerte sich auf dem British Medical Research Council Scale von $2,09 \pm 0,81$ auf $3,3 \pm 0,78$. Alle Patienten zeigten präoperativ ein hinkendes Gangbild. Postoperativ zeigten nur noch 5 Patienten ein hinkendes Gangbild, 14 ein leichtes Hinken und 11 ein normales Gangbild ohne Hinken. Der modifizierte Harris Hip Score konnte von präoperativ $44,5 \pm 4,2$ (26-66) auf $81,1 \pm 7,79$ (60-100) 24 Monate postoperativ gesteigert werden. Die Ergebnisse der Funktion der Hüfte sind abhängig vom Grad der fettigen Degenerationen des Muskels.

Schlussfolgerung. Die ersten Ergebnisse dieser operativen Technik stimmen sehr zuversichtlich für die Behandlung von Massenrupturen der Glutealmuskulatur, deren Verfettungsgrad kleiner als 75% ist.

7. Abstract

Background. Extensive tearing of gluteus muscles (spontaneous or subsequent to hip arthroplasty) is difficult to treat. We are carrying out osseous fixation with securement of the suture anchor by a nonresorbable collagen patch.

The objective of this study is to examine the follow-up data of 30 patients and to assess whether the clinical outcomes depended on the extent of the fatty degeneration of the gluteus medius.

Methods. Thirty patients (28female and 2 male) with a mean age of 76.8 ± 4.3 years (68-83 years) were followed for a mean of 46.8 ± 23.1 months (24-101 months).

Results. Pain improved significantly from a preoperative visual analog scale score of 7.0 ± 1.52 (6-10) to 0.83 ± 0.77 (0-3) 24 month postoperative. The gluteus medius muscle force increased from 2.09 ± 0.81 auf 3.3 ± 0.78 using the British Medical Research Council Scale. All patients exhibited a severe limp before the operation. Postoperatively, only 5 patients had a severe limp, while 14 exhibited a mild limp and 11 no limp at all. The modified Harris Hip Score increased from a preoperative value of 44.5 ± 4.2 (26-66) to a value of 81.1 ± 7.79 (60-100) 24 month postoperative. The functional results were dependent on the level of fatty degeneration of the muscle.

Conclusion. The first results for this surgical technique appear to be very promising for the treatment of extensive tearing of the gluteus musculature that has a degree of fatty degeneration less than 75%.

8. Literaturverzeichnis

1. Alpaugh, K., et al., *Outcomes after primary open or endoscopic abductor tendon repair in the hip: a systematic review of the literature*. Arthroscopy, 2015. **31**(3): p. 530-40.
2. Baker, A.S. and V.C. Bitounis, *Abductor function after total hip replacement. An electromyographic and clinical review*. J Bone Joint Surg Br, 1989. **71**(1): p. 47-50.
3. Beck, M., et al., *The anatomy and function of the gluteus minimus muscle*. J Bone Joint Surg Br, 2000. **82**(3): p. 358-63.
4. Betz, M., et al., *Advancement of the vastus lateralis muscle for irreparable hip abductor tears: clinical and morphological results*. Acta Orthop Belg, 2012. **78**(3): p. 337-43.
5. Bewyer, D. and J. Chen, *Gluteus medius tendon rupture as a source for back, buttock and leg pain: case report*. Iowa Orthop J, 2005. **25**: p. 187-9.
6. Bird, P.A., et al., *Prospective evaluation of magnetic resonance imaging and physical examination findings in patients with greater trochanteric pain syndrome*. Arthritis Rheum, 2001. **44**(9): p. 2138-45.
7. Bunker, T.D., C.N. Esler, and W.J. Leach, *Rotator-cuff tear of the hip*. J Bone Joint Surg Br, 1997. **79**(4): p. 618-20.
8. Cates, H.E., M.A. Schmidt, and R.M. Person, *Incidental "rotator cuff tear of the hip" at primary total hip arthroplasty*. Am J Orthop (Belle Mead NJ), 2010. **39**(3): p. 131-3.
9. Chandrasekaran, S., et al., *Outcomes of Endoscopic Gluteus Medius Repair: Study of Thirty-four Patients with Minimum Two-Year Follow-up*. J Bone Joint Surg Am, 2015. **97**(16): p. 1340-7.
10. Connell, D.A., et al., *Sonographic evaluation of gluteus medius and minimus tendinopathy*. Eur Radiol, 2003. **13**(6): p. 1339-47.
11. Cormier, G., J.M. Berthelot, and Y. Maugars, *Gluteus tendon rupture is underrecognized by French orthopedic surgeons: results of a mail survey*. Joint Bone Spine, 2006. **73**(4): p. 411-3.
12. Cvitanic, O., et al., *MRI diagnosis of tears of the hip abductor tendons (gluteus medius and gluteus minimus)*. AJR Am J Roentgenol, 2004. **182**(1): p. 137-43.

13. Davies, J.F., et al., *Surgical treatment of hip abductor tendon tears*. J Bone Joint Surg Am, 2013. **95**(15): p. 1420-5.
14. Domb, B.G., I. Botser, and B.D. Giordano, *Outcomes of endoscopic gluteus medius repair with minimum 2-year follow-up*. Am J Sports Med, 2013. **41**(5): p. 988-97.
15. Engelken, F., et al., *Assessment of fatty degeneration of the gluteal muscles in patients with THA using MRI: reliability and accuracy of the Goutallier and quartile classification systems*. J Arthroplasty, 2014. **29**(1): p. 149-53.
16. Fehm, M.N., et al., *Repair of a deficient abductor mechanism with Achilles tendon allograft after total hip replacement*. J Bone Joint Surg Am, 2010. **92**(13): p. 2305-11.
17. Fink, B., *[Repair of chronic ruptures of the gluteus medius muscle using a nonresorbable patch]*. Oper Orthop Traumatol, 2012. **24**(1): p. 23-9.
18. Fink, B. and L. Braun, *Treatment of Extensive Gluteus Muscle Tears With Transosseous Fixation and a Nonresorbable Collagen Patch*. J Arthroplasty, 2018. **33**(2): p. 555-559.
19. Fink, B. and L. Braun, *Treatment of Extensive Gluteus Muscle Tears With Transosseous Fixation and a Nonresorbable Collagen Patch*. J Arthroplasty, 2017.
20. Flack, N.A., H.D. Nicholson, and S.J. Woodley, *The anatomy of the hip abductor muscles*. Clin Anat, 2014. **27**(2): p. 241-53.
21. Garcia, F.L., C.H. Picado, and M.H. Nogueira-Barbosa, *Sonographic evaluation of the abductor mechanism after total hip arthroplasty*. J Ultrasound Med, 2010. **29**(3): p. 465-71.
22. Gerber, C., et al., *Mechanical strength of repairs of the rotator cuff*. J Bone Joint Surg Br, 1994. **76**(3): p. 371-80.
23. Gottschalk, F., S. Kourosh, and B. Leveau, *The functional anatomy of tensor fasciae latae and gluteus medius and minimus*. J Anat, 1989. **166**: p. 179-89.
24. Grimaldi, A., et al., *The association between degenerative hip joint pathology and size of the gluteus medius, gluteus minimus and piriformis muscles*. Man Ther, 2009. **14**(6): p. 605-10.
25. Hardinge, K., *The direct lateral approach to the hip*. J Bone Joint Surg Br, 1982. **64**(1): p. 17-9.

26. Harrasser, N., et al., *[Gluteal insufficiency: Pathogenesis, Diagnosis and Therapy]*. Z Orthop Unfall, 2016. **154**(2): p. 140-7.
27. Harris, W.H., *Traumatic arthritis of the hip after dislocation and acetabular fractures: treatment by mold arthroplasty. An end-result study using a new method of result evaluation*. J Bone Joint Surg Am, 1969. **51**(4): p. 737-55.
28. Hendry, J., L.C. Biant, and S.J. Breusch, *Abductor mechanism tears in primary total hip arthroplasty*. Arch Orthop Trauma Surg, 2012. **132**(11): p. 1619-23.
29. Hersche, O., *[Diagnosis and therapy of hip abductor insufficiency after hip arthroplasty]*. Orthopade, 2011. **40**(6): p. 506-12.
30. Howell, G.E., R.E. Biggs, and R.B. Bourne, *Prevalence of abductor mechanism tears of the hips in patients with osteoarthritis*. J Arthroplasty, 2001. **16**(1): p. 121-3.
31. Kagan, A., 2nd, *Rotator cuff tears of the hip*. Clin Orthop Relat Res, 1999(368): p. 135-40.
32. Kingzett-Taylor, A., et al., *Tendinosis and tears of gluteus medius and minimus muscles as a cause of hip pain: MR imaging findings*. AJR Am J Roentgenol, 1999. **173**(4): p. 1123-6.
33. Kohl, S., et al., *Hip abductor defect repair by means of a vastus lateralis muscle shift*. J Arthroplasty, 2012. **27**(4): p. 625-9.
34. Krackow, K.A., S.C. Thomas, and L.C. Jones, *A new stitch for ligament-tendon fixation. Brief note*. J Bone Joint Surg Am, 1986. **68**(5): p. 764-6.
35. Kumagai, M., et al., *Functional evaluation of hip abductor muscles with use of magnetic resonance imaging*. J Orthop Res, 1997. **15**(6): p. 888-93.
36. LaBan, M.M., S.K. Weir, and R.S. Taylor, *'Bald trochanter' spontaneous rupture of the conjoined tendons of the gluteus medius and minimus presenting as a trochanteric bursitis*. Am J Phys Med Rehabil, 2004. **83**(10): p. 806-9.
37. Lachiewicz, P.F., *Abductor tendon tears of the hip: evaluation and management*. J Am Acad Orthop Surg, 2011. **19**(7): p. 385-91.
38. Lecerf, G., et al., *Femoral offset: anatomical concept, definition, assessment, implications for preoperative templating and hip arthroplasty*. Orthop Traumatol Surg Res, 2009. **95**(3): p. 210-9.

39. Lequesne, M., et al., *Gluteal tendinopathy in refractory greater trochanter pain syndrome: diagnostic value of two clinical tests*. Arthritis Rheum, 2008. **59**(2): p. 241-6.
40. Macke, C., C. Krettek, and S. Brand, *[Tendinopathies of the hip : Treatment recommendations according to evidence-based medicine]*. Unfallchirurg, 2017. **120**(3): p. 192-198.
41. Makridis, K.G., et al., *Clinical and MRI results in 67 patients operated for gluteus medius and minimus tendon tears with a median follow-up of 4.6 years*. Orthop Traumatol Surg Res, 2014. **100**(8): p. 849-53.
42. McCormick, F., et al., *Endoscopic repair of full-thickness abductor tendon tears: surgical technique and outcome at minimum of 1-year follow-up*. Arthroscopy, 2013. **29**(12): p. 1941-7.
43. Miozzari, H.H., et al., *Late repair of abductor avulsion after the transgluteal approach for hip arthroplasty*. J Arthroplasty, 2010. **25**(3): p. 450-457.e1.
44. Muller, M., et al., *Evidence of reduced muscle trauma through a minimally invasive anterolateral approach by means of MRI*. Clin Orthop Relat Res, 2010. **468**(12): p. 3192-200.
45. Muller, M., et al., *Randomized controlled trial of abductor muscle damage in relation to the surgical approach for primary total hip replacement: minimally invasive anterolateral versus modified direct lateral approach*. Arch Orthop Trauma Surg, 2011. **131**(2): p. 179-89.
46. Pfirrmann, C.W., et al., *Greater trochanter of the hip: attachment of the abductor mechanism and a complex of three bursae--MR imaging and MR bursography in cadavers and MR imaging in asymptomatic volunteers*. Radiology, 2001. **221**(2): p. 469-77.
47. Pfirrmann, C.W., et al., *Abductor tendons and muscles assessed at MR imaging after total hip arthroplasty in asymptomatic and symptomatic patients*. Radiology, 2005. **235**(3): p. 969-76.
48. Ramesh, M., et al., *Damage to the superior gluteal nerve after the Hardinge approach to the hip*. J Bone Joint Surg Br, 1996. **78**(6): p. 903-6.
49. Rao, B.M., et al., *Surgical repair of hip abductors. A new technique using Graft Jacket allograft acellular human dermal matrix*. Int Orthop, 2012. **36**(10): p. 2049-53.

50. Redmond, J.M., A.W. Chen, and B.G. Domb, *Greater Trochanteric Pain Syndrome*. J Am Acad Orthop Surg, 2016. **24**(4): p. 231-40.
51. Riddoch, G., et al., *Aids to the examination of the peripheral nervous system*. Medical Research Council. 1942.
52. Robertson, W.J., et al., *Anatomy and dimensions of the gluteus medius tendon insertion*. Arthroscopy, 2008. **24**(2): p. 130-6.
53. Rompe, J.D., et al., *Home training, local corticosteroid injection, or radial shock wave therapy for greater trochanter pain syndrome*. Am J Sports Med, 2009. **37**(10): p. 1981-90.
54. Schuh, A. and G. Zeiler, *[Rupture of the gluteus medius tendon]*. Zentralbl Chir, 2003. **128**(2): p. 139-2; discussion 143.
55. Smith, M.V., et al., *Lower extremity-specific measures of disability and outcomes in orthopaedic surgery*. J Bone Joint Surg Am, 2012. **94**(5): p. 468-77.
56. Thaunat, M., et al., *Endoscopic repair of partial-thickness undersurface tears of the gluteus medius tendon*. Orthop Traumatol Surg Res, 2013. **99**(7): p. 853-7.
57. Twair, A., et al., *MRI of failed total hip replacement caused by abductor muscle avulsion*. AJR Am J Roentgenol, 2003. **181**(6): p. 1547-50.
58. Voos, J.E., et al., *Endoscopic repair of gluteus medius tendon tears of the hip*. Am J Sports Med, 2009. **37**(4): p. 743-7.
59. Weber, M. and D.J. Berry, *Abductor avulsion after primary total hip arthroplasty. Results of repair*. J Arthroplasty, 1997. **12**(2): p. 202-6.
60. Whiteside, L.A., *Surgical technique: Gluteus maximus and tensor fascia lata transfer for primary deficiency of the abductors of the hip*. Clin Orthop Relat Res, 2014. **472**(2): p. 645-53.
61. Whiteside, L.A., *Surgical technique: Transfer of the anterior portion of the gluteus maximus muscle for abductor deficiency of the hip*. Clin Orthop Relat Res, 2012. **470**(2): p. 503-10.
62. Wylde, V., et al., *Persistent pain after joint replacement: prevalence, sensory qualities, and postoperative determinants*. Pain, 2011. **152**(3): p. 566-72.
63. Yanke, A.B., et al., *Endoscopic repair of a gluteus medius tear at the musculotendinous junction*. Arthrosc Tech, 2013. **2**(2): p. e69-72.

9. Anhang

9.1 Modifizierter Harris Hip Score (mHHS)

I. Schmerz (max. 44 Punkte)	
A. Kein Schmerz	44
B. Leicht, gelegentlich, keine Aktivitätseinschränkung	40
C. Leichter Schmerz, keine Auswirkungen im Alltag, gelegentlich mäßiger Schmerz bei ungewohnter Aktivität, evtl. Einnahme von Aspirin	30
D. Mäßiger Schmerz; erträglich, aber Zugeständnisse. Gewisse Einschränkungen der gewöhnlichen Aktivität oder Arbeit. Evtl. gelegentliche Einnahme von stärkeren Analgetika.	20
E. Deutlicher Schmerz, starke Aktivitätseinschränkung.	10
F. Starke Einschränkung, Behinderung, Ruheschmerz, bettlägerig.	0

II. Funktion (max. 47 Punkte)					
A. Gang (max. 33 Punkte)			B. Aktivitäten (max. 14 Punkte)		
1. Hinken	kein Hinken	11	1. Treppen gehen	frei möglich, ohne Geländerbenutzung	4
	leicht	8		mit Geländerbenutzung	2
	mäßig	5		auf irgendeine Weise	1
	stark	0		unmöglich	0
2. Gehhilfen	keine	11	2. Anziehen von Schuhen und Socken	problemlos	4
	Stock für weite Strecken	7		erschwert möglich	2
	meistens Stock	5		unmöglich	0
	1 UAG	3	3. Sitzen	bequemes Sitzen auf einem gewöhnlichen Stuhl für 1 h	5
	2 Stöcke	2		auf erhöhtem Stuhl für ½ h	3
	2 UAG oder gehunfähig	0		bequemes Sitzen unmöglich	0

3. Gehstrecke	keine Einschränkung	11	4. Benutzung öffentlicher Verkehrsmittel	möglich	1
	ca. 1000m	8		nicht möglich	0
	ca. 500m	5			
	Nur im Haus	2			
	bettlägerig, Mobilisation im Stuhl	0			

III. Bewegungsausmaß der Hüfte (max. 5 Punkte)	
A. 211-300°	5
B. 161-210°	4
C. 101-160°	3
D. 61-100°	2
E. 31-60°	1
F. 0-30°	0

IV. Vorhandensein von Deformitäten (max. 4 Punkte)	
A. Kleiner als 30° Flexionskontraktur	ja/nein
B. Abduktion kleiner als 10°	ja/nein
C. Innenrotation in Streckung kleiner als 10°	ja/nein
D. Beinlängendifferenz kleiner als 3,2 cm	ja/nein
A. A-D mit ja beantwortet	4
B. A-D weniger als 4 mit ja.	0

9.2 Visuelle Analogskala (VAS)



9.3 British Medical Research Council Scale (MRC)

Kraftgrad MRC	
Keine muskuläre Aktivität, komplette Lähmung	0/5
Sichtbare oder tastbare Kontraktionen ohne Bewegung	1/5
Bewegung unter Ausschaltung der Schwerkraft möglich	2/5
Bewegung gegen die Schwerkraft gerade noch möglich	3/5
Bewegung gegen leichten Widerstand möglich	4/5
Normale Kraft	5/5

9.4 Abkürzungsverzeichnis

AGL	Vordere Gluteallinie
AIIS	Spina iliaca anterior inferior
ASIS	Spina iliaca anterior superior
GMax	Gluteus Maximus
GMed	Gluteus Medius
GMin	Gluteus Minimus
GPTS	Greater Trochanter Pain Syndrom
GT	Trochanter major
HHS	Harris Hip Score
HTEP	Hüfttotalendoprothese
IGL	Untere Gluteallinie
mHHS	modifizierter Harris Hip Score
MRC	British Research Council Scale
MRT	Magnetresonanztomographie
PGL	Hintere Gluteallinie
PIIS	Spina iliaca posterior inferior

PSIS	Spina iliaca posterior superior
STIR	Short Tau Inversion Recovery
TFL	Tensor Fasciae Latae
VAS	Visuelle Analogskala

10. Lebenslauf

Lebenslauf wurde aus datenschutzrechtlichen Gründen entfernt.

11. Danksagung

Mein besonderer Dank gebührt meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr. Rütter für die Möglichkeit der Promotion an seinem Institut.

Ebenso meinem Betreuer Herrn Prof. Dr. Fink für die sehr gute Unterstützung und schnelle Beantwortung aller meiner Fragen.

Bedanken möchte ich mich auch für die organisatorische Unterstützung beim Kliniksekretariat der Orthopädischen Klinik in Markgröningen sowie dem Promotionsbüro der medizinischen Fakultät der Universität Hamburg.

Dank an dieser Stelle meiner Familie für die Unterstützung während des Studiums und meiner lieben Frau Nina.

12. Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere ausdrücklich, dass ich die Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die aus den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen einzeln nach Ausgabe (Auflage und Jahr des Erscheinens), Band und Seite des benutzten Werkes kenntlich gemacht habe.

Ferner versichere ich, dass ich die Dissertation bisher nicht einem Fachvertreter an einer anderen Hochschule zur Überprüfung vorgelegt oder mich anderweitig um Zulassung zur Promotion beworben habe.

Ich erkläre mich einverstanden, dass meine Dissertation vom Dekanat der Medizinischen Fakultät mit einer gängigen Software zur Erkennung von Plagiaten überprüft werden kann.

Unterschrift: