



Fakultät für Medizin  
der Technischen Universität München

**Die degenerative (Teil-) Ruptur der kleinen Glutealmuskulatur -  
Diagnostik und Einfluss bei der Implantation einer Hüfttotalendoprothese**

Daniel Schulz

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Medizin  
der Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades  
eines  
Doktors der Medizin  
genehmigten Dissertation.

Vorsitzender:

Prof. Dr. Ernst J. Rummeny

Prüfer der Dissertation:

1. apl. Prof. Dr. Werner R. Plötz

2. Prof. Dr. Andreas B. Imhoff

Die Dissertation wurde am 13.06.2018 bei der Technischen Universität München  
eingereicht und durch die Fakultät für Medizin am 14.05.2019 angenommen.

Meinem verstorbenen Vater in Dankbarkeit

## **Danksagung:**

Zu Beginn möchte ich mich bei meinem Doktorvater, Herrn Prof. Dr. Werner Plötz, für seine stets konstruktive Betreuung während der Erstellung meiner Arbeit bedanken.

Bei meiner gesamten Familie bedanke ich mich für ihre ständige und bedingungslose Unterstützung von Beginn an und besonders während der schweren Zeiten.

## **Inhaltsverzeichnis:**

<b>1. Einleitung</b> .....	<b>6</b>
<b>1.1. Anatomie</b> .....	<b>8</b>
<b>1.2. Pathogenese</b> .....	<b>10</b>
<b>1.3. Diagnostik</b> .....	<b>12</b>
1.3.1. Anamnese .....	12
1.3.2. Klinische Untersuchung.....	12
1.3.3. Probatorische Infiltration.....	13
1.3.4. Apparative Diagnostik .....	13
1.3.4.1. Sonografie .....	13
1.3.4.2. Röntgen .....	14
1.3.4.3. MRT .....	15
1.3.4.4. Szintigrafie .....	17
<b>1.4. Behandlung</b> .....	<b>18</b>
1.4.1. Konservative Therapie .....	18
1.4.1.1. Analgesie, Entlastung, physikalische Therapie .....	18
1.4.1.2. Lokale Infiltrationstherapie.....	18
1.4.1.3. Stoßwellentherapie .....	19
1.4.2. Operative Therapie.....	19
1.4.3. Behandlungs-Algorithmus .....	20
<b>1.5. Prognose</b> .....	<b>21</b>
<b>1.6. Zwischenfazit</b> .....	<b>22</b>
<b>2. Material und Methoden</b> .....	<b>26</b>
<b>2.1. Charakterisierung der untersuchten Patientengruppe</b> .....	<b>26</b>
<b>2.2. Untersuchte Parameter</b> .....	<b>26</b>

<b>2.3. Methodik der Datenerhebung und -Auswertung.....</b>	<b>27</b>
<b>2.4. Definition der Variablen.....</b>	<b>27</b>
<b>2.5. Statistische Tests .....</b>	<b>28</b>
2.5.1. chi <sup>2</sup> -Tests:.....	28
2.5.2. t-Tests .....	29
<b>3. Ergebnisse .....</b>	<b>31</b>
<b>4. Diskussion.....</b>	<b>43</b>
<b>5. Zusammenfassung.....</b>	<b>48</b>
<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>51</b>
<b>Abbildungs- und Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>55</b>

## 1. Einleitung

Die Tendinopathie sowie die (Teil-)Ruptur der Mm. gluteus medius und minimus gewinnen als Ursache für Beschwerden im Bereich des Trochanter major zunehmend an Bedeutung. Dennoch handelt es sich hierbei noch immer um häufig nicht erkannte Diagnosen. Das liegt mitunter daran, dass für die meist unspezifischen, im Bereich des Trochanter major bestehenden und häufig in den proximalen lateralen Oberschenkel und das Gesäß ausstrahlenden Beschwerden eine Vielzahl an Ursachen in Frage kommt. Hierzu gehören beispielsweise die Bursitis trochanterica sowie Erkrankungen des Hüftgelenkes und der Lendenwirbelsäule (*Reid D., 2016; Kingzett-Taylor A. et al., 1999*). Laut *Tortolani P.J. et al., 2002* ist bei 20% der Patienten, die sich in einer Wirbelsäulen-Abteilung vorstellen, eine Bursitis oder Tendinopathie die Ursache ihrer Beschwerden. Aber auch andere Erkrankungen wie eine avaskuläre Nekrose, eine Infektion oder Stressfrakturen müssen als Differentialdiagnose in Betracht gezogen werden (*Connell D. et a.l., 2003; Kagan A., 1999*).

Von *Aeppli N. et al., 2012* wird zudem der sogenannte „Entrapmentschmerz“ von Hautästen des N. iliohypogastricus als mögliche Ursache für die o.g. Beschwerden angeführt.

Bei der Diagnosefindung fällt insbesondere die klare Unterscheidung zwischen einer Bursitis und einer Tendinopathie der kleinen Glutealmuskulatur oft schwer, da sich die klinischen und radiologischen Hinweise auf die beiden Erkrankungen kaum unterscheiden.

In der Klinik und in der Literatur wird der Beschwerdekompex im Bereich des

Trochanter major daher zumeist unter dem unspezifischen Begriff „greater trochanteric pain syndrome“ (GTPS) zusammengefasst.

Laut *Lievensse A. et al., 2005* leiden rund 10-20% der Patienten mit Hüftgelenksbeschwerden unter Symptomen, die einem GTPS zugeordnet werden können.

Am häufigsten betroffen von diesen typischerweise einseitig bestehenden Beschwerden sind Frauen zwischen dem 60. und 65. Lebensjahr. In dieser Gruppe wird eine Inzidenz von bis zu 23% beschrieben. Bei den Männern sind in der Altersgruppe zwischen 50 und 79 Jahren mit 8,3% bei weiterer Altersspanne deutlich weniger Patienten betroffen (*Grimaldi A. et al., 2015; Segal N.A. et al., 2007*).

Die Gesamtinzidenz liegt bei ca. 1,8 Patienten per 1000 pro Jahr (*Dorn U. et al., 2016; Lievensse A. et al., 2005*). Es wird jedoch von einer hohen Dunkelziffer ausgegangen, da bisher nicht eindeutig geklärt ist, wie groß der Anteil der asymptomatisch verlaufenden Tendinopathien ist (*Schibany N. et al., 2004*).

Wird in älteren Studien noch die Bursitis als häufigste alleinige Ursache für das GTPS angegeben, so tritt die (Teil-) Ruptur oder Tendinopathie der kleinen Glutealmuskulatur bei der Diagnosefindung, zumindest als Co-Inzidenz mit der Bursitis, zunehmend in den Vordergrund. Wie *Woodley S. et al., 2008* schreiben, liegt nach einem Vergleich von fünf Studien die Rate der Tendinopathien unter den Patienten mit GTPS zwischen 25,7% und 83,3%.

Dabei ist der M. gluteus medius häufiger alleine betroffen als zusammen mit dem M. gluteus minimus. Isolierte Läsionen des M. gluteus minimus sind dagegen selten. (*Connell D. et al. 2003; Makridis K.G. et al., 2015*).

So wie *Woodley S.* konnten auch *Cvitanic O. et al., 2004* zeigen, dass häufig eine Verbindung zwischen der Tendinopathie und der Bursitis besteht bzw. sie häufig gemeinsam auftreten. In der Literatur wird hier zumeist von einer reaktiven Bursitis im Rahmen der Tendinopathie gesprochen (*Kong A. et al., 2006*).

Als weitere Co-Inzidenz ist die Osteoarthritis zu nennen. Es wird davon ausgegangen, dass die Tendinopathie der Glutealmuskulatur die Entstehung einer Osteoarthritis begünstigen kann (*Dunn T. et al., 2003*). In den Studien von *Kingzett-Taylor* und *Woodley* liegt die Rate der gleichzeitig bestehenden Osteoarthritiden unter den Patienten mit radiologisch und klinisch diagnostizierter Tendinopathie bei 20%. In Korrelation hierzu lag in der Studie von *Dorn U. et al., 2016* die Inzidenz der intraoperativ bei der Versorgung von Schenkelhalsfrakturen oder Coxarthrosen festgestellten Sehnenrissen der Glutealmuskulatur bei bis zu 22%.

## 1.1. Anatomie

Um die Pathogenese des GTPS besser verstehen zu können, soll im Folgenden ein kurzer Überblick über die Anatomie und die Funktion der beteiligten Strukturen gegeben werden.

Das Hüftgelenk ist zusammen mit dem Schultergelenk das Gelenk mit der größten Bewegungsfreiheit im menschlichen Körper. Beim Erreichen dieses Bewegungsausmaßes spielt der Abduktorenkomplex, dessen Hauptansatzpunkt der Trochanter major darstellt, eine wesentliche Rolle (*Pfirschmann C.W. et al., 2001*).

Der Abduktorenkomplex wird gebildet durch den M. gluteus medius, den M. gluteus minimus und den M. tensor fasciae latae (Abbildung 1). Neben der Abduktion des Beines im Hüftgelenk wird ihm auch eine stabilisierende Rolle des Beckens beim Gehen zugesprochen (Gottschalk F. et al., 1989; Flack N. et al., 2012). Letztere Funktion fällt laut aktuellen Erkenntnissen v.a. dem M. tensor fasciae latae zu. Die Mm. gluteus medius und minimus haben dagegen einen wichtigen Einfluss auf die Beckenrotation beim Gehen. Der M. gluteus minimus zentriert zusammen mit Anteilen des M. gluteus medius zudem den Hüftkopf in der Gelenkspfanne (Dorn U. et al., 2016; Gottschalk F. et al, 1989).

Den knöchernen Ursprung der Mm. gluteus medius und minimus bildet die Außenseite der Ala iliaca, von wo der Muskelkomplex mit drei Anteilen zur Außenfläche des Trochanter major zieht (Abbildung 1) und dort größtenteils separat, teilweise aber auch überlappend inseriert (Robertson W. et al., 2008).

Abbildung 1: (modifiziert nach Gottschalk F. et al., 1989)

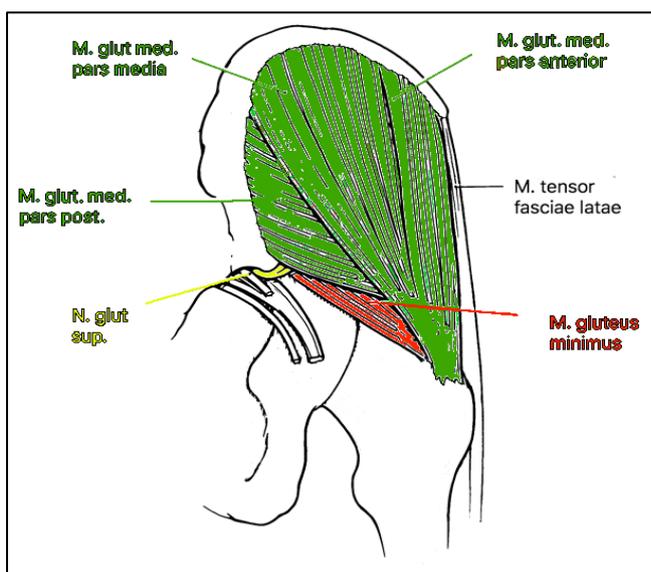


Abb. 1: Schematische Darstellung der kleinen Glutealmuskulatur mit ihrem Ursprung an der Ala iliaca und Ansatz am Trochanter major. (Ansicht von dorsal)

Dabei setzt der M. gluteus medius mit zwei Anteilen an der lateralen und der superoposterioren Facette des Trochanter major an, wobei er an der lateralen Facette mit dem M. gluteus minimus überlappt (Abbildung 2a). Als Gleitschicht zwischen Trochanter major und dem Abduktorenkomplex dienen zumeist drei Bursae (Abbildung 2b).

Abbildung 2: (modifiziert nach Pfirrmann C.W. et al., 2001)

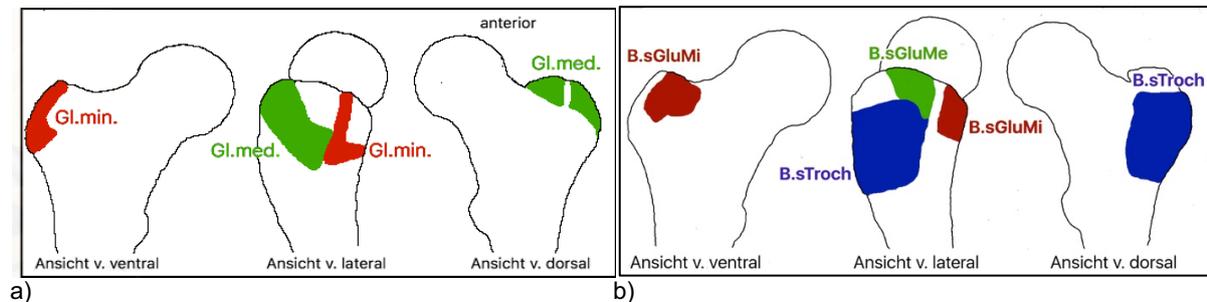


Abb 2: Schematische Darstellung des proximalen Anteils des Femur in der Frontalansicht (links), der lateralen Ansicht (mitte) und Ansicht von dorsal (rechts).  
a) Knocherne Ansätze der Sehnen der Mm. gluteus medius (grün) und gluteus minimus (rot)  
b) Position der Bursae: Bursa subgluteus medius (grün), Bursa subgluteus minimus (rot) und Bursa subtrochanterica (blau)

## 1.2. Pathogenese

Die vollständige Pathogenese der Tendinopathie bzw. (Teil-)Ruptur der Glutealmuskulatur ist insgesamt noch nicht endgültig geklärt. In älteren Studien werden als mögliche Ursachen die bereits beschriebene Osteoarthritis, eine degenerative Erkrankung der Lendenwirbelsäule oder auch ein bestehender Beinlängenunterschied angeführt (Kingzett-Taylor A. et al., 1999; Karpinski M.R. & Piggott H., 1985; Schapira D. et al., 1986).

In ihrem Review von 2015 beschreiben *Grimaldi A. et al.* auch die Stellung des Hüftgelenkes als Einflussfaktor. So kommt es bei Adduktionsstellung des Hüftgelenkes zur Kompression der kleinen Glutealmuskulatur durch den Tractus iliotibialis. Das ist beispielsweise der Fall beim Sitzen mit geschlossenen Knien oder mit übereinander geschlagenen Beinen.

Auch bei der Flexion des Hüftgelenkes über 90°, wie etwa beim tiefen Sitzen, kommt es zu erhöhten Kompressionskräften durch den Tractus iliotibialis. Bei sportlichen Aktivitäten entsteht eine solche Wirkung zum Beispiel beim Einbeinstand oder auch beim Lauf um einen Rundkurs in die immer gleiche Richtung. Angeborene oder erworbene knöcherne Stellungsverhältnisse des Beckens und des Femur können die Entstehung einer Tendinopathie und Glutealmuskelruptur wahrscheinlich ebenfalls begünstigen. So zeigte sich in der Studie von *Schuh A. und Zeiler G., 2003* bei allen 13 Patienten, bei denen sich intraoperativ während der Versorgung einer Schenkelhalsfraktur eine Ruptur des M. gluteus medius darstellte, eine fortgeschrittene Arthrose mit valgischer Konfiguration und Antetorsion des proximalen Femur. Radiologisch bestand ebenfalls jeweils eine coxa valga antetorta. Diese Konstellation wird aufgrund der postulierten vermehrten Belastung der ventralen Anteile der Mm gluteus medius und minimus als wesentlicher Risikofaktor für eine Tendinopathie angesehen (*Aeppli-Schneider N. et al., 2012*).

Zuletzt sei zudem, wie bei allen Sehnenerkrankungen des Gehapparates, die Adipositas als begünstigende Komponente genannt.

## 1.3. Diagnostik

### 1.3.1. Anamnese

Allen weiteren diagnostischen Maßnahmen voran steht wie immer die Erhebung der entsprechenden Anamnese. Klassischerweise berichten die Patienten zumeist über Beschwerden im Bereich der Hüfte oder des Gesäßes, die bei längerem Stehen oder Laufen sowie beim Liegen auf der betroffenen Seite deutlich zunehmen (*Bewyer D. and Bewyer K., 2003*). Häufig strahlen die Beschwerden über den lateralen Oberschenkel bis zum Kniegelenk aus. Eine neurologische Symptomatik besteht dabei jedoch nicht. Im Alltag fallen die Beschwerden vor allem beim Treppensteigen oder Bergaufgehen auf.

### 1.3.2. Klinische Untersuchung

Zu den klassischen klinischen Anzeichen einer Tendinopathie bzw. (Teil-)Ruptur der Mm. gluteus medius und minimus gehören neben dem lokalen Druckschmerz im Bereich des Trochanter major häufig auch ein positives Trendelenburg-Zeichen sowie Beschwerden bei der passiven und mehr noch bei der aktiven Innenrotation gegen Widerstand. Dazu kommt eine Muskelschwäche mit Beschwerden bei der Abduktion im Hüftgelenk gegen Widerstand, die häufig nach gluteal und/oder in den lateralen Oberschenkel ausstrahlen (*Anderson T.P., 1958*). Wie *Bird, P.A. et al., 2001* durch eine prospektive Studie zeigen konnten, fällt dabei unter den klinischen Untersuchungsmethoden mit einer Sensitivität von 72,7% und einer Spezifität von 76,2% dem Trendelenburgtest eine besonders hohe Aussagekraft zu.

### 1.3.3. Probatorische Infiltration

Klassischerweise lassen sich die im Bereich des Trochanter major bestehenden Beschwerden durch die Infiltration eines Lokalanästhetikums, ggf. in Kombination mit einem Kortikosteroid, vollständig oder zumindest deutlich lindern. Da dies jedoch auch bei der Bursitis der Fall ist, wie bereits von *Schapira D. et al., 1986* beschrieben wurde, ist auch hier die Unterscheidung zwischen Bursitis und Tendinopathie oft nicht mit endgültiger Sicherheit möglich.

### 1.3.4. Apparative Diagnostik

#### 1.3.4.1. Sonografie

Die Sonografie ist grundsätzlich eine einfache und schnell durchzuführende Untersuchungsmethode. Im Ultraschall stellt sich eine Tendinopathie meist in Form einer Verdickung der Sehne mit umgebener Herabsetzung des Schallsignales dar. Rupturen weisen ebenfalls Veränderungen der Echogenität auf. Dabei können echoarme, unregelmäßig begrenzte Areale im Sehnenverlauf Hinweise auf eine Teilruptur sein. Vollständige Rupturen imponieren als Unterbrechung des Sehnenverlaufes oder als „Lücke“.

Durch die Dopplersonografie lässt sich ggf. eine vermehrte Vaskularisierung des Gewebes darstellen. Letzteres ist allerdings eher selten der Fall (*Kong A. et al., 2006*). Eventuell vorliegende Ossifikationen zeigen sich durch echoreiche Strukturen ansatznah mit darunterliegender Schallauslöschung.

Insgesamt ist zu sagen, dass die sichere Diagnose einer Tendinopathie mittels Ultraschall schwierig ist. Zwar lässt sich eine komplette Ruptur fast immer sicher

nachweisen, die Darstellung einer Partialruptur ist jedoch zumeist sehr schwierig und bedarf eines äußerst geübten Untersuchers.

Für die Sonografie wird eine Sensitivität von 61% für die Diagnose von intraoperativ bestätigten Rupturen des M. gluteus medius beschrieben. Die Aussagekraft für Rupturen des M. gluteus minimus ist bisher noch nicht untersucht (*Fearon A.M. et al., 2010; Grimaldi A. et al., 2015*).

## 1.3.4.2. Röntgen

Die konventionelle Röntgenuntersuchung spielt laut der vorliegenden Literatur bei der Diagnostik des GTPS bisher kaum eine Rolle. Zwar ist die anterior-posterior Beckenübersichtsaufnahme, ggf. ergänzt durch eine axiale Aufnahme des entsprechenden Hüftgelenkes, eine Standarduntersuchung und sicherlich einer der ersten diagnostischen Maßnahmen, die im Rahmen der Diagnostik bei Schmerzen im Bereich des Hüftgelenkes durchgeführt wird. Jedoch dient sie hierbei eher der Diagnose bzw. dem Ausschluss anderer möglicher Ursachen wie einer Coxarthrose, einer Fraktur oder auch einem Tumorleiden.

Als aussagekräftigstes bildgebendes Verfahren zur Diagnose einer Tendinopathie oder (Teil-)Ruptur der Glutealmuskulatur wird stets die MRT genannt. Zur Aussagekraft eines Röntgenbildes gibt es bisher kaum verwertbare Erkenntnisse. Vereinzelt Autoren, wie etwa *Dorn U. et al., 2016*, beschreiben zwar eine „Exostose“ am Trochanter major als Hinweis auf eine Pathologie der Glutealmuskulatur, legen jedoch Ihrer Vermutung lediglich ihre eigene klinische Erfahrung zu Grunde. Entsprechende

Daten zur Untermauerung dieser These liegen laut meiner Recherchen bisher nicht vor.

### 1.3.4.3. MRT

Bezüglich der Vorhersagekraft der MRT für eine Tendinopathie oder (Teil-)Ruptur der Glutealmuskulatur unterscheiden sich die Aussagen in der Literatur teilweise deutlich. Während *Cvitanic O. et al., 2004* einen positiv prädiktiven Wert von 79% bei einem negativ prädiktiven Wert von 95% erreichen konnten, schreiben viele Studien der MRT in der Praxis bei der Diagnosefindung eine weitgehend untergeordnete Rolle zu. Zwar weist ein hoher Prozentsatz (88%) der Patienten mit Trochanter-Beschwerden pathologische MRT-Befunde auf, jedoch ist ein ebenfalls hoher Prozentsatz (50%) der Patienten mit pathologischen MRT-Befunden im Bereich des Trochanter major vollkommen beschwerdefrei (*Blankenbaker D. et al., 2008*). Es zeigt sich also, dass sich die klinischen und radiologischen Befunde häufig gegenseitig widersprechen (*Bird, P.A. et al., 2001; Woodley S. et al., 2008*).

Eine weitere Erschwernis bei der Kernspindiagnostik bietet die Tatsache, dass die Befunde oft nicht ganz eindeutig zu interpretieren sind, da es an sicheren radiologischen Nachweiskriterien fehlt. Eine Rolle spielt hier, zumindest laut älteren Studien, vor allem die schwache Weichteilkontrastierung (*Kingzett-Taylor A. et al., 1999*). Lediglich eine an der Ansatzstelle des M. gluteus medius und minimus bestehende Signalanreicherung in der T2-Wichtung bei gleichzeitiger Verdickung der Sehne in der T1-Wichtung gelten als Anzeichen für eine Tendinopathie (*Cvitanic O. et al., 2004*). Als weitere Hinweise werden eine Diskontinuität und Elongation der

Sehne angesehen (Aeppli-Schneider N. et al., 2012).

Als Zeichen einer (Teil-)Ruptur zeigen sich Diskontinuitäten der Muskelfasern und/oder fettige Degenerationen. Pfirrmann C. et al., 2005 fanden dabei heraus, dass fettige Atrophien der posterioren Hälfte des M. gluteus minimus und Signalanreicherungen im posterioren Anteil der Gluteus-medius-Sehne deutlich häufiger bei symptomatischen als bei asymptomatischen Patienten auftreten (siehe Abb. 3). Atrophien und Signalveränderungen in den übrigen Sehnenanteilen scheinen dagegen nicht mit der Beschwerdesymptomatik der Patienten zu korrelieren.

Abbildung 3:

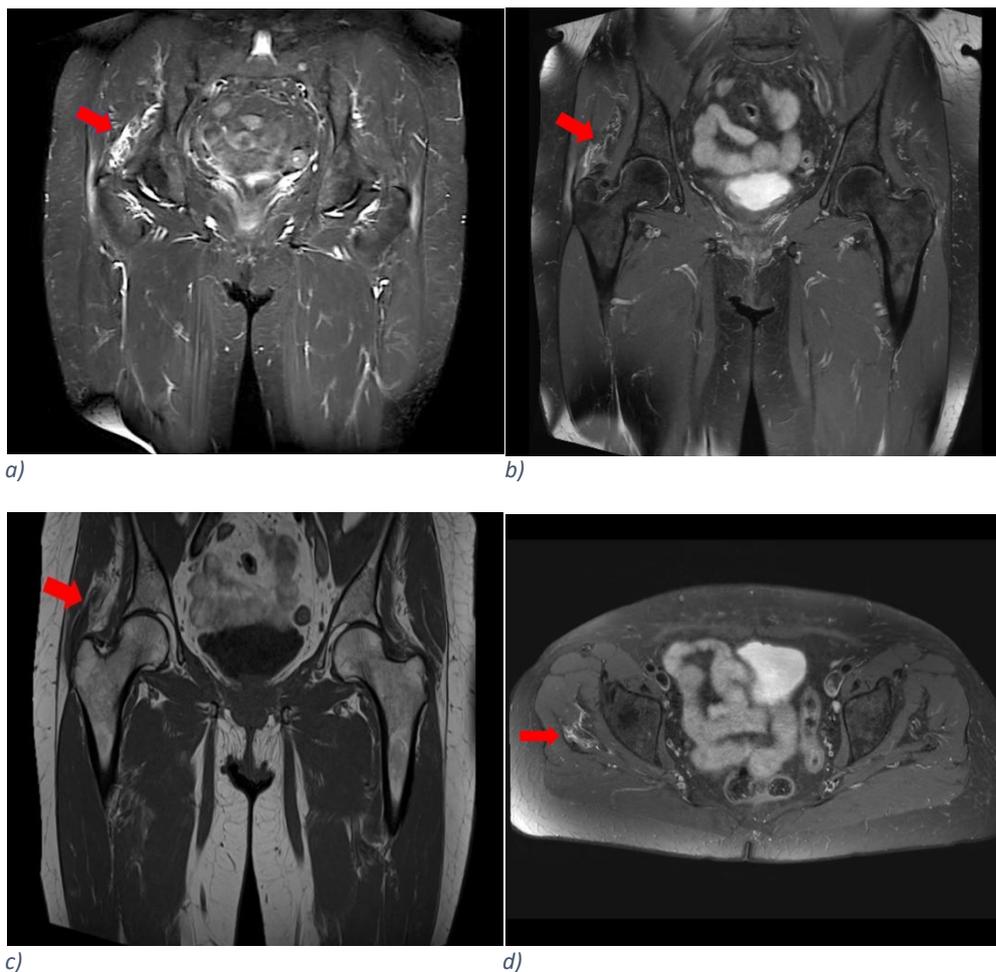


Abb.3: C.S.,70-jährige Patientin mit Teil-Ruptur der Mm. gluteus medius und minimus mit jeweils Auffaserung der Sehne (Pfeile in a, b und c) und Signalanreicherung im Bereich des Muskelansatzes (Pfeil in d)

Einige Autoren beschreiben zudem eine Kalzifizierung im Bereich des Sehnenansatzes als Zeichen einer Tendinopathie. Hierbei unterscheiden sich die Meinungen und Ergebnisse jedoch ebenfalls deutlich. Lag die Rate der Kalzifizierungen unter den Patienten mit einer Tendinopathie bei *Kingzett-Taylor A. et al., 1999* bei rund 40%, so beschreiben *Schapira D. et al., 1986* lediglich einen Anteil von 6,5%.

Vor allem nach erfolgter Prothesenimplantation ist die MRT-Diagnostik im Bereich des Trochanter durch die Artefaktüberlagerung zudem oft schwierig.

Nichtsdestotrotz wird die MRT besonders in den neueren Studien als Goldstandard bei der Diagnosefindung bezeichnet. Eine nennenswerte Rolle kann der Kernspindiagnostik sicherlich beim Ausschluss anderer, schwerwiegenderer Erkrankungen als Ursache für das GTPS zugesprochen werden. So z.B. bei Tumorerkrankungen, okkulten Frakturen oder Vaskulitiden.

#### **1.3.4.4. Szintigrafie**

*Allwright, Cooper & Nash, 1988* beschreiben einen charakteristischen Befund im Rahmen eines GTPS im Knochenszintigramm in Form einer linearen, bandförmigen Mehranreicherung im Bereich des superioren, lateralen Trochanter major. Einige Autoren ordnen diese Formation aufgrund des näheren anatomischen Bezuges eher der Tendinopathie als der Bursitis zu. (*Kingzett-Taylor A. et al., 1999*)

Insgesamt bleibt die Knochenszintigrafie jedoch eine aufwendige und wenig spezifische Untersuchung.

## **1.4. Behandlung**

### **1.4.1. Konservative Therapie**

#### **1.4.1.1. Analgesie, Entlastung, physikalische Therapie**

Als einfachstes Mittel unter den Therapie-Optionen stehen die symptomatische Behandlung der Schmerzen, vorzugsweise mit entzündungshemmenden Medikamenten wie nicht-steroidalen Antirheumatika zur Verfügung. Ggf. kann eine kurzzeitige Entlastung oder Teilbelastung an Unterarmgehstützen erfolgen, um den überbeanspruchten Bereich zur Ruhe kommen zu lassen. Zur Wiederherstellung des muskulären Gleichgewichts und Kräftigung der Glutealmuskulatur sind zudem physiotherapeutische Beübungen sinnvoll.

#### **1.4.1.2. Lokale Infiltrationstherapie**

Wie bereits oben beschrieben, kann zur Linderung der Beschwerden beim GTPS eine lokale Infiltrationstherapie am punctum maximum der Beschwerden am Trochanter major durchgeführt werden. Hierbei wird zumeist ein lokales Anästhetikum zusammen mit einem Kortikosteroid injiziert. Die Wirkung des lokalen Anästhetikums führt im besten Fall zur sofortigen, deutlichen Besserung der Beschwerden, was auch diagnostisch hilfreich sein kann. Die Wirkung des Kortikosteroids soll zur anhaltenden Reduktion des Reizzustandes insbesondere bei begleitender Bursitis führen.

### 1.4.1.3. Stoßwellentherapie

Bei der Stoßwellentherapie werden hochenergetische Druckwellen mit einer Eindringtiefe von 10-40mm ins Weichteilgewebe auf die erkrankten Strukturen geleitet. Dadurch soll es sowohl zu einer analgetischen als auch zu einer kurativen Wirkung insbesondere bei bereits bestehenden Verkalkungen in den Sehnenanteilen kommen (*van der Worp H. et al., 2014*). Da es sich in diesem Bereich um ein relativ neues Verfahren handelt, existieren bisher nur wenig verwertbare Daten. Bei *Rompe J.D. et al., 2009* kam es in einer nicht randomisierten Studie nach wöchentlicher Anwendung der Therapie über 4 Monate bei 68% der Patienten zu einer Besserung der Beschwerden (*Grimaldi A. et al., 2015*).

### 1.4.2. Operative Therapie

Bei der operativen Versorgung stehen die offene oder die endoskopische Reinsertion der Glutealmuskulatur zur Verfügung. Hierbei werden die ausgerissenen Sehnenanteile jeweils angefrischt und mit Fadenankern und/oder über Knochenkanäle am Trochanter major refixiert. Bei Versagen dieser Technik ist außerdem die Verwendung autologer oder allogener Sehneninterponate möglich. In neueren Studien wird zudem eine Versetzung des Ansatzes des M. iliopsoas vom Trochanter minor zum Trochanter major beschrieben (*Aepli-Schneider N. et al., 2012*).

Auch bei Patienten ohne Rupturnachweis können operative Verfahren angewendet werden. Im Falle einer therapieresistenten Tendinopathie kann ein Release des Tractus iliotibialis mittels T-Plastik oder auch proximaler oder distaler Z-Plastik

erfolgen (*Pretell J. et al., 2009*). Die Indikation und die Erfolgsaussichten für die operative Therapie sind jedoch stets kritisch zu prüfen. Postoperativ ist zumeist eine Entlastung von 6-8 Wochen notwendig, was der Patient auch umsetzen können muss. Wenngleich in der Literatur bisher nur case reports zu finden sind, so scheinen die Erfolgsaussichten der operativen Therapie jedoch durchaus vielversprechend zu sein. In einem Review über 72 case reports von *Walsh M.J. et al., 2011* zeigten sich 90% der Patienten nach operativer Therapie beschwerdefrei und mit unauffälligem Gangbild. Bezüglich des Outcomes scheint es keinen Unterschied zwischen der offenen und der endoskopischen Vorgehensweise zu geben. Allerdings kommt es bei der offenen Operationstechnik deutlich häufiger zu Komplikationen. Es fehlen jedoch noch entsprechende Fallzahlen (*Chandrasekaran S. et al., 2015*)

### 1.4.3. Behandlungs-Algorithmus

Abbildung 4: (*Bewyer D.C. und Bewyer K.J., 2003*)

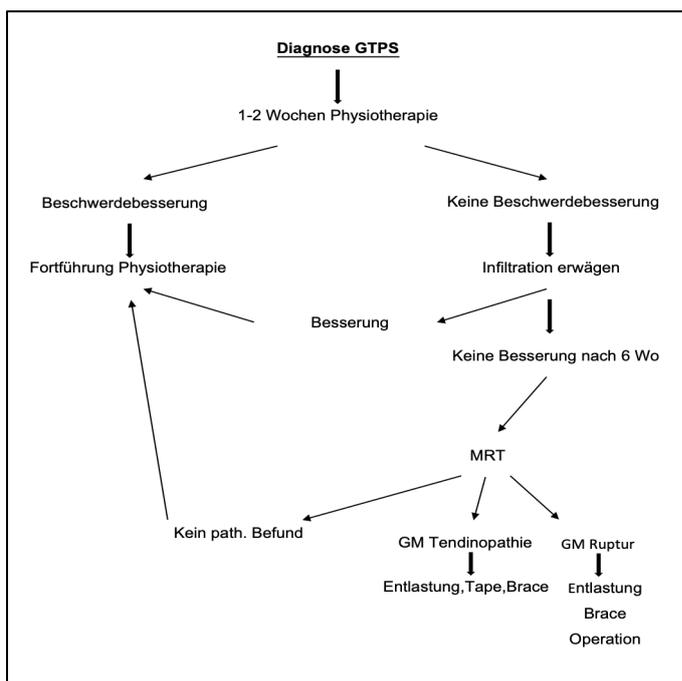


Abb. 4: Algorithmus zur Behandlung des GTPS

## 1.5. Prognose

Auch zur Prognose des GTPS existiert bisher noch sehr wenig Literatur. Bereits 1986 beobachteten *Shapira D. et al.* über zwei Jahre eine Kohorte von 72 Patienten mit einem GTPS unter konservativer Behandlung. Dabei konnte bei 90,3% der Patienten durch eine lokale Infiltration im Bereich des Trochanter major (1-3 Injektionen eines Kortikosteroids und Lidocain) eine Besserung der Beschwerden erzielt werden. Damit werden in dieser Studie der Infiltrationstherapie gleichzeitig auch die höchsten Erfolgs-Chancen zugeschrieben.

Die einzige Studie, die einen Langzeitverlauf von Patienten mit oben genannten Symptomen beschreibt, ist die von *Lievense A. et al., 2005*. In dieser Studie zeigten 52% der Patienten, die rein medikamentös (Paracetamol und/oder NSAR) behandelt wurden, eine Besserung der Beschwerden. Bei den Patienten, bei denen eine lokale Infiltration mit einem Kortikosteroid im Bereich des Trochanter major durchgeführt wurde, kam es bei 66% zu einer Linderung. Lediglich fünf Patienten aus der untersuchten Kohorte wurden operativ behandelt, wobei es bei dreien postoperativ zu einer Schmerzreduktion kam.

Eine höhere Aussagekraft zum Outcome nach operativer Therapie bietet hier sicherlich das bereits oben beschriebene Review von *Walsh M.J.*, laut dem sich postoperativ bei 90% der Patienten eine Besserung der Beschwerden einstellte.

Bei *Lievense A. et al., 2005* klagten im 1-Jahres follow-up jedoch insgesamt 78% der Patienten weiterhin über Beschwerden. Nach 5 Jahren lag die Rate noch immer bei 63%.

## 1.6. Zwischenfazit:

Wie aus meiner Einführung und aus der aktuellen Literatur hervorgeht, gewinnt die Tendinopathie bzw. die (Teil-)Ruptur der kleinen Glutealmuskulatur als Ursache für das GTPS zunehmend an Bedeutung. Die sichere, präoperative Diagnose ist jedoch oft nicht mit ausreichender Sicherheit möglich. Ursache hierfür sind die sich klinisch kaum unterscheidenden Symptome der möglichen Ursachen sowie die oft schwer und nicht eindeutig zu interpretierenden Befunde der apparativen Untersuchungen. Als Goldstandard bei der Diagnosefindung wird zumeist die MRT angeführt. (*Blankenbaker D. et al., 2008; Cvitanic O. et al., 2004; Kong A. et al., 2006; Pfirrmann C. et al., 2005*). Nichtsdestotrotz unterscheiden sich die Aussagen in der vorliegenden Literatur bezüglich der Vorhersagekraft der Kernspindiagnostik teilweise deutlich. Hinzu kommt, dass die hierbei erhobenen Befunde häufig nicht mit der Beschwerdesymptomatik der Patienten korrelieren (*Blankenbaker D. et al., 2008*). Nicht zuletzt sei angemerkt, dass die MRT eine vergleichsweise teure und aufwendige Untersuchung ist.

Es scheint daher sinnvoll, zu überprüfen, ob kostengünstigere und zugleich zuverlässigere Untersuchungsmethoden zu Verfügung stehen, um prä-operativ eine Aussage über das Vorliegen einer Tendinopathie bzw. (Teil-)Ruptur der kleinen Glutealmuskulatur treffen zu können. Als eines der einfachsten und kostengünstigsten bildgebenden Verfahren steht die konventionelle Röntgenuntersuchung zur Verfügung. Entsprechend der Beobachtung einzelner Autoren hat auch die eigene klinische Erfahrung gezeigt, dass Patienten, bei denen sich intraoperativ während der

Implantation einer Totalendoprothese am Hüftgelenk eine partielle oder komplette Ruptur der Glutealmuskulatur darstellte, häufig in den prä-operativen konventionellen Röntgenaufnahmen eine Exostose in Form einer „Kappe“ und/oder eines „Sporns“ im Bereich des Trochanter major aufwiesen (Abbildung 5 und 6).

Abbildung 5:

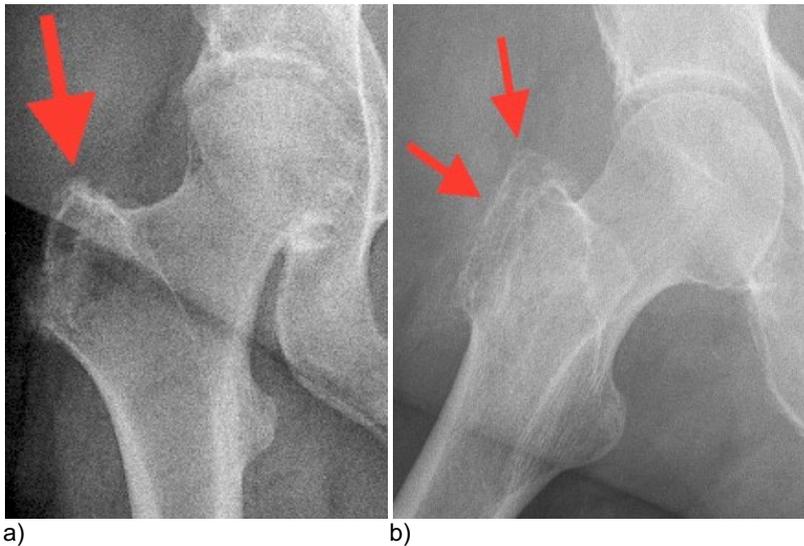


Abb.5: A.M.,68-jährige Patientin mit radiologischem Nachweis einer „Kappe“ an der Trochanterspitze in der a.p. Beckenübersichtsaufnahme (a) und in der Lauensteinaufnahme des Hüftgelenkes (b)

Abbildung 6:

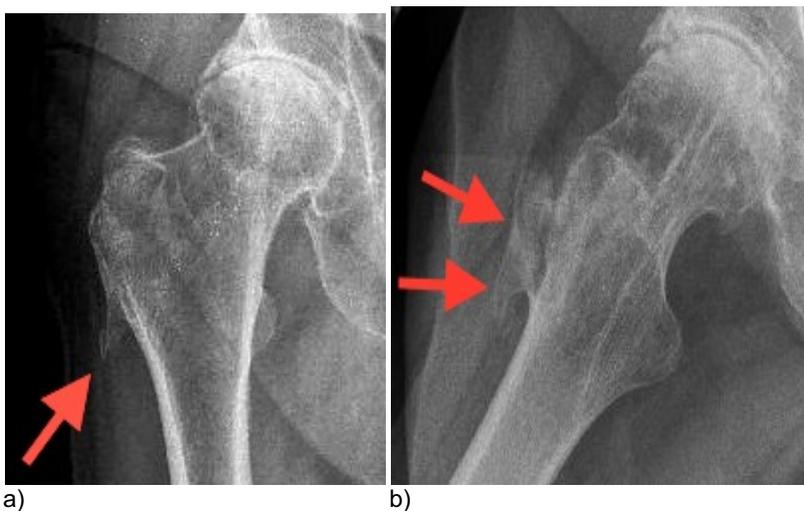


Abb.6: H.S.,74-jährige Patientin mit radiologischem Nachweis eines „Sporns“ an der postero-lateralen Facette des Trochanter major in der a.p. Beckenübersichtsaufnahme (a) und in der Lauensteinaufnahme des Hüftgelenkes (b)

So wird zwar im Einklang mit den eigenen klinischen Beobachtungen auch in vereinzelt Studien bereits ein Zusammenhang zwischen einer auffälligen knöchernen Struktur am Trochanter major und dem Vorhandensein einer (Teil-) Ruptur der Glutealmuskulatur vermutet, jedoch existieren bisher keine aussagekräftigen Daten um diese Vermutung zu untermauern.

In dieser Arbeit sollen daher folgende Hypothesen überprüft werden:

1. Bei Patienten, die in den konventionellen Röntgenaufnahmen des Hüftgelenkes eine „Kappe“ und/oder einen „Sporn“ im Bereich des Trochanter major aufweisen, besteht mit einer höheren Wahrscheinlichkeit eine (Teil-) Ruptur der kleinen Glutealmuskulatur als bei Patienten ohne „Kappe“ und/oder „Sporn“.
2. Bei Patienten, die in den konventionellen Röntgenaufnahmen des Hüftgelenkes eine „Kappe“ und/oder eine „Sporn“ im Bereich des Trochanter major aufweisen, besteht im Durchschnitt ein prozentual größeres Ausmaß eines Ausrisses der kleinen Glutealmuskulatur als bei Patientin ohne „Kappe“ und/oder „Sporn“.

Wie zudem bereits aus der Literatur bekannt ist, gilt der Trochanter - Druckschmerz als eines der Kardinalszeichen der Tendinopathie bzw. der (Teil-)Ruptur der Glutealmuskulatur. Bei den klinischen Untersuchungsmethoden wird dem Trendelenburgtest eine besonders hohe Sensivität und Spezifität zur Diagnosestellung zugeschrieben (*Bird, P.A. et al, 2001*). Daher liegt die Vermutung nahe, dass sich

diese beiden Parameter verstärkend auf die oben aufgestellten Hypothesen auswirken. Hieraus ergibt sich daher eine dritte Hypothese:

3. Bei Patienten, die in den konventionellen Röntgenaufnahmen des Hüftgelenkes einen „Sporn“ und/oder ein Kappe im Bereich des Trochanter major aufweisen und bei denen gleichzeitig ein Trochanter - Druckschmerz und/oder ein positives Trendelenburgzeichen bestehen, ist sowohl die Wahrscheinlichkeit für das Bestehen als auch das Ausmaß einer (Teil-) Ruptur der kleinen Glutealmuskulatur höher als bei Patienten ohne diese Anzeichen.

## **2. Material und Methoden**

Zur Untersuchung der Hypothesen wurde eine Sekundärdatenanalyse durchgeführt. Die verwendeten Daten wurden aus einem Rohdatensatz extrahiert, der im Jahr 2004 in der Abteilung für Orthopädie des Krankenhauses der Barmherzigen Brüder in München von Herrn Dottore Sascha Thomas und Herrn Prof. Dr. med. Werner Plötz erhoben und mir freundlicherweise für meine Untersuchungen zur Verfügung gestellt wurde.

### **2.1. Charakterisierung der untersuchten Patientengruppe**

Für die Erhebung der Rohdaten wurden insgesamt 105 Patienten untersucht, die sich aufgrund einer Coxarthrose zur Primär-Implantation einer Totalendoprothese am Hüftgelenk in der orthopädischen Abteilung vorgestellt hatten. Davon waren 69 Patienten weiblich und 36 männlich. Die Patienten wiesen eine Altersspanne von 39 - 85 Jahren auf. Hieraus ergab sich ein Durchschnittsalter der untersuchten Patienten von 68,8 Jahren. Dabei waren die weiblichen Patienten (71,1 Jahre) im Durchschnitt etwas älter als die männlichen Patienten (64,3 Jahre).

### **2.2. Untersuchte Parameter**

Im Rahmen der Rohdatenerhebung wurde zudem präoperativ das klinische Bestehen eines Druckschmerzes über dem Trochanter major sowie das Vorhandensein eines positiven oder negativen Trendelenburgzeichens der jeweils betroffenen Seite erfasst.

Radiologisch wurde mittels Durchführung einer anterior-posterior Beckenübersichtsaufnahme sowie der Lauensteinaufnahme des entsprechenden Hüftgelenkes untersucht, ob die Patienten der oben genannten Gruppe eine Exostose in Form eines „Sporns“ und/oder eine „Kappe“ im Bereich des Trochanter major aufwiesen. Intraoperativ wurde schließlich das Ausmaß des Ausrisses der Glutealmuskulatur erfasst. Dabei wurden 105 aufeinanderfolgende Patienten mit Coxarthrose während der HTP-Implantation als Ersteingriff, bei der Herr Prof. Plötz oder Herr Dott.Thomas am Tisch standen, untersucht. Die Operation erfolgte jeweils in Seitenlage über einen antero-lateralen Zugang mittels modifizierter Watson-Jones-Technik mit guter Übersicht über die Insertion der kleinen Glutealmuskeln.

### **2.3. Methodik der Datenerhebung und -Auswertung**

Die erhobenen Daten wurden nun zur Auswertung in eine Excel-Tabelle übertragen, wobei die untersuchten klinischen und radiologischen Anzeichen dichotom (ja = „1“, nein = „0“) festgehalten wurden. Das intraoperativ untersuchte Ausmaß des Ausrisses der Glutealmuskulatur wurde mit prozentualen Werten (0-100%) im Verhältnis zum Gesamtquerschnitt der kleinen Glutealmuskulatur in die Tabelle aufgenommen.

Die Auswertung der Daten erfolgte mit dem Statistikprogramm SPSS, Version SPSS statistics 23.

### **2.4. Definition der Variablen**

Als unabhängige Variablen für die statistischen Auswertung wurden das klinische

Vorhandensein eines Trochanter Druckschmerzes (1 = Trochanter Druckschmerz ja; 0 = Trochanter Druckschmerz nein), die Ausprägung eines Trendelenburgzeichens (1 = positives Trendelenburgzeichen; 0 = negatives Trendelenburgzeichen), sowie der radiologische Nachweis eines(r) Sporns/Kappe im Bereich des Trochanter majors (1 = Sporn/Kappe ja; 0 = Sporn/Kappe nein) bestimmt. Abhängige Variable war dabei jeweils der Ausriss der Glutealmuskulatur.

### 2.5. Statistische Tests

#### 2.5.1. $\chi^2$ -Tests

Im Rahmen der statistischen Auswertung wurden zunächst  $\chi^2$ -Tests durchgeführt. Dabei zeigte sich bei 16,7% der männlichen und 37,7% der weiblichen Patienten ein Ausriss der Glutealmuskulatur. Das entspricht einer Gesamtinzidenz von 30,4%. Damit lag die hier untersuchte Gruppe etwas über dem zumeist in der Literatur beschriebenen Wert von ca. 22% (*Aeppli-Schneider N. et al., 2012; Dorn U. et al., 2016; Kingzett-Taylor A. et al., 1999*).

Die prozentuale Verteilung der einzelnen Variablen ist in Abbildung 7 dargestellt. Um die bereits oben beschriebenen geschlechterspezifischen Unterschiede darzustellen, erfolgte in diesem Fall noch eine Trennung nach Geschlechtern. In Einklang mit den Aussagen aus der Literatur geht aus der Abbildung hervor, dass die in dieser Gruppe untersuchten Parameter deutlich häufiger bei den weiblichen Patienten auftreten, als bei den männlichen. Für die weitere Auswertung wurde zugunsten der höheren Fallzahlen jedoch auf eine Geschlechtertrennung verzichtet.

Abbildung 7:

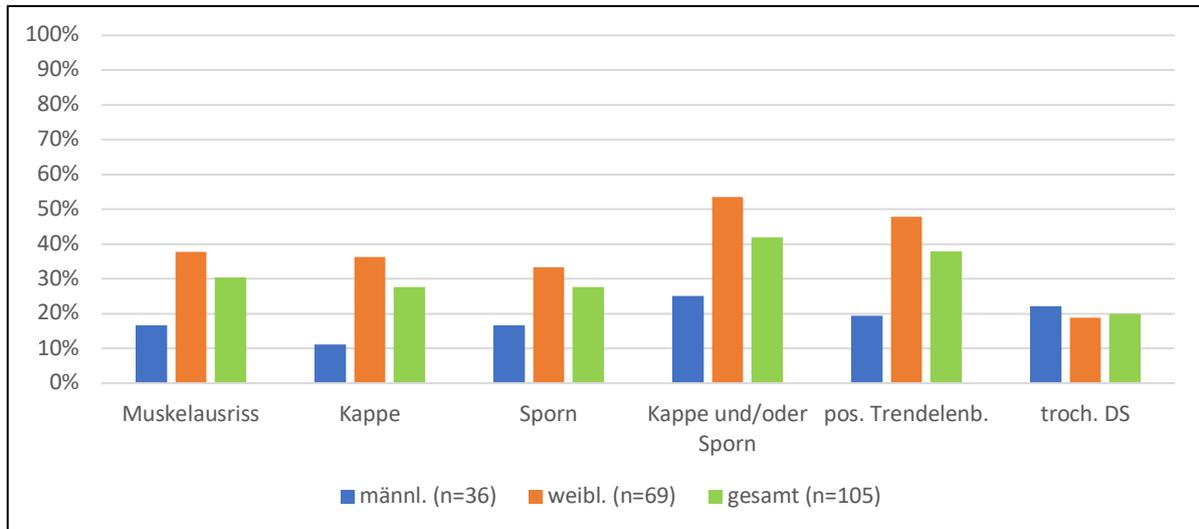


Abb.7: Prozentuale Verteilung der untersuchten Variablen in der untersuchten Patientengruppe nach Geschlechtern getrennt.  
n = 105

Aufgrund der jeweils relativ geringen Fallzahlen in den nach dem Ausmaß des Muskelsausrisses unterteilten Untergruppen wurde für die weitere Auswertung außerdem eine zusätzliche Variable erstellt und diese entsprechend in nur einer Gruppe zusammengefasst (1=Ausriss der Glutealmuskulatur vorhanden, 0=kein Ausriss der Glutealmuskulatur). Mit der neu gebildeten Variable wurden anschließend erneut  $\chi^2$ -Tests gerechnet.

## 2.5.2. t-Tests

Um zusätzlich eine Aussage darüber treffen zu können, ob sich mit dem vorliegenden Datensatz anhand der überprüften Variablen auch eine Vorhersage über das Ausmaß des Ausrisses der Glutealmuskulatur in den untersuchten Gruppen treffen lässt, wurden zusätzlich t-Tests durchgeführt.

Als unabhängige Variablen wurden analog zum  $\chi^2$ -Test die Parameter Kappe/Sporn, Trendelenburgzeichen und Trochanter Druckschmerz definiert.

Abhängige Variable war hier das im vorliegenden Datensatz in Prozentwerten erfasste Ausmaß des Ausrisses der Glutealmuskulatur.

Für die Durchführung der t-Tests wurden die prozentualen Werte als metrische Einheit verwendet bzw. dazu umgewandelt.

Abbildung 8 zeigt die prozentuale Verteilung der Ausmaße des Muskelausrisses in der untersuchten Patientengruppe.

Abbildung 8:

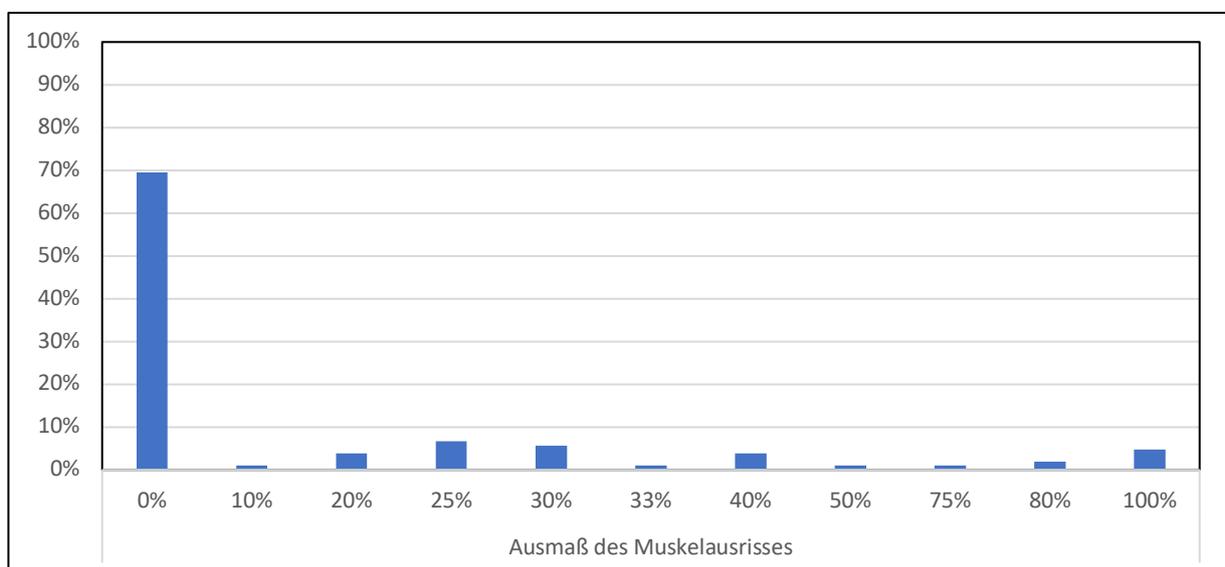


Abb.8: Prozentuale Verteilung des Ausmaßes des Muskelausrisses in der untersuchten Patientengruppe angegeben in Prozent im Verhältniss zum Gesamtmuskelquerschnitt  
n = 105

### 3. Ergebnisse

Entsprechend den eigenen klinischen Beobachtungen zeigte sich bereits in den Vorauswertungen der Daten, dass sowohl in der Gruppe mit positivem Trendelenburgzeichen (80%) als auch in der Gruppe mit bestehendem Trochanter Druckschmerz (75,6%) bei einem jeweils großen Anteil der Patienten auch ein radiologisches Zeichen in Form einer Kappe und/oder eines Sporns am Trochanter major nachzuweisen war (vgl. Tabelle 1 und 2).

Tabelle 1:

	Trendelenburg positiv (n = 40)	Trendelenburg negativ (n = 65)
Kappe/Sporn → ja	32 (80%)	14 (21,5%)
Kappe/Sporn → nein	8 (20%)	51 (78,5%)

Tab. 1: Häufigkeiten der Patienten mit und ohne Kappe und/oder Sporn in den Patientengruppen mit positivem und negativem Trendelenburgzeichen  
n = 105

Tabelle 2:

	Trochanter DS → ja (n = 41)	Trochanter DS → nein (n = 64)
Kappe/Sporn → ja	31 (75,6%)	15 (23,4%)
Kappe/Sporn → nein	10 (24,4%)	49 (76,6%)

Tab. 2: Häufigkeiten der Patienten mit und ohne Kappe und/oder Sporn in den Patientengruppen mit und ohne Trochanter Druckschmerz  
n = 105

Bei der Überprüfung der Hypothesen mittels  $\chi^2$ -Test wurden die beiden radiologischen Anzeichen eines Sporns und einer Kappe zunächst getrennt voneinander untersucht, um eventuelle Unterschiede bezüglich ihrer Vorhersagekraft zu ermitteln. Hierbei zeigte sich bereits ein hochsignifikanter Zusammenhang zwischen dem Vorhandensein eines Trochanterosporns in den präoperativen Röntgenaufnahmen und dem intraoperativen Nachweis eines Ausrisses der Glutealmuskulatur. Während in der Gruppe der Patienten mit Trochantersporn 65% auch intraoperativ eine (Teil-)Ruptur der Glutealmuskulatur aufwiesen, fand sich nur bei 17,1% der Patienten ohne Trochantersporn ein Ausriss der Glutealmuskulatur (vgl. Tabelle 3).

Tabelle 3:

	Trochantersporn → ja (n = 29)	Trochantersporn → nein (n = 76)
Muskelausriss → ja	19 (65,5%)	13 (17,1%)
Muskelausriss → nein	10 (34,5%)	63 (82,9%)

Tab. 3: Häufigkeiten der Patienten mit und ohne Ausriss der Glutealmuskulatur in den Patientengruppen mit und ohne radiologischem Nachweis eines Sporns am Trochanter major  
*n = 105 ; Pearson-Chi-Quadrat = 23,218 ; p < 0,001*

Noch etwas eindeutiger zeigte sich dieser Zusammenhang in der Gruppe mit dem radiologischen Nachweis einer Kappe. Hier wiesen sogar 79,3% der Patienten einen Muskelausriss auf. Im Gegenzug dazu konnte nur bei 11,2% der untersuchten

Patienten ohne Kappe intraoperativ ein Muskelriss nachgewiesen werden. (vgl. Tabelle 4)

Tabelle 4:

	Kappe → ja (n = 29)	Kappe → nein (n = 76)
Muskelausriss → ja	23 (79,3%)	9 (11,2%)
Muskelausriss → nein	6 (20,7%)	67 (88,2%)

Tab. 4: Häufigkeiten der Patienten mit und ohne Ausriss der Glutealmuskulatur in den Patientengruppen mit und ohne radiologischem Nachweis einer Kappe am Trochanter major  
n = 105 ; Pearson-Chi-Quadrat = 45,095 ; p < 0,001

Die in Tabelle 3 und 4 dargestellten Ergebnisse legen bereits einen Zusammenhang zwischen den hier untersuchten radiologischen Anzeichen eines Trochantersporns und/oder einer -Kappe mit einer (Teil-)Ruptur der Glutealmuskulatur nahe. Dabei scheint das Vorhandensein einer Kappe eine etwas höhere Vorhersagekraft für einen Muskelausriss zu haben als der Nachweis eines Trochantersporns.

Ganz besonders auffallend ist in beiden Gruppen jedoch jeweils der Hinweis auf einen hohen negativ prädiktiven Wert dieser radiologischen Anzeichen. So wiesen 82,9% der Patienten ohne Sporn und 88,2% der Patienten ohne Kappe intraoperativ auch keinen Ausriss der Glutealmuskulatur auf.

Noch deutlicher zeigte sich dieser Zusammenhang erwartungsgemäß bei der Kombination der beiden radiologischen Parameter (vgl. Tabelle 5).

Tabelle 5:

	Sporn/Kappe → ja (n = 46)	Sporn/Kappe → nein (n = 59)
Muskelausriss → ja	30 (65,2%)	2 (3,4%)
Muskelausriss → nein	16 (34,8%)	57 (96,6%)

Tab. 5: Häufigkeiten der Patienten mit und ohne Ausriss der Glutealmuskulatur in den Patientengruppen mit und ohne radiologischem Nachweis eines Sporns und/oder Kappe am Trochanter major  
n = 105 ; Pearson-Chi-Quadrat = 46,633 ; p < 0,001

Aus Tabelle 5 geht mit hoher Signifikanz hervor, dass sich in dieser Studie bei 96,6% der Patienten, die präoperativ weder einen Sporn noch eine Kappe am Trochanter major aufwiesen, intraoperativ auch kein Ausriss der Glutealmuskulatur darstellte.

Ein ebenfalls hoher Zusammenhang mit einem Muskelausriss ließ sich für das Vorhandensein und mehr noch für das Fehlen des klinischen Zeichens eines Druckschmerzes über dem Trochanter major feststellen (vgl. Tabelle 6). So hatten 53 (82,8%) der 64 Patienten ohne Druckschmerz auch keinen Muskelausriss. Im Vergleich dazu zeigten allerdings nur 21 (51,2%) von 41 Patienten mit Druckschmerz über dem Trochanter major auch einen Ausriss der Glutealmuskulatur. Letzteres weist auf eine niedrige Spezifität dieses klinischen Zeichens hin. Zu erklären ist dies mit der bereits beschriebenen Tatsache, dass auch bei zahlreichen anderen Erkrankungen, wie beispielsweise einer Bursitis oder einer Coxarthrose ein Trochanter Druckschmerz als typisches Symptom auftritt. Dahingegen macht das Fehlen eines Druckschmerzes über dem Trochanter major einen Muskelausriss laut der vorliegenden Daten unwahrscheinlich.

Tabelle 6:

	Trochanter DS → ja (n = 41)	Trochanter DS → nein (n = 64)
Muskelausriss → ja	21 (51,2%)	11 (17,2%)
Muskelausriss → nein	20 (48,8%)	53 (82,8%)

Tab. 6: Häufigkeiten der Patienten mit und ohne Ausriss der Glutealmuskulatur in den Patientengruppen mit und ohne Druckschmerz über dem Trochanter major  
n = 105 ; Pearson-Chi-Quadrat = 13,660 ; p < 0,001

Die hohe Aussagekraft des Trendelenburgtests bezüglich eines Ausrisses der Glutealmuskulatur ist in der Literatur bereits vielfach beschrieben (vgl. Bird, P.A. et al, 2001). Die hier dargestellten Ergebnisse decken sich mit diesen Erkenntnissen. Auch in dieser Studie konnte beim größten Teil der Patienten (90,8%) mit negativem Trendelenburgzeichen intraoperativ auch eine intakte Glutealmuskulatur festgestellt werden, wohingegen 65% der Patienten mit positivem Trendelenburgzeichen einen Muskelriss aufwiesen (vgl. Tabelle 7).

Tabelle 7:

	Trendelenburg positiv (n = 40)	Trendelenburg negativ (n = 65)
Muskelausriss → ja	26 (65,0%)	6 (9,2%)
Muskelausriss → nein	14 (35,0%)	59 (90,8%)

Tab. 7: Häufigkeiten der Patienten mit und ohne Ausriss der Glutealmuskulatur in den Patientengruppen mit positivem und negativem Trendelenburgzeichen  
n = 105 ; Pearson-Chi-Quadrat = 36,348 ; p < 0,001

Bisher lässt sich also festhalten, dass zwischen den untersuchten Variablen und der Häufigkeit des Auftretens einer (Teil-)Ruptur der Glutealmuskulatur ein hoch signifikanter Zusammenhang besteht. Besonders ausgeprägt zeigt sich dieser Zusammenhang in Bezug auf die negative Vorsagekraft der einzelnen Variablen für das Vorliegen eines Muskelausrisses.

Es liegt hier also die Vermutung nahe, dass bei Patienten, die keine dieser vier Parameter aufweisen, ein Ausriss der Glutealmuskulatur noch unwahrscheinlicher ist. Tabelle 8 zeigt zunächst die Kombination mit den konventionell radiologischen Anzeichen von Kappe und/oder Sporn und dem Trochanter-Druckschmerz. Hierbei lassen sich zunächst keine wesentlichen Unterschiede im Vergleich zum alleinigen Vorhandensein von Kappe/Sporn feststellen (vgl. Tabelle 5). Sowohl für die positive (64,5%) als auch für die negative Vorhersagekraft (98%) zeigen sich vergleichbare Werte.

Tabelle 8:

	Sporn/Kappe → ja (n = 46; Pearson-Chi-Quadrat=0,021;n.s.)		Sporn/Kappe → nein (n = 59; Pearson-Chi-Quadrat=1,606;n.s.)	
	Trochanter DS → ja (n = 31)	Trochanter DS → nein (n = 15)	Trochanter DS → ja (n = 10)	Trochanter DS → nein (n = 49)
Muskelausriss → ja	20 (64,5%)	10 (66,7%)	1 (10%)	1 (2%)
Muskelausriss → nein	11 (34,5%)	5 (33,3%)	9 (90%)	48 (98%)

Tab. 8: Häufigkeiten der Patienten mit und ohne Ausriss der Glutealmuskulatur in den Patientengruppen mit und ohne radiologischem Nachweis eines Sporns und/oder Kappe am Trochanter major bei gleichzeitig bestehendem oder fehlendem Trochanter - Druckschmerz  
n = 105 ; Pearson-Chi-Quadrat = 13,660 ; p < 0,001

Größere Unterschiede ließen sich bei der Kombination der untersuchten radiologischen Anzeichen mit dem Trendelenburgzeichen erkennen. Erwartungsgemäß verdeutlichten sich hierbei die Ergebnisse insbesondere in Bezug auf die negative Vorhersagekraft der Variablen weiter. So wurde bei keinem (0%) der 51 Patienten mit fehlendem radiologischem Nachweis einer Kappe und/oder eines Sporns bei gleichzeitig negativem Trendelenburgtest intraoperativ eine Verletzung der Glutealmuskulatur festgestellt. In Korrelation dazu zeigte sich in der Gruppe mit Nachweis eines Sporns und/oder einer Kappe und positivem Trendelenburgzeichen bei 24 (75%) von 32 Patienten ein Muskelausriss (vgl. Tabelle 9).

Tabelle 9:

	Sporn/Kappe → ja (n = 46; Pearson-Chi- Quadrat=4,436;p<0,001)		Sporn/Kappe → nein (n = 59 Pearson-Chi- Quadrat=4,436;p<0,05)	
	Trendelenburg positiv (n = 32)	Trendelenburg negativ (n = 14)	Trendelenburg positiv (n = 8)	Trendelenburg negativ (n = 51)
Muskelausriss → ja	24 (75,0%)	6 (42,9%)	2 (25%)	0 (0,0%)
Muskelausriss → nein	8 (25,0%)	8 (57,1%)	6 (75,0%)	51 (100,0%)

Tab. 9: Häufigkeiten der Patienten mit und ohne Ausriss der Glutealmuskulatur in den Patientengruppen mit und ohne radiologischem Nachweis eines Sporns und/oder Kappe am Trochanter major bei gleichzeitig positivem oder negativem Trendelenburgzeichen  
n = 105 ; Pearson-Chi-Quadrat = 13,197 ; p < 0,001

Im nächsten Schritt wurde nun die Vorhersagekraft beim Vorhandensein aller untersuchten Variablen untersucht. Hierbei ergab sich eine Gruppe von 23 Patienten, welche sowohl eine Kappe und/oder Sporn als auch ein positives Trendelenburgzeichen und einen Trochanter Druckschmerz aufwiesen, sowie eine Gruppe von 45 Patienten, die keines dieser Anzeichen aufwiesen.

Bei 73,9% der Patienten mit allen Anzeichen bestand gleichzeitig auch ein Ausriss der Glutealmuskulatur. In der Gruppe mit fehlendem bzw. negativem Nachweis sämtlicher präoperativen Untersuchungsparameter zeigte sich dagegen bei keinem (0%) der 45 Patienten eine Verletzung der Glutealmuskulatur (vgl. Tabelle 10).

Tabelle 10:

	Sporn/Kappe/Trend/DS → ja (n = 23)	Sporn/Kappe/Trend/DS → nein (n = 45)
Muskelausriss → ja	17 (73,9%)	0 (0%)
Muskelausriss → nein	6 (26,1%)	45 (100,0%)

Tab. 10: Häufigkeiten der Patienten mit und ohne Ausriss der Glutealmuskulatur in der Patientengruppe mit radiologischem Nachweis eines Sporns und/oder Kappe mit gleichzeitig bestehendem pos. Trendelenburgzeichen und Trochanter - Druckschmerz sowie in der Gruppe ohne diese 3 Parameter  
n = 105 ; Pearson-Chi-Quadrat = 44,348 ; p < 0,001

Insgesamt ist also festzustellen, dass auch für die Kombination der von uns untersuchten Variablen ein signifikant hoher Zusammenhang mit dem Ausriss der

kleinen Glutealmuskulatur besteht. Insbesondere in Bezug auf den negativ prädiktiven Wert konnten die Ergebnisse hier weiter verdeutlicht werden.

Betrachtet man die Variablen einzeln, so zeigt sich die höchste Vorhersagekraft bei den radiologischen Anzeichen einer Kappe. Auch insgesamt betrachtet ist diese Gruppe diejenige mit dem höchsten Anteil an Patienten mit Muskelausriss.

Die insgesamt höchste Vorhersagekraft für das Fehlen eines Muskelausrisses wird durch die Kombination aller untersuchten Variablen erreicht.

Abbildung 9 zeigt eine Gesamtübersicht der prozentualen Häufigkeiten der Patienten MIT Muskelausriss in den untersuchten Gruppen. Abbildung 10 zeigt im Vergleich dazu den Anteil der Patienten OHNE Muskelausriss.

Abbildung 9:

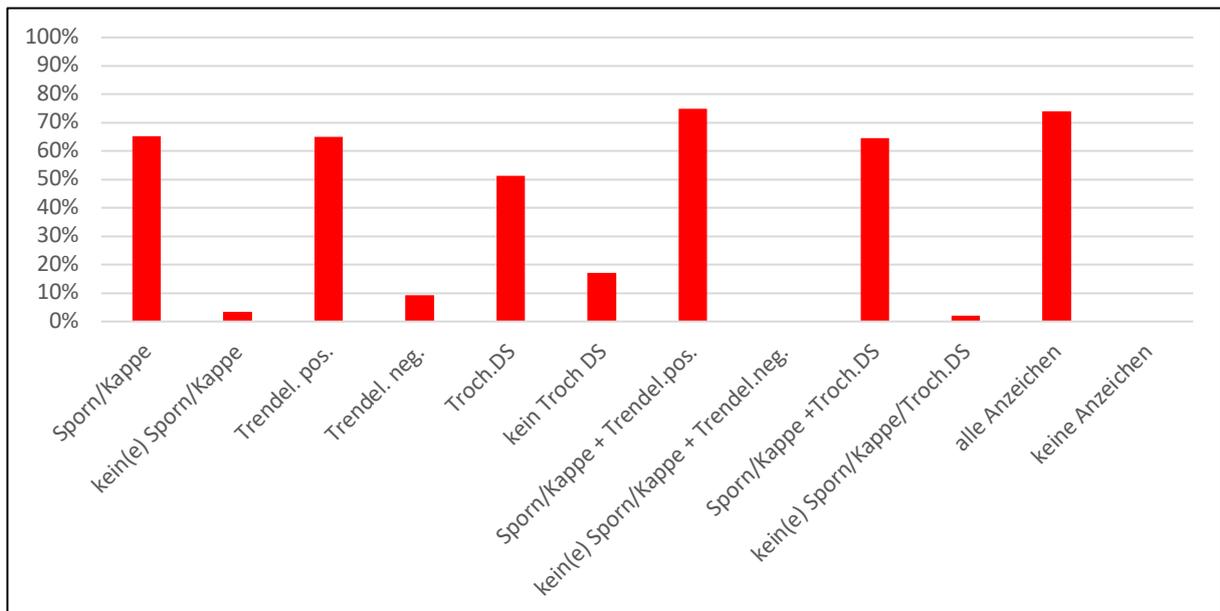


Abb.9: Prozentuale Häufigkeit der Patienten MIT Muskelausriss in den untersuchten Gruppen  
n = 105

Abbildung 10:

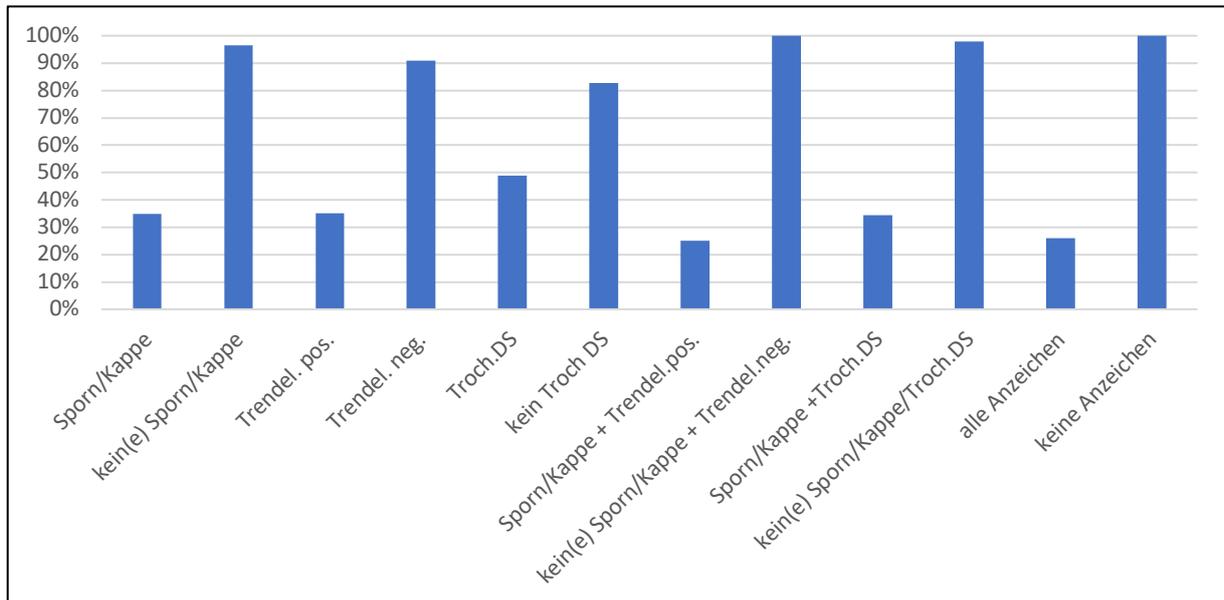


Abb.10: Prozentuale Häufigkeit der Patienten OHNE Muskelausriss in den untersuchten Gruppen  
n = 105

In Korrelation zu den oben dargestellten Ergebnissen zeigte auch die Durchführung der t-Tests, dass in den Gruppen, die einen oder mehrere der untersuchten Parameter aufwiesen, im Durchschnitt auch ein signifikant höheres Ausmaß des Muskelausrisses bestand.

Einzelnen betrachtet fand sich dabei das durchschnittlich höchste Ausmaß des Muskelausrisses in der Gruppe mit positivem Trendelenburgzeichen. Hier zeigte sich intraoperativ im Mittel eine Glutealmuskelruptur mit einem Ausmaß von 31,2% im Vergleich zum Muskelquerschnitt, wobei allerdings die Gruppe mit radiologischem Nachweis einer Kappe und/oder eines Sporns am Trochanter major mit einem durchschnittlichen Ausriss von 30,1% einen vergleichbaren Wert erreichen konnte. Am deutlichsten zeigten sich die Unterschiede erwartungsgemäß auch hier bei Kombination der Variablen. So fand sich das mit 51% höchste Durchschnittsausmaß

des Muskelausrisses in der Gruppe mit Nachweis einer Kappe und/oder eines Sporns bei gleichzeitig positivem Trendelenburgzeichen und bestehendem Trochanter Druckschmerz. Dahingegen lag das Ausmaß des Ausrisses in der Gruppe, die keines dieser Anzeichen aufweisen, bei 0%.

Eine Gesamtübersicht über das durchschnittliche Ausmaß des Ausrisses der Glutealmuskulatur in den untersuchten Gruppen ist in Abbildung 11 und Tabelle 11 dargestellt.

Abbildung 11:

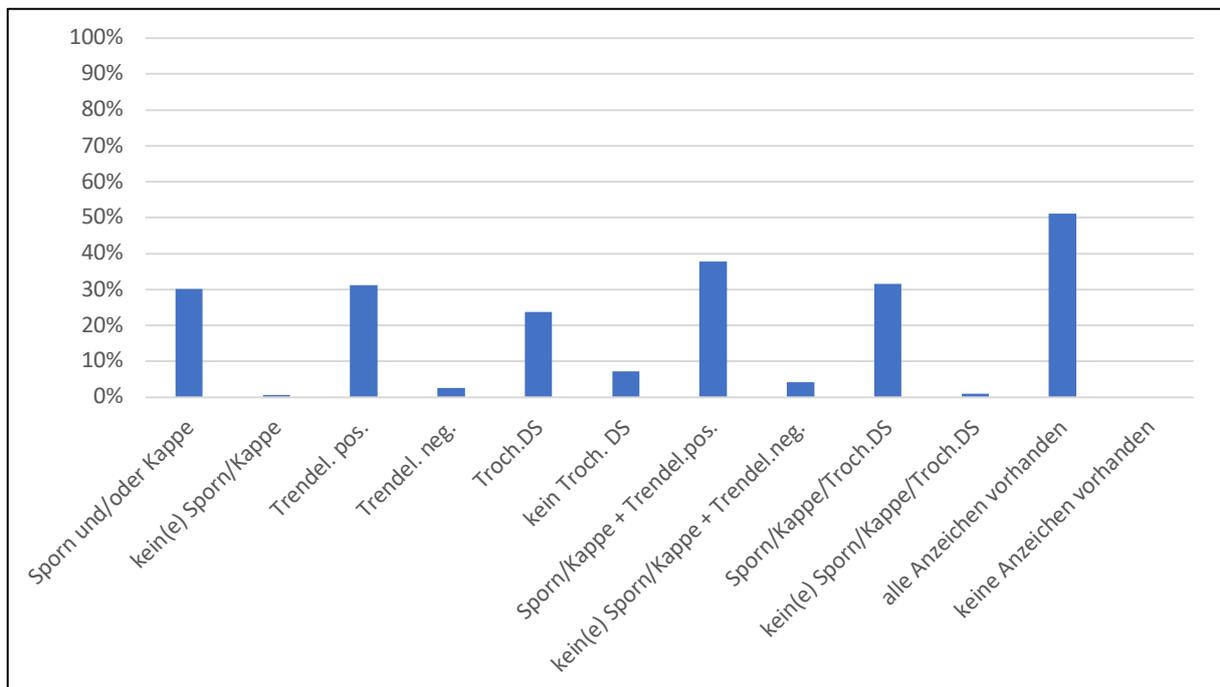


Abb.11: Durchschnittliches Ausmaß des Muskelausrisses in den untersuchten Gruppen angegeben in Prozent im Verhältnis zum Gesamtmuskelquerschnitt  
n = 105, p < 0,001

Tabelle 11:

Durchschnittliches Ausmaß des Muskelausrisses	Anzeichen vorhanden	Anzeichen nicht vorhanden	t
Sporn/Kappe	30,2%	0,06%	6,16**
Trendel.pos.	31,2%	2,7%	5,17**
Troch. DS	23,7%	7,0%	3,05*
Sporn/Kappe/Trendel.pos.	37,9%	4,4%	4,82**
Sporn/Kappe/Troch.DS	31,2%	1,0%	5,03**
Alle Anzeichen	51,9%	0,0%	5,08*

Tab.11: Durchschnittliches Ausmaß des Muskelausrisses in den untersuchten Gruppen angegeben in Prozent im Verhältnis zum Gesamtmuskelquerschnitt  
 \*p < 0,01, \*\*p < 0,001

## **4. Diskussion**

In der vorliegenden Studie zeigte sich bei 30,4% der untersuchten Patienten eine (Teil-)Ruptur der Glutealmuskulatur. Damit liegt die Gesamtinzidenz etwas über dem zumeist in der Literatur beschriebenen Wert von bis zu 22%. Eine Rolle spielt hierbei sicherlich die Tatsache, dass bei allen in dieser Studie untersuchten Patienten gleichzeitig auch eine Coxarthrose bestand. Wie bereits beschrieben, besteht die Vermutung, dass eine Osteoarthritis eine Schädigung der Glutealmuskulatur begünstigen kann (und umgekehrt). Außerdem könnte sich hier der in der Literatur prognostizierte Anstieg der Patienten mit Ausriss der Glutealmuskulatur widerspiegeln.

Trotz steigender Inzidenz findet man jedoch bis zum heutigen Tag in der Literatur wenig Übereinstimmung bei der Frage, welche Untersuchungsmethode die höchste Aussagekraft bei der Diagnostik einer Tendinopathie oder (Teil-)Ruptur der Glutealmuskulatur aufweist. Das gilt sowohl für die Bildgebung bzw. apparativen Untersuchungsmethoden als auch für die klinischen Tests. Besonders für Letzteres liegt bisher kaum Literatur vor (*Grimaldi A. et al., 2015*).

Die konventionelle Röntgendiagnostik spielt bei der Diagnostik bis heute eine untergeordnete Rolle. Konventionell radiologische Anzeichen für einen Ausriss der Glutealmuskulatur werden in der Literatur kaum beschrieben. Bisher findet daher die klassische Röntgenaufnahme hauptsächlich als Ausschlussverfahren für andere zugrundeliegende Erkrankungen Verwendung.

Die hier untersuchten Daten konnten dagegen zeigen, dass das Vorhandensein bzw. Fehlen einer im konventionellen Röntgen nachgewiesenen Exostose im Bereich des

Trochanter major in Form eines Sporns und/oder einer - Kappe einen hohen prädiktiven Wert für das Vorliegen und mehr noch für das Fehlen einer (Teil-)Ruptur der Glutealmuskulatur hat. Ist keiner der in dieser Studie untersuchten Parameter nachzuweisen, so ist damit ein Muskelausriss laut den vorliegenden Daten ausschließbar.

Die höchste Vorhersagekraft konnte also durch die Kombination der 3 Parameter Trochanter Druckschmerz, Trendelenburgzeichen und konventionell radiologischer Nachweis eines Trochanter-sporns bzw. einer –Kappe erreicht werden. Anhand dieser klinisch einfach und schnell zu untersuchenden Parameter könnte somit ein entsprechender Score erstellt werden, der eine Aussage zur Wahrscheinlichkeit einer bestehenden Ruptur der Glutealmuskulatur zulässt. Allerdings wären hierfür sicherlich noch höhere Fallzahlen nötig.

Darüber hinaus stellte sich heraus, dass der Nachweis eines Sporns und/oder einer Kappe als einzelne Variable betrachtet eine höhere Vorhersagekraft hat als der Druckschmerz über dem Trochanter major und sogar als der in der Literatur als hoch sensitiv und spezifisch beschriebene Trendelenburgtest.

Dass Sporn und/oder Kappe häufig (80%) gemeinsam mit einem positiven Trendelenburgzeichen auftreten, konnten bereits meine Voruntersuchungen zeigen. Die Vermutung, dass hierbei der Nachweis der radiologischen Anzeichen möglicherweise sogar die stärkere Variable ist, wurde durch die Negativ-Kontrolle unterstützt. So zeigte sich in der Gruppe OHNE Nachweis eines Sporns und/oder einer Kappe bei nur 8 (13,6%) von 59 Patienten ein positives Trendelenburgzeichen und bei nur 2 (3,3%) dieser Patienten fand sich letztendlich ein Ausriss der Glutealmuskulatur.

Die oben beschriebenen und einfach festzustellenden, konventionell radiologischen Zeichen bieten somit einen wichtigen Anhaltspunkt bei der Diagnose und vor allem beim Ausschluss von Tendinopathien bzw. (Teil-) Rupturen der Glutealmuskulatur.

Wird in vielen aktuellen Studien die Kernspindiagnostik als Goldstandard der Bildgebung angeführt, so ist es doch im Vergleich zum konventionellen Röntgen die bedeutend teurere, aufwendigere und häufig schwerer zu interpretierende Untersuchung. Besonders bei einliegender Hüftprothese ist die Interpretation der Befunde aufgrund der Artefaktüberlagerung zumeist schwierig. Dabei gewinnt die postoperative Ruptur der Glutealmuskulatur nach Prothesenimplantation erheblich an Bedeutung. Somit kann das konventionelle Röntgen laut den hier vorliegenden Ergebnissen besonders bei einliegender Prothese und der in diesem Fall besonders heikel zu stellenden Indikation zur operativen Therapie eine wichtige Ergänzung zur MRT bieten.

Schlecht untersucht ist bisher das Vorkommen von Tendinopathien bei asymptomatischen Patienten. Welche der Patienten aus dem hier untersuchten Kollektiv als beschwerdefrei bezüglich einer Tendinopathie bezeichnet werden können, geht aus dem vorliegenden Datensatz nicht sicher hervor. Da bei allen untersuchten Patienten gleichzeitig eine Coxarthrose bestand, wäre die klinische eindeutige Zuordnung der Beschwerden ohnehin schwierig. Deklariert man jedoch in den hier untersuchten Daten die Patienten mit negativem Trendelenburgzeichen und fehlendem Trochanter Druckschmerz als beschwerdefrei, so zeigte sich in dieser Studie bei 3 (5,9%) von 51 vermeintlich beschwerdefreien Patienten ein Ausriss der Glutealmuskulatur.

Berücksichtigt man die dem M. gluteus medius und minimus zugeschriebene Rolle der Zentrierung des Hüftkopfes beim Gehen, so ist bei Insuffizienz dieser Muskeln bei einliegender Hüftprothese zudem eine frühzeitige Abnutzung aufgrund einer daraus resultierenden ungleichmäßigen Belastung denkbar. Allerdings handelt es sich hierbei bisher lediglich um eine Vermutung. Ob das Vorhandensein einer präoperativ bestehenden partiellen oder kompletten Ruptur der Glutealmuskulatur einen Einfluss auf das Outcome nach Implantation einer Hüftprothese hat, ist zwar naheliegend aber bisher noch nicht ausreichend untersucht.

Wie *Capogna B.M. et. al. 2017* allerdings bereits zeigen konnten, kommt die Tendinopathie bzw. (Teil-) Ruptur der kleinen Glutealmuskulatur auch als Ursache vor fortbestehende Beschwerden nach Hüftgelenkersatz in Frage. Laut *Harrasser N. et al., 2016* leiden nach Hüftgelenkersatz ca. 25% der Patienten unter milden und bis zu 6% unter schweren Beschwerden im Bereich des lateralen Oberschenkels im Sinne eines GTPS. Die Ursache hierfür bleibt jedoch oft unerkannt. Das liegt zum Einen daran, dass die entsprechenden Hinweise hierauf im Rahmen der präoperativen Diagnostik nicht erkannt bzw. entsprechende Untersuchungen erst garnicht durchgeführt werden. Zum Anderen bieten viele operative Zugangswege keine ausreichende Übersicht über die Glutealmuskulatur, um eine Verletzung zu erkennen.

Wie die vorliegende Studie zeigen konnte, lässt sich durch die hier untersuchten Parameter mit hoher Wahrscheinlichkeit eine Verletzung der Glutealmuskulatur vorhersagen. Interpretiert man diese, sicherlich im Rahmen einer jeden Diagnostik vor Hüftgelenkersatz durchgeführten Untersuchungen und hierbei insbesondere die konventionellen Röntgenaufnahmen richtig, so kann dies dem Operateur Anlass bieten, die kleine Glutealmuskulatur bei Verdacht auf eine Verletzung darzustellen und

ggf. auch zu therapieren. Somit kann der Anteil der Patientin mit fortbestehenden Beschwerden aufgrund nicht erkannter (Teil-) Rupturen der Glutealmuskulatur nach Hüftgelenksersatz mit großer Wahrscheinlichkeit verringert und damit die Zufriedenheit sowohl des Patienten als auch des Operateurs verbessert werden.

Besonders sinnvoll erscheint in diesem Zusammenhang das präoperative Erkennen eines Glutealmuskelausrisses außerdem angesichts der Tatsache, dass bei den heutigen minimalinvasiven OP-Techniken sowie auch beim dorsalen Zugang ein Muskelausriss nur auffällt, wenn aktiv danach gesucht wird.

## 5. Zusammenfassung

Rund 10-20% der Patienten mit Hüftgelenksbeschwerden leiden unter Symptomen, die einem GTPS zugeordnet werden können. Die Gesamtinzidenz wird mit 1,8 pro 1000 pro Jahr angegeben. Als mögliche Ursache für diese Beschwerden gewinnt die Tendinopathie bzw. die (Teil-) Ruptur der kleinen Glutealmuskulatur zunehmend an Bedeutung. Nichtsdestotrotz wird diese Diagnose häufig nicht erkannt, da sich zum einen die klinischen Symptome der in Frage kommenden Differentialdiagnosen kaum unterscheiden und zum anderen die klinischen und apparativen Untersuchungsmethoden häufig keine eindeutigen Ergebnisse liefern.

Als Goldstandard zur Diagnosestellung von Tendinopathien und Rupturen der kleinen Glutealmuskulatur gilt laut der aktuellen Studienlage die Kernspintomographie. Problematisch hierbei sind jedoch die oft nicht eindeutig zu interpretierenden Befunde mangels sicherer Nachweiskriterien und das zum großen Teil nicht mit den MRT-Befunden korrelierende Beschwerdebild der Patienten.

Diese Arbeit befasst sich mit den bisher zur Verfügung stehenden diagnostischen Mitteln anhand der vorhandenen Literatur, wobei insbesondere die Vorhersagekraft der konventionellen Röntgenaufnahme zum Vorhandensein einer (Teil-) Ruptur der Mm. gluteus medius und minimus im Rahmen der Implantation einer Hüfttotalendoprothese untersucht wurde. Für Letzteres wurde eine Sekundärdatenanalyse durchgeführt. Die verwendeten Daten wurden aus einem im Jahr 2004 in der Abteilung für Orthopädie des Krankenhauses Barmherzige Brüder München erhobenen Rohdatensatz extrahiert. Insgesamt wurden 105 Patienten

präoperativ vor Implantation einer Hüftprothese auf die klinischen Zeichen eines Trochanter Druckschmerzes und eines positiven Trendelenburgzeichens sowie den radiologischen Nachweis einer Exostose (Sporn/Kappe) im Bereich des Trochanter major überprüft. Intraoperativ wurde das Ausmaß des Ausrisses der kleinen Glutealmuskulatur festgehalten.

Um festzustellen, ob ein Zusammenhang zwischen dem Vorhandensein der präoperativ untersuchten Parameter und dem Ausriss der kleinen Glutealmuskulatur besteht, wurden die extrahierten Daten statistisch mittels  $\chi^2$ -Tests und t-Tests ausgewertet. Dabei konnte mit hoher Signifikanz gezeigt werden, dass der Nachweis einer Exostose in Form eines „Sporns“ und/oder einer „Kappe“ im Bereich des Trochanter major in der anterior-posterioren Beckenübersicht und der Lauensteinaufnahme des Hüftgelenkes eine hohe Vorhersagekraft bezüglich des Vorhandenseins einer (Teil-) Ruptur der kleinen Glutealmuskulatur hat, insbesondere in Kombination mit den klinischen Anzeichen Trendelenburgzeichen und Druckschmerz über dem Trochanter major.

So stellte sich bei 73,9% der untersuchten Patienten mit Nachweis eines Trochanter - Sporns und/oder einer –Kappe bei gleichzeitig positivem Trendelenburgzeichen und Vorhandensein eines Trochanter-Druckschmerzes intraoperativ auch ein Ausriss der kleinen Glutealmuskulatur dar. Dahingegen konnte in der Gruppe, die keinen der untersuchten Parameter aufwies, bei keinem (0%) der Patienten intraoperativ eine Verletzung der Glutealmuskulatur nachgewiesen werden.

Zusätzlich konnte gezeigt werden, dass sich bei Nachweis aller untersuchten Parameter nicht nur die Wahrscheinlichkeit für das Vorhandensein sondern auch das durchschnittliche Ausmaß des Muskelausrisses, gemessen am Gesamtquerschnitt, erhöht. So lag das durchschnittliche Ausmaß des Ausrisses bei den Patienten mit Nachweis aller Anzeichen bei 50,1%, während die Patienten ohne jegliche Anzeichen ein Ausmaß von 0% aufwiesen.

Die Daten zeigen also, dass die konventionelle Röntgenaufnahme, vor allem in Verbindung mit den untersuchten klinischen Anzeichen, eine höchst aussagekräftige Ergänzung zu den bestehenden Untersuchungsmethoden darstellt und ihnen in einigen Aspekten sogar überlegen ist. So gehört die konventionelle Röntgenaufnahme im Gegensatz zur MRT zu den Standarduntersuchungen vor einer Hüftprothesenimplantation, was die potentielle Trefferquote im Vergleich zur MRT vor allem in der Gruppe der asymptomatischen Patienten deutlich erhöht. Einen weiteren Vorteil bietet die konventionelle Röntgenaufnahme postoperativ durch ihre Unempfindlichkeit gegenüber Artefakten bei einliegender Prothese.

Durch die richtige Interpretation der vor Prothesenimplantation durchgeführten konventionellen Röntgenaufnahmen in Kombination mit den klinischen Anzeichen Trendelenburgzeichen und Druckschmerz über dem Trochanter major kann somit eine (Teil-) Ruptur der kleinen Glutealmuskulatur präoperativ mit hoher Wahrscheinlichkeit erkannt und somit intraoperativ dargestellt und therapiert werden, wodurch sich der Anteil der Patienten mit fortbestehenden Beschwerden nach Hüftprothesen-Implantation mit großer Wahrscheinlichkeit verringern lässt.

## Literaturverzeichnis

- Aegli-Schneider, N., Treumann, T., Müller, U., Schmid, L., 2012.** Degenerative rupture of the hip abductors. Missed diagnosis with therapy-resistant trochanteric pain of the hips and positive Trendelenburg sign in elderly patients. *Z Rheumatol* 71, 68–74.
- Allwright, S.J., Cooper, R.A., Nash, P., 1988.** Trochanteric bursitis: bone scan appearance. *Clin Nucl Med* 13, 561–564.
- Anderson, T.P., 1958.** Trochanteric bursitis: diagnostic criteria and clinical significance. *Arch Phys Med Rehabil* 39, 617–622.
- Battaglia P.J., D'Angelo K., Kettner N.W., 2016.** Posterior, Lateral, and Anterior Hip Pain Due to Musculoskeletal Origin: A Narrative Literature Review of History, Physical Examination, and Diagnostic Imaging, *J Chiropr Med.* 15, 281-293
- Bewyer, D.C., Bewyer, K.J., 2003.** Rationale for Treatment of Hip Abductor Pain Syndrome. *Iowa Orthop J* 23, 57–60.
- Bird, P.A., Oakley, S.P., Shnier, R., Kirkham, B.W., 2001.** Prospective evaluation of magnetic resonance imaging and physical examination findings in patients with greater trochanteric pain syndrome. *Arthritis Rheum.* 44, 2138–2145.
- Blankenbaker, D.G., Ullrick, S.R., Davis, K.W., De Smet, A.A., Haaland, B., Fine, J.P., 2008.** Correlation of MRI findings with clinical findings of trochanteric pain syndrome. *Skeletal Radiol.* 37, 903–909.
- Bogunovic, L., Lee, S.X., Haro, M.S., Frank, J.M., Mather, R.C., Bush-Joseph, C.A., Nho, S.J., 2015.** Application of the Goutallier/Fuchs Rotator Cuff Classification to the Evaluation of Hip Abductor Tendon Tears and the Clinical Correlation With Outcome After Repair. *Arthroscopy.*
- Capogna B.M., Shenoy K., Youm T., Stuchin S.A. 2017.** Tendon Disorders After Total Hip Arthroplasty: Evaluation and Management. *J Arthroplasty*
- Cates, H.E., Schmidt, M.A., Person, R.M., 2010.** Incidental “rotator cuff tear of the hip” at primary total hip arthroplasty. *Am J. Orthop.* 39, 131–133.
- Chandrasekaran, S., Lodhia, P., Gui, C., Vemula, S.P., Martin, T.J., Domb, B.G., 2015.** Outcomes of Open Versus Endoscopic Repair of Abductor Muscle Tears of the Hip: A Systematic Review. *Arthroscopy* 31, 2057–2067.e2.
- Chung, C.B., Robertson, J.E., Cho, G.J., Vaughan, L.M., Copp, S.N., Resnick, D., 1999.** Gluteus medius tendon tears and avulsive injuries in elderly women: imaging findings in six patients. *AJR Am J Roentgenol* 173, 351–353.
- Connell, D.A., Bass, C., Sykes, C.J., Young, D., Edwards, E., 2003.** Sonographic evaluation of gluteus medius and minimus tendinopathy. *Eur Radiol* 13, 1339–1347.
- Cvitanic, O., Henzie, G., Skezas, N., Lyons, J., Minter, J., 2004.** MRI Diagnosis of Tears of the Hip Abductor Tendons (Gluteus Medius and Gluteus Minimus). *American Journal of Roentgenology* 182, 137–143.
- Dorn, U., Landauer, F., Hofstaedter, T., 2016.** Gluteussehnensyndrom. *Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie* 154, 307–320.

- Dunn, T., Heller, C.A., McCarthy, S.W., Remedios, C. Dos, 2003.** Anatomical study of the “trochanteric bursa.” *Clin Anat* 16, 233–240.
- Dwyer, M.K., Stafford, K., Mattacola, C.G., Uhl, T.L., Giordani, M., 2013.** Comparison of gluteus medius muscle activity during functional tasks in individuals with and without osteoarthritis of the hip joint. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 28, 757–761.
- Fearon, A.M., Scarvell, J.M., Cook, J.L., Smith, P.N., 2010.** Does ultrasound correlate with surgical or histologic findings in greater trochanteric pain syndrome? A pilot study. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 468, 1838–1844.
- Fearon, A., Stephens, S., Cook, J., Smith, P., Neeman, T., Cormick, W., Scarvell, J., 2012.** The relationship of femoral neck shaft angle and adiposity to greater trochanteric pain syndrome in women. A case control morphology and anthropometric study. *Br J Sports Med* 46, 888–892.
- Flack, N.A.M.S., Nicholson, H.D., Woodley, S.J., 2012.** A review of the anatomy of the hip abductor muscles, gluteus medius, gluteus minimus, and tensor fascia lata. *Clin. Anat.* 25, 697–708.
- Gordon, E.J., 1961.** Trochanteric bursitis and tendinitis. *Clin Orthop* 20, 193–202.
- Gottschalk, F., Kourosh, S., Leveau, B., 1989.** The functional anatomy of tensor fasciae latae and gluteus medius and minimus. *J Anat* 166, 179–189.
- Grimaldi, A., Mellor, R., Hodges, P., Bennell, K., Wajswelner, H., Vicenzino, B., 2015.** Gluteal Tendinopathy: A Review of Mechanisms, Assessment and Management. *Sports Med* 45, 1107–1119.
- Hardcastle, P., Nade, S., 1985.** The significance of the Trendelenburg test. *J Bone Joint Surg Br* 67-B, 741–746.
- Harrasser, N., Banke, I., Gollwitzer, H., Wilken, F., Toepfer, A., von Eisenhart-Rothe, R., Hauschild, M., 2016.** Gluteal insufficiency: Pathogenesis, Diagnosis and Therapy. *Z Orthop Unfall* 154, 140–147.
- Kagan, A., 1999.** Rotator cuff tears of the hip. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 135–140.
- Karpinski, M.R., Piggott, H., 1985.** Greater trochanteric pain syndrome. A report of 15 cases. *J Bone Joint Surg Br* 67, 762–763.
- Khurana, B., Okanobo, H., Ossiani, M., Ledbetter, S., Dulaimy, K.A., Sodickson, A., 2012.** Abbreviated MRI for Patients Presenting to the Emergency Department With Hip Pain. *American Journal of Roentgenology* 198, W581–W588.
- Kingzett-Taylor, A., Tirman, P.F., Feller, J., McGann, W., Prieto, V., Wischer, T., Cameron, J.A., Cvitanic, O., Genant, H.K., 1999.** Tendinosis and tears of gluteus medius and minimus muscles as a cause of hip pain: MR imaging findings. *AJR Am J Roentgenol* 173, 1123–1126.
- Kong, A., Vliet, A.V. der, Zadow, S., 2006.** MRI and US of gluteal tendinopathy in greater trochanteric pain syndrome. *Eur Radiol* 17, 1772–1783.
- LaBan, M.M., Weir, S.K., Taylor, R.S., 2004.** “Bald trochanter” spontaneous rupture of the conjoined tendons of the gluteus medius and minimus presenting as a trochanteric bursitis. *Am J Phys Med Rehabil* 83, 806–809.
- Lievense, A., Bierma-Zeinstra, S., Schouten, B., Bohnen, A., Verhaar, J., Koes, B., 2005.** Prognosis of trochanteric pain in primary care. *Br J Gen Pract* 55, 199–204.
- Long, S.S., Surrey, D.E., Nazarian, L.N., 2013.** Sonography of greater trochanteric pain syndrome and the rarity of primary bursitis. *AJR Am J Roentgenol* 201, 1083–1086.

- Makridis, K.G., Lequesne, M., Bard, H., Djian, P., 2014.** 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* 100, 849–853.
- Martinoli, C., Bianchi, S., 2007.** Hip, in: *Ultrasound of the Musculoskeletal System*, Medical Radiology. Springer Berlin Heidelberg, pp. 551–610.
- Ostendorf, M., van Stel, H.F., Buskens, E., Schrijvers, A.J.P., Marting, L.N., Verbout, A.J., Dhert, W.J.A., 2004.** Patient-reported outcome in total hip replacement. A comparison of five instruments of health status. *J Bone Joint Surg Br* 86, 801–808.
- Pan, J., Bredella, M.A., 2013.** Imaging lesions of the lateral hip. *Semin Musculoskelet Radiol* 17, 295–305.
- Pfarrmann, C.W.A., Notzli, H.P., Dora, C., Hodler, J., Zanetti, M., 2005.** Abductor tendons and muscles assessed at MR imaging after total hip arthroplasty in asymptomatic and symptomatic patients. *Radiology* 235, 969–976.
- Pfarrmann, C.W., Chung, C.B., Theumann, N.H., Trudell, D.J., Resnick, D., 2001.** 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* 221, 469–477.
- Pretell, J., Ortega, J., García-Rayó, R., Resines, C., 2009.** Distal fascia lata lengthening: an alternative surgical technique for recalcitrant trochanteric bursitis. *Int Orthop* 33, 1223–1227. doi:10.1007/s00264-009-0727-z
- Rao, B.M., Kamal, T.T., Vafaye, J., Taylor, L., 2012.** Surgical repair of hip abductors. A new technique using Graft Jacket® allograft acellular human dermal matrix. *Int Orthop* 36, 2049–2053.
- Rasch, A., Byström, A.H., Dalén, N., Martínez-Carranza, N., Berg, H.E., 2009.** Persisting muscle atrophy two years after replacement of the hip. *J Bone Joint Surg Br* 91-B, 583–588.
- Redmond, J.M., Cregar, W.M., Gupta, A., Hammarstedt, J.E., Martin, T.J., Domb, B.G., 2015.** Trochanteric Micropuncture: Treatment for Gluteus Medius Tendinopathy. *Arthrosc Tech* 4, e87–e90.
- Reiman, M.P., Mather R.C., Cook C.E., 2015.** Physical examination tests for hip dysfunction and injury. *Br J Sports Med* 49, 357–361
- Robertson, W.J., Gardner, M.J., Barker, J.U., Boraiah, S., Lorich, D.G., Kelly, B.T., 2008.** Anatomy and dimensions of the gluteus medius tendon insertion. *Arthroscopy* 24, 130–136.
- Rompe, J.D., Segal, N.A., Cacchio, A., Furia, J.P., Morral, A., Maffulli, N., 2009.** Home training, local corticosteroid injection, or radial shock wave therapy for greater trochanter pain syndrome. *Am J Sports Med* 37, 1981–1990.
- Schapira, D., Nahir, M., Scharf, Y., 1986.** Trochanteric bursitis: a common clinical problem. *Arch Phys Med Rehabil* 67, 815–817.
- Schibany, N., Zehetgruber, H., Kainberger, F., Wurnig, C., Ba-Ssalamah, A., Herneth, A.M., Lang, T., Gruber, D., Breitensteiner, M.J., 2004.** Rotator cuff tears in asymptomatic individuals: a clinical and ultrasonographic screening study. *Eur J Radiol* 51, 263–268.
- Schuh, A., Zeiler, G., 2003.** Rupture of the gluteus medius tendon. *Zentralbl Chir* 128, 139–132; discussion 143.
- Segal, N.A., Felson, D.T., Torner, J.C., Zhu, Y., Curtis, J.R., Niu, J., Nevitt, M.C., Multicenter Osteoarthritis Study Group, 2007.** Greater trochanteric pain syndrome: epidemiology and associated factors. *Arch Phys Med Rehabil* 88, 988–992.

- Svensson, O., Sköld, S., Blomgren, G., 1990.** Integrity of the gluteus medius after the transgluteal approach in total hip arthroplasty. *J Arthroplasty* 5, 57–60.
- Tibor, L.M., Sekiya, J.K., 2008.** Differential diagnosis of pain around the hip joint. *Arthroscopy* 24, 1407–1421.
- Tortolani, P.J., Carbone, J.J., Quartararo, L.G., 2002.** Greater trochanteric pain syndrome in patients referred to orthopedic spine specialists. *Spine J* 2, 251–254.
- Twair, A., Ryan, M., O’Connell, M., Powell, T., O’Byrne, J., Eustace, S., 2003.** MRI of Failed Total Hip Replacement Caused by Abductor Muscle Avulsion. *American Journal of Roentgenology* 181, 1547–1550.
- van der Worp, H., Zwerver, J., Hamstra, M., van den Akker-Scheek, I., Diercks, R.L., 2014.** No difference in effectiveness between focused and radial shockwave therapy for treating patellar tendinopathy: a randomized controlled trial. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 22, 2026–2032.
- Walsh, M.J., Walton, J.R., Walsh, N.A., 2011.** Surgical repair of the gluteal tendons: a report of 72 cases. *J Arthroplasty* 26, 1514–1519.
- Westacott, D.J., Minns, J.I., Foguet, P., 2011.** The diagnostic accuracy of magnetic resonance imaging and ultrasonography in gluteal tendon tears—a systematic review. *Hip Int* 21, 637–645.
- Woodley, S.J., Nicholson, H.D., Livingstone, V., Doyle, T.C., Meikle, G.R., Macintosh, J.E., Mercer, S.R., 2008.** Lateral hip pain: findings from magnetic resonance imaging and clinical examination. *J Orthop Sports Phys Ther* 38, 313–328.

# Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

- Abbildung 1:** Schematische Darstellung der kleinen Glutealmuskulatur  
Seite 9 (Gottschalk et al.),
- Abbildung 2:** Schematische Darstellung des proximalen Anteils des Femur mit  
Seite 10 a) Muskelansätzen  
b) Bursae
- Abbildung 3:** MRT einer 70-jährigen Patientin mit Teil-Ruptur der Mm. gluteus  
Seite 16 medius und minimus
- Abbildung 4:** Algorithmus zur Behandlung des GTPS (Bewyer D.C. und  
Seite 20 Bewyer K.J.)
- Abbildung 5:** Röntgenbilder einer 68-jährigen Patientin mit radiologischem  
Seite 23 Nachweis einer „Kappe“ an der Trochanter Spitze
- Abbildung 6:** Röntgenbilder einer 74-jährigen Patientin mit radiologischem  
Seite 23 Nachweis eines „Sporns“ an der postero-lateralen Facette des Trochanter major
- Abbildung 7:** Prozentuale Verteilung der untersuchten Variablen in der  
Seite 29 untersuchten Patientengruppe nach Geschlechtern getrennt
- Abbildung 8:** Prozentuale Verteilung des Ausmaßes des Muskelausrisses in  
Seite 30 der untersuchten Patientengruppe Verhältniss zum Gesamtmuskelquerschnitt
- Abbildung 9:** Prozentuale Häufigkeit der Patienten MIT Muskelausriss in den  
Seite 39 untersuchten Gruppen
- Abbildung 10:** Prozentuale Häufigkeit der Patienten OHNE Muskelausriss in  
Seite 40 den untersuchten Gruppen
- Abbildung 11:** Durchschnittliches Ausmaß des Muskelausrisses in den  
Seite 41 untersuchten Gruppen im Verhältnis zum Gesamtmuskelquerschnitt

<b>Tabelle 1:</b> Seite 31	Häufigkeiten der Patienten mit und ohne Kappe und/oder Sporn in den Patientengruppen mit positivem und negativem Trendelenburgzeichen
<b>Tabelle 2:</b> Seite 31	Häufigkeiten der Patienten mit und ohne Kappe und/oder Sporn in den Patientengruppen mit und ohne Trochanter Druckschmerz
<b>Tabelle 3:</b> Seite 32	Häufigkeiten der Patienten mit und ohne Ausriss der Glutualmuskulatur in den Patientengruppen mit und ohne radiologischem Nachweis eines Sporns am Trochanter major
<b>Tabelle 4:</b> Seite 33	Häufigkeiten der Patienten mit und ohne Ausriss der Glutualmuskulatur in den Patientengruppen mit und ohne radiologischem Nachweis einer Kappe am Trochanter major
<b>Tabelle 5:</b> Seite 34	Häufigkeiten der Patienten mit und ohne Ausriss der Glutualmuskulatur in den Patientengruppen mit und ohne radiologischem Nachweis eines Sporns und/oder Kappe am Trochanter major
<b>Tabelle 6:</b> Seite 35	Häufigkeiten der Patienten mit und ohne Ausriss der Glutualmuskulatur in den Patientengruppen mit und ohne Druckschmerz über dem Trochanter major
<b>Tabelle 7:</b> Seite 35	Häufigkeiten der Patienten mit und ohne Ausriss der Glutealmuskulatur in den Patientengruppen mit positivem und negativem Trendelenburgzeichen
<b>Tabelle 8:</b> Seite 36	Häufigkeiten der Patienten mit und ohne Ausriss der Glutualmuskulatur in den Patientengruppen mit und ohne radiologischem Nachweis eines Sporns und/oder Kappe am Trochanter major bei gleichzeitig bestehendem oder fehlendem Trochanter - Druckschmerz
<b>Tabelle 9:</b> Seite 37	Häufigkeiten der Patienten mit und ohne Ausriss der Glutualmuskulatur in den Patientengruppen mit und ohne radiologischem Nachweis eines Sporns und/oder Kappe am Trochanter major bei gleichzeitig positivem oder negativem Trendelenburgzeichen
<b>Tabelle 10:</b> Seite 38	Häufigkeiten der Patienten mit und ohne Ausriss der Glutualmuskulatur in der Patientengruppe mit radiologischem Nachweis eines Sporns und/oder Kappe mit gleichzeitig bestehendem pos. Trendelenburgzeichen und Trochanter - Druckschmerz sowie in der Gruppe ohne diese 3 Parameter
<b>Tabelle 11:</b> Seite 42	Durchschnittliches Ausmaß des Muskelausrisses in den untersuchten Gruppen angegeben in Prozent im Verhältnis zum Gesamtmuskelquerschnitt