

UNIVERSITÄTSKLINIKUM HAMBURG-EPPENDORF

Zentrum für Operative Medizin
Klinik und Poliklinik für Orthopädie

Direktor: Prof. Dr. med. Wolfgang Rüter

Definition und MRT-Klassifikation des Abduktorensyndroms des Hüftgelenks

Dissertation

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

vorgelegt von:

Julia Kristin Ruby, geb. Schwokowski
aus Henstedt-Ulzburg

Hamburg 2016

**Angenommen von der
Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg am: 14.12.2016**

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

Prüfungsausschuss, der Vorsitzende: Prof. Dr. W. Rüter

Prüfungsausschuss, zweiter Gutachter: Prof. Dr. R. Maas

für Lena

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Die Abduktoren der Hüfte	4
1.2	Krankheitsbild: Trochanter-Schmerzsyndrom	17
1.3	Magnetresonanztomografie	23
1.4	Fragestellungen und Ziele der Arbeit	28
2	Patienten und Methoden	30
2.1	Patientenkollektiv	30
2.2	Patientendaten	30
2.3	MRT	31
2.4	Bewertungskriterien	33
2.5	Statistische Auswertung	41
3	Ergebnisse	42
3.1	Epidemiologie	42
3.2	Normaler Befund der Hüftabduktoren	45
3.3	Krankhafte Veränderungen der Hüftabduktoren	46
3.4	Zusammenhang zwischen intraartikulären und periartikulären krankhaften Veränderungen	78
3.5	Unterschiede zwischen den MRT-Geräten	103
4	Diskussion	108
4.1	Die „Bursitis trochanterica“ als reaktives Geschehen	108
4.2	Analogie zwischen Schulter und Hüfte: Rotatorenmanschettensyndrom und Abduktorensyndrom	115
4.3	Bezeichnung „Abduktorensyndrom der Hüfte“	131
4.4	Einordnung der Arbeit und Vergleich mit bisherigen Studien	132
4.5	Unterschiede zwischen 3 Tesla- und 1,5 Tesla-MRT-Geräten	145
4.6	Methodenkritik und Ausblick	149
5	Zusammenfassung	152

6	Abkürzungsverzeichnis	156
7	Literaturverzeichnis	157
8	Danksagung	164
9	Lebenslauf	165
10	Eidesstattliche Erklärung	166

1 Einleitung

Eine der am häufigsten gestellten Diagnosen bei Schmerzen im Bereich der Hüfte ist die Bursitis trochanterica. Die Inzidenz des Trochanter-Schmerzsyndroms, worunter die Beschwerden der betroffenen Patienten bis heute undifferenziert zusammen gefasst werden, liegt mit 1,8 Patienten/ 1000/ Jahr und die Prävalenz mit 10-25% in Industrienationen vergleichsweise hoch¹. In der Grundversorgung stellt das Schmerzsyndrom des Trochanters den zweithäufigsten Vorstellungsgrund in der orthopädischen Praxis bei Hüftschmerzen dar.¹

Bursitiden können die Folge eines akuten Traumas sein (Bursitis acuta, z.B. als Bursitis olecrani, Bursitis präpatellaris).² Sie können auch die Folge chronischer mechanischer Belastung sein (Bursitis chronica, z.B. als Bursitis infrapatellaris profunda, Bursitis achillea). Vielfach ist die Bursitis eine Folge oder ein Begleitphänomen krankhafter Veränderungen der benachbarten Strukturen. So entwickelt sich über knöchernen Prominenzen regelmäßig eine Bursitis, die als Gleitschicht für die weichgewebige Umgebung und „Polsterung“ gegenüber der unphysiologischen Prominenz verstanden wird (Bursitis z.B. bei Krallenzeh, cartilaginären Exostosen, Metatarsalgie, Haglundexostose). Schließlich bilden sich Bursitiden bei krankhaft veränderten Sehnen aus (z.B. Bursitis subacromialis bei Tendinosis calcarea der Supraspinatussehne);² die bursitische Synovialitis wird hier in ihrer Entstehung als der Tendovaginitis, -synovialitis vergleichbar verstanden (Tendosynovialitis bei drohender Sehnenruptur an der Hand, Paratenonitis der Achillessehne).³

Die Periarthritis humeroscapularis ist ein historischer Begriff für Schulterschmerzen, die vom periartikulären Weichgewebe des Schultergelenkes ausgehen. Regelhaft besteht eine Bursitis subacromialis,² die seinerzeit als primäre Ursache des Schmerzgeschehens angesehen wurde; infolgedessen stand die Bursitis im Mittelpunkt therapeutischer Bemühungen: antiphlogistische Medikation, Injektionen, physikalische Therapie, Bursektomie. In den 80er Jahren wurde herausgearbeitet, dass es sich bei der Periarthritis humeroscapularis allen-

Einleitung

falls um einen Sammelbegriff ganz unterschiedlicher Krankheiten des subacromialen Raumes handelt, denen eine prominente Bursitis subacromialis als Begleitphänomen zu eigen ist.⁴

Man unterscheidet heute im Wesentlichen die Tendinosis calcarea, die degenerative Tendopathie der Rotatorenmanschette mit und ohne Ruptur, das subacromiale Impingement durch knöcherne Anbauten am Acromion oder am kaudalen Acromioklavikulargelenk. Das therapeutische Ziel ist weniger die begleitende Bursitis als vielmehr die zugrunde liegende Ursache. In diesem Sinne wird die Bursitis subacromialis heute als Epiphänomen ganz verschiedener Krankheiten der periartikulären Schulterstrukturen eingeordnet.²

Vor etwa 20 Jahren erschienen in der wissenschaftlichen Literatur erste Vorstellungen darüber, die Bursitis trochanterica – in Analogie zur Bursitis subacromialis – als Epiphänomen übergeordneter Krankheiten der peritrochanteren Weichgewebe aufzufassen. Hintergrund dieser Überlegungen waren zum einen die wenig befriedigenden Behandlungsergebnisse. Zum anderen stellten die Autoren Analogien in der Anatomie und Physiologie des subacromialen Raumes und des peritrochanteren Raumes her.

Diese Überlegungen wurden zunächst wenig populär. 2006 wurden in Frankreich 459 orthopädische Chirurgen nach ihren Erfahrungen mit Rupturen der Abduktoren der Hüfte befragt. Lediglich 18% der Befragten äußerten sich überhaupt hierzu. Von diesen 84 Teilnehmern wussten 45% nicht, dass es Rupturen der Abduktoren gibt, 13% hatten noch keinen betroffenen Patienten erlebt und 29% hatten die Diagnose erst intraoperativ als Zufallsbefund gestellt. Lediglich 13% der befragten Orthopäden hatten klinisch eine Ruptur festgestellt und diese operativ behandelt.⁵

Unter dem Suchbegriff „rotator cuff tear of the hip“ finden sich in der Datenbank des NCBI aktuell 29 Einträge, beginnend mit den Arbeiten von Bunker und Kagan, wobei zwei Drittel der Einträge auf die Jahre ab 2006 entfallen. Zum Vergleich ergibt die Suche nach „rotator cuff tear“ mit Ausschluss der Hüftregion

Einleitung

1508 Treffer. So muss man davon ausgehen, dass sich das Wissen um Rupturen der Hüftabduktoren und praktische Erfahrungen hiermit im chirurgischen und im konservativen Arbeitsalltag nicht umfassend ausgebreitet haben.

1.1 Die Abduktoren der Hüfte

1.1.1 Anatomie der Hüfte

In der evolutionären Entwicklung des menschlichen Körpers spielt das Hüftgelenk eine zentrale Rolle, da es als Bindeglied zwischen Rumpf und unterer Extremität fungiert und somit entscheidend für den aufrechten Gang ist. Als Kugelgelenk ermöglicht es Bewegungen in allen 3 Ebenen und weist wie das Schultergelenk einen großen Bewegungsumfang auf, stellt aber im Gegensatz dazu ein relativ starres Ringsystem dar.²

Die Hüftbeine (*Ossa coxae*) stehen dorsal mit dem Kreuzbein über die Iliosakralgelenke (*Art. sacroiliacae*) und ventral über die Symphyse in Verbindung. Diese Ringkonstruktion ist stabil mit der Wirbelsäule verbunden, sodass die wesentliche Bewegung zwischen Achsorgan und unterer Extremität im Hüftgelenk erfolgt.²

Das Hüftgelenk (*Art. coxae*) setzt sich aus dem *Caput femoris* und der halbmondförmigen *Facies lunata*, der knorpelbedeckten Fläche des *Acetabulum* zusammen. Dieses stellt die Verbindung der drei knöchernen Beckenanteile *Os ilium*, *Os ischium* und *Os pubis* dar und entspricht etwa 30% einer Hohlkugel. Randständig ist das *Acetabulum* vom straffen Bindegewebe und Faserknorpel des *Labrum acetabuli* verstärkt. Innerhalb des Gelenkraumes verläuft das *Lig. capitis femoris* zwischen *Fovea capitis femoris* und *Fossa acetabuli*, der darin enthaltene *A. capitis femoris* hat für die Versorgung des Hüftkopfes nur eine untergeordnete Bedeutung. Im Wesentlichen wird der Hüftkopf durch Äste der *Aa. circumflexae femoris med. et lat.* und auf dem endostalen Weg versorgt.^{2,6}

Einleitung

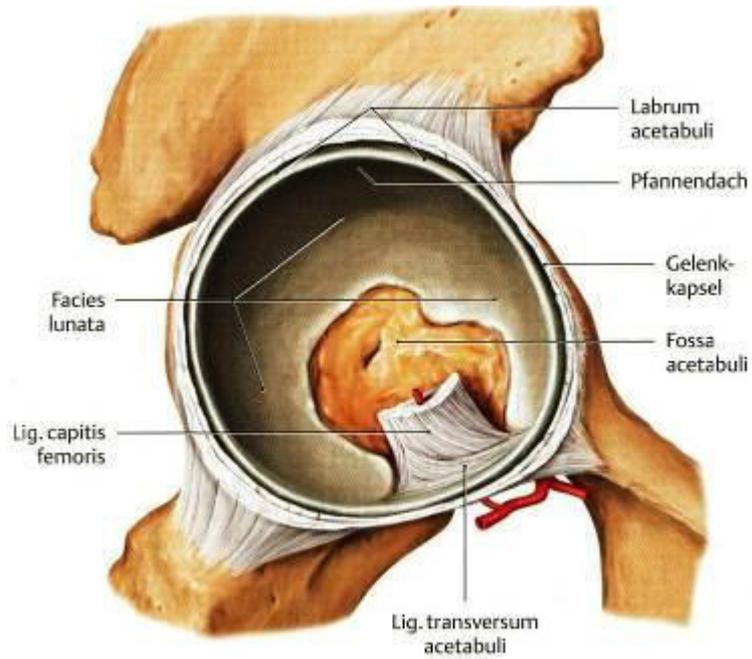


Abb. 1

Gelenkpfanne (Acetabulum) eines rechten Hüftgelenks nach Entfernung des Femurkopfes. Ansicht von lateral.

Aus: Schünke, Schulte, Schumacher, Voll, Wesker (2005) Prometheus LernAtlas der Anatomie, 1. Auflage, Georg Thieme Verlag, Stuttgart. S. 383

Einleitung

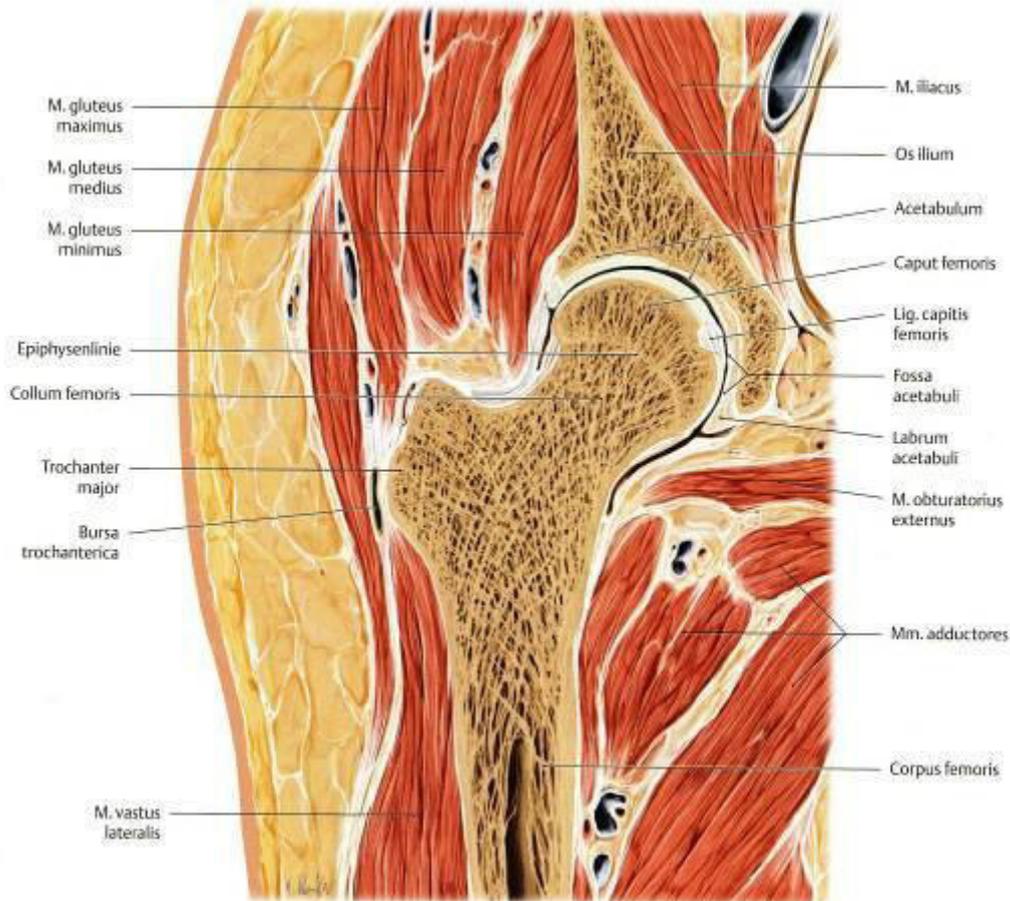


Abb. 2

Frontalschnitt durch ein rechtes Hüftgelenk, Ansicht von vorne.

Aus: Schünke, Schulte, Schumacher, Voll, Wesker (2005) Prometheus LernAtlas der Anatomie, 1. Auflage, Georg Thieme Verlag, Stuttgart. S. 385

Die Stabilisierung des Hüftgelenks wird durch die Kombination aus einem starken Bandapparat und das Gelenk überspannende Muskeln gewährleistet. Die Ligg. iliofemorale, pubofemorale und ischiofemorale verlaufen schraubenartig verdreht von knapp außerhalb des Labrum acetabuli zur Linea intertrochanterica des Femur. In Extension sind die Bänder straff gespannt und stabilisieren das Hüftgelenk durch einen engen Kontakt der Gelenkflächen.⁶

Einleitung

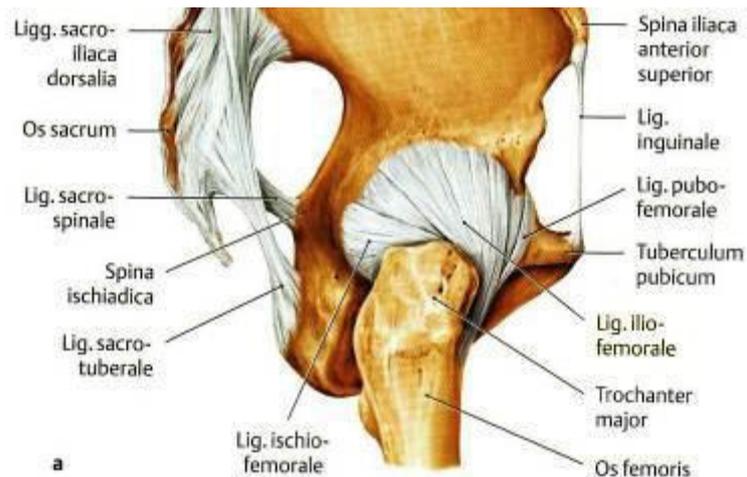


Abb. 3

Bandapparat eines rechten Hüftgelenks. Ansicht von lateral.

Aus: Schünke, Schulte, Schumacher, Voll, Wesker (2005) Prometheus LernAtlas der Anatomie, 1. Auflage, Georg Thieme Verlag, Stuttgart. S. 380

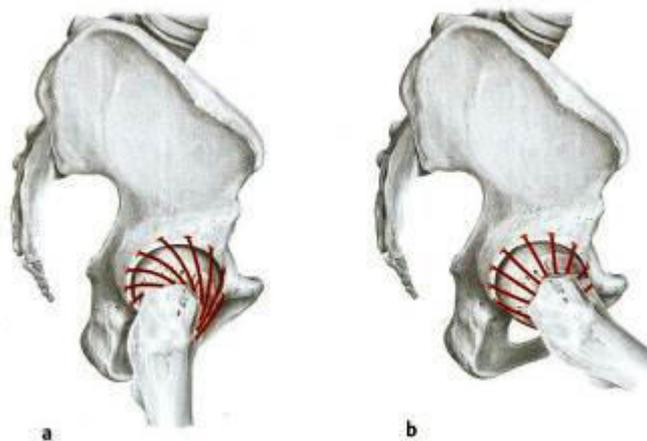


Abb. 4

Wirkung des Bandapparates in Abhängigkeit von der Gelenkstellung. a) Rechtes Hüftgelenk in Streckstellung, Ansicht von lateral. b) Rechtes Hüftgelenk in Beugstellung, Ansicht von lateral.

Aus: Schünke, Schulte, Schumacher, Voll, Wesker (2005) Prometheus LernAtlas der Anatomie, 1. Auflage, Georg Thieme Verlag, Stuttgart. S. 381

Eine Vielzahl von Muskelgruppen und einzelnen Muskeln werden dem Hüftgelenk zugeordnet, von denen jedoch aufgrund ihrer besonderen Bedeutung für das hier behandelte Thema lediglich die Abduktoren detailliert beschrieben werden sollen. Zu diesen werden der M. gluteus medius und der M. gluteus minimus mit insgesamt drei Bursae um den Trochanter major⁷ gezählt, dessen

Einleitung

Sehnenplatte eine besondere Bedeutung in der Stabilisierung des Hüftgelenks hat. Sie dient als Ursprung des M. vastus lateralis und zugleich als Ansatz der Mm. glutei medius et minimus und minimiert die Biegebeanspruchung des proximalen Femurs.⁸

Der Trochanter major stellt den Ansatzpunkt für mehrere große Muskeln dar: Mm. glutei medius et minimus, M. piriformis, Mm. obturatores internus et externus. Seine knöcherne Oberfläche besteht aus vier Flächen: einer anterioren, lateralen (von außen durch die kräftige Gluteusaponeurose tastbar)⁹, posterioren und superoposterioren.¹⁰

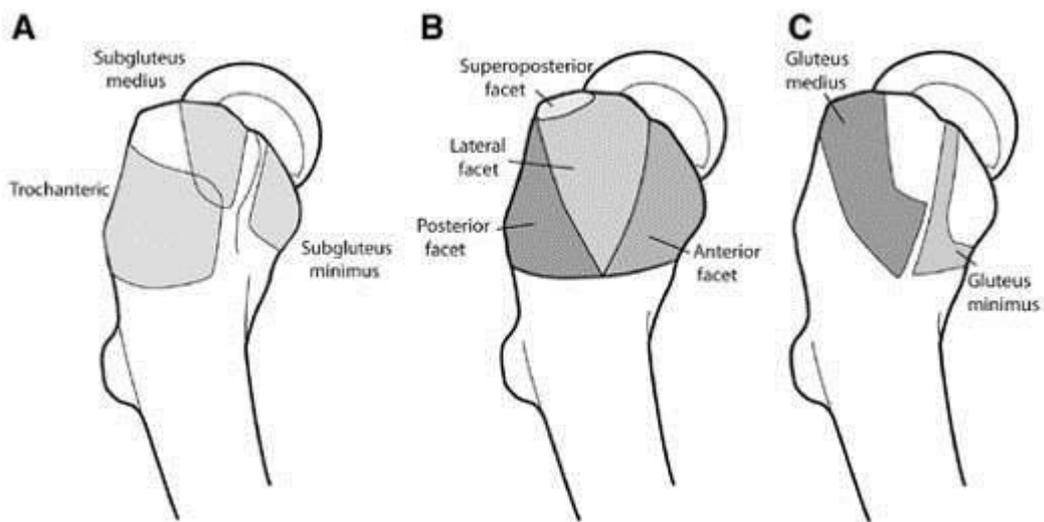


Abb. 5

Anatomie des Trochanter major mit Sehnenansätzen und Bursae. A) Lage der Bursae. B) Flächen des Trochanter major. C) Sehnenansätze der Abduktoren.

Aus: Domb, B.G., Nasser, R.M. & Botser, I.B., 2010. Partial-thickness tears of the gluteus medius: rationale and technique for trans-tendinous endoscopic repair. *Arthroscopy*, 26(12), pp.1697–705.

Der M. gluteus medius ist dreiteilig und entspringt am Periost der Facies glutea zwischen Linea glutea anterior und posterior. Hierbei wird zudem die Unterfläche der den Muskel bedeckenden Fascia glutea als Ursprungsfeld benutzt. Der dorsale Anteil des Muskels wird durch den M. gluteus maximus überlagert. Die Fasern des M. gluteus medius laufen konvergierend in einer kurzen, dicken

Einleitung

Sehne aus, die den Trochanter major kappenförmig umfasst. An seinem hinteren Rand ist er häufig mit dem M. piriformis verwachsen.⁹

Der M. gluteus minimus ist zweiteilig und wird fast vollständig vom M. gluteus medius bedeckt. Er entspringt ebenfalls am Periost der Facies glutea, jedoch zwischen Linea glutea anterior und inferior. Er verläuft schraubig und konvergierend zum vorderen Trochanter major und setzt an der anterioren Fläche mit Übergang in die Gelenkkapsel¹¹ an. In seinem ventralen Anteil ist er überwiegend mit dem M. gluteus medius verwachsen, wodurch eine nach dorsal offene Muskeltasche entsteht, durch die Gefäße und Nerven ziehen.⁹

Beide Muskeln werden vom N. gluteus superior innerviert.

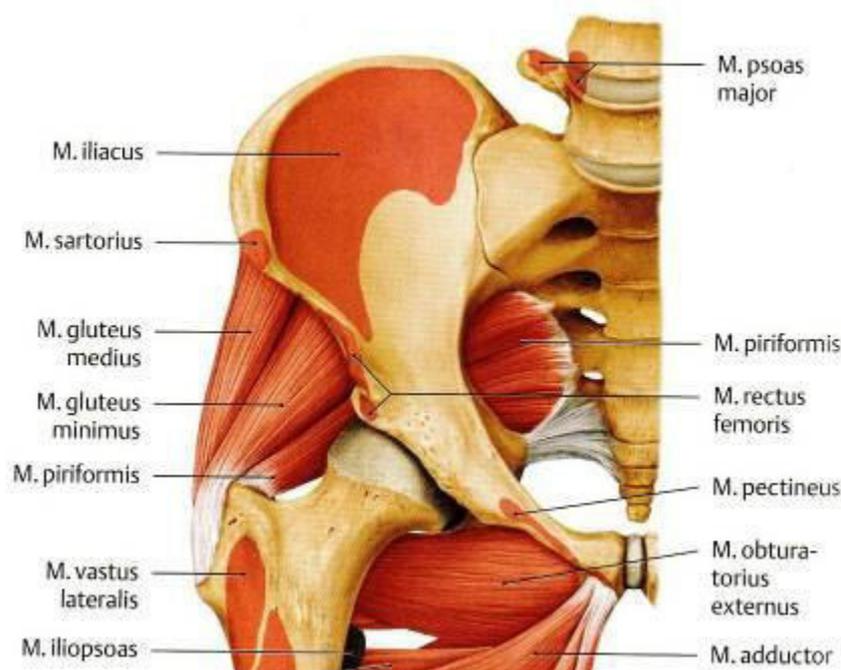


Abb. 6

Muskulatur des rechten Oberschenkel und der rechten Hüft- und Gesäßregion in der Ansicht von vorne. Nach vollständiger Entfernung der Mm. quadriceps femoris, iliopsoas, tensor fasciae latae und pectineus. Der M. adductor longus ist in seinem mittleren Bereich entfernt.

Aus: Schünke, Schulte, Schumacher, Voll, Wesker (2005) Prometheus LernAtlas der Anatomie, 1. Auflage, Georg Thieme Verlag, Stuttgart. S. 444

Der M. gluteus medius initiiert mit seinem anterioren und mittleren Teil, der M. gluteus minimus mit seinem anterioren Teil die Abduktion, die dann vom M.

Einleitung

tensor fasciae latae fortgeführt wird. Die jeweils posterioren Faseranteile beider Muskeln wirken bei der Stabilisierung des Beckens mit.^{10,12,13}

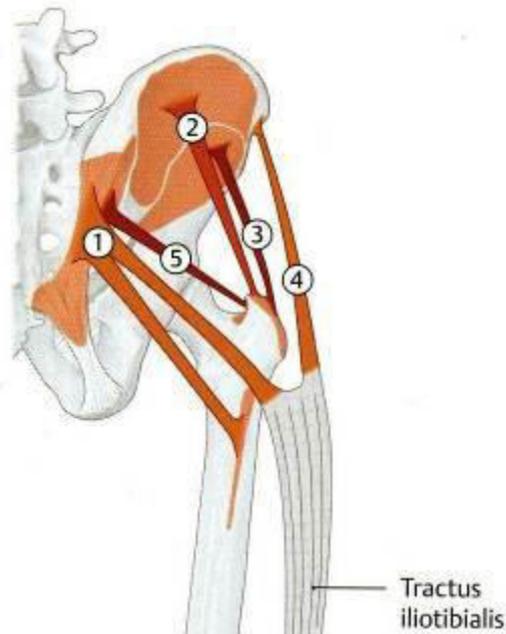


Abb. 7

Vertikal verlaufende äußere Hüftmuskeln im Überblick. 1) M. gluteus maximus. 2) M. gluteus medius. 3) M. gluteus minimus. 4) M. tensor fasciae latae. 5) M. piriformis.

Aus: Schünke, Schulte, Schumacher, Voll, Wesker (2005) Prometheus LernAtlas der Anatomie, 1. Auflage, Georg Thieme Verlag, Stuttgart. S. 424

Um die Druck- und Scherkräfte zwischen Sehnen und knöchernen Vorsprüngen zu neutralisieren, existieren bei den meisten Individuen 3 Bursae im Bereich des Trochanter major, zudem wurden in anatomischen Studien zusätzliche Bursavarianten beschrieben.¹⁴

Einleitung

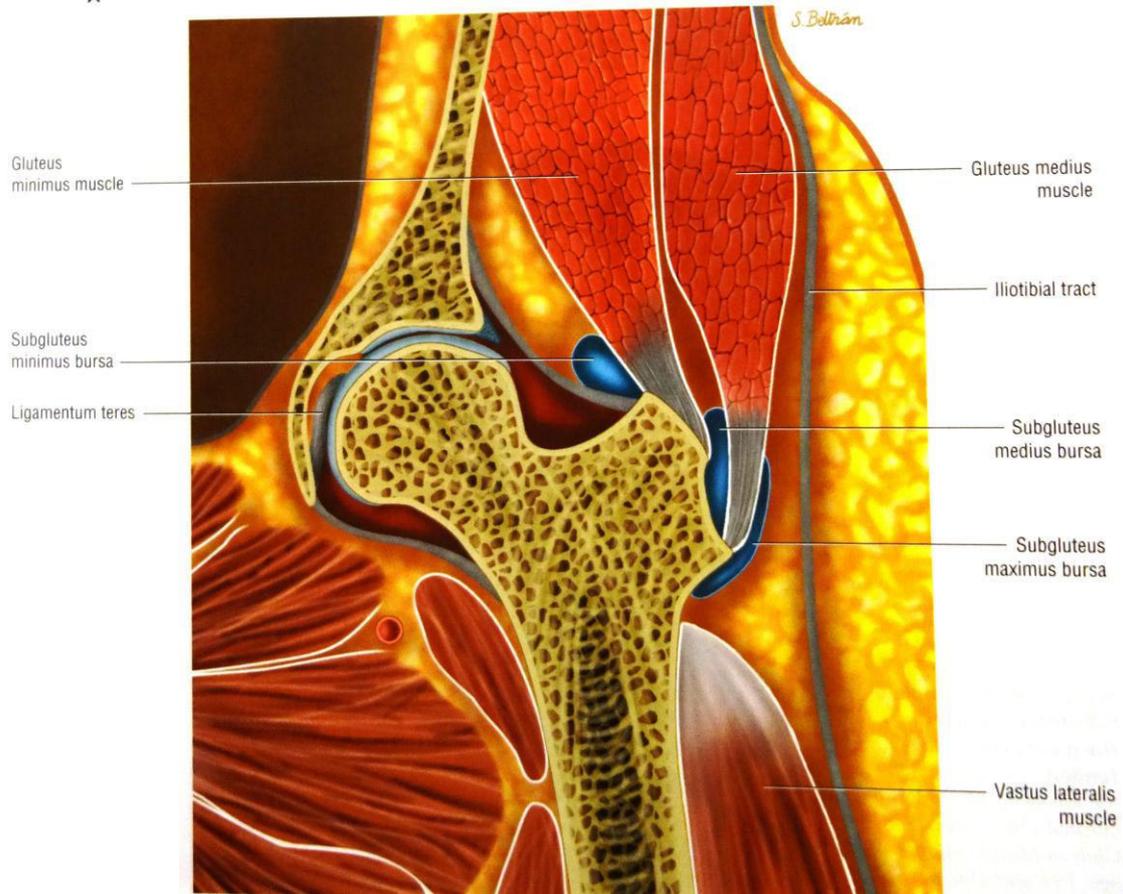


Abb. 8

Lage der drei Bursae um den Trochanter major (Bursa trochanterica/ Bursa subglutea maxima, Bursa subglutea media, Bursa subglutea minima). Frontalschnitt.

Aus: Stoller (2006) Magnetic Resonance Imaging in Orthopaedics and Sports Medicine, 3. Auflage, Lippincott Williams & Wilki, Philadelphia

Die Bursa trochanterica als größte der drei Bursae misst laut Pfirrmann¹⁰ im Durchschnitt 42,5 x 47,5 mm. Sie liegt in der Tiefe und bedeckt die posteriore Fläche des Trochanter major, den distalen lateralen Anteil der Gluteus-Medius-Sehne und den proximalen Anteil des Ansatzes des M. vastus lateralis. In ihrer Funktion polstert die Bursa trochanterica den M. gluteus maximus und den Tractus iliotibialis gegenüber dem Trochanter major ab. Zudem schützt sie den Ansatz des M. gluteus medius. Als anatomische Variante kommt gelegentlich eine zweite, kleinere Bursa subglutea maxima vor, die oberflächlicher, nahe des Übergangs des M. gluteus maximus in den Tractus iliotibialis liegt.¹⁵

Einleitung

Die zweite Hauptbursa ist die konstant vorkommende Bursa subglutea media anterior. Sie misst im Durchschnitt 16,2 x 20 mm und befindet sich im oberen Teil der lateralen Trochanterfläche unterhalb der lateralen Gluteus-Medius-Sehne. Nach oben wird sie durch die Trochanter Spitze begrenzt, nach unten und hinten durch den Ansatz des M. gluteus medius, den die Bursa gegenüber dem Trochanter major abschirmt. Selten kommuniziert die Bursa subglutea media mit der Bursa subglutea minima.¹⁰ Im Ansatzbereich des M. gluteus medius wird zudem die Bursa subglutea media posterior oder Bursa musculi piriformis beschrieben.¹⁴

Die Bursa subglutea minima als kleinste der konstant vorkommenden Bursae am Trochanter major misst im Durchschnitt 22,7 x 19 mm und befindet sich im Bereich der anterioren Trochanterfläche. Sie liegt neben der Gluteus-Minimus-Sehne, medial und oberhalb des Sehnenansatzes und polstert diesen gegenüber dem Trochanter major. Zudem bedeckt sie die distale, vordere Gelenkkapsel des Hüftgelenks.¹⁰ Auch im Fall der Bursa subglutea minima existiert eine mögliche Zusatzvariante.¹⁴

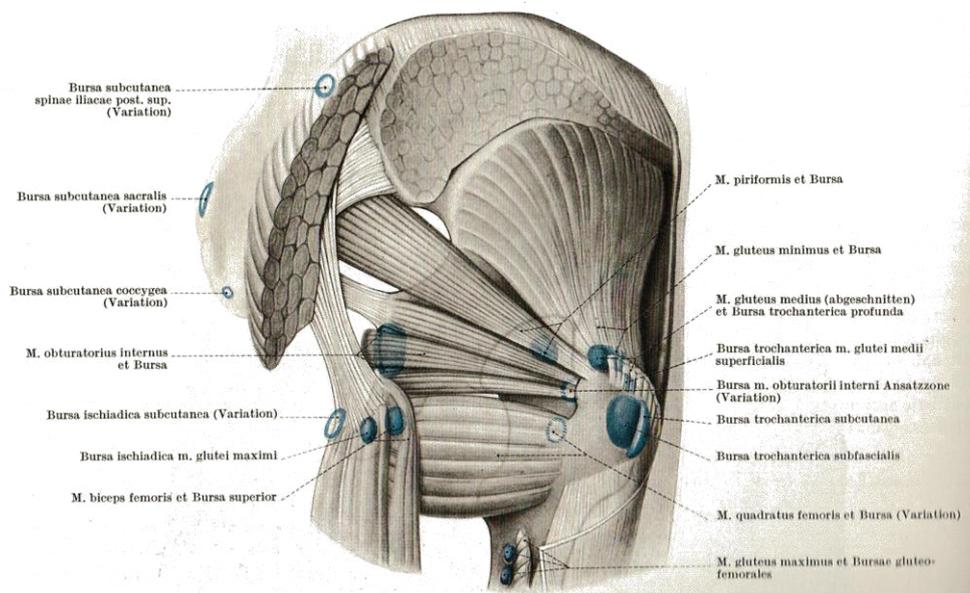


Abb. 9

Bursae synoviales der Regio glutea (schematisch): Bursae obligatae: blau, Bursae accessoriae: blau umrandet

Aus: Lang, Wachsmuth (1972) Praktische Anatomie - Bein und Statik, 2. Auflage, Springer Verlag, S. 138

1.1.2 Funktionelle Anatomie des Hüftgelenks

Das Hüftgelenk erfüllt zwei biomechanische Funktionen, zum einen die Beweglichkeit zwischen Becken und Femur, zum anderen die Kraftübertragung zwischen diesen beiden Knochen. Die Abduktoren der Hüfte sorgen dabei für die aktive Bewegung, die Reduktion der mechanischen Beanspruchung der knöchernen Anteile und als Hauptfunktion für die Stabilisierung des Beckens, vor allem in der Phase des Einbeinstandes.¹⁶

Dieser Zustand besteht beim Gehen ständig für das aktuelle Standbein und stellt die maßgebliche Belastung für das Hüftgelenk dar. Im Einbeinstand ist das Becken mit einem Waagesystem vergleichbar, dessen Drehpunkt im Hüftkopfbereich liegt. Die Körperlast, die ein Absinken des Beckens zur Schwungbeinseite bewirkt (partiell Körpergewicht), muss von den Hüftgelenksabduktoren (pelvitrochantäre Muskulatur) gehalten werden. Da der Hebelarm der Körperlast im Einbeinstand etwa dreimal so lang ist wie der Hebelarm der Abduktoren, muss ihre Muskelkraft etwa dem Dreifachen des Körpergewichts entsprechen.² Dabei bestimmt der Trochanter major den Hebelarm (Abstand zwischen Abduktoren und Drehzentrum des Hüftkopfes) und reduziert dadurch die Muskelkraft und die Beanspruchung des Femurs.¹⁷

Ein Ungleichgewicht kann durch eine Schwächung der Muskulatur selbst oder durch ungünstige mechanische Hebelarme der Muskulatur zustande kommen. Eine Ursache für ungünstige mechanische Hebelarme ist ein Hochstand des Trochanter major mit Annäherung von Muskelursprung und -ansatz und Verschlechterung der mechanischen Wirksamkeit der Abduktoren (z.B. Coxa vara, Abrissfraktur des Trochanter major oder distalisierte Endoprothese).²

Unabhängig von der Ursache führt die Insuffizienz der Hüftgelenkabduktoren zum Absinken des Beckens im Einbeinstand bzw. in der Standphase des Gehvorgangs (Trendelenburg-Zeichen). Gleichzeitig wird der Körperschwerpunkt zur kranken Seite hin verlagert, um den Hebelarm der Körperlast zu verkürzen (Duchenne-Zeichen).²

Einleitung

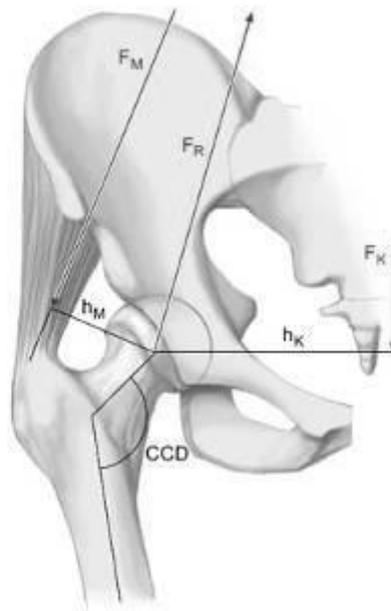


Abb. 10

Die wichtigsten Kräfte am Hüftgelenk im Einbeinstand (modifiziert nach Pauwels, 1973). F_K : partielle Körpergewicht, F_M : Muskelkraft der Abduktoren, F_R : hüftgelenksresultierende Kontaktkraft auf Femurkopf und Acetabulum

Aus: Putz, R., Simon, U. & Claes, L. (2012) AE-Manual der Endoprothetik, Springer Verlag, Berlin & Heidelberg. S. 38

In Bezug auf die Biomechanik des Hüftgelenkes gibt es einige besondere Merkmale. Beide Gelenkflächen weisen eine ungleichmäßige Verteilung der subchondralen Mineralisierung auf, sodass auf eine ungleichmäßige Druckübertragung geschlossen werden kann. Eine Erklärung hierfür ist neben der Inkongruenz der Flächen die deutliche Veränderung der Richtung und Lage des Druckstoßpunktes der Hüftgelenkskraft beim Gehen und Laufen, sodass eine Ellipse entsteht, die die maximale Tragfläche beschreibt. Diese Besonderheit ermöglicht eine breite Einbeziehung der Gelenkkörper in den Kraftfluss und minimiert den Materialaufwand.¹⁸

Des Weiteren steht für die Lastübertragung nur ein kleiner Teil des Gelenkes zur Verfügung, denn die knorpelige Fläche der Gelenkpfanne entspricht nur etwa 50% der Gelenkfläche des Femurkopfes und enthält eine unvollständige Knorpelbedeckung, die der physiologischen Belastungszone entspricht. Der

Einleitung

begrenzte Spielraum macht sich insbesondere bei veränderten mechanischen Bedingungen außerhalb des Gelenkes wie bei Coxa valga oder Coxa vara bemerkbar.¹⁶

Eine Veränderung des CCD-Winkels übt einen direkten Einfluss auf die Kräfte am Hüftgelenk aus. Im Normalfall verhält sich das partielle Körpergewicht zur Muskelkraft im Verhältnis 1:3, bei Coxa valga beträgt es 1:6, bei Coxa vara 1:2. Bei Coxa valga verkürzt sich der Hebelarm, die Kraftentwicklung des Muskels wird kleiner, zur Stabilisierung des Beckens muss also mehr Kraft aufgewendet werden. Bei Coxa vara steigt die Kraftentwicklung aufgrund des verlängerten Hebelarmes, sodass für eine Stabilisierung des Beckens weniger Kraft notwendig ist. Allerdings ist das größere Muskelmoment nicht nutzbar, da sich Ursprung und Ansatz zu sehr annähern und zu einer relativen Insuffizienz des Muskels führen.⁹ Zudem steigt die Beanspruchung des Femurs.¹⁷

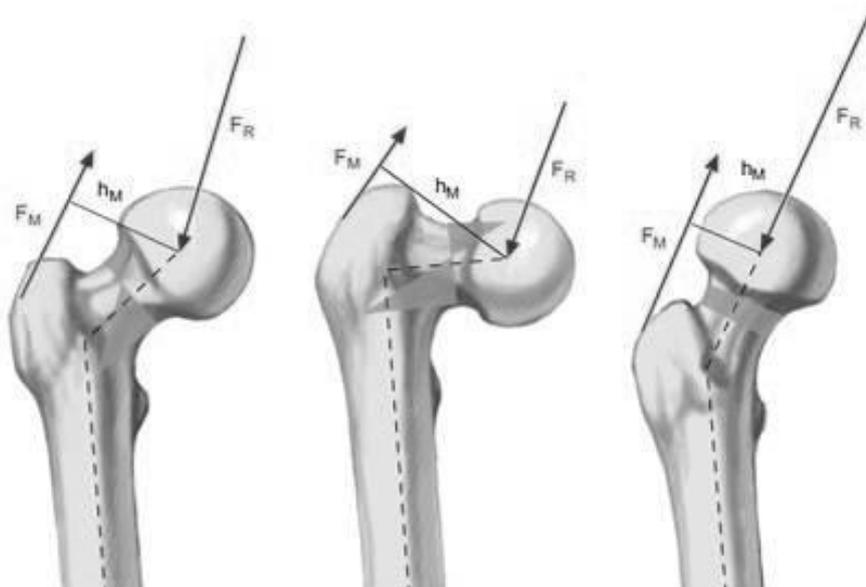


Abb. 11

Einfluss des CCD-Winkels auf die Beanspruchung des proximalen Femurs (modifiziert nach Pauwels, 1973). a) normaler Femur, überwiegend Druckspannungen (medial) und kleine Zugspannungen (lateral) im Schenkelhals; b) Coxa valga, große Druckspannungen (medial) und Zugspannungen (lateral); c) Coxa vara, nur Druckspannungen im Schenkelhals

Aus: Putz, R., Simon, U. & Claes, L. (2012) AE-Manual der Endoprothetik, Springer Verlag, Berlin & Heidelberg. S. 39

Einleitung

Einen Eindruck von der starken Beanspruchung des Hüftgelenkes erhält man durch Untersuchungen zur dynamischen Beanspruchung. Hiernach beträgt die Hüftkontaktkraft im beidbeinigen Stand 80-120 % des Körpergewichts, im Einbeinstand und Gehen steigt sie auf 250-350 %, beim Laufen auf 500 % und beim Stolpern erreicht sie Werte bis 870 %. Um die Gelenke und Muskeln vor einer solchen Überlastung zu schützen, bedarf es einer entsprechenden Muskelkraft.¹⁹

1.2 Krankheitsbild: Trochanter-Schmerzsyndrom

Schmerzen in der Hüftregion sind in der orthopädischen Praxis relativ häufig und differentialdiagnostisch komplex. Recht eindeutig lässt sich ein Schmerzphänomen abgrenzen, das durch folgende klinische Phänomene gekennzeichnet ist: umschriebener und gut reproduzierbarer Palpationsschmerz am dorsokranialen Pol des Trochanter major, ziehender Spontanschmerz am lateralen Trochanter mit Ausstrahlung nach distal durch länger anhaltenden lokalen Druck, z.B. Sitzen in engen Autositzen, Liegen auf der betroffenen Seite, Liegen auf der Gegenseite mit Adduktion des ipsilateralen Hüftgelenkes (Druck durch den Tractus iliotibialis).

Im Ultraschall kann eine mehr oder weniger flüssigkeitsgefüllte Bursahaube über dem Trochanter nachgewiesen werden (nicht obligat), in der MRT findet sich eine charakteristische Signalanhebung in der T2-Wichtung (nicht obligat). Diese Symptome werden gemeinhin als Folgen einer „Bursitis trochanterica“ aufgefasst. Die Heilung der Bursitis ist das therapeutische Ziel.

Von diesen Zeichen der „Bursitis trochanterica“ lassen sich klinische Auffälligkeiten am Hüftgelenk klar abgrenzen; sie fehlen meist, sind aber nicht ausgeschlossen. Auch fehlen meist Schwächen der glutealen Muskulatur: normale Abduktionskraft im Hüftgelenk, Trendelenburg-Phänomen negativ. Radikuläre und pseudoradikuläre Schmerzausstrahlungen sind vor allem durch den eindeutigen lokalen Druckschmerz unterscheiden.

Der Begriff „Trochanter-Schmerzsyndrom“ ist durch dieselben klinischen Phänomene charakterisiert und insofern mit dem Begriff „Bursitis trochanterica“ deckungsgleich. Er bringt aber zum Ausdruck, dass an der Bursitis als genuine Quelle des Schmerzes gezweifelt wird.

1.2.1 Epidemiologie

Das durchschnittliche Erkrankungsalter für das Trochanter-Schmerzsyndrom liegt zwischen 40 und 60 Jahren²⁰, Frauen sind in einem Verhältnis von 4:1²¹ betroffen. Davon abgesehen tritt dieses Syndrom auch gehäuft bei jungen Athleten und Läufern²² auf.

1.2.2 Symptome und klinische Untersuchung

Die vom Trochanter-Schmerzsyndrom betroffenen Patienten leiden unter meist einseitigen, chronisch-intermittierenden Schmerzen im Bereich der seitlichen Hüfte, oft mit Ausstrahlung bis oberhalb des Kniegelenks, in die Leiste, das Gesäß oder die Lendenwirbelsäule. Die Symptome ähneln laut Karpinski²³ den Beschwerden beim Tennis- oder Golfer-Ellenbogen, denn auch hier würden Druck oder Muskelaktivität zu Schmerzen an den Ansätzen kräftiger Sehnen führen.

Die Tatsache, dass der Schmerzpunkt beim Trochanter-Schmerzsyndrom während der Rotation wandert, rückt die Sehnenansätze der Abduktoren in den Mittelpunkt der Schmerzursachen.²³ Verstärkt werden die Symptome durch Belastung und mechanischen Druck wie beim Liegen auf der betroffenen Seite, Sitzen mit überkreuzten Beinen oder in Schalensitzen, Aufstehen aus dem Sitzen, Treppensteigen und Bergaufgehen.²⁴ Beim normalen Gehen ist der Schmerz meist gering ausgeprägt.² Die Beschwerden bei einer Ruptur der Abduktorenmanschette unterscheiden sich hierzu oft nur in der Therapieresistenz.

In einer Studie zu den klinischen Zeichen bei Läsionen der Abduktorenmanschette (Tendinopathien und Rupturen ggf. mit zusätzlicher Bursitis) gibt Lequesne den 30-Sekunden-Einbeinstand und die Rückführung des außenrotierten und flektierten Beines gegen Widerstand als aussagekräftigste Untersuchungsmethoden an. Das Trendelenburg-Zeichen gilt bei Ausschluss einer Coxarthrose als zuverlässiger Hinweis auf eine Läsion des M. gluteus medius (Sensitivität 73%, Spezifität 77%).^{21,25,26}

Einleitung

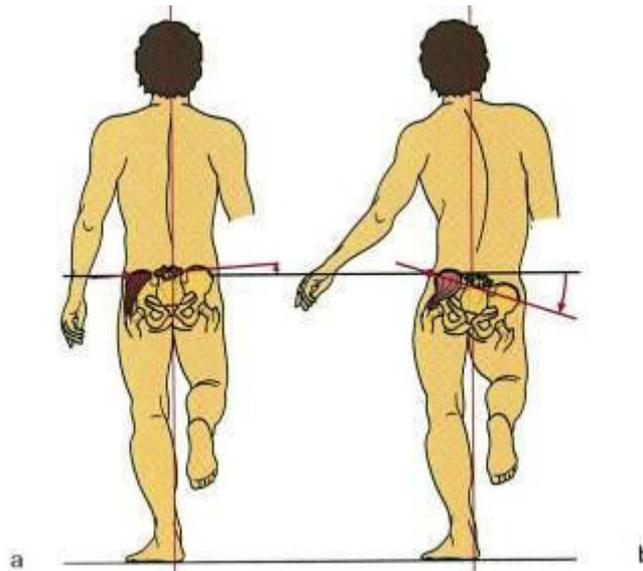


Abb. 12

Einbeinstand und pelvitrochantäre Muskulatur. a) Während der Standphase des linken Beines hält ein Gleichgewicht zwischen der abduzierenden Muskelkraft (vor allem M. gluteus medius) und der Körperlast das Becken in der Waagerechten. b) Bei einer Insuffizienz der abduzierenden Muskulatur sinkt das Becken zur gesunden Seite hin ab (Trendelenburg-Zeichen). Gleichzeitig wird der Oberkörper zur kranken Seite hin verlagert, um den Lastarm zu verkürzen (Duchenne-Zeichen). Dadurch kommt ein schaukelnder Gang zustande.

Aus: Rüter, Lohmann (2014) Orthopädie und Unfallchirurgie, 20. Auflage, Elsevier GmbH, München. S. 223 (Henriette Rintelen, Velbert)

1.2.3 Differentialdiagnosen

Das Symptom Hüftschmerz beinhaltet unzählige Differentialdiagnosen, die sich jedoch aufgrund typischer Beschwerdemuster, klinischer Zeichen oder mithilfe von Bildgebung deutlich eingrenzen lassen. Für die übrigen Fälle wird dann oft die Diagnose Trochanter-Schmerzsyndrom herangezogen.

Grundsätzlich kann zwischen intraartikulären Schmerzursachen, einer Beteiligung des Weichteilgewebes um den Trochanter major oder der Schmerzprojektion aus anderen Körperregionen unterschieden werden. Intraartikuläre Ursachen wie Arthrose oder Rheumatoide Arthritis können anhand der typischen Symptomatik mit Schmerzverstärkung in Hüft-Flexion und -Innenrotation, sowie der stark eingeschränkten und schmerzhaften passiven Beweglichkeit und

schließlich in der Röntgenaufnahme mit typischen Zeichen abgegrenzt werden. Auch die Nekrose des Hüftkopfes lässt sich gut im Röntgenbild feststellen¹⁴.

Eine Projektion der Beschwerden erfolgt meistens aus dem Bereich der Lendenwirbelsäule bei Spinalkanalstenosen, Bandscheibenvorfällen, Frakturen oder dem Facettensyndrom.²⁷ Des Weiteren müssen okkulte Schenkelhalsfrakturen, Neuropathien, myofasziale Beschwerden und Adipositas berücksichtigt werden.¹⁴ Neuropathien des N. gluteus superior, der den M. gluteus medius und minimus, den M. tensor fasciae latae und den Femurkopf innerviert, können als Krankheitsbild der Peripheren Neuropathie vorliegen oder als Folgeerscheinung einer Läsion im Rahmen von operativen Eingriffen an der Hüfte.²⁸

Für den peritrochanteren Bereich kommen Bursitiden, degenerative Veränderungen der Abduktorensehnen, die kalzifizierende Tendinitis oder Rupturen als Auslöser der Schmerzen in Frage.¹⁰

1.2.4 Bildgebende Diagnostik

1.2.4.1 Röntgen

Röntgenaufnahmen erlauben eine gute Beurteilung des Knochens, doch zeigen viele Patienten mit Trochanter-Schmerzsyndrom einen unauffälligen Befund.²⁹ Liegt eine chronische Bursitis trochanterica vor, zeigen sich häufig knöcherne Sporne am Trochanter major. Ein Vorteil der Röntgenuntersuchung gegenüber der MRT ist die gute Darstellung von Kalzifizierungen, die wie auch bei der Schulter zur Diagnose „Tendinitis calcarea“ führen.

1.2.4.2 Sonografie

Eine Alternative zur MRT stellt die Sonografie dar, die jedoch keine Aussage über intraartikuläre Veränderungen treffen und nur von einem erfahrenen Untersucher durchgeführt werden kann. Hinzu kommen mögliche erschwerende Bedingungen wie Adipositas des Patienten.¹¹

1.2.4.3 MRT

Mehrere Studien kamen zu dem Ergebnis, dass die MRT in der Beurteilung der Abduktoren der Hüfte die größte Übereinstimmung zwischen bildgebenden und intraoperativen Befunden gegenüber Sonografie, Röntgen und Knochen-Szintigrafie zeigt.³⁰ Dabei erreichte sie eine hohe Sensitivität bei jedoch geringerer Spezifität in Bezug auf die Diagnostik beim Trochanter-Schmerzsyndrom³¹.

Läsionen von Muskeln und Sehnen können sowohl oberflächlich als auch in der Tiefe dargestellt werden, wobei der Grad und das Ausmaß der Läsion gut abgeschätzt werden können.²¹ Bei der Feststellung von Rupturen erreichte die MRT eine Genauigkeit von 91%.³²

1.2.5 Therapie von Rupturen des M. gluteus medius oder minimus

In der Versorgung von Rupturen der Abduktorensehnen werden zunehmend arthroskopische Techniken etabliert. Die Rupturenden werden debridiert, der knöcherne Ansatz vor der Wiederanheftung der abgerissenen Sehne dekortikalisiert. Eine neue Technik ist die transtendinöse Versorgung von tiefen Rupturen des M. gluteus medius, die ohne eine Spaltung der oberflächlichen Sehne nicht sichtbar sind und kaum behandelt werden können.³³⁻³⁶

Einleitung

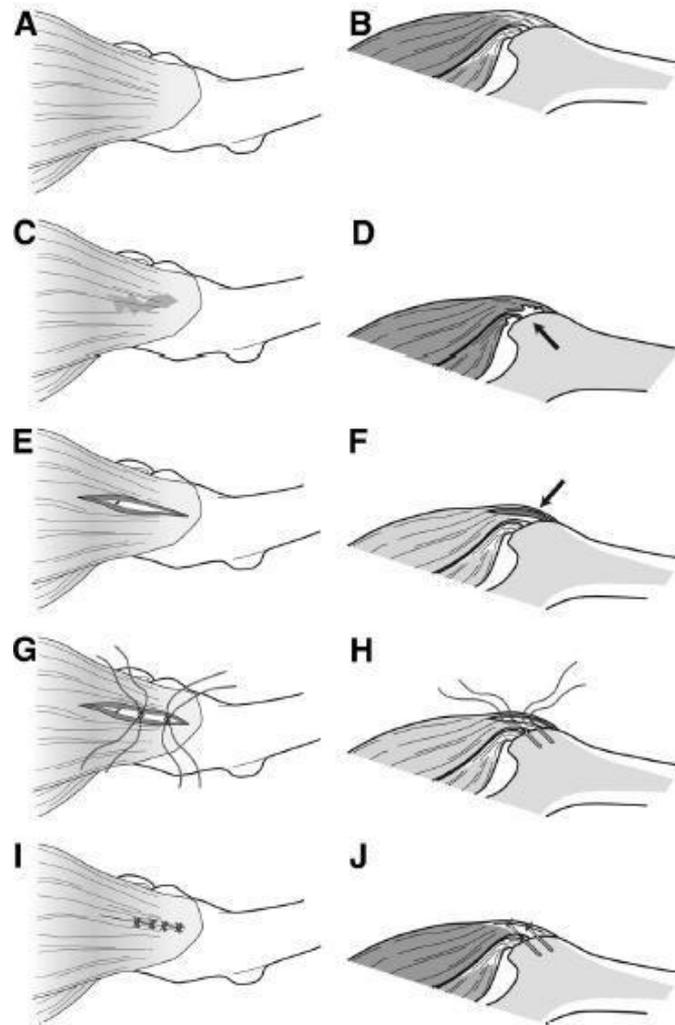


Abb. 13

Schema der OP-Technik an der rechten Hüfte. Proximal entspricht links, distal rechts. a, c, e, g, i: Aufsicht. b, d, f, h, j: Schrägsicht. a, b: intakte Gluteussehne. c, d: Ruptur der Gluteussehne. e, f: longitudinale Inzision entlang der Gluteusfasern. g, h: Platzierung des Ankers und Naht durch die Sehnenenden nach Debridement der Ruptur und Dekortikation des Knochens. i, j: operierte Sehne.

Aus: Domb, B.G., Nasser, R.M. & Botser, I.B., 2010. Partial-thickness tears of the gluteus medius: rationale and technique for trans-tendinous endoscopic repair. *Arthroscopy*, 26(12), pp.1697–705.

Einleitung

1.3 Magnetresonanztomografie

1.3.1 Überblick über die Magnetresonanztomografie³⁷

Die MRT ist ein Verfahren zur Erzeugung von Schnittbildern in einer frei wählbaren Raumebene. Die Schnittbildebene der MRT entsprechen den Hauptebenen des menschlichen Körpers, wobei die Frontalebene in der MRT als Koronarebene bezeichnet wird.

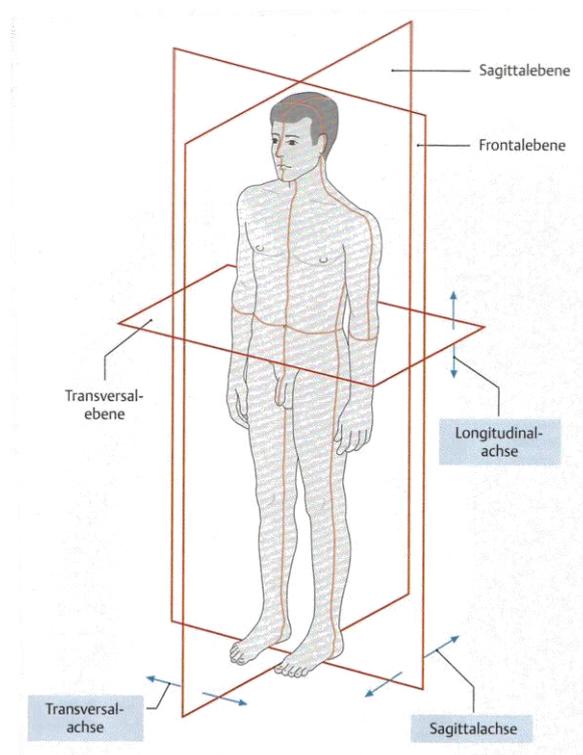


Abb. 14

Hauptebenen und -achsen des menschlichen Körpers.

Aus: Reiser, Kuhn, Debus (2011) Duale Reihe Radiologie, 3. Auflage, Georg Thieme Verlag, Stuttgart. S. 80

Der MRT liegt das Prinzip der Kernmagnetresonanz zugrunde. Dieses beruht auf dem Eigendrehimpuls (Kernspin) von Atomkernen mit ungerader Nukleonenzahl, unter anderem auch Wasserstoffkernen, die sich aufgrund ihres großen Vorkommens im menschlichen Körper sehr gut für Messungen eignen. Die positive Ladung des Wasserstoffkerns bewegt sich um die eigene Achse und

Einleitung

induziert so ein magnetisches Dipolmoment, dabei beschreibt sie eine Kreisbewegung (Präzession).

Im Normalfall liegen diese Miniaturmagneten ungeordnet vor und kompensieren ihre Ladungen gegenseitig. Besteht allerdings ein starkes äußeres Magnetfeld, richten sich die Dipole parallel und antiparallel aus, sodass eine messbare Längsmagnetisierung entsteht. Zudem vereinheitlicht das Magnetfeld die Rotationsfrequenz der Protonen.

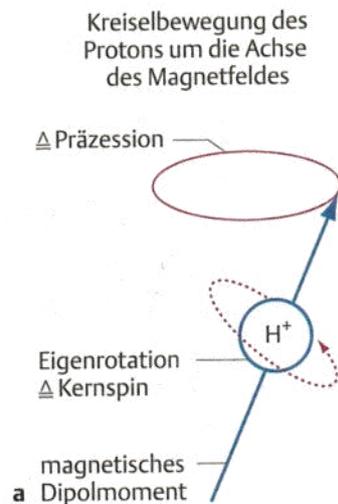


Abb. 15

Physikalische Grundlagen der MRT.

Aus: Reiser, M., Kuhn, F.-P. & Debus, J. (2011) Duale Reihe Radiologie, 3. Auflage, Georg Thieme Verlag, Stuttgart. S. 80

Diese beiden Phänomene im starken Magnetfeld schaffen Resonanzbedingungen, sodass mittels eines Hochfrequenzpulses Energie auf die Protonen übertragen werden kann. Hierbei werden die Dipole aus ihrer Längsmagnetisierung ausgelenkt und gleichzeitig wird die Präzessionsbewegung synchronisiert. Nach der Anregung kehren die Protonen in ihren Grundzustand zurück (Relaxation) und geben dabei Energie in Form eines messbaren magnetischen Impulses ab. Man kennt zwei Arten der Relaxation: Die Längsrelaxation (T_1) beschreibt die Rückkehr der Protonen in die Längsmagnetisierung, die Querrelaxation (T_2) die

Einleitung

Desynchronisierung der Eigendrehbewegung. Beide Relaxationen sind gewebespezifische Zeitkonstanten.

Durch eine Serie aus mehreren Anregungen (Sequenz) wird ein Signal ausreichender Größe erzeugt. Um dieses Signal örtlich zuzuordnen, überlagert man das starke äußere Magnetfeld während der Messung durch Magnetfelder mit geringerer Feldstärke in den drei Raumebenen. Auf diese Weise werden nur Protonen einer schmalen Schicht angeregt und können genau lokalisiert werden.

Wichtige Begriffe in der MRT-Technik sind die Repetitionszeit (TR), d.h. die Zeitspanne zwischen zwei Impulsen zur Anregung der Protonen, und die Echozeit (TE) zwischen der Anregung und dem empfangenen Signal. T1-Wichtungen sind durch eine kurze TR und eine kurze TE gekennzeichnet. Gewebe, die eine kurze T1 aufweisen wie Fett werden im MRT-Bild hell dargestellt, Gewebe mit einer langen T1 wie Muskulatur dunkel. Die T2-Wichtung hingegen weist lange TR und TE auf. Hier erscheint Wasser mit seiner langen T2 hell und Gewebe mit kurzer T2 (Muskulatur) dunkel. Der Protonenwichtung liegt eine lange TR und eine kurze TE zugrunde. Wasser erscheint aufgrund seiner hohen Protonendichte hell, Gewebe mit niedriger Protonendichte (Knochen, Luft) dunkel.

Eine Möglichkeit zur Hervorhebung von bestimmten Geweben ist die Unterdrückung von Wasser oder Fett (SPAIR-, SPIR-Sequenz) mithilfe von Sättigungsimpulsen vor der eigentlichen Anregung.

Bei bestimmten Fragestellungen kann die Applikation von Kontrastmittel hilfreich sein, hierfür werden Gadolinium-Verbindungen verwendet. Gadolinium ist stark paramagnetisch, sodass Protonen in seiner Umgebung schneller relaxieren, was zu einer Erhöhung der Kontrastunterschiede zwischen verschiedenen Geweben führt. Insbesondere die sogenannte T1-Zeit wird durch Gadolinium erheblich verkürzt. Bereiche, in denen sich das Kontrastmittel anreichert, werden daher in T1-gewichteten Bildern heller dargestellt als andere Strukturen.³⁸

1.3.2 MRT der Hüftabduktoren

Eine besonders wichtige Studie, die als Grundlage für viele weitere Arbeiten diente, erschien 2001 von Pfirrmann. Es wurden MRT-Aufnahmen von 10 Hüften von Verstorbenen und von 12 asymptomatischen Probanden erstellt. Die Hüften der Verstorbenen wurden im Anschluss entsprechend der MRT-Schichten seziiert, sodass ein 1:1-Vergleich möglich wurde. Auf diese Weise beschrieb Pfirrmann die Anatomie der Trochanterregion und die Identifizierung der Muskeln, Sehnen und Bursae sehr detailliert (siehe auch Kapitel 1.1.1 Anatomie der Hüfte).¹⁰

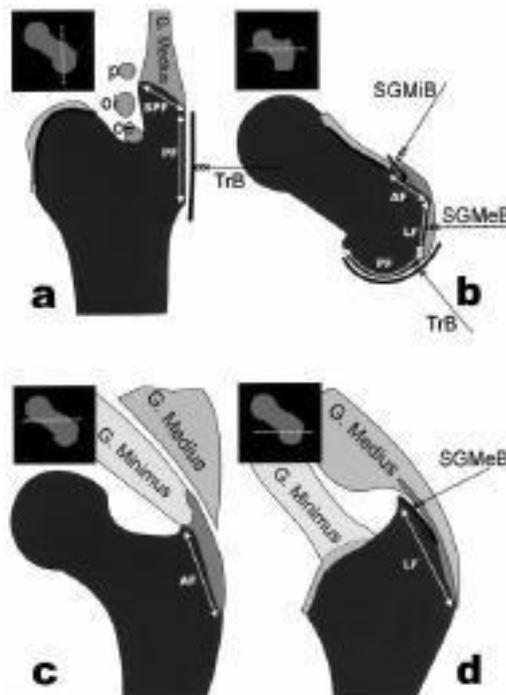


Abb. 16

Schema der Anatomie auf Sektionsbildern. Sagittaler, transversaler und koronarer Schnitt durch den vorderen Teil des Trochanter major und koronarer Schnitt durch den hinteren Teil des Trochanter major. G. Medius= M. gluteus medius, G. Minimus= M. gluteus minimus, TrB= Bursa trochanterica, SGMeB= Bursa subglutea media, SGMiB= Bursa subglutea minima, oe= M. obturator externus, oi= M. obturator internus, p= M. piriformis, AF= anterior facet, LF= lateral facet, PF= posterior facet, SPF= superoposterior facet.
 Aus: Pfirrmann, C.W. et al., 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(2), pp. 469–477.

Einleitung

Entscheidend für die Beurteilung der Hüftabduktoren ist die T2-Wichtung mit Fettsupprimierung, denn hyperintense Signalveränderungen in dieser Wichtung weisen die höchste Sensitivität für Läsionen der Sehnen auf. Für die Zuordnung einer Signalveränderung zum M. gluteus medius oder minimus eignet sich die transversale oder die sagittale Ebene am besten.³² Folgendes Vorgehen hat sich in der Auswertung der MRT-Bilder bewährt: zunächst Feststellung einer Hyperintensität im Bereich der Sehnenansätze in der T2-Wichtung in der coronaren Ebene, anschließend Versuch einer Zuordnung zum M. gluteus medius oder minimus in der transversalen Ebene.

In der Literatur werden direkte und indirekte Zeichen für eine Sehnenläsion unterschieden. Zu den direkten Zeichen gehören Weichteilödeme, Signalveränderungen der betroffenen Strukturen und Diskontinuitäten der Sehnen. Einen indirekten Hinweis auf eine Läsion erhält man zudem durch eine Bursitis, knöcherne Veränderungen des Trochanter major, Kalzifizierungen der Sehnenansätze, eine Elongation der Sehnen oder Muskelatrophien.³²

1.4 Fragestellungen und Ziele der Arbeit

Am Schultergelenk gehen chronische Tendopathien degenerativer wie kalzifizierender Natur nicht regelhaft mit Schmerzphänomenen oder Funktionsstörungen einher, selbst dann nicht, wenn sie zu partiellen oder vollständigen Sehnenrupturen führen. Auch mechanische Engen des subacromialen Raumes durch subacromiales Impingement können klinisch völlig stumm verlaufen. Die meist begleitende Bursitis subacromialis bleibt in diesen Fällen ohne ein klinisches Korrelat.

Es wird aufgrund der bestehenden wissenschaftlichen Literatur angenommen, dass am Traktus-Trochanter-Abduktorensehnen-Gelenk-Komplex der Hüfte ähnliche periartikuläre Veränderungen auftreten wie am Acromion-Rotatorenmanschetten-Gelenk-Komplex der Schulter. Die vorliegende Studie verfolgte deshalb das Ziel, das Vorkommen von peritrochanteren Bursitiden und Tendopathien zu untersuchen; dazu erschienen Kernspintomographien der Hüfte geeignet.

Es wird angenommen, dass analog der Schulter die Veränderungen an der Hüfte unabhängig von klinischer Symptomatik vorhanden sein können. Die Studie wurde deshalb an einer Serie konsekutiver kernspintomographischer Untersuchungen des Hüftgelenkes durchgeführt, die die Indikation zur Kernspintomographie unberücksichtigt ließ.

Die Fragestellungen lauteten konkret:

- I. Bzgl. krankhafter Veränderungen der Hüftabduktoren:
 1. Wie häufig sind peritrochantere Bursitiden und gluteale Tendopathien in einem unausgelesenen Patientengut?
 2. Gibt es Alters- und Geschlechtsunterschiede?
 3. Wie verhalten sich Sehnenläsionen und Bursitiden im Seitenvergleich?

Einleitung

4. Ist das Vorkommen von Sehnenläsionen und Bursitiden konkordant?
 5. Gibt es charakteristische Läsionsmuster der Mm. glutei medius et minimus?
- II. Bestehen Zusammenhänge zwischen intraartikulären Auffälligkeiten und Tendopathien oder Bursitiden?
 - III. Unterscheiden sich die Ergebnisse bei einer Feldstärke von 1,5 Tesla und 3 Tesla?

2 Patienten und Methoden

2.1 Patientenkollektiv

Zur Beantwortung der Fragen wurden MRT der Hüfte von 500 Patienten ausgewertet, die ohne Selektion und konsekutiv nach Herstellung und unabhängig von der Untersuchungsindikation in die Studie eingingen. Sowohl die Erstellung der Bilder als auch die Auswertung fanden in der Privatpraxis für Radiologie und Neuroradiologie von Prof. Dr. med. R. Maas und Kollegen in Hamburg statt.

Die MRT-Serien wurden im Zeitraum vom 26.06.2012 bis 22.09.2014 mit drei unterschiedlichen Geräten hergestellt. 341 Patienten wurden in einem von zwei Geräten mit einer Feldstärke von 3 Tesla untersucht, 159 Patienten in einem Gerät mit einer Feldstärke von 1,5 Tesla.

Die MRT-Untersuchungen erfolgten ausnahmslos nach standardisiertem Protokoll mit Kontrastmittelgabe und wurden in chronologischer Reihenfolge der Untersuchungen eingeschlossen.

2.2 Patientendaten

Die Patientendaten (Alter, Geschlecht, Indikation für die MRT) und Untersuchungsbefunde wurden der Software „ALBIS 11.30“ der Firma CompuGroup Medical Deutschland AG entnommen.

Für die Datenauswertung wurden die Patienten in folgenden Altersgruppen zusammengefasst, die jeweils 94 bis 110 Patienten beinhalteten: Unter-40-Jährige, 40- bis 49-Jährige, 50- bis 59-Jährige, 60- bis 69-Jährige und Über-70-Jährige.

2.2.1 MRT-Indikationen

Die MRT-Indikationen wurden drei verschiedenen Kategorien zugeordnet.

- a) Eine orthopädische Indikation lag vor, wenn die Patienten im Anamnesegespräch Schmerzen im Bereich der Hüfte, der Oberschenkel, der Leis-

te, des Gesäßes oder der unteren LWS angegeben hatten, außerdem bei Verdacht auf oder zur Kontrolle einer bekannten Coxarthrose, Dysplasie oder eines femoroacetabulären Impingements.

- b) Patienten, die im Vorfeld der Untersuchung ein Trauma erlitten hatten, wurden der Kategorie traumatologisch zugeordnet.
- c) Unter der Rubrik „sonstige Indikationen“ wurden Patienten aus den Fachbereichen Gynäkologie, Urologie und Onkologie zusammengefasst sowie Patienten mit nicht-muskuloskelettalen Schmerzen.

2.3 MRT

Die MRT-Serien wurden auf Geräten der Firmen Philips, Hamburg und Siemens, Erlangen mit einer jeweiligen Feldstärke von 3 Tesla erstellt, sowie auf einem Gerät mit einer Feldstärke von 1,5 Tesla. Das Standardprotokoll für Aufnahmen der Hüfte umfasste T1-TSE-Wichtungen in koronarer Ebene, Protodichte-Wichtungen mit Fettunterdrückung in koronarer und transversaler Ebene und fettunterdrückte T1-Wichtungen nach Kontrastmittelgabe in koronarer und transversaler Ebene. Als Kontrastmittel wurden jeweils 15 ml Gadolinium appliziert (DOTAREM, Guerbet Group, Frankreich).

Die Auswertung der Bilder erfolgte retrospektiv durch einen in der Auswertung intensiv ausgebildeten Untersucher (Autorin) mittels der Bildbetrachtungs-Software „eFilm Workstation 3.4“ der Firma Merge Healthcare. Vor und während der Auswertung fanden zusätzliche Bewertungen und Interpretationen durch die Radiologen Prof. Dr. med. R. Maas, Dr. med. M. Bonacker, Dr. med. M. Finkenstaedt statt.

Patienten und Methoden

3 Tesla-MRT-Gerät, Philips (26.6.2012-22.09.14), Spule: Multicoil				
Sequenzen	TR	TE	slice	FOV
T1 cor TSE	680,5	20	3,0-6,5 mm	728x558
PDW cor SPAIR	5618,8	20	3,0-6,5 mm	560x424
PDW tra SPAIR	6598,6	20	3,0-6,5 mm	424x279
T1 + KM cor SPIR	628,2	20	3,0-6,5 mm	728x559

3 Tesla-MRT-Gerät „Skyra“, Siemens (24.7.2014-22.09.14)				
Sequenzen	TR	TE	slice	FOV
T1 cor TSE	707	21	6 mm	448x336
PDW cor Fs	3330-4000	38-65	6 mm	448x378 512x312
PDW tra tse, fs	3000-7260	39	6 mm	448x336
T1 + KM cor tse, fs	700-1830	11-20	6 mm	256x218 512x324 448x336

1,5 Tesla-MRT-Gerät (26.6.2012-30.06.14), Spule: Sense-body, Q-Body				
Sequenzen	TR	TE	slice	FOV
T1 cor TSE	500	18	4-10 mm	512x512
PDW cor TSE SPIR	2500-4647,3	17	4-10 mm	265x265
PDW tra TSE SPIR	2500-4221,5	17	4-10 mm	265x265
T1 + KM cor SPIR	500	18	4-10 mm	512x512

Tabelle 1: MRT-Parameter

2.4 Bewertungskriterien

In der T1-gewichteten Aufnahme in der koronaren Ebene wurden folgende Befunde erhoben:

- Einliegen einer Hüft-TEP
- Trochanter major: Osteophyten
- Hüftkopf: Osteophyten, Nekrose, Knochenmark-Ödem
- mechanische Achse
- Muskelatrophie der Abduktoren
- M. glut. med. und M. glut. min. separat: Ausdehnung und Abgrenzbarkeit der Sehne (nur im 3 Tesla-Gerät)

Die Protonendichte gewichtete Aufnahme in koronarer und transversaler Ebene wurde beurteilt betreffend:

- Hüftkopf: Nekrose, Knochenmark-Ödem, Geröllzysten
- Gelenkspalt: Erguss, Knorpelverschmälerung, synovialer Reizzustand
- Acetabulum: Geröllzysten
- M. glut. med. und M. glut. min. separat: hyperintense Signalveränderungen, Kalzifizierungen; Form der Signalveränderung, Verbreiterung und Abgrenzbarkeit der Sehnen (nur im 3 Tesla-Gerät, koronar)

- Bursa trochanterica: Größe, hyperintense Signalveränderung

Die Bewertung der T1-gewichteten Aufnahmen nach Kontrastmittelgabe in koronarer und transversaler Ebene erfolgte nach:

- Hüftkopf: Nekrose, Knochenmark-Ödem
- Gelenkspalt: Erguss, synovialer Reizzustand
- M. glut. med. und M. glut. min. separat: Kontrastmittelaufnahme
- Bursa trochanterica: Kontrastmittelaufnahme

2.4.1 Mechanische Achse

Zur Beurteilung der mechanischen Achse wurde nach entsprechenden Achsbestimmungen die Spitze des Trochanter major in Bezug zur Mitte des Hüftkopfes gesetzt. Lag die Trochanterspitze deutlich oberhalb des Drehpunktes wurde dies als varische Achse interpretiert, lag die Trochanterspitze deutlich unterhalb des Drehpunktes wurde dies als valgische Achse interpretiert.

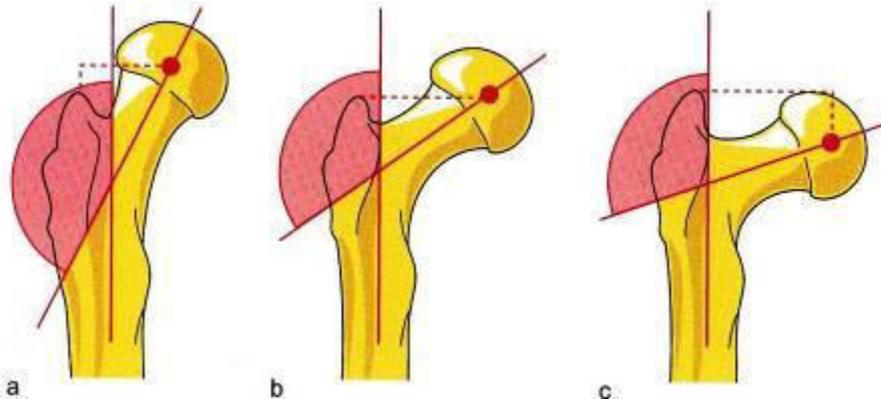


Abb. 17

Mechanische Achse des Hüftgelenks

a Coxa valga: Die Trochanterspitze steht tiefer als das Hüftkopfbzentrum.

b Normbefund: Hüftkopfbzentrum und Trochanterspitze stehen auf gleicher Höhe.

c Coxa vara: Die Trochanterspitze steht höher als das Hüftkopfbzentrum.

Aus: Rüther, Lohmann (2014) Orthopädie und Unfallchirurgie, 20. Auflage, Elsevier GmbH, München. S. 235 (Henriette Rintelen, Velbert)

Die Befunde Dysplasie und femoroacetabuläres Impingement wurden der digitalen Patientenakte entnommen.

2.4.2 Muskelatrophie

Eine Muskelatrophie zeigte sich als hyperintense Signalveränderung in der T1-Wichtung. Da das vorliegende MRT-Protokoll nur die koronare Ebene in der T1-Wichtung enthielt, konnte hinsichtlich der Muskelatrophie nicht zwischen M. glut. med. und M. glut. min. unterschieden werden, da hierfür eine zweite Ebene notwendig gewesen wäre. Der Befund Atrophie wurde bei verminderter Größe des betroffenen Muskels mit gleichzeitiger großflächiger Hyperintensität erhoben.

2.4.3 Hyperintense Signalveränderungen in der Protonendichte-Wichtung und Kontrastmittelaufnahme

Alle hyperintensiven Signalveränderungen im Weichgewebe wurden im Vergleich zur Intensität der Harnblase beschrieben, da sich Urin in der T2-Wichtung sehr signalreich darstellt. Lag hierbei eine Isointensität vor, wurde die Veränderung als deutlich bezeichnet, war die Signalveränderung hypointens zur Harnblase, aber insgesamt hyperintens, wurde sie als leicht klassifiziert. Ebenso wurde hinsichtlich der Kontrastmittelaufnahme verfahren, denn da MRT-Kontrastmittel renal ausgeschieden werden, bietet sich auch hier der Vergleich zur gefüllten Harnblase an.

Die Einteilung in leichte und deutliche Veränderungen wurde in der Auswertung lediglich bei der differenzierten Beschreibung der Signalveränderungen der Abduktorensehnen im 3 Tesla-Gerät verwendet.

2.4.4 Gelenkerguss

Ein Erguss des Hüftgelenkes wurde festgestellt, wenn im Bereich des inferioren Gelenkspalts eine hyperintense Signalveränderung in der Protonendichte-Wichtung mit Ausbreitung in die Kapsel bei gleichzeitiger Kontrastmittelaufnahme vorlag.

2.4.5 Fokale Synovialitis

Eine Synovialitis wurde angenommen, wenn Teile des Gelenkknorpels in der Protonendichte-Wichtung hyperintens waren und Kontrastmittel aufnahmen.

2.4.6 Abduktorensehnen

Als Grundlage für die Befunderhebung hinsichtlich der Abduktorensehnen und der Bursa trochanterica dienten insbesondere die Radiologieatlanten „Magnetic Resonance Imaging in Orthopaedics and Sports Medicine“ von Stoller³⁹ sowie der MR-Atlas der Extremitäten (Heuck, Lutke, Rohen (1994) Schattauer Verlag).

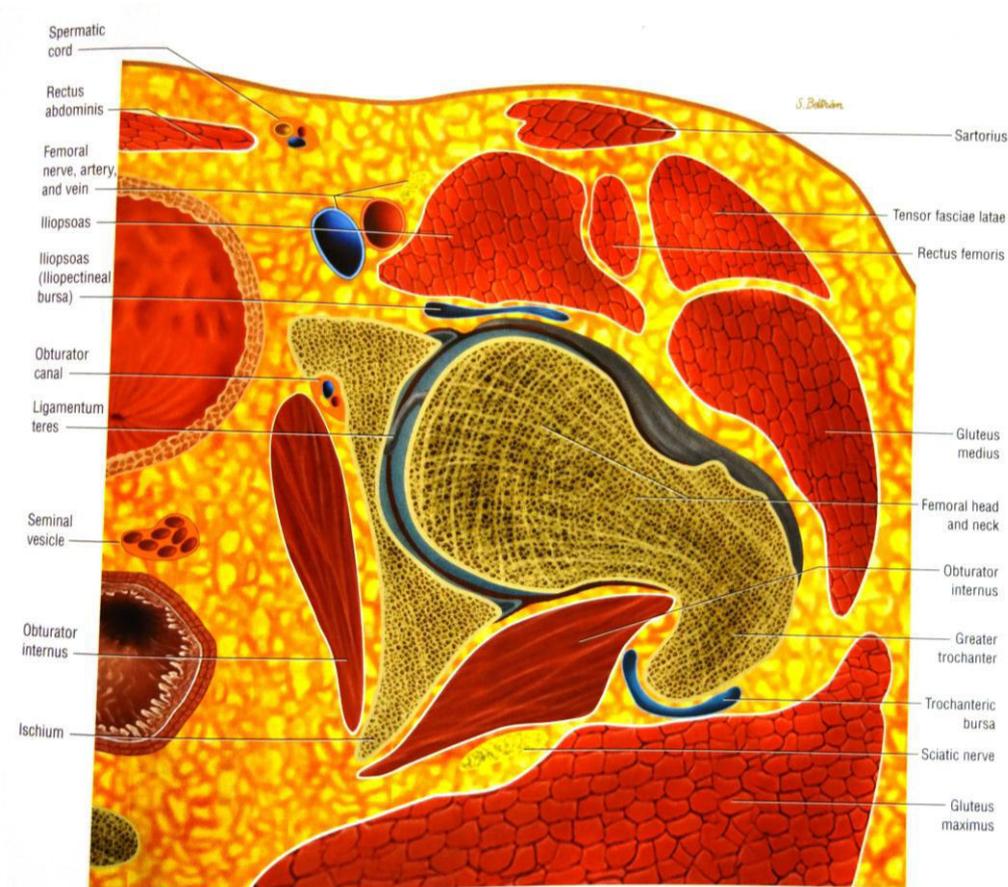


Abb. 18

Transversalschnitt durch die linke Hüftregion

Aus: Stoller (2006) Magnetic Resonance Imaging in Orthopaedics and Sports Medicine, 3. Auflage, Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia

Patienten und Methoden

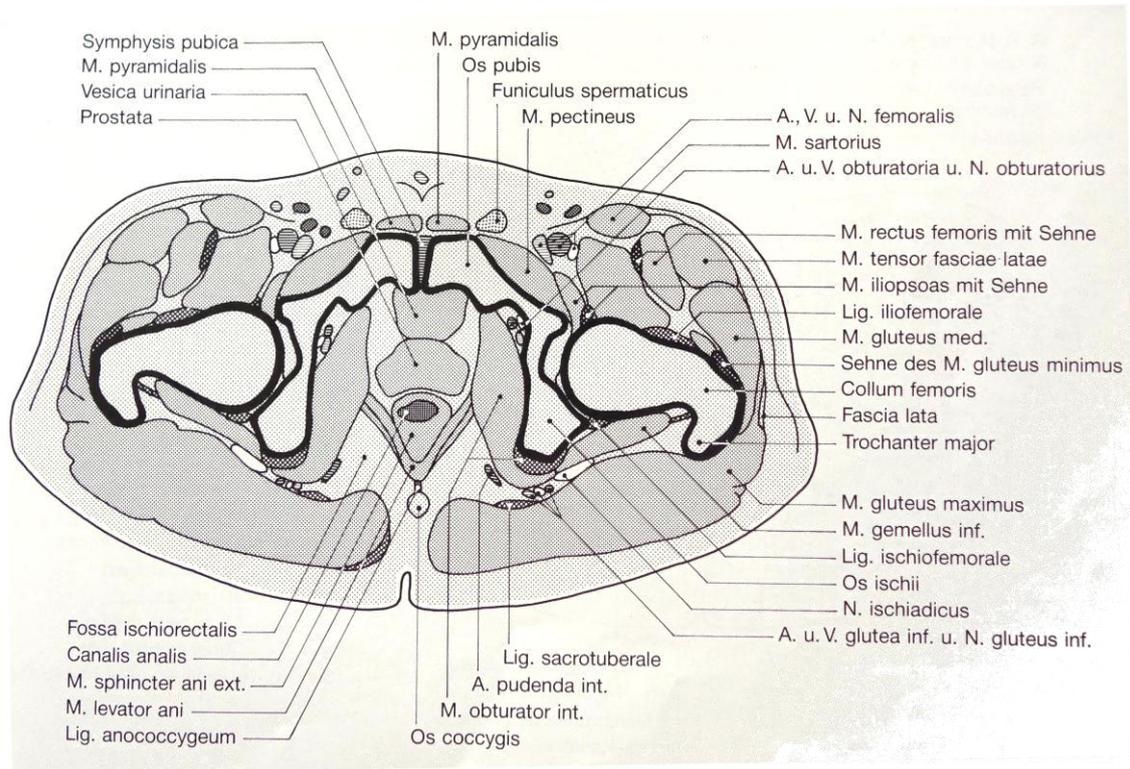


Abb. 19

Transversalschnitt durch die Hüftregion

Aus: Heuck, Luttko, Rohen (1994) MR-Atlas der Extremitäten, Schattauer Verlag, Stuttgart

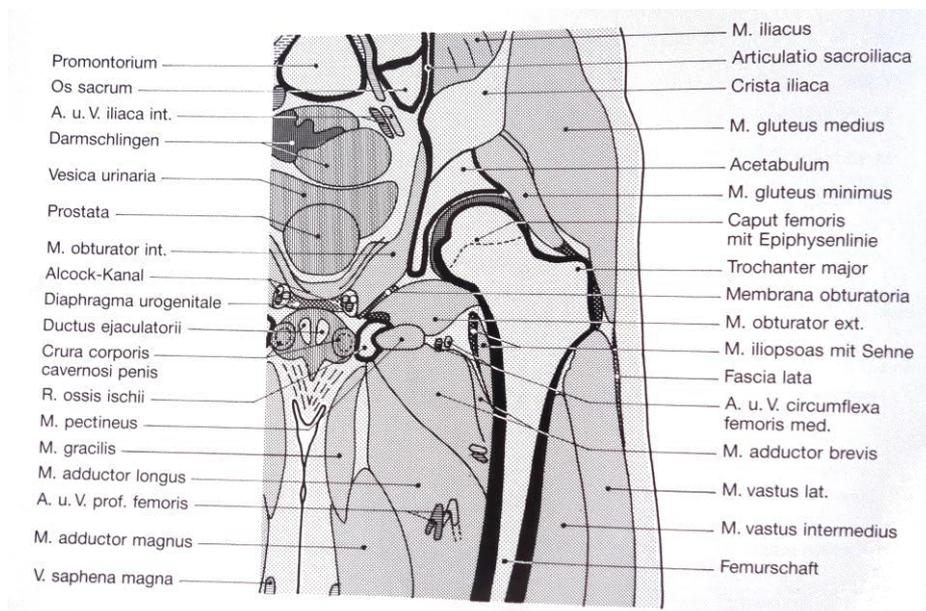


Abb. 20

Frontalschnitt durch die Hüftregion

Aus: Heuck, Luttko, Rohen (1994) MR-Atlas der Extremitäten, Schattauer Verlag, Stuttgart

In der T1-Wichtung ohne Kontrastmittel konnte bereits eine Aussage über eine Verbreiterung der Sehne oder eine schlechte Abgrenzbarkeit getroffen werden. Normale Sehnen stellten sich in allen Wichtungen als schmale (Normwerte existieren für die MRT nicht, sonographisch beträgt die durchschnittliche Breite des gemeinsamen Sehnenansatzes der Mm. glut. med. et min. 9,7 mm bei Frauen und 9,8 mm bei Männern¹¹), gleichmäßige und dunkle Strukturen mit glatter Abgrenzung zur Umgebung dar.³⁹ War der Sehnendurchmesser ungleichmäßig und die Sehne breiter als in den Normbefunden, wurde diese als verbreitert bezeichnet. Eine schlechte Abgrenzbarkeit wurde festgestellt, wenn die Sehne ein inhomogenes Signal zeigte und nicht eindeutig von der Umgebung abgegrenzt werden konnte. Beide Auffälligkeiten könnten allein und v.a. in Kombination ein Hinweis auf eine Teilruptur sein und wurden dementsprechend aufgeführt, sie ließen sich jedoch nur zuverlässig in den 3 Tesla-Geräten feststellen.

In den Geräten mit der höheren Feldstärke von 3 Tesla und dementsprechend einer besseren Auflösung konnte die Signalveränderung differenziert beurteilt werden. Ihre Form wurde als lokal (nur im Ansatzbereich), linear oder diffus klassifiziert, ihr Schweregrad als leicht oder deutlich.

2.4.6.1 Tendinose

Hyperintense Signalveränderungen der Abduktorensehnen, die von einer Verbreiterung der Sehne begleitet sein konnten, aber keine Ausdünnung oder Diskontinuität derselben aufwiesen^{7,21,25,32,39}, wurden als Tendinose interpretiert und konnten entsprechend den beiden vorliegenden Ebenen (koronar und transversal) dem M. glut. med. oder dem M. glut. min. zugeordnet werden. Eine Verbreiterung der Sehne war stets von einer Signalalteration begleitet und kam nie isoliert vor.

2.4.6.2 Teil- und Kompletttraktur

Als Teiltraktur galt ein verändertes Signal der Sehne in Kombination mit einer Verschmälerung oder partiellen Unterbrechung,^{7,21,25,31,39,40} dies war in der T1-Wichtung am besten zu beurteilen.

Bei einem vollständigen Kontinuitätsverlust der Sehnen, ggf. mit Retraktion des Muskels, war von einer Kompletttraktur auszugehen; in der T2-Wichtung zeigte sich zudem ein ausgedehntes hyperintensives Signal im Bereich der Sehne.^{7,21,25,31,39,40}

Einen weiteren Hinweis auf eine Ruptur des M. gluteus medius oder minimus gab der so genannte "bald trochanter", eine Trochanterglatze, die fälschlicherweise auf einen Abrieb unter dem Tractus iliotibialis zurückgeführt wurde, heute aber als Zeichen degenerativ veränderter Sehnen mit Teiltrakturen gilt.^{40,41}

2.4.6.3 Tendinitis calcarea

Kalzifizierungen stellten sich in der MRT hypointens und erst ab einer gewissen Menge dar und waren somit schwer auszumachen, es sei denn es lag eine begleitende Tendinitis der umgebenden Sehnenanteile mit einer Hyperintensität vor.⁴²

2.4.7 Bursitis trochanterica

Auch die Bursa trochanterica wurde hinsichtlich einer Signalveränderung und Kontrastmittelaufnahme beurteilt und in Bezug zu einer evtl. gleichzeitig vorhandenen Tendinose gesetzt.

Eine Bursitis zeigte sich durch hyperintense Signalveränderungen. Von den drei Bursae um den Trochanter major konnte die Bursa trochanterica als einzige zuverlässig in der MRT beurteilt werden, da sie an beiden Seiten Fettanteile besitzt und sich somit in der transversalen Schicht anhand einer feinen hyperintensen Linie parallel zur posterioren Fläche des Trochanter identifizieren ließ.^{10,39} Bursitiden der Bursa subglutea media und minima wurden ebenfalls

gesehen, konnten aber überwiegend nicht eindeutig gegeneinander oder gegen eine Bursitis trochanterica abgegrenzt werden.

In den diversen Veröffentlichungen zu den Hüftabduktoren wurde fast immer nur der Befund einer Bursitis trochanterica erhoben, lediglich Woodley²⁵ unternahm den Versuch, die drei Bursae um den Trochanter major (Bursitis trochanterica, Bursitis subglut. med. et min.) voneinander abzugrenzen. Dabei führte er eine Signalveränderung lateral des Trochanters auf eine Bursitis trochanterica zurück, Signalveränderungen oberhalb des Trochanters auf Entzündungen der Bursa subglutea media oder minima.

Die Zuordnung einer Signalveränderung zu den Sehnen oder den Bursae gelang nicht immer problemlos, konnte aber durch ihre Lagebeziehung zum Trochanter major erleichtert werden. Hyperintensitäten oberhalb des Trochanters deuteten eher auf eine Läsion der Abduktorsehnen hin, laterale Hyperintensitäten auf eine Bursitis trochanterica.³²

2.4.8 Arthrose

Die Beurteilung der Schwere einer Coxarthrose orientierte sich an der Einteilung in die vier Arthrosegrade nach Kellgren⁴³:

I°	keine Osteophyten keine Gelenkspaltverschmälerung geringe subchondrale Sklerosierung
II°	geringe Gelenkspaltverschmälerung angedeutete Unregelmäßigkeit der Gelenkfläche beginnende Osteopyhtenbildung
III°	ausgeprägte Osteophytenbildung deutliche Unregelmäßigkeit der Gelenkfläche Gelenkspaltverschmälerung geringe subchondrale Sklerosierung

IV°	ausgeprägte Gelenkspaltverschmälerung bis zur vollständigen Destruktion Deformierung/ Nekrose der Gelenkpartner
-----	--

2.5 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung erfolgte mit den Programmen Microsoft Excel 2010 und PASW Statistics 18. Es wurden der Chi-Quadratstest und der Kontingenzkoeffizient nach Pearson angewandt.

3 Ergebnisse

Im Folgenden werden in den Diagrammen Ergebnisse mit einer statistischen Signifikanz von $p < 0,05$ mit einem * gekennzeichnet, Ergebnisse mit einer statistischen Signifikanz von $p < 0,01$ mit einem ** gekennzeichnet.

3.1 Epidemiologie

3.1.1 Altersverteilung

Die Auswertung dieser Arbeit umfasste MRT-Serien der Hüften von 500 Patienten, von denen 252 männlich und 248 weiblich waren. Die jüngsten Patienten waren 16 Jahre alt, der älteste Patient 89 Jahre. Das mittlere Alter betrug 53 Jahre \pm 16 Jahre (Median= 55 Jahre). Abb. 1 zeigt die Altersverteilung der Patienten, Abb. 2 die Verteilung auf die Altersgruppen mit den jeweiligen Anteilen an männlichen und weiblichen Patienten (s. auch Kapitel 2.1).

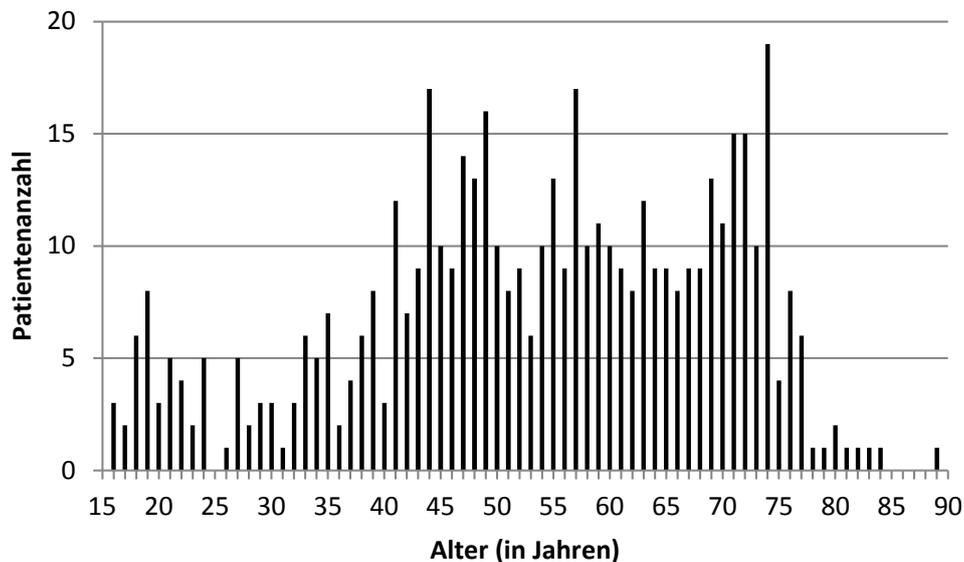


Abb. 21
Altersverteilung der untersuchten Patienten (n= 500)

Ergebnisse

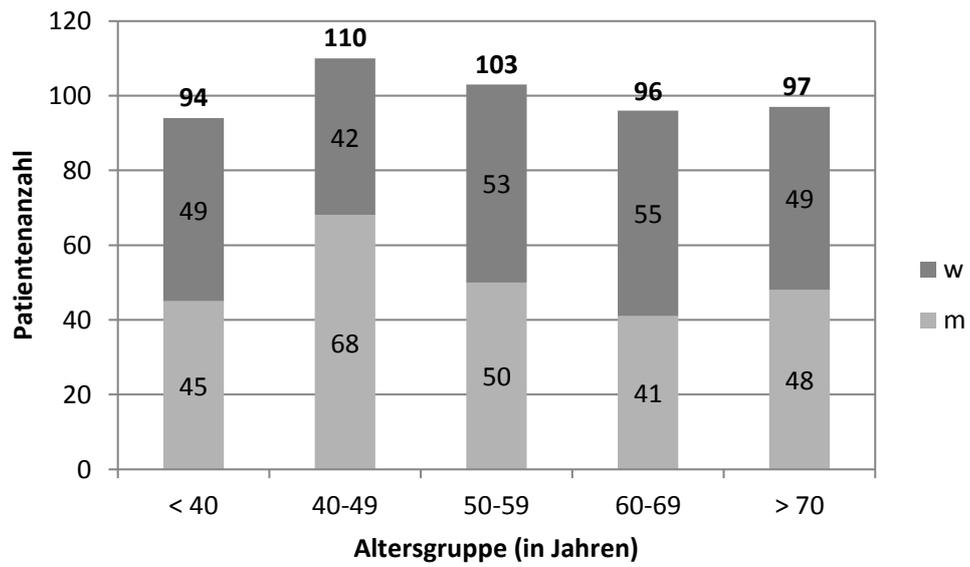


Abb. 22

Verteilung der untersuchten Patienten auf verschiedene Altersgruppen (n= 500)

Ergebnisse

3.1.2 MRT-Indikationen

442 der 500 Patienten (88,4 %) erhielten die MRT-Untersuchung der Hüften mit einer orthopädischen Indikation, 33 Patienten (6,6 %) hatten im Vorfeld ein Trauma erlitten, 23 Patienten (4,6 %) wurden aus den Bereichen der Gynäkologie, Urologie oder Onkologie zugewiesen. Bei 2 Patienten fehlten Angaben zur Indikation (s. auch Kapitel 2.2.1).

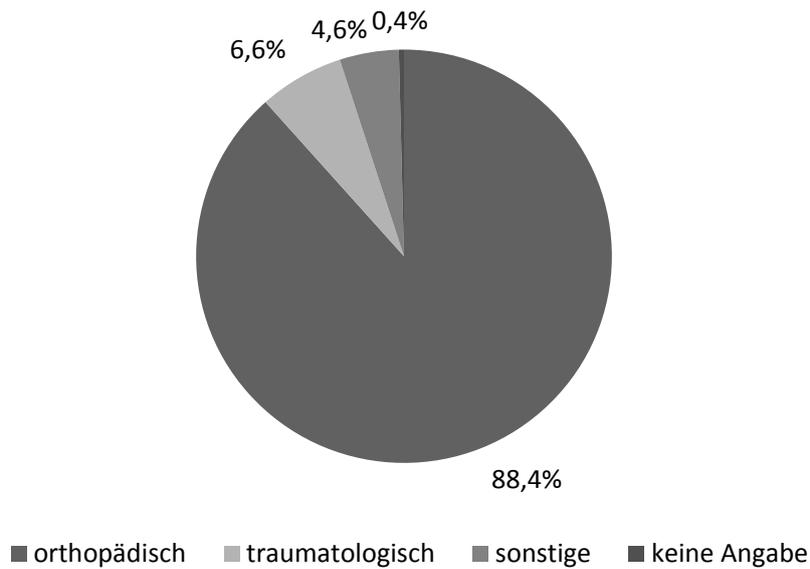


Abb. 23
MRT-Indikationen der untersuchten Patienten (n=500)

Ergebnisse

3.2 Normaler Befund der Hüftabduktoren

Normale Abduktorensehnen stellten sich homogen dunkel und scharf abgrenzbar dar. In der Protonenwichtung zeigte sich physiologischerweise keine hyperintense Signalveränderung im Bereich der Sehnen, der umgebenden Muskulatur oder der angrenzenden Bursae.

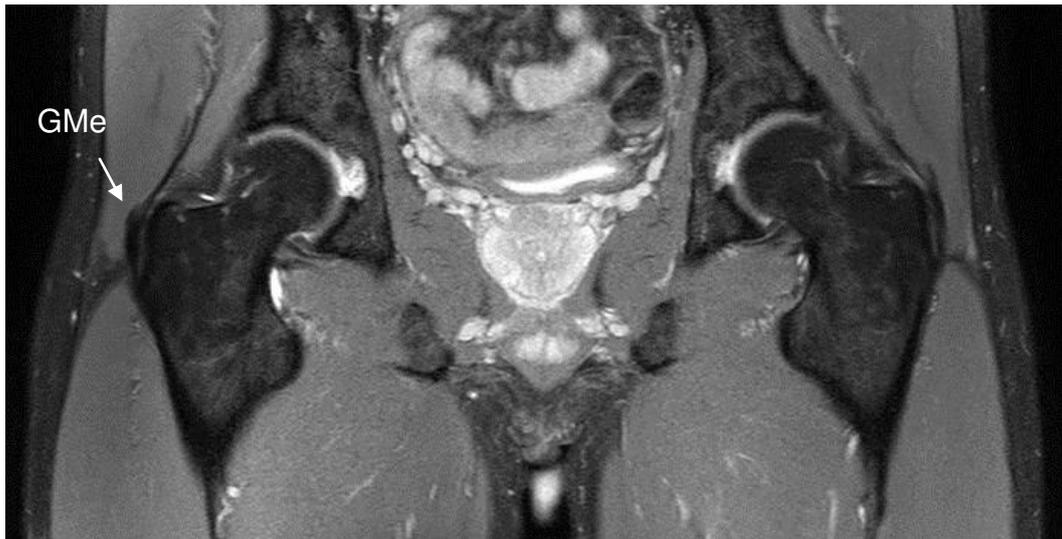


Abb. 24

Normale Darstellung der Gluteus-Medius-Sehne bei einem 43-jährigen, männlichen Patienten (3 Tesla, PDW SPAIR, koronar) (GMe= M. gluteus medius)

Ergebnisse

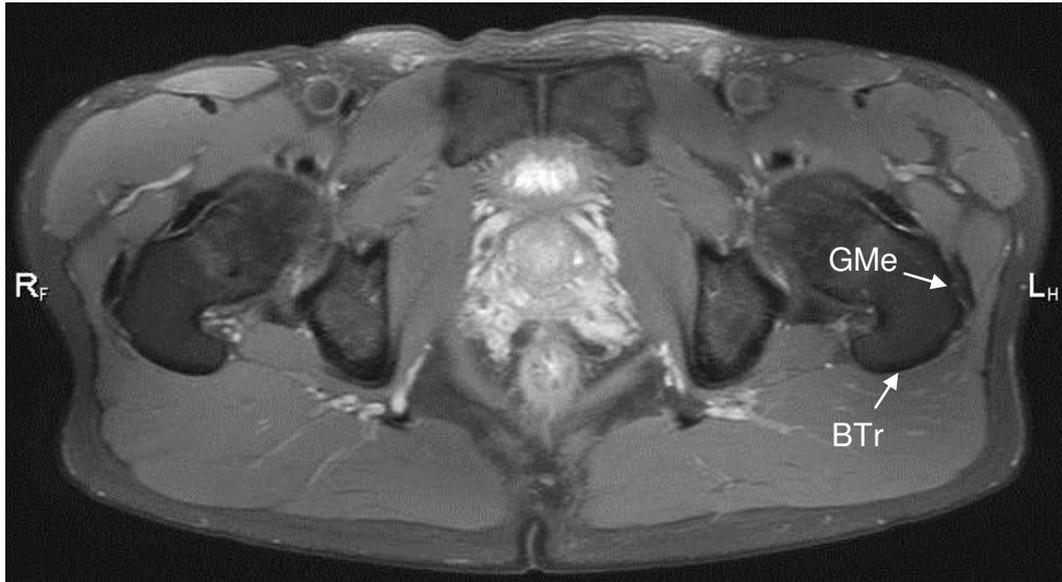


Abb. 25

Normale Darstellung der Hüftabduktoren bei einem 43-jährigen, männlichen Patienten (3 Tesla, PDW SPAIR, transversal) (GMe= M. gluteus medius, BTr= Bursitis trochanterica)

3.3 Krankhafte Veränderungen der Hüftabduktoren

3.3.1 Wie häufig kommt eine Bursitis trochanterica vor?

78 Mal zeigte sich in der Auswertung das Bild einer Bursitis trochanterica (16 %). Hierbei ergaben sich signifikante Unterschiede zwischen den MRT-Geräten, sodass diese separat ausgewertet wurden.

Ergebnisse

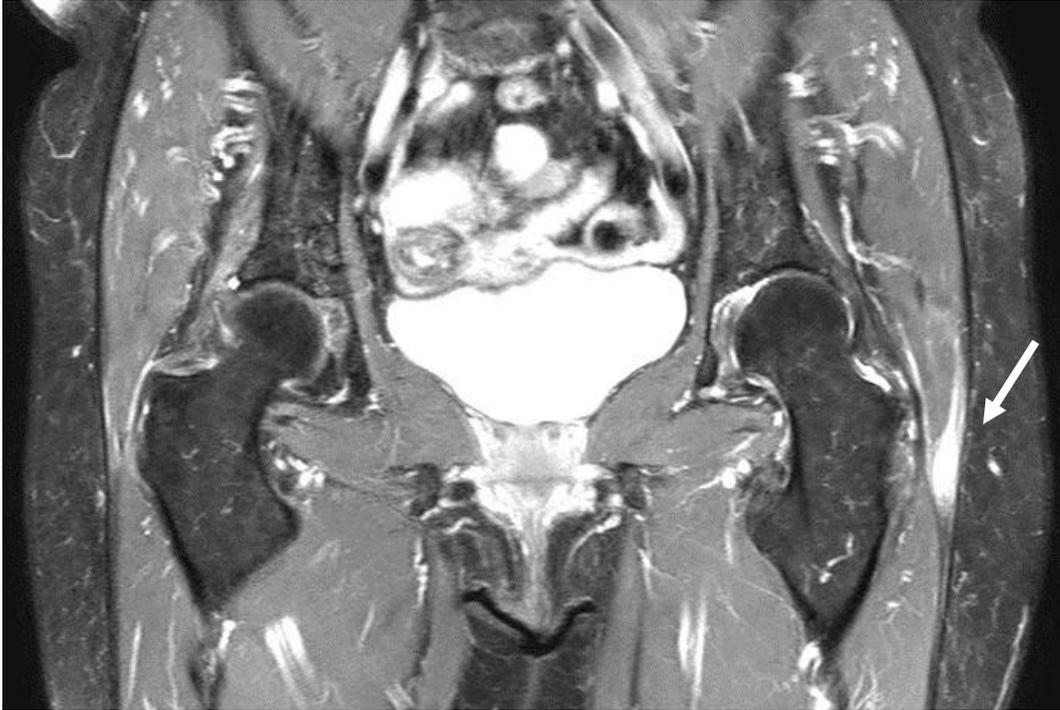


Abb. 26
Isolierte Bursitis trochanterica links (Pfeil) bei einer 73-jährigen, weiblichen Patientin (3 Tesla, PDW SPAIR, koronar)

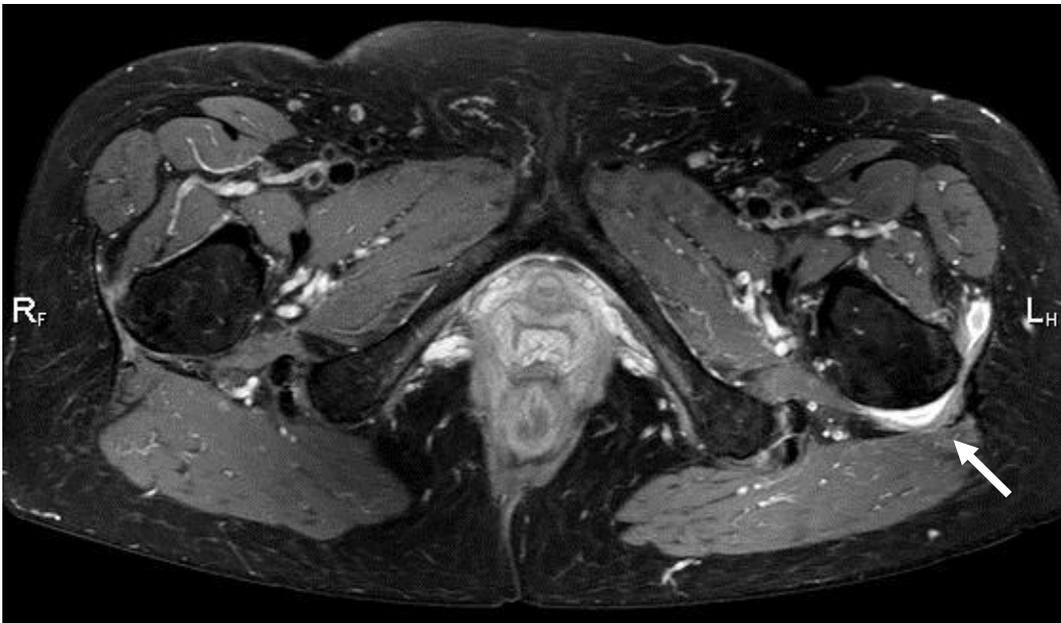


Abb. 27
Isolierte Bursitis trochanterica links (Pfeil) bei einer 73-jährigen, weiblichen Patientin (3 Tesla, PDW SPAIR, transversal)

Ergebnisse

Im 3 Tesla-Gerät kamen 39 Bursitiden vor, 2 isoliert (1,0 % der krankhaften Veränderungen der Hüftabduktoren) und 37 zusammen mit einer krankhaften Veränderung einer oder beider Abduktorensehnen (18,6 %) ($p < 0,001$). Im 1,5 Tesla-Gerät waren 6 von 39 Bursitiden isoliert (5,6 %) und 33 begleitend (30,6 %) ($p = 0,002$).

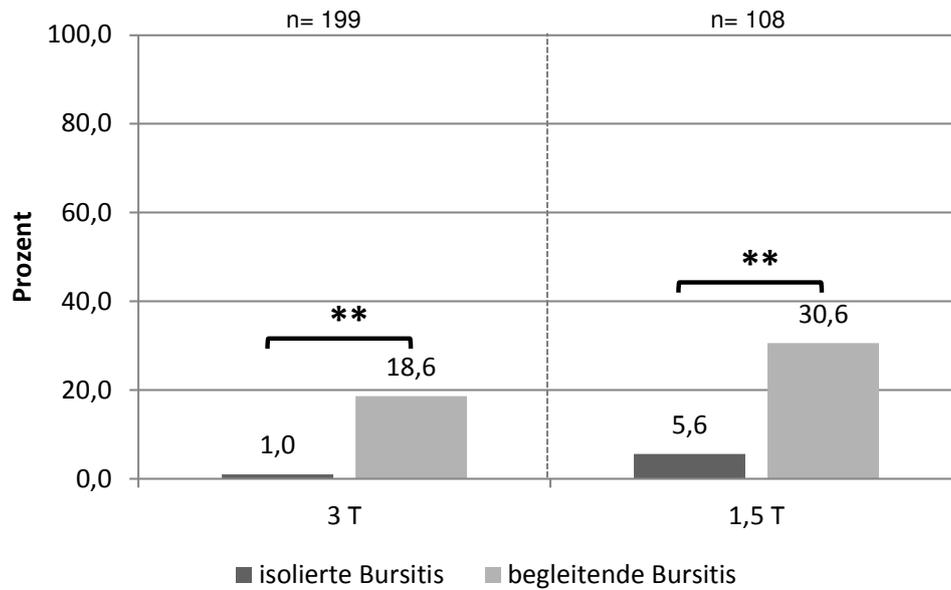


Abb. 28

Verteilung der isoliert auftretenden Bursitis trochanterica und der Bursitis trochanterica in Kombination mit einer krankhaften Veränderung der Abduktorensehnen bezogen auf die Gesamtzahl der krankhaften Veränderungen der Hüftabduktoren ($n = 307$)

Der Unterschied zwischen isoliert auftretenden Bursitiden und Bursitiden in Kombination mit einer krankhaften Sehnenveränderung wird noch einmal deutlicher, wenn man nur die Bursitiden betrachtet.

Im 3 Tesla-Gerät entfallen dann 5,1 % auf isolierte Bursitiden und 94,9 % auf begleitende Bursitiden ($p < 0,001$), im 1,5 Tesla-Gerät sind 15,4 % der Bursitiden isoliert und 84,6 % begleitend ($p = 0,002$).

Ergebnisse

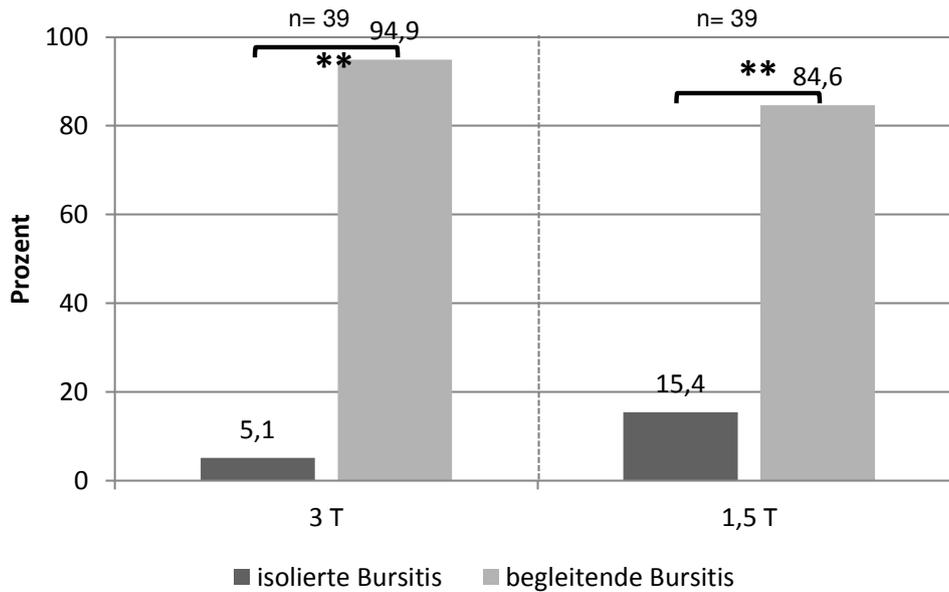


Abb. 29

Verteilung der isoliert auftretenden Bursitis trochanterica und der Bursitis trochanterica in Kombination mit einer krankhaften Veränderung der Abduktorensehnen bezogen auf die Gesamtzahl der Bursitiden (n= 78)

Insgesamt waren 35,0 % der krankhaften Sehnenveränderungen von einer Bursitis trochanterica begleitet (C= 0,477). Dabei trat die Bursitis am wenigsten häufig zusammen mit Tendinosen auf (31,8%, C= 0,386), gefolgt von der Tendinitis calcarea (43,5 %, C= 0,200) und den Teilrupturen (50,0 %, C= 0,249). Beide Komplett rupturen traten im Zusammenhang mit einer Bursitis trochanterica auf (C= 0,152).

Ergebnisse

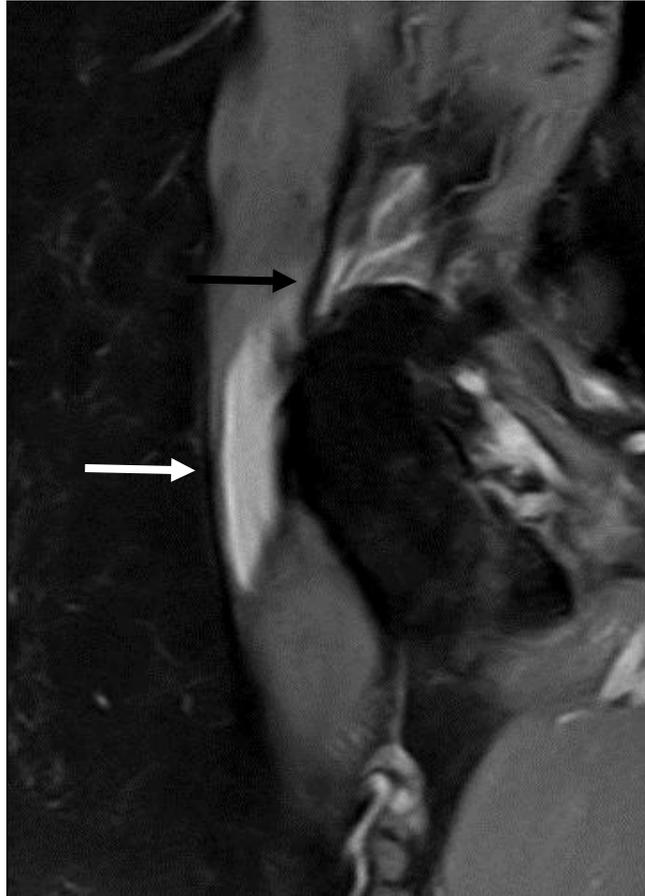


Abb. 30

Bursitis trochanterica (weißer Pfeil) bei Tendinose der Gluteus-Medius-Sehne (schwarzer Pfeil) bei einer 67-jährigen Patientin (3 Tesla, PDW SPAIR, koronar)

Ergebnisse

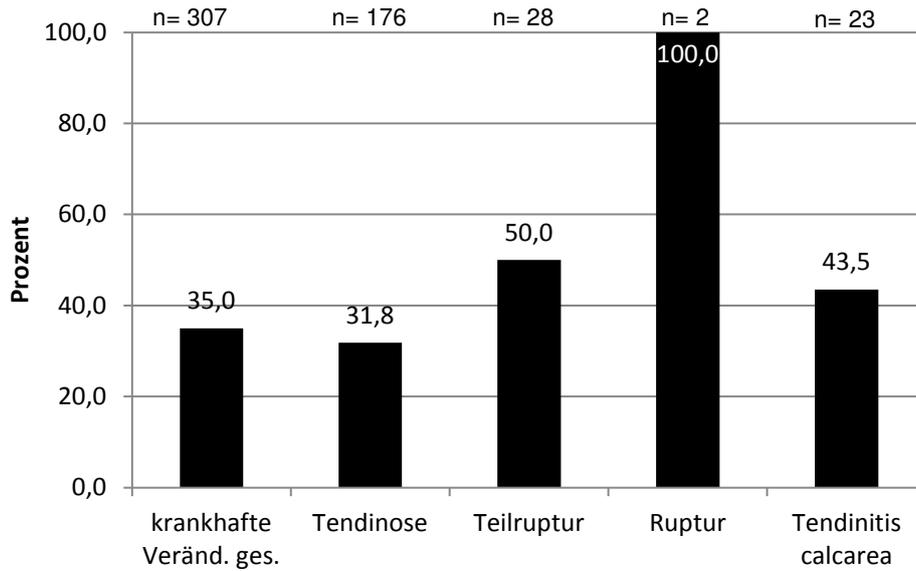


Abb. 31

Verteilung der krankhaften Veränderungen mit begleitender Bursitis trochanterica in Abhängigkeit von der zugrunde liegenden Art der krankhaften Veränderung

Die Patienten mit einer Bursitis trochanterica waren zu 83,3 % weiblich und zu 16,7 % männlich ($p < 0,001$). Der Anteil der betroffenen Altersgruppe stieg kontinuierlich mit zunehmendem Lebensalter von 5,1 % bei den Unter-40-Jährigen auf 34,6 % bei den Über-70-Jährigen ($p < 0,001$).

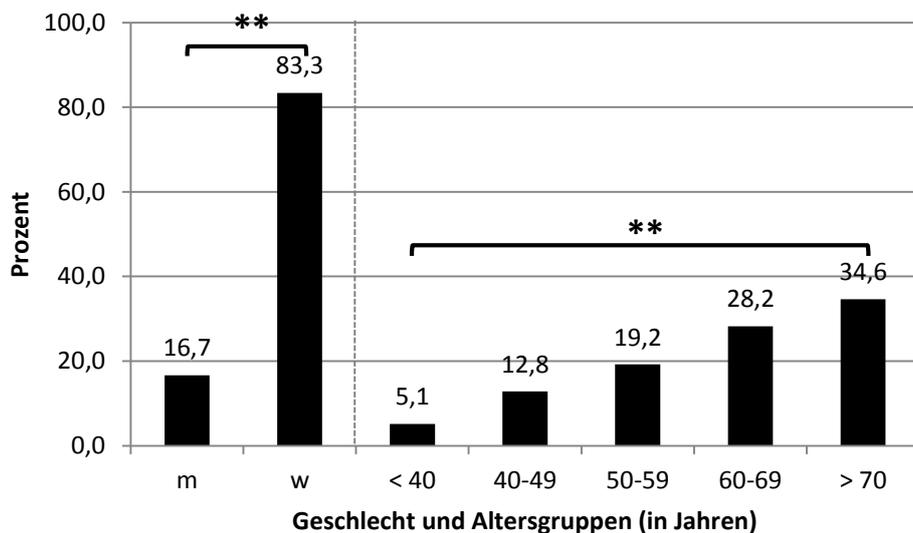


Abb. 32

Geschlechter- und Altersgruppenverteilung der Patienten mit einer Bursitis trochanterica (n= 78)

Ergebnisse

Die Bursitiden kamen überwiegend einseitig vor (78,1 %) ($p < 0,001$) mit einer leichten Präferenz der rechten Seite (53,8 %), die jedoch nicht signifikant war.

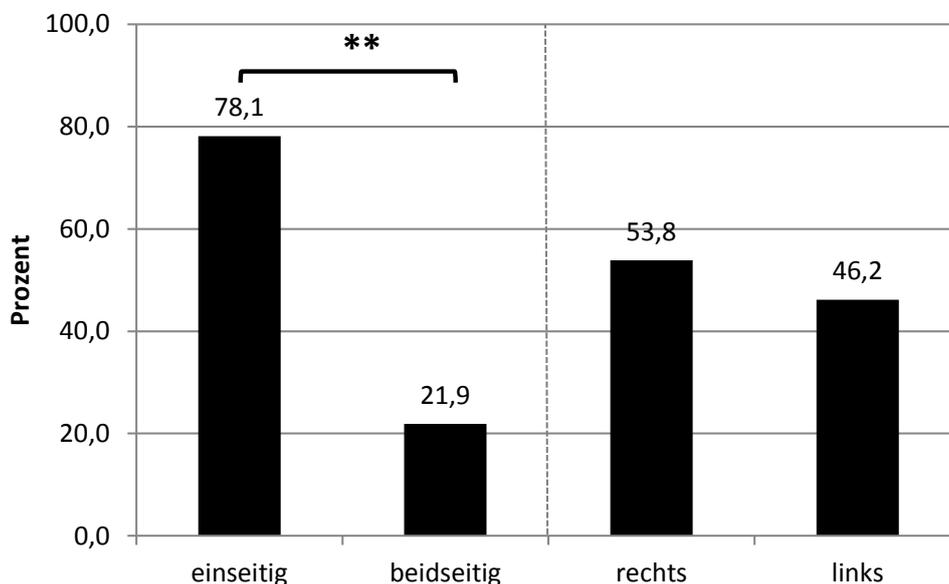


Abb. 33
Verteilung der Lokalisation der Bursitis trochanterica (n= 78)

Fazit:

Die Bursitis trochanterica ist ein relativ häufiger Befund, tritt allerdings nicht isoliert, sondern fast immer zusammen mit einer krankhaften Sehnenveränderung der Hüftabduktoren auf. Sie ist deutlich häufiger einseitig lokalisiert und tritt mit zunehmendem Lebensalter vermehrt auf. Die betroffenen Patienten sind zu 80 % weiblich.

3.3.2 Wie viele Patienten sind von krankhaften Veränderungen der Hüftabduktoren betroffen?

Insgesamt wurden bei 158 von 500 Patienten (31,6 %) Signalveränderungen im Bereich der Hüftabduktoren festgestellt. Im 3 Tesla-Gerät waren 103 Patienten (30,2 %) betroffen, im 1,5 Tesla-Gerät 55 Patienten (34,6 %). Der Unterschied zwischen den beiden MRT-Geräten war nicht signifikant.

Ergebnisse

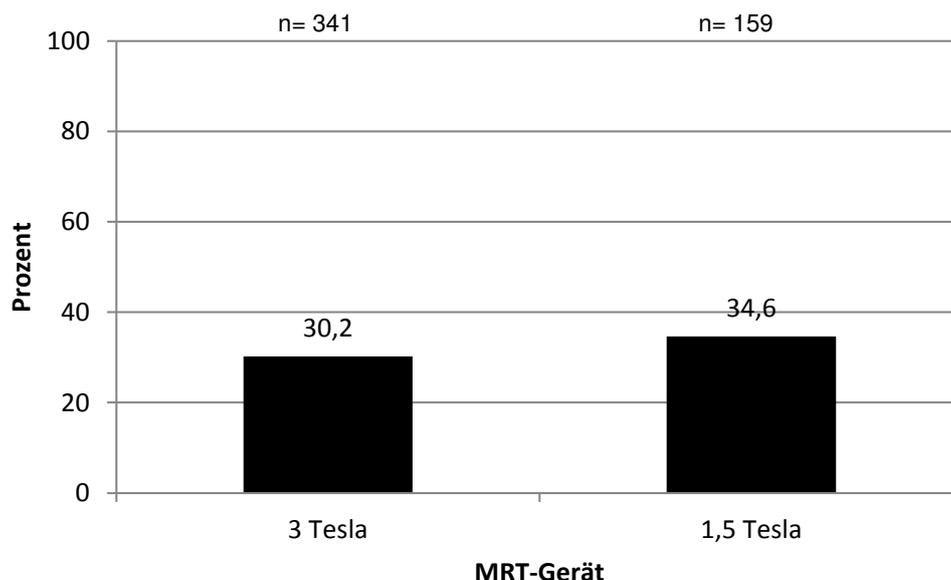


Abb. 34

Verteilung der Patienten mit Signalveränderungen der Hüftabduktoren bezogen auf die Gesamtzahl der untersuchten Patienten (n= 500)

3.3.3 Welche Patienten sind von krankhaften Veränderungen der Hüftabduktoren betroffen?

Von den 158 Patienten, die Signalveränderungen der Hüftabduktoren aufwiesen, waren 109 weiblich (69,0 %) und 49 männlich (31,0 %) ($p < 0,001$). Die Prävalenz stieg kontinuierlich mit zunehmendem Lebensalter. Auf die Altersgruppe der Unter-40-Jährigen entfielen 10 betroffene Patienten (6,3 %), auf die der 40- bis 49-Jährigen 26 Patienten (16,5 %), auf die der 50- bis 59-Jährigen 30 Patienten (19,0 %), auf die der 60- bis 69-Jährigen 44 Patienten (27,8 %) und auf die der Über-70-Jährigen 48 Patienten (30,4 %). Hierbei zeigten sich zwei deutliche Anstiege: in der Gruppe der 40- bis 49-Jährigen und in der Gruppe der 60- bis 69-Jährigen ($p < 0,001$).

Ergebnisse

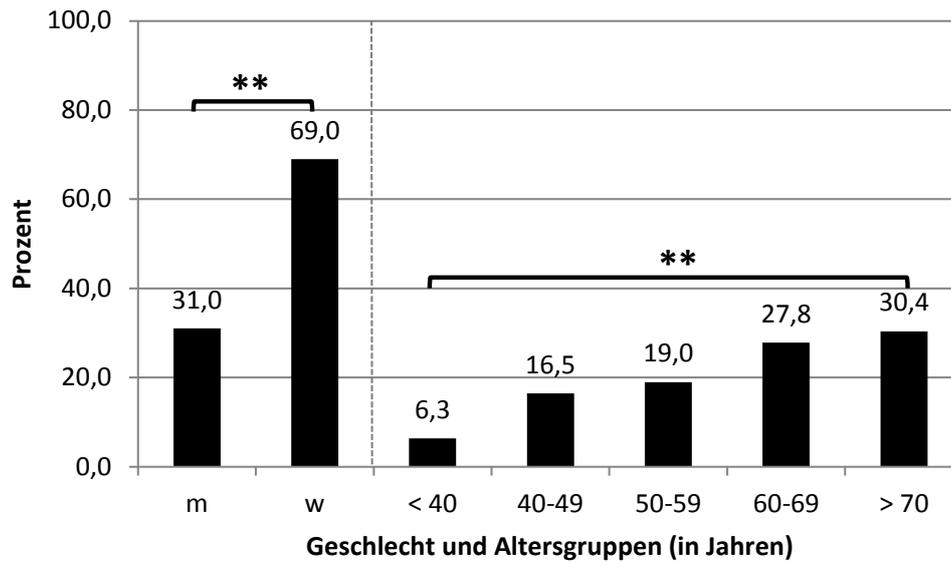


Abb. 35

Geschlechter- und Altersgruppenverteilung der Patienten mit Signalveränderungen der Hüftabduktoren (n= 158)

Bezieht man die Zahlen der betroffenen Patienten auf das Kollektiv aller untersuchten Patienten unter Berücksichtigung des Geschlechts und der Altersgruppe ergibt sich folgende Verteilung.

Von den 252 männlichen Patienten wiesen 49 eine Signalveränderung der Hüftabduktoren auf (19,4 %), von den 248 weiblichen Patienten 109 (44,0 %) ($p < 0,001$).

Von den 94 Unter-40-Jährigen waren 10 betroffen (10,6 %), von den 110 40- bis 49-Jährigen 26 (23,6 %), von den 103 50- bis 59-Jährigen 30 (29,1 %), von den 96 60- bis 69-Jährigen 44 (45,8 %) und von den 97 Über-70-Jährigen 48 (49,5 %) ($p < 0,001$).

Ergebnisse

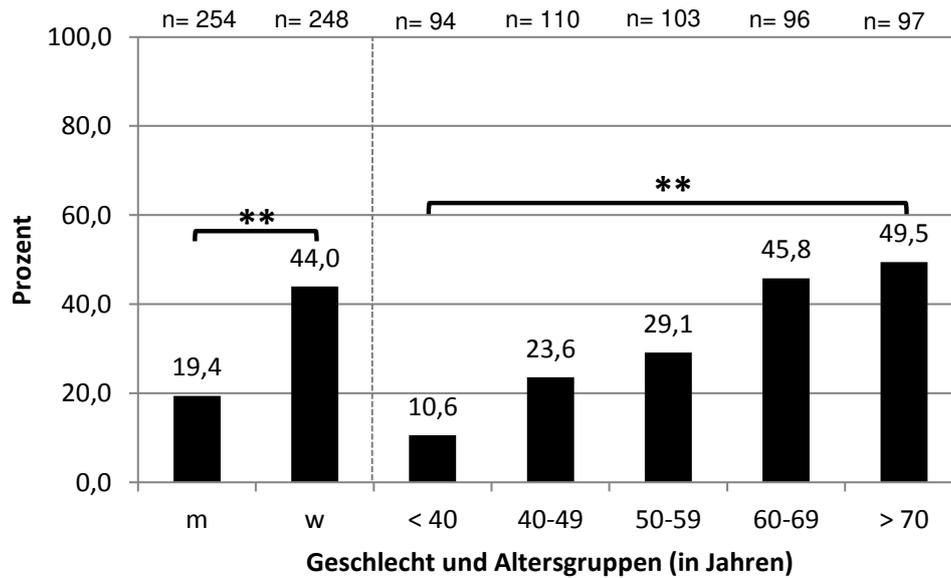


Abb. 36

Geschlechter- und Altersgruppenverteilung der Patienten mit Signalveränderungen der Hüftabduktoren (n= 500)

Fazit:

Krankhafte Veränderungen der Hüftabduktoren betrafen Frauen im Verhältnis 2:1, knapp die Hälfte aller untersuchten Frauen zeigte einen auffälligen MRT-Befund. Ein erster deutlicher Anstieg betraf die Altersgruppe der 40- bis 49-Jährigen, fast 60 % der Patienten mit Signalveränderungen waren über 60 Jahre alt. In den Altersgruppen der 60- bis 69-Jährigen und der Über-70-Jährigen war jeweils knapp die Hälfte der Patienten betroffen.

3.3.4 Kommen krankhafte Veränderungen der Hüftabduktoren vermehrt ein- oder beidseitig vor, gibt es eine Seitenpräferenz?

92 von 158 Patienten mit krankhaften Veränderungen im Bereich der Hüftabduktoren waren einseitig betroffen (58,2 %), 66 beidseitig (41,8 %) ($p= 0,044$). Außerdem traten die krankhaften Veränderungen mit einer leichten rechtsseitigen Präferenz auf (54,9 %), die jedoch keine Signifikanz erreichte.

Ergebnisse

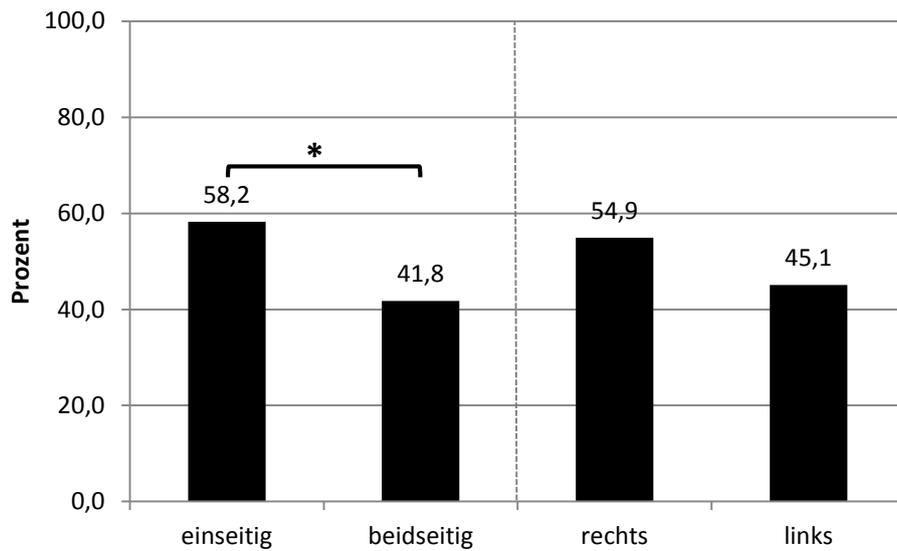


Abb. 37

Verteilung der Lokalisation von Signalveränderungen der Hüftabduktoren (n= 158)

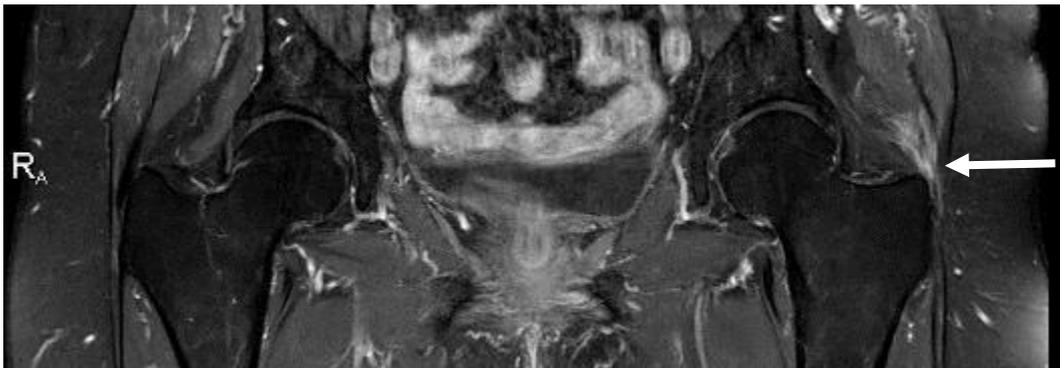


Abb. 38

Linksseitige krankhafte Sehnenveränderung bei einer 74-jährigen Patientin (Teilruptur des M. gluteus medius: Pfeil) mit unauffälliger Sehne auf der Gegenseite (3 Tesla, T1 mit KM, koronar)

Betrachtet man das ein- oder beidseitige Auftreten der krankhaften Veränderungen getrennt nach Geschlechtern, waren die krankhaften Veränderungen bei den männlichen Patienten häufiger einseitig lokalisiert (71,4 %) als bei den weiblichen Patienten (52,3 %) ($p= 0,024$), bei denen die krankhafte Veränderung zu jeweils etwa 50 % ein- oder beidseitig auftrat.

Hinsichtlich der Altersgruppen zeigten sich keine signifikanten Unterschiede des ein- oder beidseitigen Auftretens im Vergleich zur Gesamtverteilung.

Ergebnisse

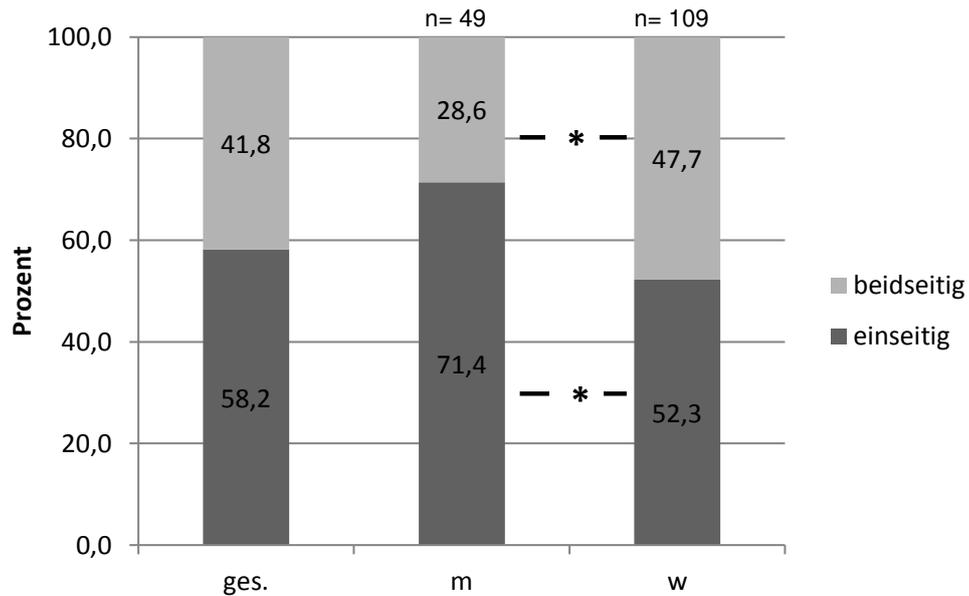


Abb. 39

Verteilung der Lokalisation der Signalveränderungen der Hüftabduktoren unter Berücksichtigung des Geschlechts (n= 158)

3.3.5 Welcher Muskel ist hauptsächlich von krankhaften Veränderungen der Hüftabduktoren betroffen?

Insgesamt wurden 284 Signalveränderungen in den Hüftabduktoren detektiert, wobei sich signifikante Unterschiede zwischen den MRT-Geräten ergaben, die folglich separat ausgewertet wurden. Sowohl der M. gluteus medius als auch der M. gluteus minimus kamen als Lokalisation von Signalveränderungen in Frage, wodurch es 2000 Möglichkeiten für Signalveränderungen gab (2 Sehnen pro Hüfte, 2 Hüften pro Patient, 500 Patienten), 1364 im 3 Tesla-Gerät und 336 im 1,5 Tesla-Gerät. Im 3 Tesla-Gerät wurden schließlich 211 Signalveränderungen gefunden (15,5 %), im 1,5 Tesla-Gerät 73 (11,5 %) ($p= 0,017$).

Ergebnisse

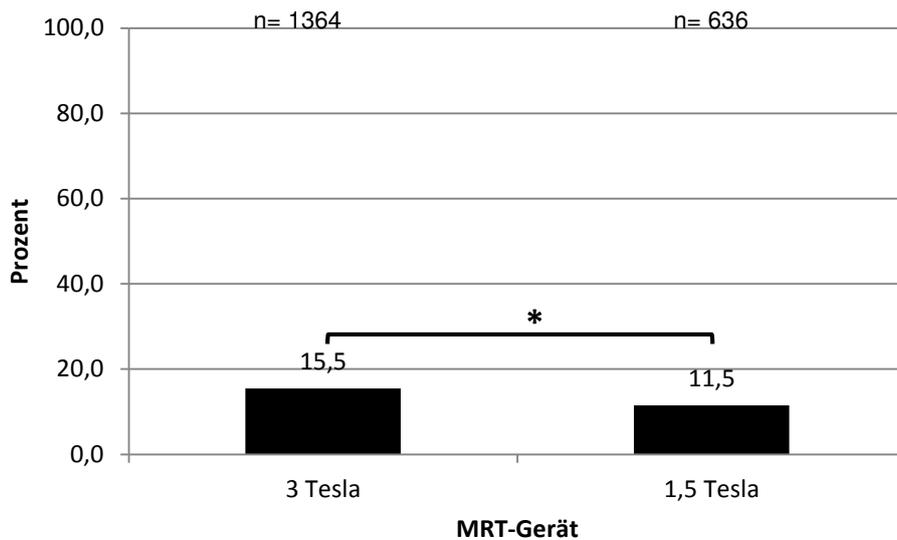


Abb. 40

Verteilung der Signalveränderungen in den Hüftabduktoren in Abhängigkeit von den MRT-Geräten bezogen auf die Gesamtzahl der Abduktorenmuskeln (n= 2000)

Die 211 Signalveränderungen im 3 Tesla-Gerät entfielen mit 131 Veränderungen auf den M. gluteus medius (62,1 %), im M. gluteus minimus waren 80 Signalveränderungen auszumachen (37,9 %) (p= 0,001).

Hinsichtlich der isolierten oder kombinierten Betroffenheit der Abduktoren ergab sich folgende Verteilung: 68 Signalveränderungen kamen im M. gluteus medius allein vor (45,9 %), 17 im M. gluteus minimus allein (11,5 %) und 63 in beiden Muskeln gleichzeitig (42,6 %) (p< 0,001).

Ergebnisse

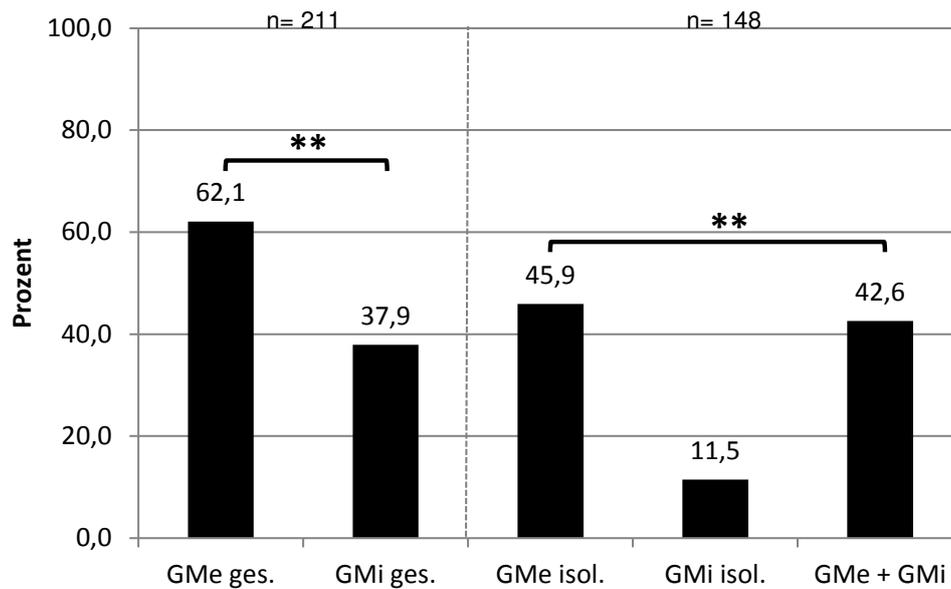


Abb. 41

Verteilung der Signalveränderungen in den Hüftabduktoren hinsichtlich der einzelnen Muskeln (3 Tesla-Gerät):

links krankhafte Veränderung im M. gluteus medius (GMe) oder M. gluteus minimus (GMi), rechts krankhafte Veränderung nur im M. gluteus medius (GMe isol.), nur im M. gluteus minimus (GMi isol.) oder in beiden Muskeln gleichzeitig (GMe + GMi)

Im 1,5 Tesla-Gerät konnten Signalveränderungen fast ausschließlich im M. gluteus medius gesehen werden (67 Signalveränderungen, 91,8 %), der M. gluteus minimus zeigte 6 pathologische Veränderungen (8,2 %) ($p < 0,001$).

Die Signalveränderungen traten nie allein im M. gluteus minimus auf, sie waren zu 91,0 % im M. gluteus medius allein und zu 9,0 % in beiden Muskeln gleichzeitig lokalisiert ($p < 0,001$).

Ergebnisse

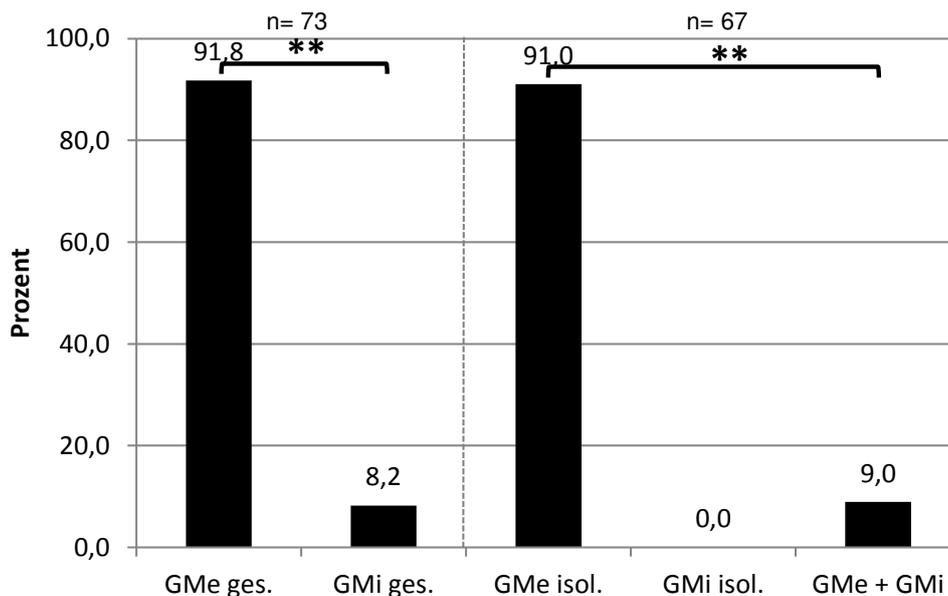


Abb. 42

Verteilung der Signalveränderungen in den Hüftabduktoren hinsichtlich der einzelnen Muskeln (1,5 Tesla-Gerät):

links krankhafte Veränderung im M. gluteus medius (GMe) oder M. gluteus minimus (GMi), rechts krankhafte Veränderung nur im M. gluteus medius (GMe isol.), nur im M. gluteus minimus (GMi isol.) oder in beiden Muskeln gleichzeitig (GMe + GMi)

Fazit:

Signalveränderungen in den Hüftabduktoren wurden häufiger im 3 Tesla-Gerät erkannt. Außerdem waren sie häufiger im M. gluteus medius lokalisiert, wobei im 3 Tesla-Gerät oftmals eine gleichzeitige Betroffenheit beider Abduktoren zu verzeichnen war, eine isolierte Betroffenheit des M. gluteus minimus hingegen seltener.

In beiden MRT-Geräten fanden sich keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Muskelbetroffenheit zwischen Männern und Frauen. Die Geschlechter- und Altersgruppenverteilung entsprach darüber hinaus der Gesamtverteilung der krankhaften Veränderungen der Hüftabduktoren, d.h. weibliche Patienten waren zu etwa zwei Dritteln betroffen und pathologische Veränderungen traten mit kontinuierlicher Zunahme in höheren Altersgruppen auf.

Ergebnisse

3.3.6 Welche Art von krankhafter Veränderung liegt in den betroffenen Abduktoren vor?

Die Signalveränderungen konnten insgesamt 307 pathologischen Fällen zugeordnet werden. Ebenso wie bei der Verteilung der Signalveränderungen auf die einzelnen Muskeln gab es auch bei dieser Fragestellung signifikante Unterschiede zwischen den MRT-Geräten mit daraus folgender separater Auswertung.

Im 3 Tesla-Gerät zeigte sich 113 Mal eine Tendinose (56,8 %), 26 Mal eine Teilruptur (13,1 %), 2 Mal eine vollständige Sehnenruptur (1,0 %) und 19 Mal eine Tendinitis calcarea (9,5 %). 19,6 % entfielen auf Bursitiden mit 1,0 % isolierten Bursitiden ($p < 0,001$).

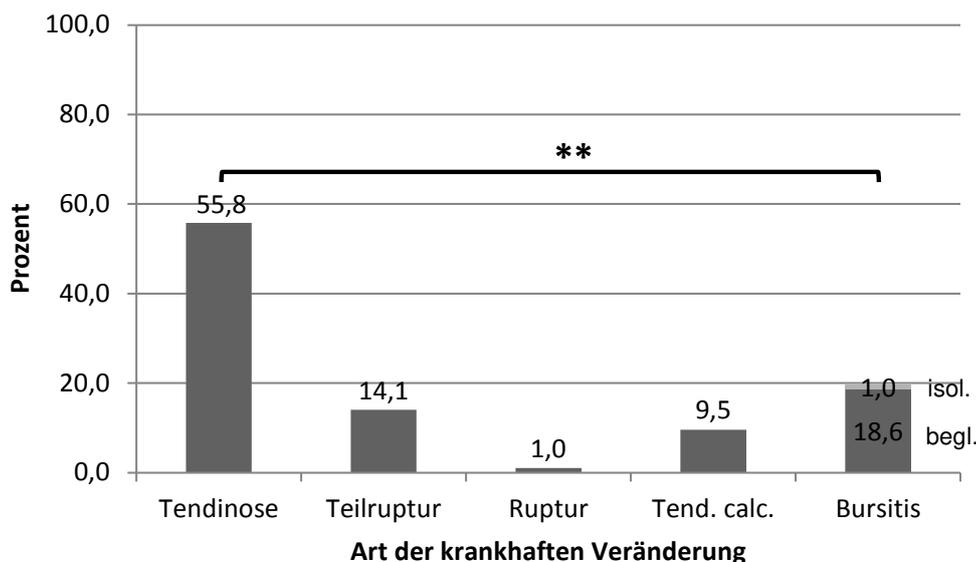


Abb. 43

Verteilung der Arten der krankhaften Veränderungen der Hüftabduktoren (3 Tesla-Gerät, $n = 199$). Tend. calc.= Tendinitis calcarea, isol.= isolierte Bursitis trochanterica, begl.= Bursitis trochanterica bei Tendinose

Im 1,5 Tesla-Gerät waren die Signalveränderungen 65 Mal mit einer Tendinose (60,2 %), 4 Mal mit einer Tendinitis calcarea (3,7 %) und 39 Mal mit einer Bursitis trochanterica (36,2 %) mit 5,6 % isolierten Bursitiden vereinbar. Sehnenrupturen kamen nicht vor ($p < 0,001$).

Ergebnisse

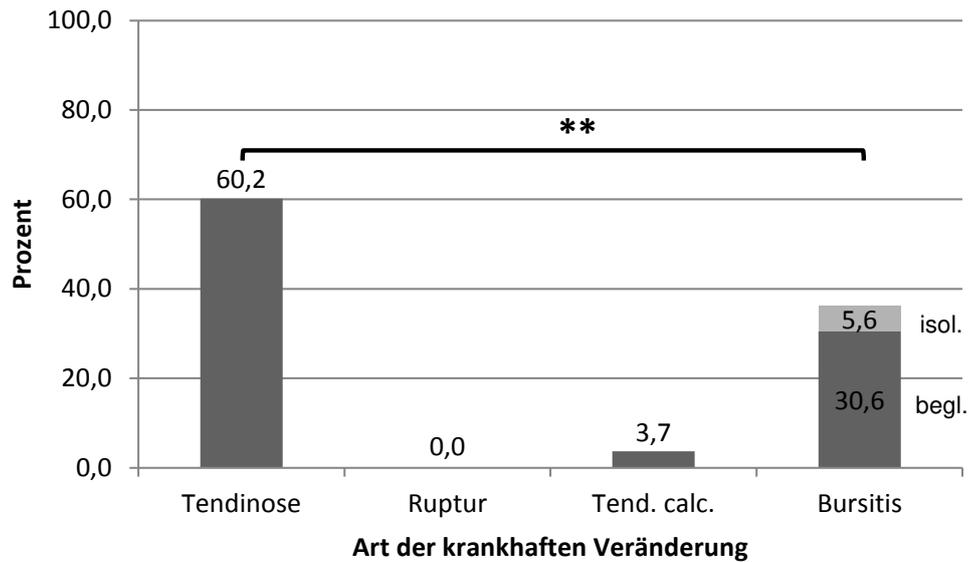


Abb. 44

Verteilung der Arten der krankhaften Veränderungen der Hüftabduktoren (1,5 Tesla-Gerät, n= 108). Tend. calc.= Tendinitis calcarea, isol.= isolierte Bursitis trochanterica, begl.= Bursitis trochanterica bei Tendinose

Fazit:

Krankhaft veränderte Hüftabduktoren waren am häufigsten von Tendinosen betroffen, gefolgt von Bursitiden, wobei diese zum Großteil gemeinsam mit krankhaften Sehnenveränderungen auftraten. Im 3 Tesla-Gerät waren Teilrupturen zu identifizieren und folgten größtenteils. Kalzifizierungen der Abduktorensehnen traten selten auf, vollständige Rupturen waren ein Ausnahmefund.

Es zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den oben beschriebenen Verteilungen und den Verteilungen in Betrachtung der einzelnen Muskeln.

Ergebnisse

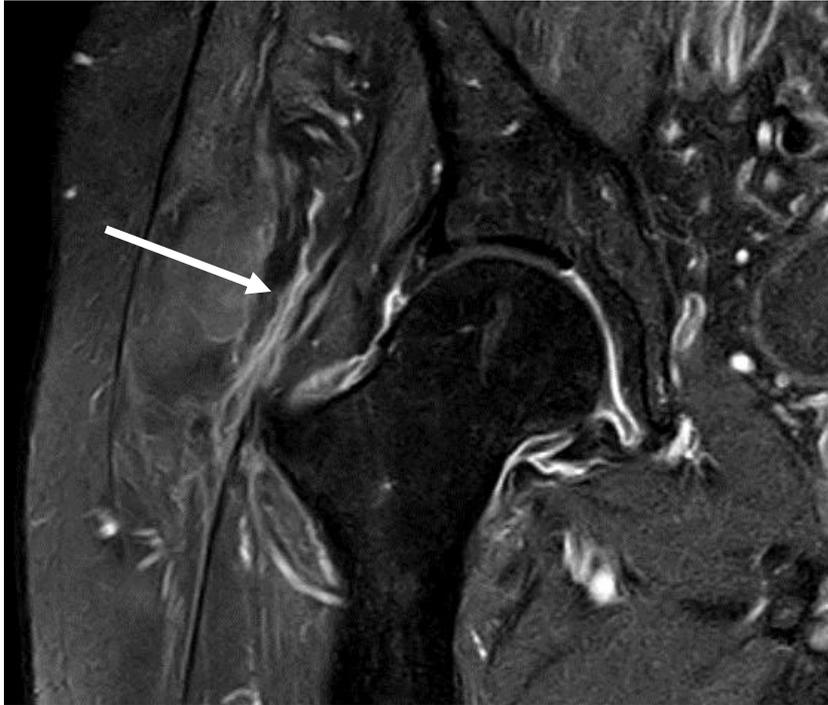


Abb. 45
Komplettruptur der Gluteus-Medius-Sehne rechts mit Retraktion (Pfeil) bei einem 84-jährigen Patienten (3 Tesla, T1 mit KM, koronar)

3.3.6.1 Tendinose

Bei der Geschlechter- und Altersgruppenverteilung der Tendinose zeigten sich ähnliche Verhältnisse wie in der Verteilung der krankhaften Veränderungen insgesamt. Weibliche Patienten machten etwas mehr als zwei Drittel der Betroffenen aus und der Anteil der Betroffenen in den Altersgruppen stieg beinahe kontinuierlich mit zunehmendem Alter, wobei in der Altersgruppe der 50- bis 59-Jährigen ein niedrigerer Anteil (17,4 %) zu vermerken war als in der vorhergehenden Altersgruppe, in der ein deutlicher Anstieg zu verzeichnen war (von 6,7 % auf 19,1 %) ($p < 0,001$).

Ergebnisse

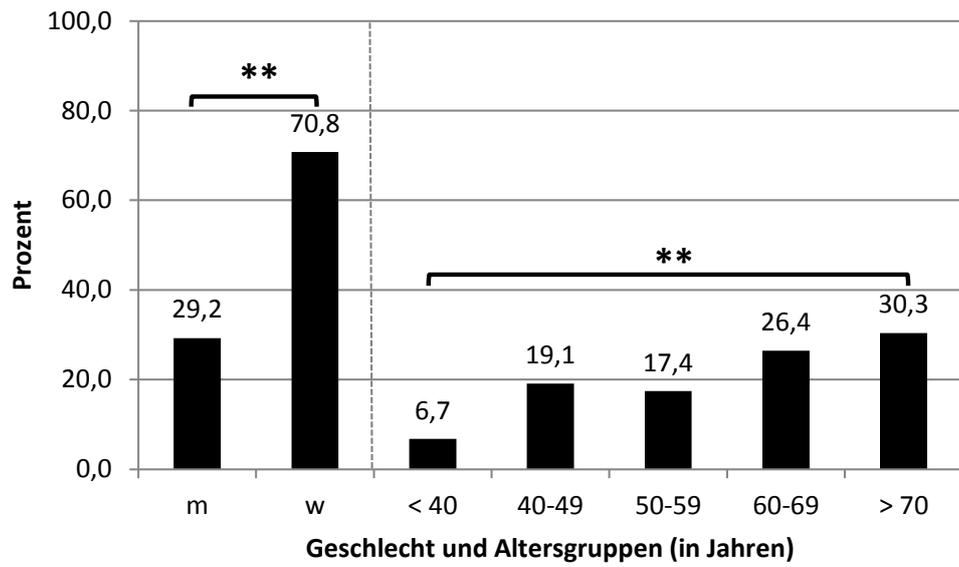


Abb. 46
Geschlechter- und Altersgruppenverteilung der Tendinose (n= 178)



Abb. 47
Tendinose der Gluteus-Medius-Sehne links bei einem 62-jährigen Patienten: hyperintense Sehnenveränderungen bei klarer Abgrenzbarkeit (Pfeil; 3 Tesla, PDW SPAIR, koronar)

Ergebnisse

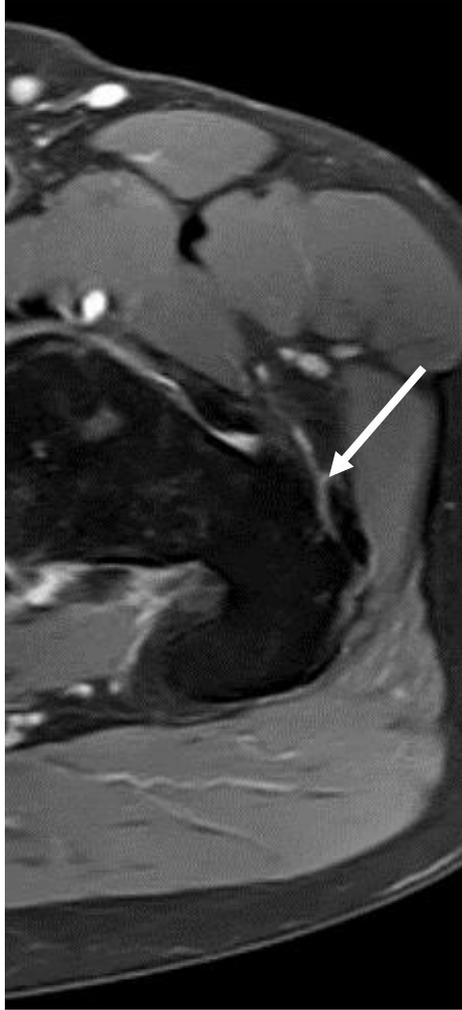


Abb. 48

Tendinose der Gluteus-Medius-Sehne links bei einem 62-jährigen Patienten: hyperintense Sehnenveränderungen bei klarer Abgrenzbarkeit (Pfeil; 3 Tesla, PDW SPAIR, axial)

3.3.6.2 Teilrupturen

Signalveränderungen der Hüftabduktoren wurden als Teilrupturen interpretiert, wenn zusammen mit der Hyperintensität eine schlechte Abgrenzbarkeit der Sehne vorlag. Diese Beurteilung war nur im 3 Tesla-Gerät zuverlässig zu treffen.

Ergebnisse

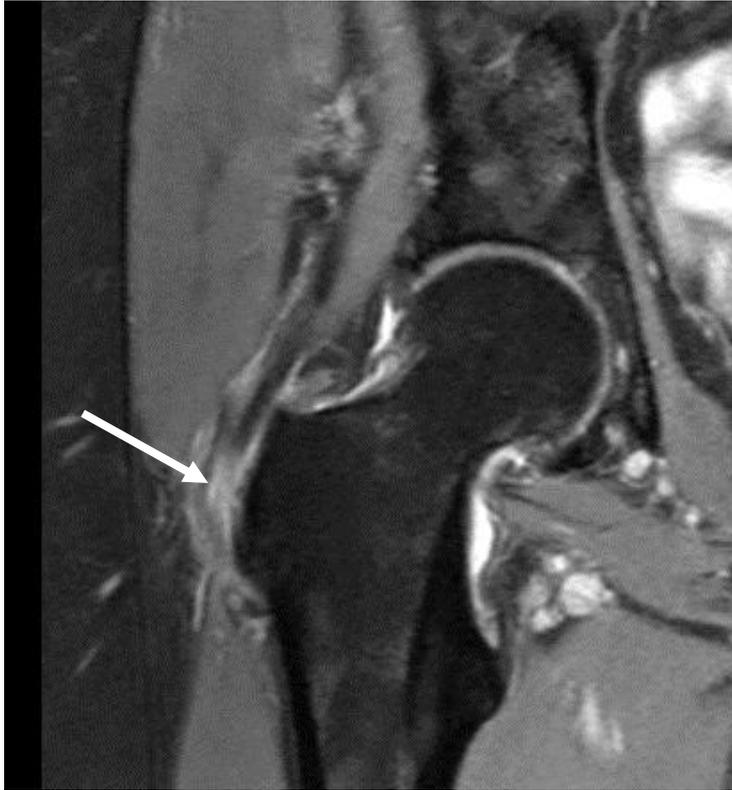


Abb. 49

Teilruptur der Gluteus-Minimus-Sehne links bei einer 61-jährigen Patientin: schlechte Abgrenzbarkeit des Sehnenverlaufs und Hyperintensität der Sehne (Pfeil) (3 Tesla, PDW SPAIR, koronar)

Ergebnisse

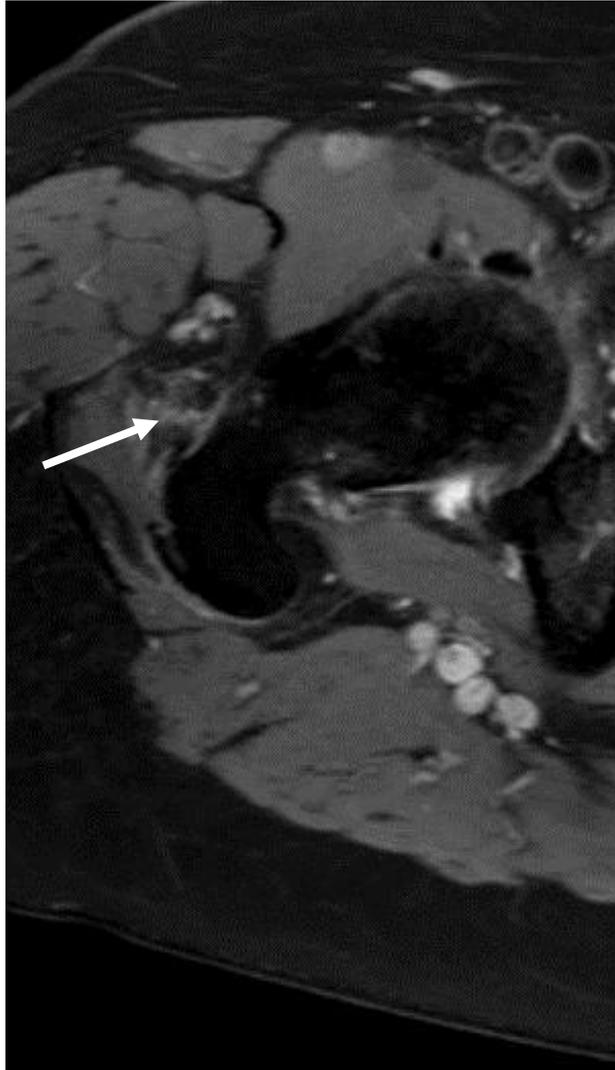


Abb. 50
Teilruptur der Gluteus-Minimus-Sehne links (Pfeil) bei einer 61-jährigen Patientin (3 Tesla, PDW SPAIR, axial)

Patienten mit einer Teilruptur waren zu 85,7 % weiblich und zu 14,3 % männlich ($p < 0,01$), Frauen waren von Teilrupturen jedoch nicht signifikant häufiger betroffen als von krankhaften Veränderungen insgesamt.

Bei Unter-40-Jährigen kamen keine Teilrupturen vor, der erste sprunghafte Anstieg erfolgte in der Altersgruppe der 50- bis 59-Jährigen mit 21,4 %, ein zweiter deutlicher Anstieg in der Altersgruppe der Über-70-Jährigen, auf die 50,0 % der Teilrupturen entfielen ($p < 0,001$).

Ergebnisse

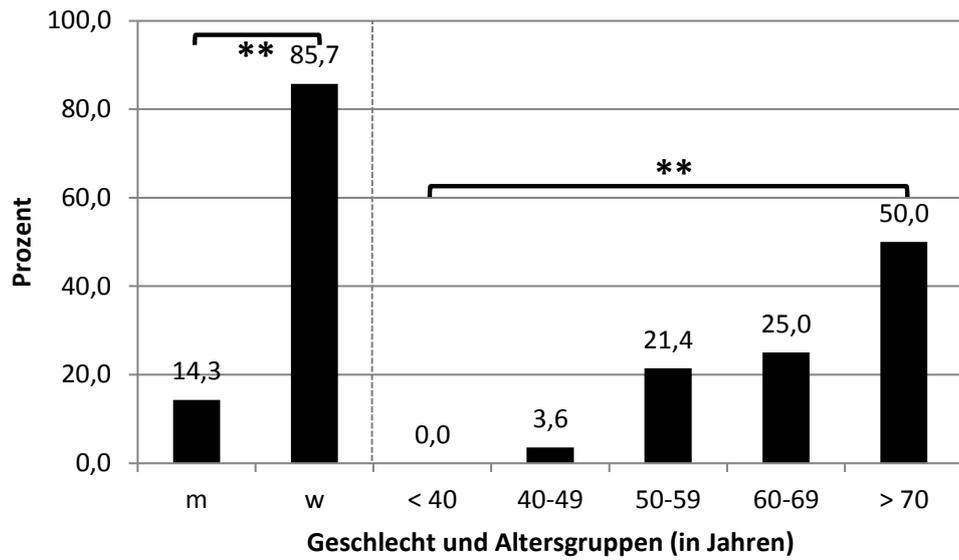


Abb. 51

Geschlechter- und Altersverteilung von Teilrupturen der Abduktorensehnen (n= 28)

Die Teilrupturen waren fast ausschließlich einseitig lokalisiert (96,3 %) ($p < 0,001$) und etwas häufiger links (53,6 %) ohne hierbei Signifikanzniveau zu erreichen.

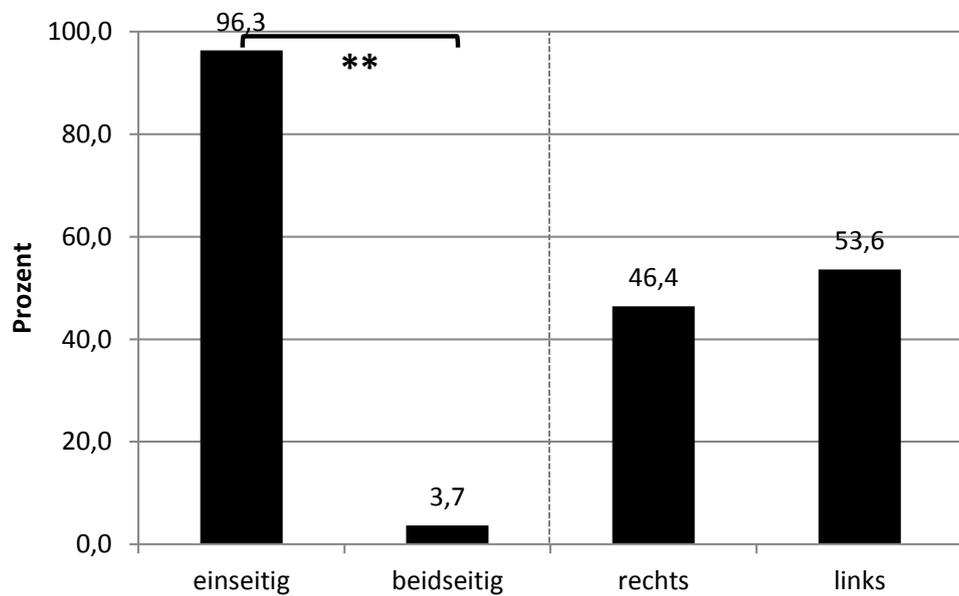


Abb. 52

Verteilung der Lokalisation von Teilrupturen der Abduktorensehnen (n= 28)

Ergebnisse

Der M. gluteus medius war mit 20 Teilrupturen (71,4 %) deutlich häufiger betroffen als der M. gluteus minimus (28,6 %) ($p= 0,001$).

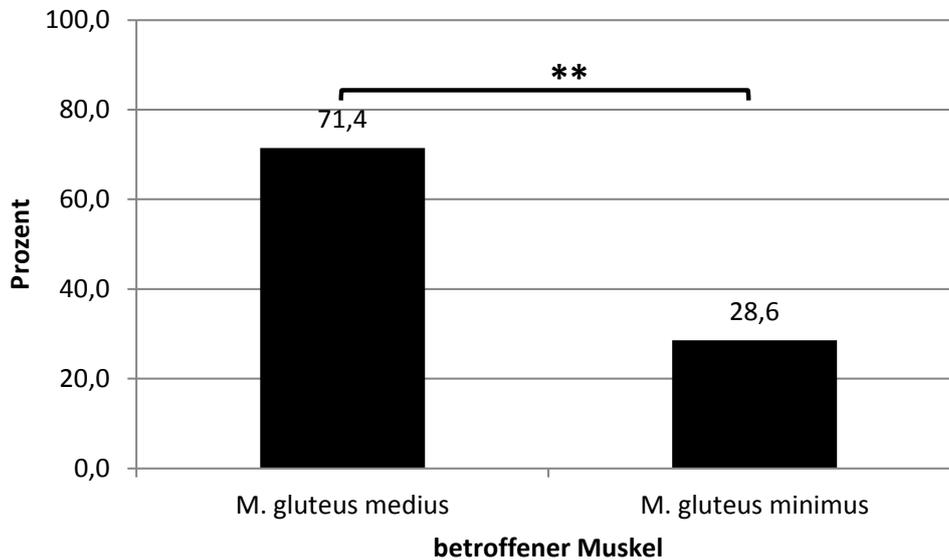


Abb. 53
Verteilung der Teilrupturen auf die einzelnen Muskeln (n= 28)

3.3.6.3 Tendinitis calcarea

Tendenziell entsprachen auch die Verhältnisse in Bezug auf die Tendinitis calcarea den Gesamtverhältnissen mit einer überwiegenden Betroffenheit von weiblichen Patienten und einer Zunahme der krankhaften Veränderungen in steigenden Altersgruppen, jedoch konnte hier keine Signifikanz in der Geschlechterverteilung erreicht werden und die Altersgruppenverteilung ($p= 0,003$) zeigte keinen streng kontinuierlichen Anstieg. Die größte Beteiligung entfiel mit 43,5 % auf die Altersgruppe der Über-70-Jährigen und mit 30,4 % auf die der 50- bis 59-Jährigen. Unter-40 Jährige waren nicht betroffen.

Ergebnisse

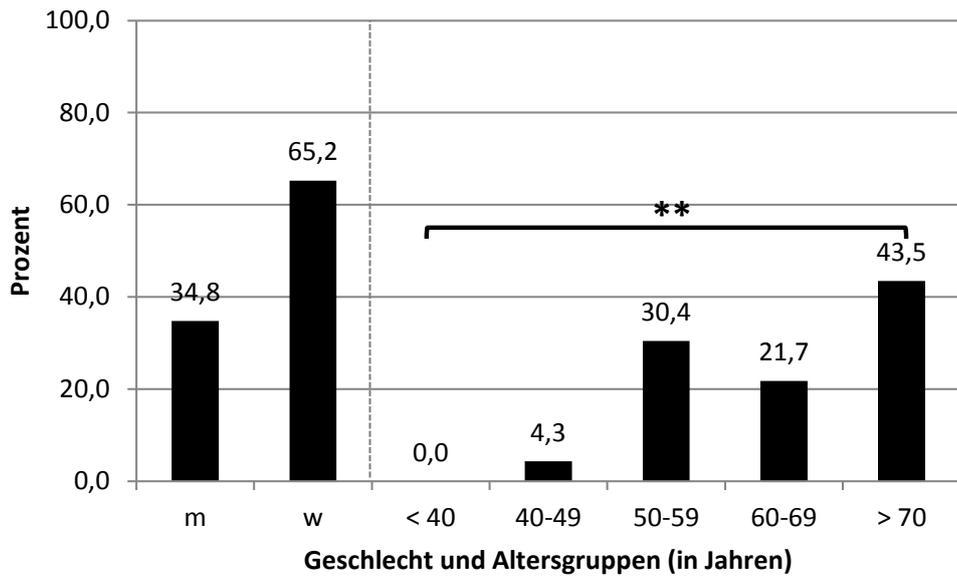


Abb. 54

Geschlechter- und Altersgruppenverteilung der Tendinitis calcarea (n= 23)

Zwar kam die Tendinitis calcarea etwas häufiger im M. gluteus medius vor, erreichte dabei jedoch kein Signifikanzniveau.

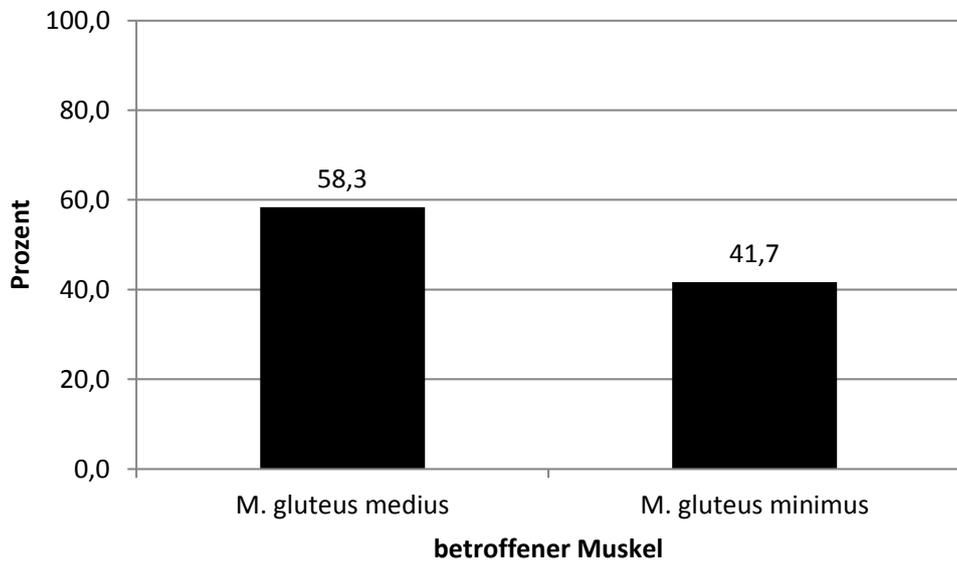


Abb. 55

Verteilung der Tendinitis calcarea bzgl. der betroffenen Muskeln (n= 23)

Ergebnisse



Abb. 56

Tendinitis calcarea rechts bei einer 69-jährigen Patientin: Kalkdepot mit Umgebungsödem (Pfeil) (3 Tesla, PDW SPAIR, koronar)

Ergebnisse

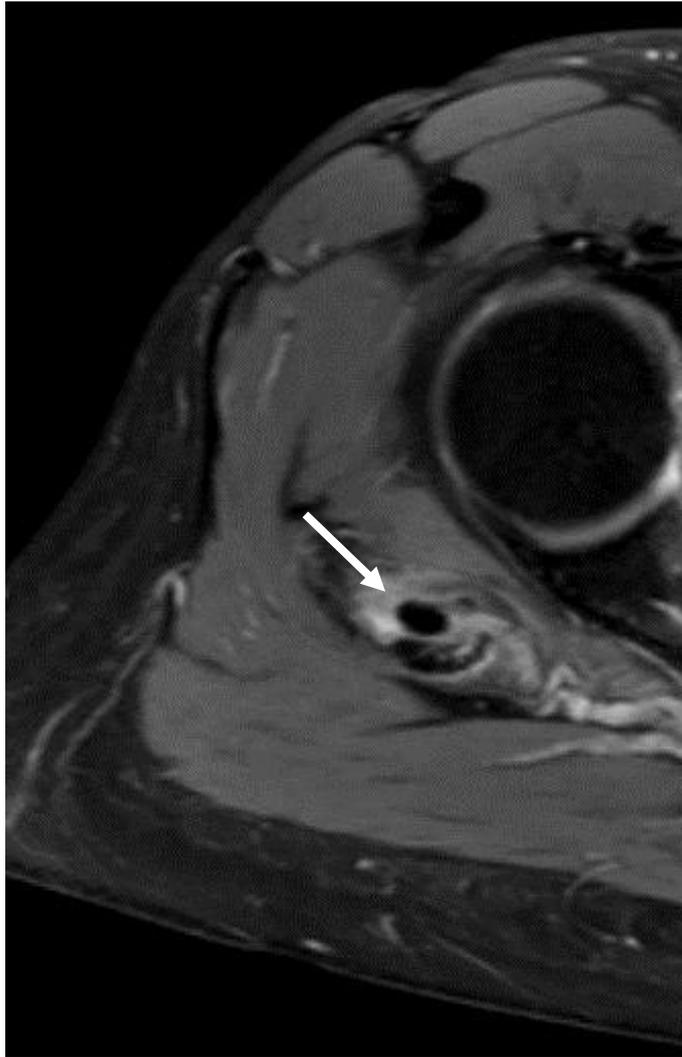


Abb. 57

Tendinitis calcarea rechts bei einer 69-jährigen Patientin: Kalkdepot mit Umgebungsödem (Pfeil) (3 Tesla, PDW SPAIR, axial)

3.3.7 Beobachtungen zur Sehnenmorphologie

Im 3 Tesla-Gerät war es möglich, die Morphologie der krankhaft veränderten Abduktorensehnen hinsichtlich der Intensität des Signals, dessen Form, einer möglichen Verbreiterung der Sehne sowie einer schlechten Abgrenzbarkeit derselben näher zu beschreiben.

Die Signalveränderungen waren fast ausschließlich als leicht zu bezeichnen (195 Signalveränderungen, 95,3 %), lediglich 10 Signalveränderungen waren deutlich (4,7 %) ($p < 0,001$).

Ergebnisse

Die Form der Veränderungen zeigte sich zu 56,1 % linear, zu 27,3 % lokal und zu 16,6 % diffus ($p < 0,001$).

33 veränderte Sehnen waren zusätzlich verbreitert (15,6 %), 28 waren in ihrem Verlauf schlecht abgrenzbar (13,3 %).

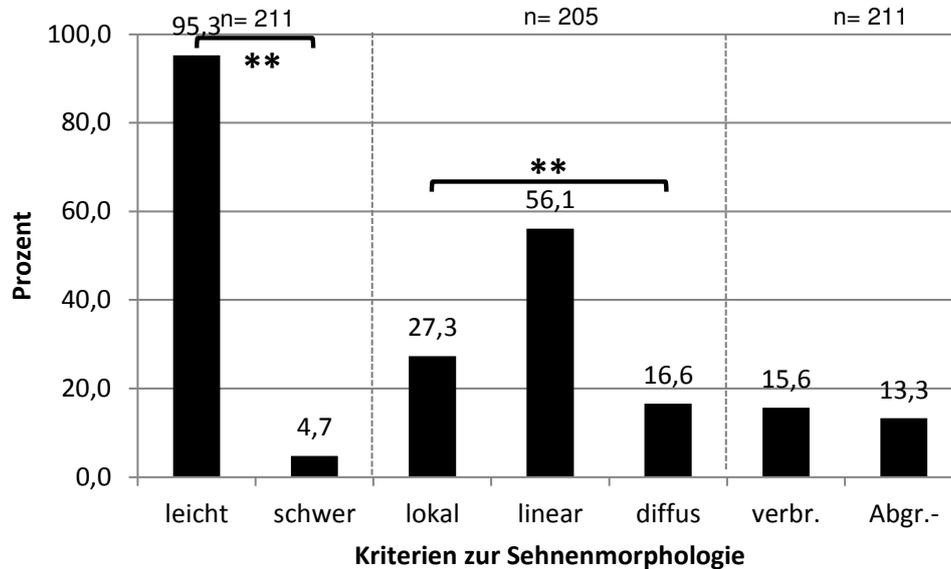


Abb. 58

Verteilungen der Ausprägung der Signalveränderung in der Sehne (leicht, schwer), der Form der Signalveränderung (lokal, linear, diffus), der Verbreiterung und der schlechten Abgrenzbarkeit der Sehne

3.3.7.1 Zusammenhang zwischen der Form der Signalveränderung und einer Verbreiterung bzw. schlechten Abgrenzbarkeit

Abduktorensehnen, die zwar eine Signalveränderung aufwiesen, aber schmal verliefen, zeigten ganz überwiegend eine lineare Signalveränderung (61,7 %), zu beinahe einem Drittel (30,3 %) eine lokale Veränderung und zu 7,4 % eine diffuse Veränderung ($p < 0,001$).

Bei Sehnen mit verändertem Signal und einer zusätzlichen Verbreiterung verhielt es sich anders mit der Form der Signalveränderung, sie war zum größten Teil diffus (51,5 %), dann linear (36,4 %) und selten lokal (12,1 %) ($p < 0,001$).

Ergebnisse

Schlecht abgrenzbare Sehnen zeigten eine ähnliche Verteilung der Signalform wie die verbreiterten Sehnen (55,6 % diffus, 29,6 % linear, 14,8 % lokal) ($p < 0,001$).

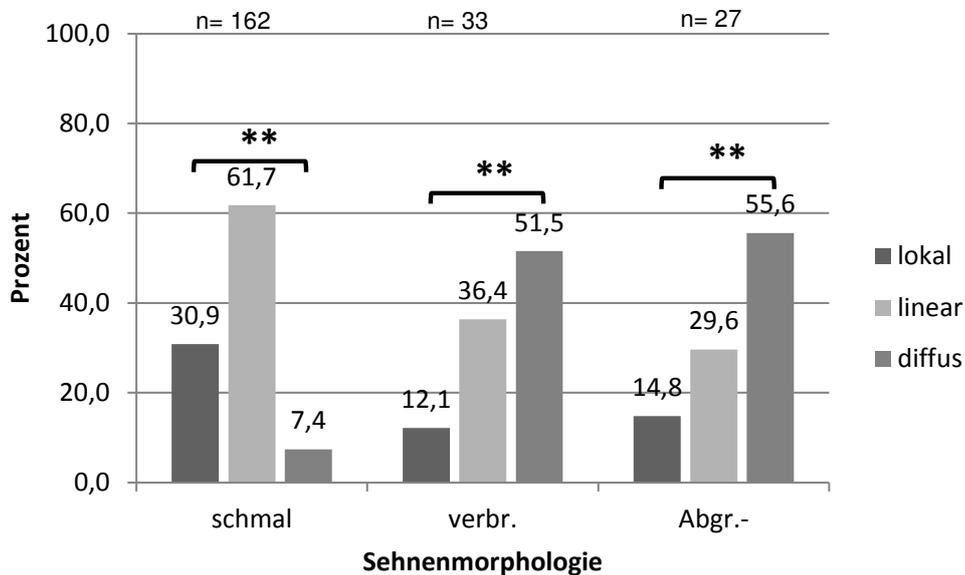


Abb. 59

Zusammenhang zwischen der Form der Signalveränderungen der Abduktorensehnen und einer Verbreiterung bzw. einer schlechten Abgrenzbarkeit

3.3.7.2 Zusammenhang zwischen der Intensität der Signalveränderung und ihrer Form

Im Hinblick auf die Signalform bei leicht oder deutlich veränderten Sehnen ergaben sich unterschiedliche Verteilungen. In ihrem Signal leicht veränderte Sehnen zeigten überwiegend eine lineare Form (57,4 %), dann eine lokale Form (27,7 %) und schließlich eine diffuse Form (14,9 %) ($p = 0,014$).

Sehnen mit einer starken Signalveränderung wiesen diese zum größten Teil in diffuser Form (50,0 %), dann in linearer Form (30,0 %) und schließlich in lokaler Form auf (20,0 %) ($p = 0,014$).

Ergebnisse

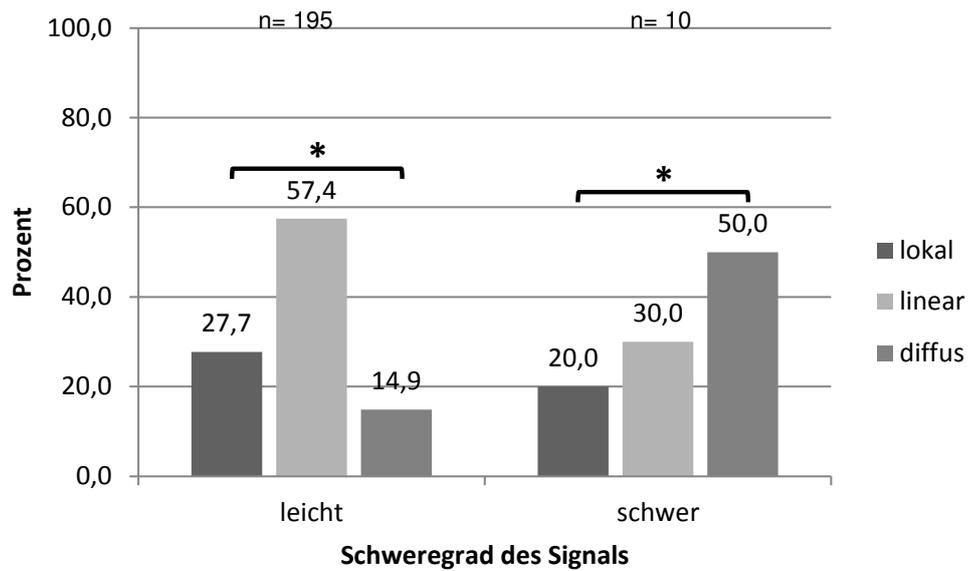


Abb. 60

Zusammenhang zwischen der Form der Signalveränderung und ihrer Ausprägung

3.3.7.3 Zusammenhang zwischen der Form der Signalveränderung und einer Kalzifizierung

Kalzifizierte Abduktorensehnen zeigten zu 47,4 % eine lokale Signalveränderung und zu jeweils 26,3 % eine lineare oder diffuse Form. Die Signalveränderungen von Sehnen ohne Kalzifizierung waren zu 59,1 % linear, zu 25,3 % lokal und zu 15,6 % diffus ($p=0,022$).

Ergebnisse

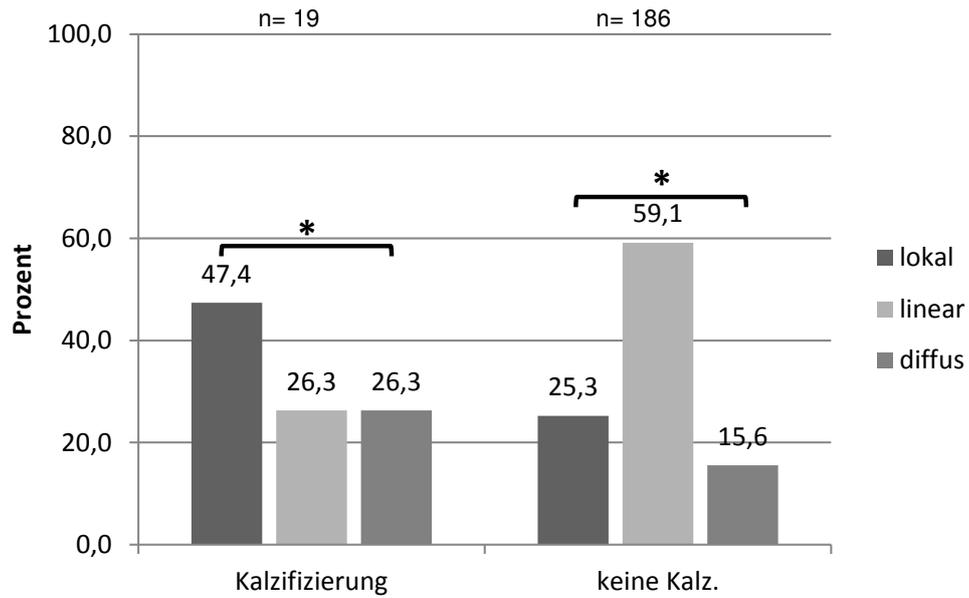


Abb. 61

Zusammenhang zwischen der Form der Signalveränderung der Abduktorsehnen und einer gleichzeitigen Kalzifizierung

In den oben beschriebenen Auswertungen gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen M. gluteus medius und M. gluteus minimus.

Die Signalveränderungen in den Hüftabduktoren waren zum Großteil leicht mit einer linearen Form. Schlecht abgrenzbare, verbreiterte und deutliche Signalveränderungen zeigten hingegen überwiegend eine diffuse Form. Sehnen mit einer Kalzifizierung zeigten meistens eine lokale Signalveränderung.

Ergebnisse



Abb. 62
Tendinose der Gluteus-Medius-Sehne rechts (Pfeil) mit linearer Hyperintensität bei einer 76-jährigen Patientin (3 Tesla, PDW SPAIR, koronar)

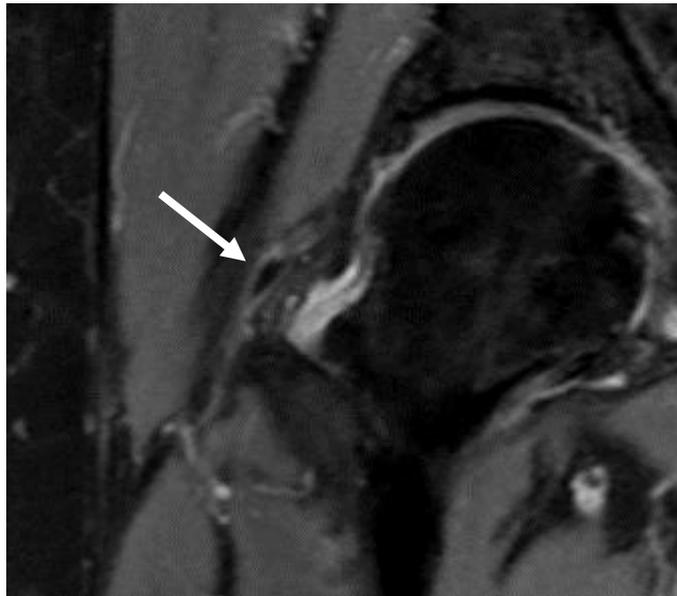


Abb. 63
Tendinitis calcarea (Pfeil) mit lokaler Hyperintensität bei einer 72-jährigen Patientin (3 Tesla, PDW SPAIR, koronar)

Ergebnisse

3.4 Zusammenhang zwischen intraartikulären und periartikulären krankhaften Veränderungen

3.4.1 Intraartikuläre krankhafte Veränderungen insgesamt

Es konnten 334 intraartikuläre Veränderungen des Hüftgelenks festgestellt werden, bei denen es sich um Gelenkergüsse, arthrotische Veränderungen, mechanische Deformitäten oder eine Kombination davon handelte. Es konnte hierbei ein Zusammenhang zwischen dem Auftreten von intraartikulären und periartikulären krankhaften Veränderungen hergestellt werden. 62 intraartikuläre Veränderungen des Hüftgelenks traten zusammen mit periartikulären Veränderungen der Hüftabduktoren auf (63,3 %), in 36 Fällen kamen intraartikuläre Veränderungen auf einer Körperseite mit periartikulären Veränderungen auf der kontralateralen Körperseite vor (36,7 %) ($C= 0,437$).

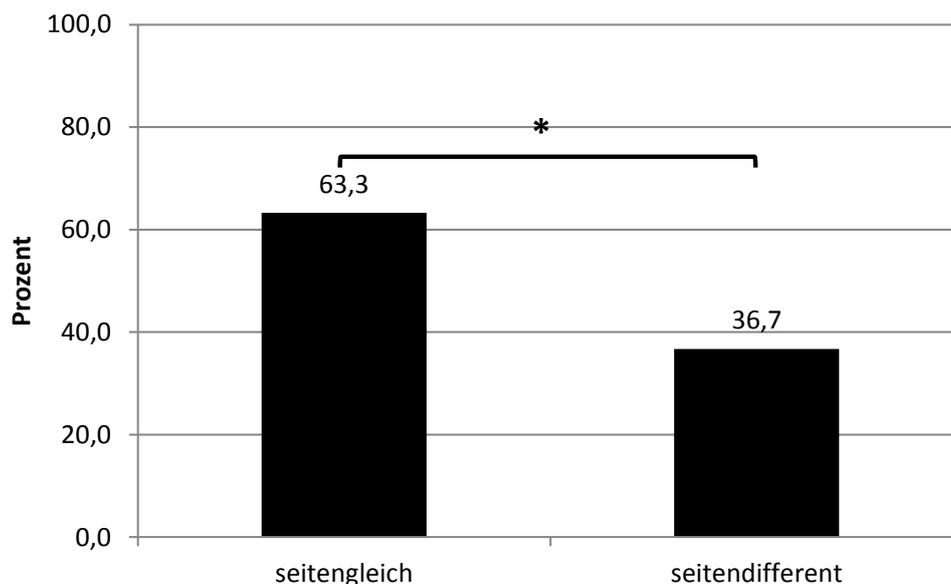


Abb. 64

Verteilung des seitengleichen bzw. seitendifferenten Auftretens von intraartikulären krankhaften Veränderungen insgesamt bezogen auf periartikuläre krankhafte Veränderungen (n= 98)

Im 3 Tesla-Gerät wiesen 250 von 682 Hüften intraartikuläre Veränderungen auf (36,7 %), im 1,5 Tesla-Gerät waren es mit 84 von 318 (26,4 %) deutlich weniger ($p= 0,001$).

Ergebnisse

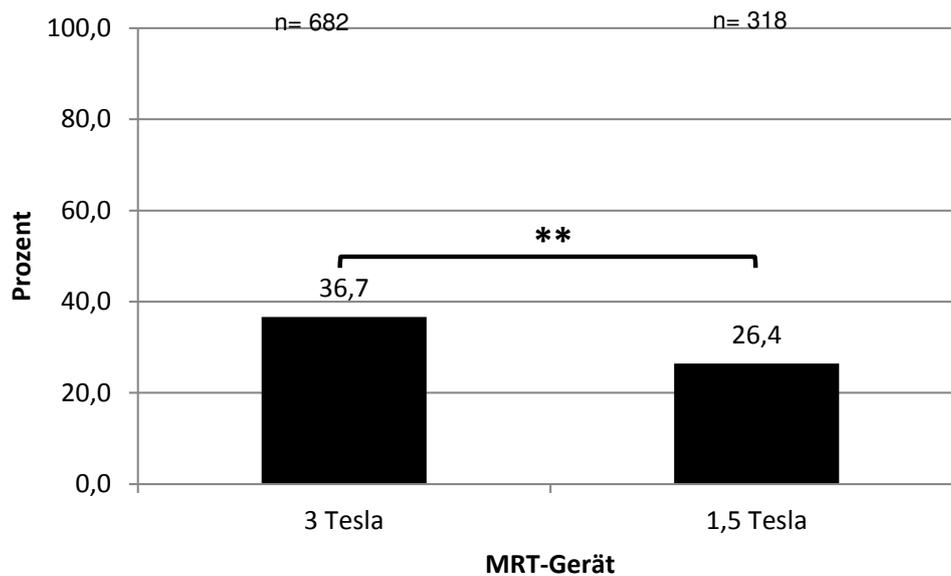


Abb. 65

Verteilung der intraartikulären krankhaften Veränderungen insgesamt unter Berücksichtigung des MRT-Gerätes (n= 1000)

Intraartikuläre Veränderungen der Hüfte verteilten sich etwa gleich häufig auf Frauen und Männer: 48,5 % Männer, 51,5 % Frauen. Es zeigte sich eine deutliche Zunahme der Betroffenen in der Altersgruppe der 40- bis 49-Jährigen, im weiteren Verlauf lagen die Anteile bei jeweils etwa 22% (p= 0,004).

Ergebnisse

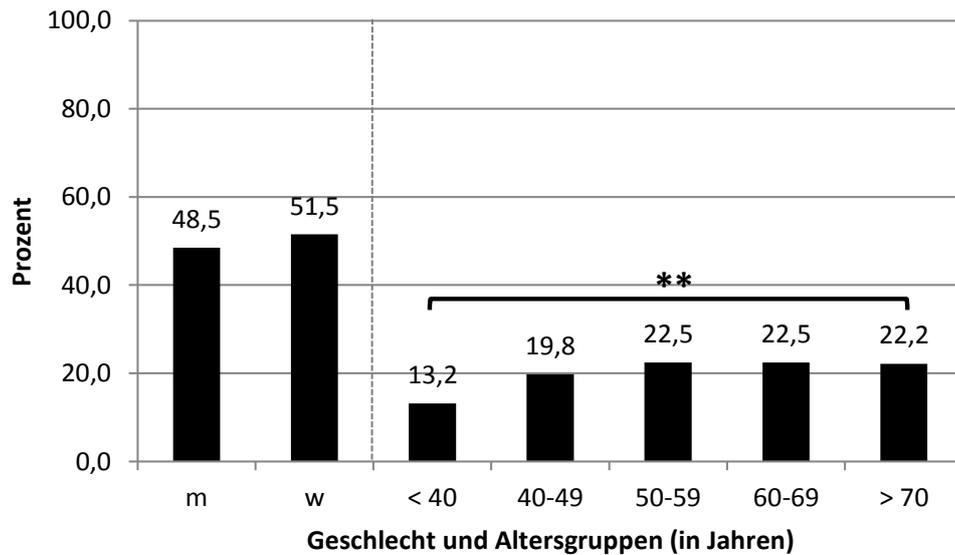


Abb. 66
Geschlechter- und Altersgruppenverteilung von intraartikulären krankhaften Veränderungen insgesamt
(n= 334)

Berücksichtigt man bei der Altersverteilung, dass mechanische Deformitäten bereits in jüngerem Alter auftreten und entfernt diese Untergruppe aus der Gesamtheit der artikulären krankhaften Veränderungen, zeigte sich ein jeweiliger deutlicher Anstieg der artikulären krankhaften Veränderungen in den Altersgruppen der 40- bis 49- (von 3,8 % auf 12,9 %) und der 50- bis 59-Jährigen (von 12,9 % auf 25,7 %) mit in der Folge etwa gleich bleibenden Anteilen von etwa 29 % ($p < 0,001$).

Ergebnisse

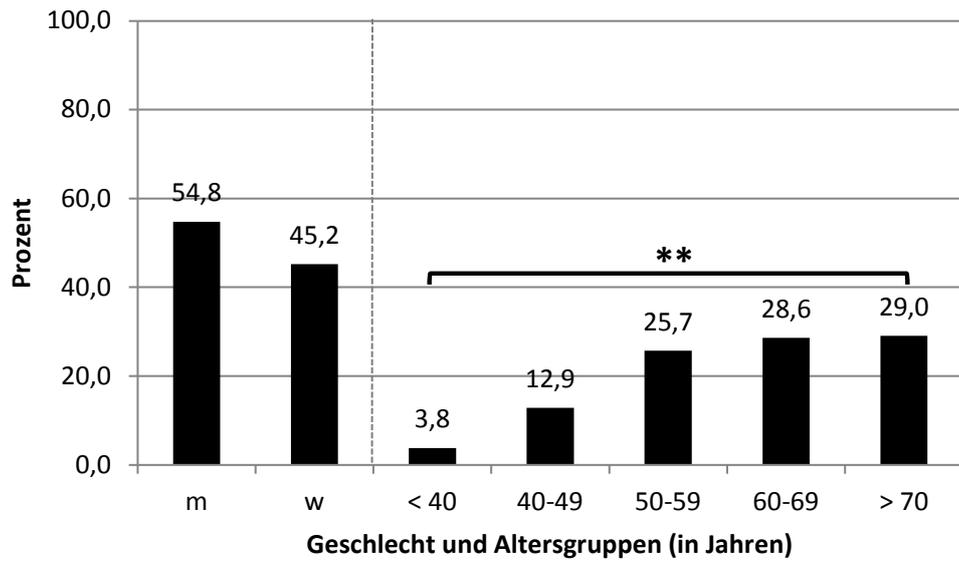


Abb. 67

Geschlechter- und Altersgruppenverteilung von intraartikulären krankhaften Veränderungen ohne mechanische Deformitäten (n= 210)

Intraartikuläre Veränderungen des Hüftgelenks waren etwa gleich häufig ein- und beidseitig sowie rechts und links lokalisiert.

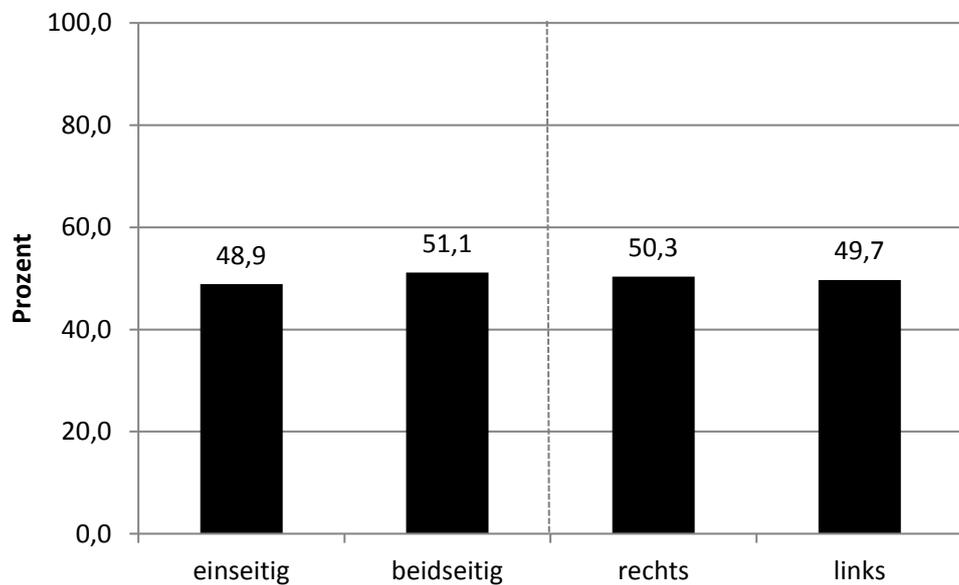


Abb. 68

Verteilung der Lokalisation der intraartikulären Veränderungen des Hüftgelenks (n= 334)

Ergebnisse

Im 3 Tesla-Gerät waren Coxarthrosen die häufigste Art der intraartikulären krankhaften Veränderungen (39,2 %), gefolgt von Gelenkergüssen des Hüftgelenks (32,6 %) und schließlich Deformitäten von mechanischer Bedeutung (28,2 %), d.h. Coxa valga, Coxa vara, Hüftdysplasie, femoroacetabuläres Impingement. Im 1,5 Tesla-Gerät kamen Gelenkergüsse am häufigsten vor (40,4 %), dann Coxarthrosen (36,8 %) und zum Schluss mechanische Deformitäten (22,8 %).

Weder im Vergleich der beiden MRT-Geräte noch im Vergleich der Arten der krankhaften Veränderungen untereinander wurde Signifikanzniveau erreicht.

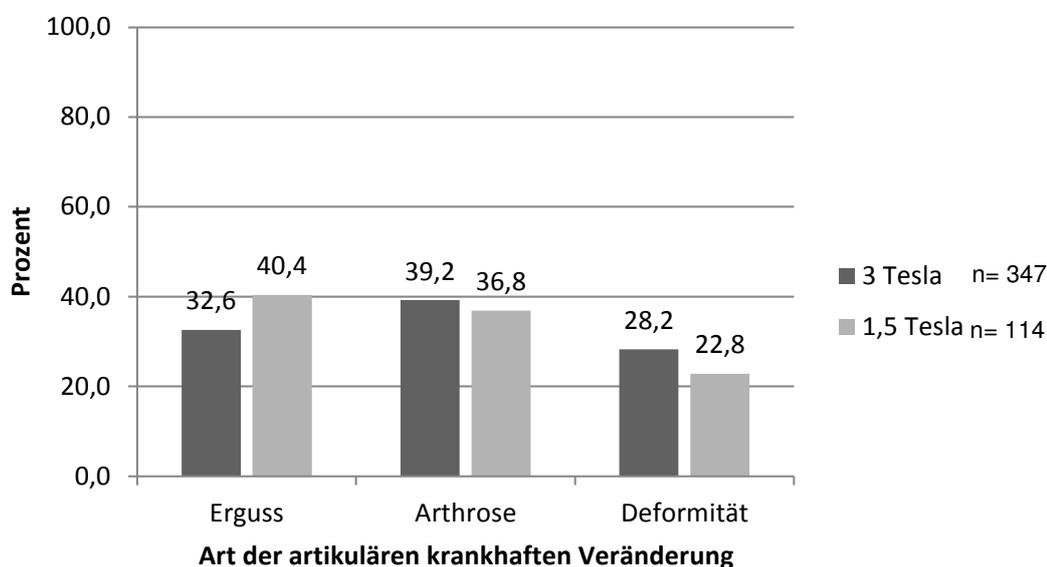


Abb. 69

Verteilung der Arten der artikulären krankhaften Veränderungen in Abhängigkeit der MRT-Geräte

Intraartikuläre Veränderungen des Hüftgelenks traten häufiger zusammen mit krankhaften Veränderungen der Hüftabduktoren auf als auf deren Gegenseite. Sie betrafen Männer und Frauen zu gleichen Teilen und nahmen mit steigendem Alter zu, wobei sie jeweils deutliche Anstiege in den Altersgruppen der 40- bis 49-Jährigen und der 50- bis 59-Jährigen zeigten. Die intraartikulären krankhaften Veränderungen waren gleich häufig ein- und beidseitig sowie rechts und

Ergebnisse

links lokalisiert. Coxarthrosen und Gelenkergüsse machten den größten Teil der Veränderungen aus.

3.4.2 Ergüsse des Hüftgelenks

Bei 159 Patienten wurden Ergüsse im Hüftgelenk gefunden. Sie kamen häufiger auf der Körperseite vor, die ebenso von periartikulären Veränderungen betroffen war (57,1 % vs. 42,9 %) (C= 0,328).

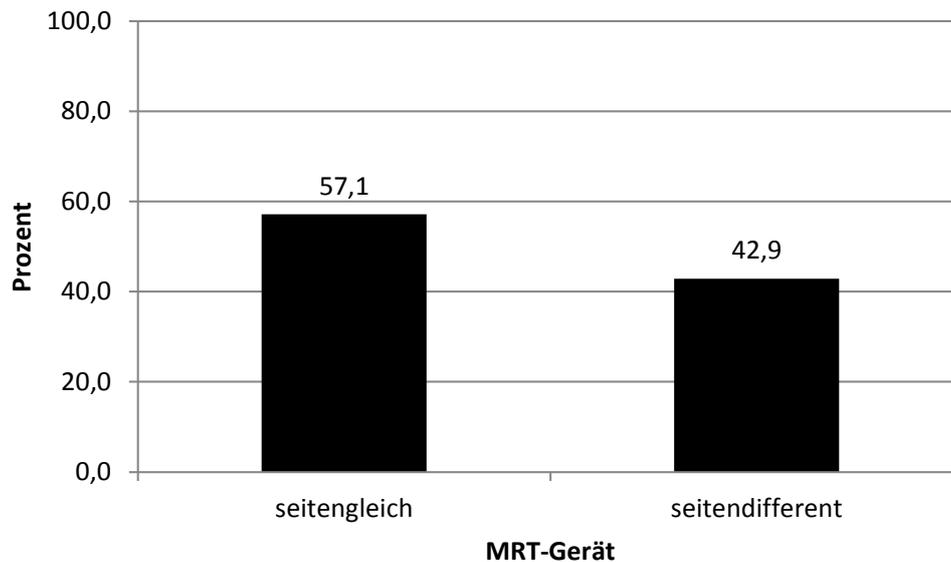


Abb. 70

Verteilung von seitengleichem bzw. seitendifferentem Auftreten von Gelenkergüssen der Hüfte zu periartikulären Veränderungen (n= 56)

Gelenkergüsse traten häufiger bei weiblichen Patienten auf (56,6 %) und zeigten steigende Anteile in den Altersgruppen bis zu den 50- bis 59- und 60- bis 69-Jährigen (26,4 % und 28,3 %) mit einem leichten Abfall in der letzten Altersgruppe auf 22,0 % (p< 0,001).

Ergebnisse

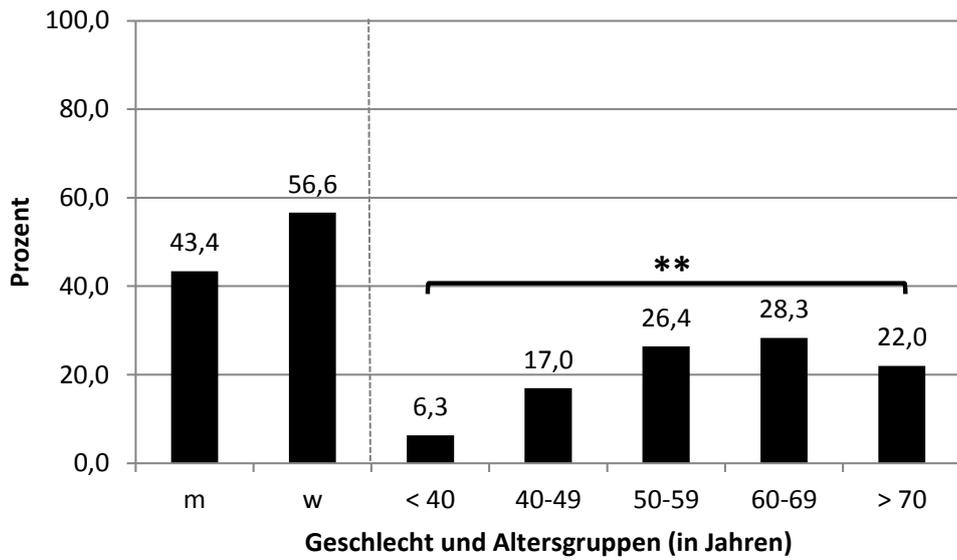


Abb. 71

Geschlechter- und Altersgruppenverteilung von Gelenkergüssen der Hüfte (n= 159)

Die Hüftgelenksergüsse waren ganz überwiegend einseitig lokalisiert (83,1 %) ($p < 0,001$), zeigten jedoch keinen Unterschied zwischen rechtsseitigem und linksseitigem Auftreten.

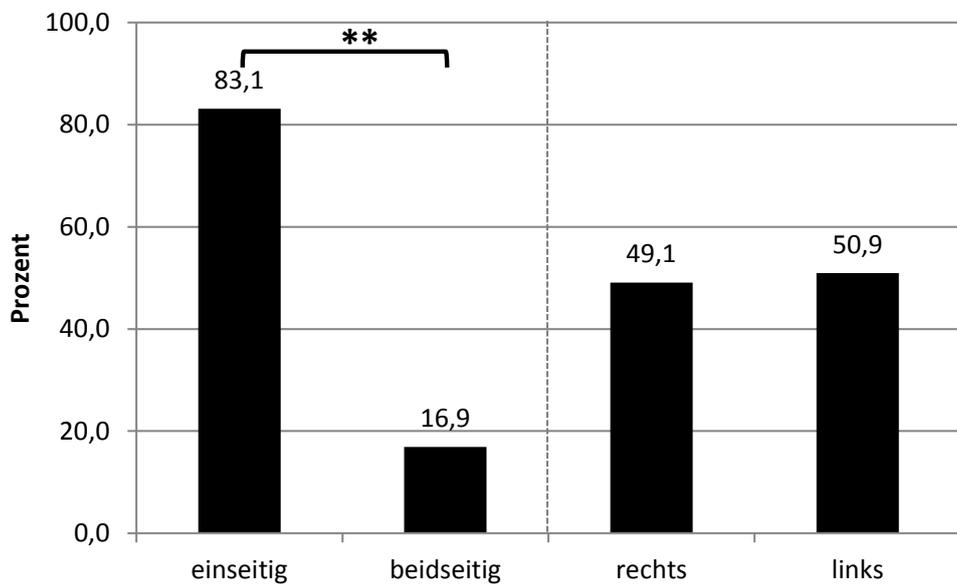


Abb. 72

Verteilung der Lokalisation von Gelenkergüssen der Hüfte (n= 159)

Ergebnisse

Ergüsse des Hüftgelenks betrafen häufiger weibliche Patienten und Patienten im mittleren bis höheren Lebensalter und waren hauptsächlich einseitig lokalisiert. Sie traten häufiger in Kombination mit krankhaften Veränderungen der Hüftabduktoren auf.



Abb. 73

Kleiner Hüftgelenkserguss (Pfeil) bei einer 50-jährigen Patientin (3 Tesla, T1 mit KM, koronar)

3.4.3 Coxarthrosen

178 der untersuchten Patienten zeigten unterschiedliche Stadien einer Coxarthrose. Diese trat mit 38 Fällen häufiger auf der Körperseite einer periartikulären Veränderung auf (64,4 %) ($C= 0,353$).

Ergebnisse

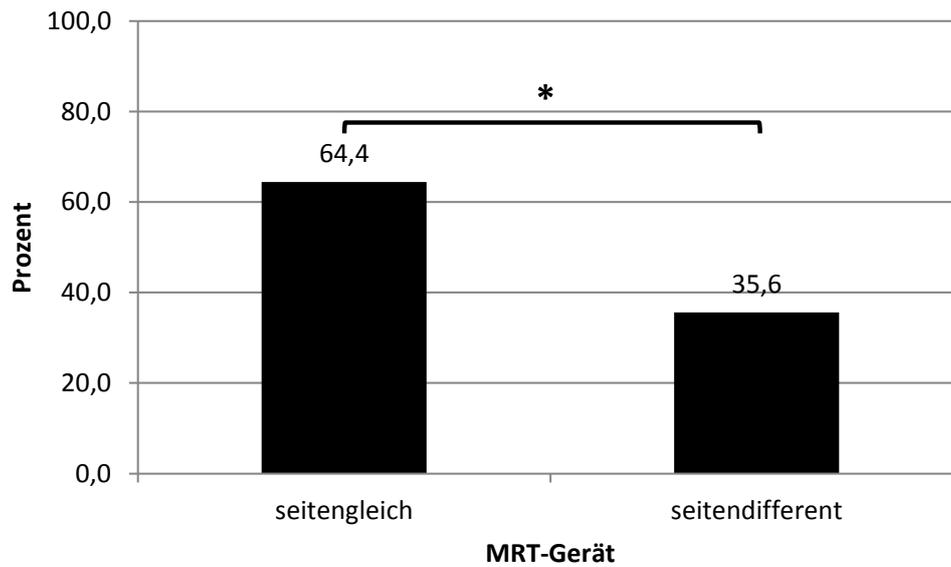


Abb. 74

Verteilung von seitengleichem bzw. seitendifferentem Auftreten von Coxarthrosen zu periartikulären Veränderungen (n= 59)

Zwischen männlichen und weiblichen Patienten ergaben sich keine signifikanten Unterschiede in Bezug auf die Coxarthrose, in der Altersgruppenverteilung waren 2 sprunghafte Anstiege in der Altersgruppe der 40- bis 49-Jährigen (von 2,8 % auf 14,0 %) und der 50- bis 59-Jährigen (von 14,0 % auf 26,4 %) zu verzeichnen. In den folgenden Altersgruppen blieben die Anteile in etwa stabil bei 29,2 % und 27,5 % ($p < 0,001$).

Ergebnisse

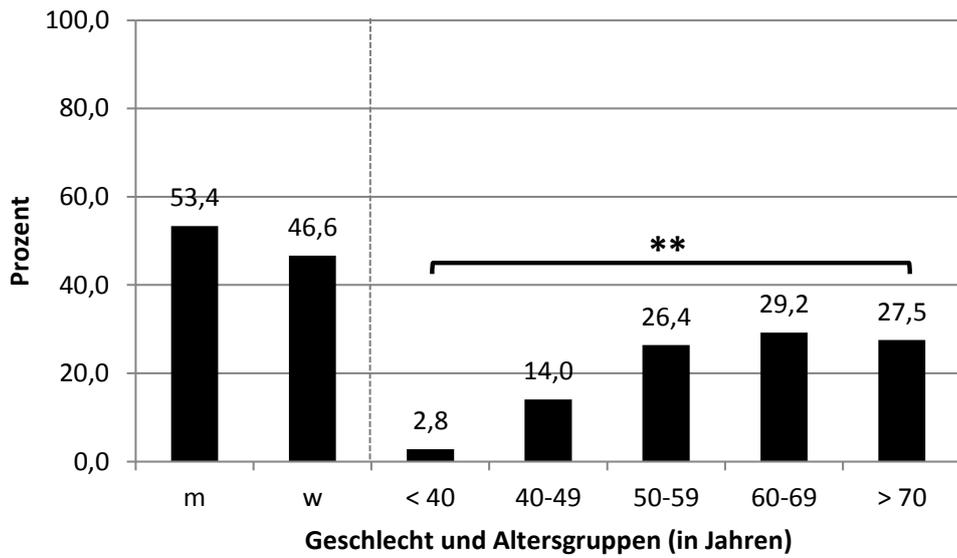


Abb. 75

Geschlechter- und Altersgruppenverteilung von Coxarthrosen (n= 178)

In der Betrachtung der Lokalisation der Coxarthrosen zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen einseitigem und beidseitigem Auftreten oder rechts- und linksseitigem Auftreten.

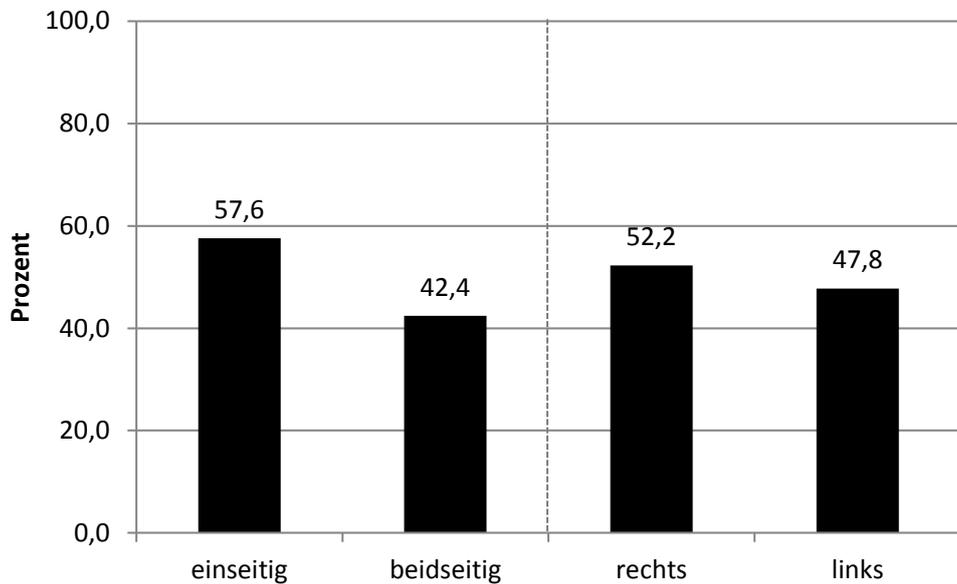


Abb. 76

Verteilung der Lokalisation von Coxarthrosen (n= 178)

Ergebnisse

Coxarthrosen waren häufiger auf derselben Seite wie auch krankhafte Veränderungen der Hüftabduktoren zu finden.

3.4.4 Arthrosegrade der Coxarthrose

Bei drei Arthrosegraden ergab sich ein signifikanter Zusammenhang mit dem seitengleichen Auftreten von periartikulären Veränderungen: Grad 0 (72,5 %), Grad I (68,8 %) und Grad III (88,9 %).

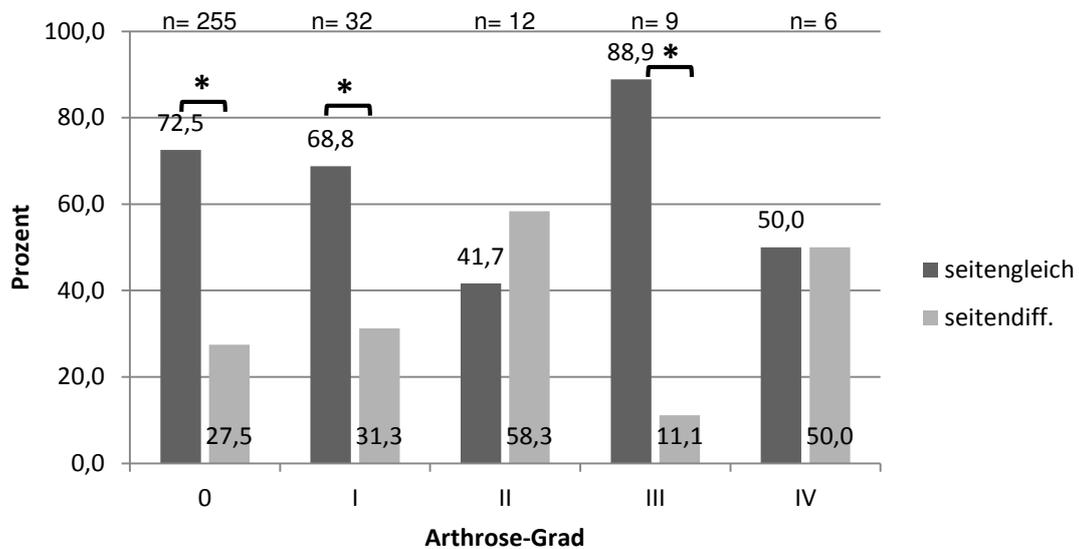


Abb. 77

Verteilung von seitengleichem bzw. seitendifferenten Auftreten von Arthrosegraden zu periartikulären Veränderungen

Von den 178 Patienten mit einer Coxarthrose wiesen 93 Arthrosegrad I auf (52,2 %), 41 Arthrosegrad II (23,0 %), 21 Arthrosegrad III (11,8 %) und 23 Arthrosegrad IV (12,9 %).

Ergebnisse

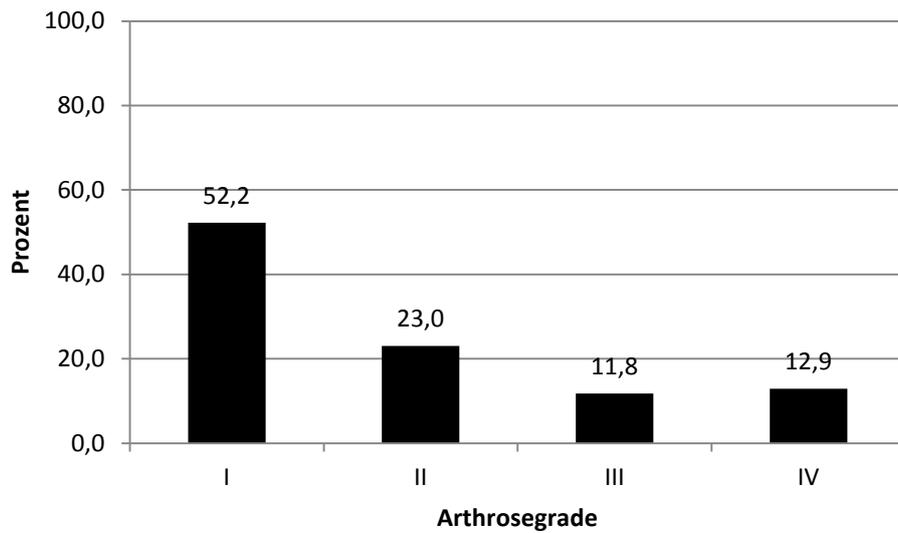


Abb. 78

Verteilung der Arthrosegrade (n= 178)

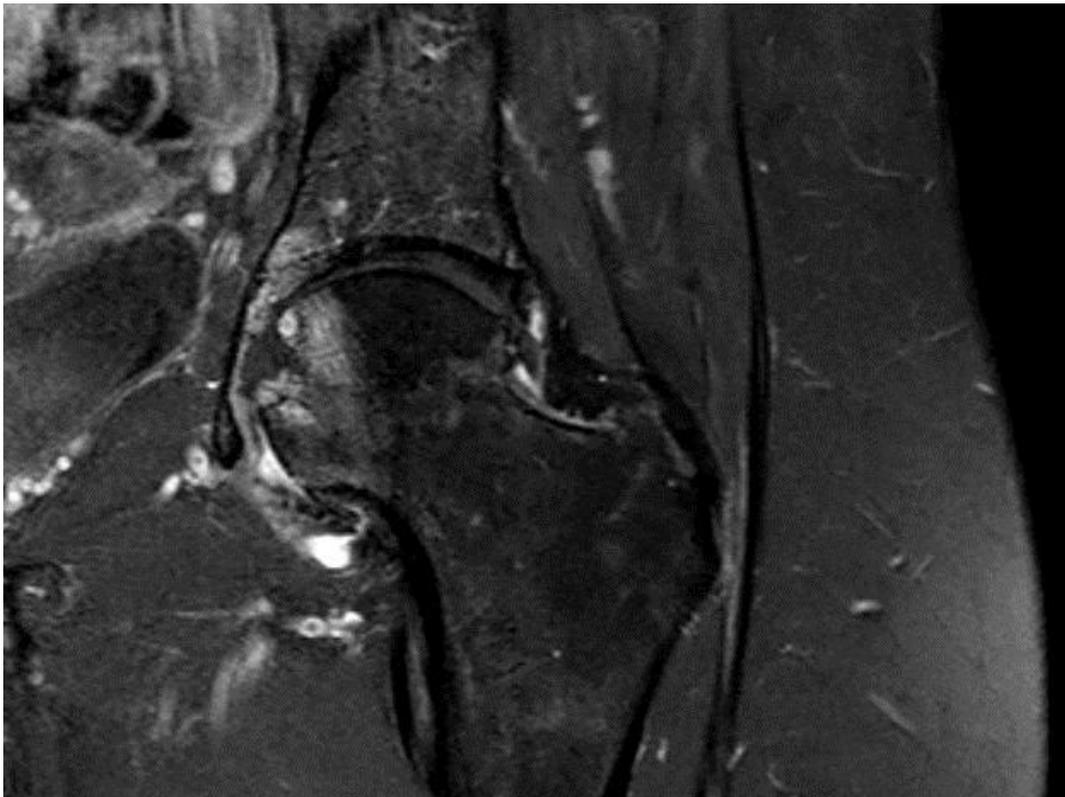


Abb. 79

Coxarthrose links Grad II bei einer 60-jährigen, weiblichen Patientin: angedeutete Knorpelminderung, Knochenmarködem im Hüftkopf, Abstützungsreaktion im Acetabulum, Gelenkerguss (3 Tesla, T1 + KM, koronar)

Ergebnisse

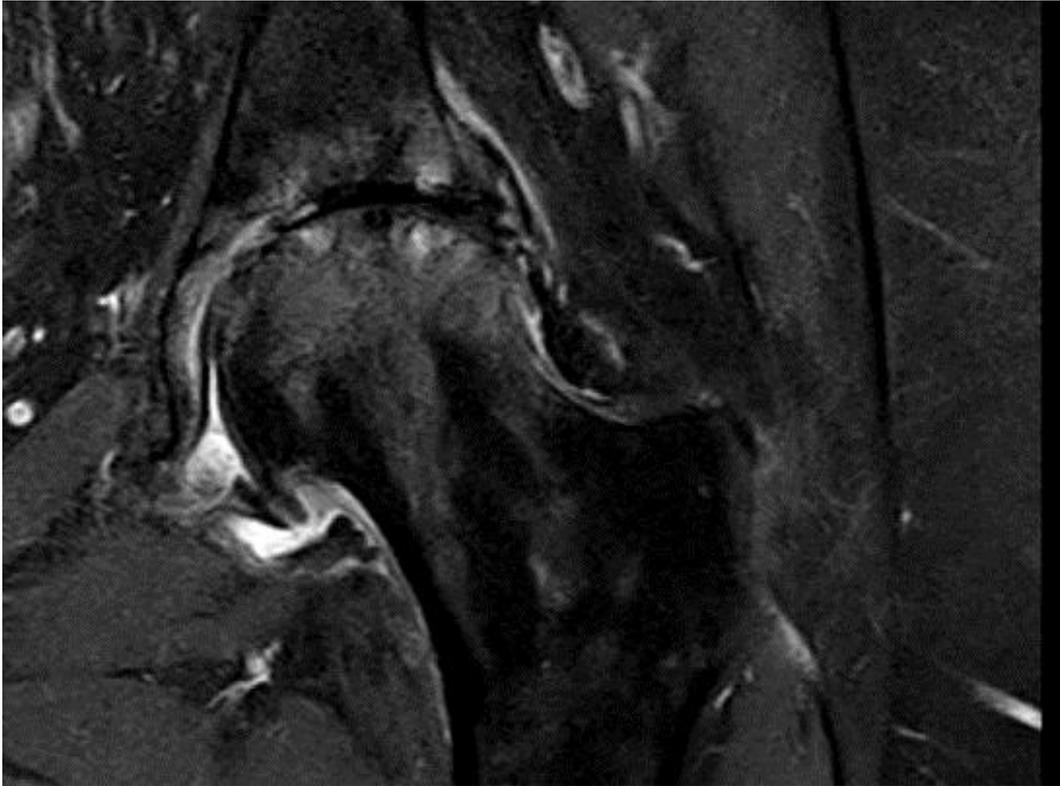


Abb. 80

Coxarthrose links Grad IV bei einer 69-jährigen, weiblichen Patientin: vollständiger Knorpelverlust, Knochenmarködem im Hüftkopf, Abstützungsreaktion im Acetabulum, Gelenkerguss (3 Tesla, T1 + KM, koronar)

Bei zwei Arthrosegraden wurde ein signifikanter Unterschied in der Verteilung zwischen männlichen und weiblichen Patienten erreicht. Von Arthrosegrad I waren vergleichsweise mehr Frauen (67,7 %) ($p= 0,023$) betroffen, von Arthrosegrad II hingegen mehr Männer (68,3 %) ($p= 0,012$).

Ergebnisse

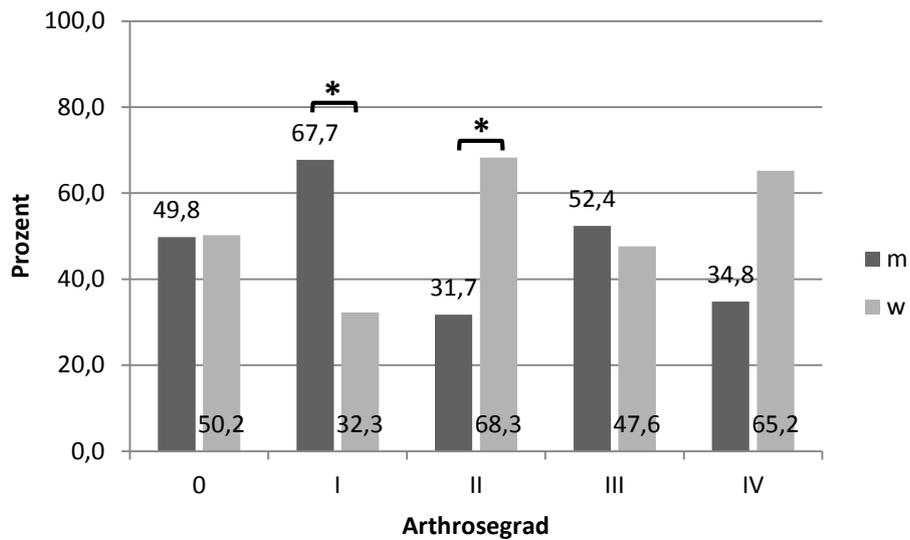


Abb. 81
Geschlechterverteilung der Arthrosegrade (n= 1000)

3.4.5 Mechanische Deformitäten

Bei 124 Patienten wurde eine Form der mechanischen Deformität (Coxa valga, Coxa vara, Hüftdysplasie, femoroacetabuläres Impingement) festgestellt. Diese trat mit 63,6 % häufiger auf derselben Seite auf wie periartikuläre Veränderungen (C= 0,221).

Ergebnisse

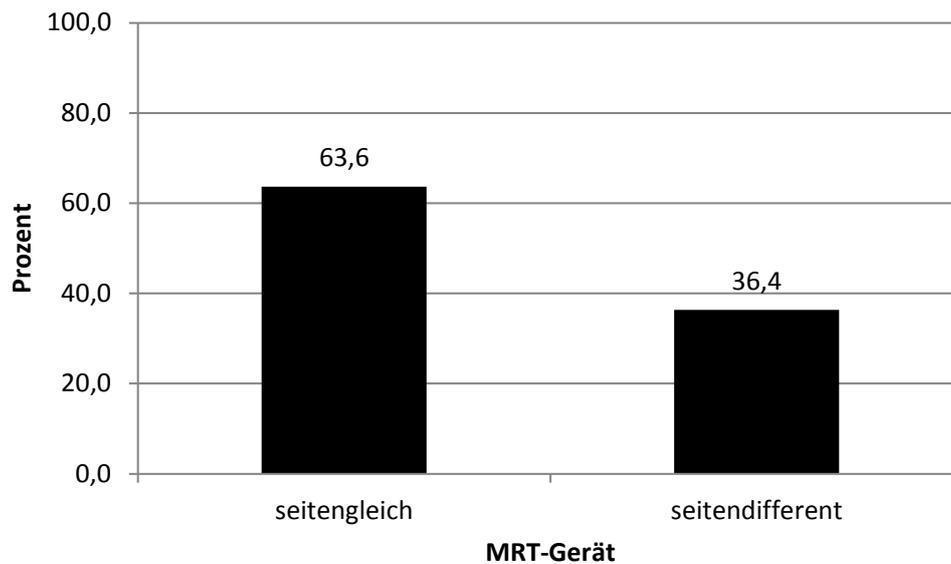


Abb. 82

Verteilung von seitengleichem bzw. seitendifferentem Auftreten von mechanischen Deformitäten zu periarthralen Veränderungen (n= 22)

Formen der mechanischen Deformitäten traten häufiger bei Frauen auf (62,1 %) ($p= 0,003$). Im Gegensatz zu den übrigen artikulären Veränderungen konzentrierten sich mechanische Deformitäten auf die unteren Altersgruppen (jeweils etwa 30 % bei den Unter-40-Jährigen und den 40- bis 49-Jährigen) und nahmen in der Folge in ihrem Anteil stetig ab ($p < 0,001$).

Ergebnisse

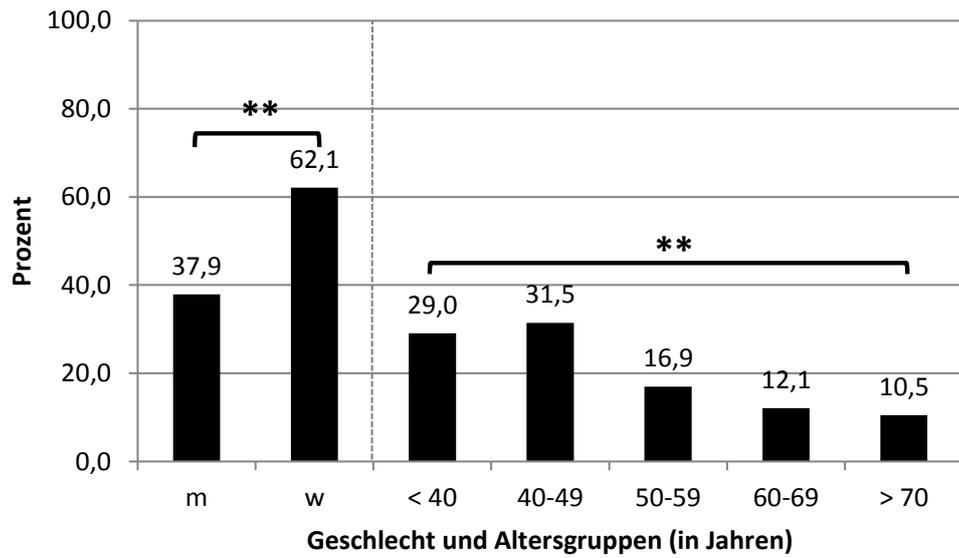


Abb. 83

Geschlechter- und Altersgruppenverteilung von mechanischen Deformitäten (n= 124)

Auch die Verteilung der Lokalisation der mechanischen Deformitäten wies Besonderheiten auf, sie traten häufiger beidseits und häufiger links auf.

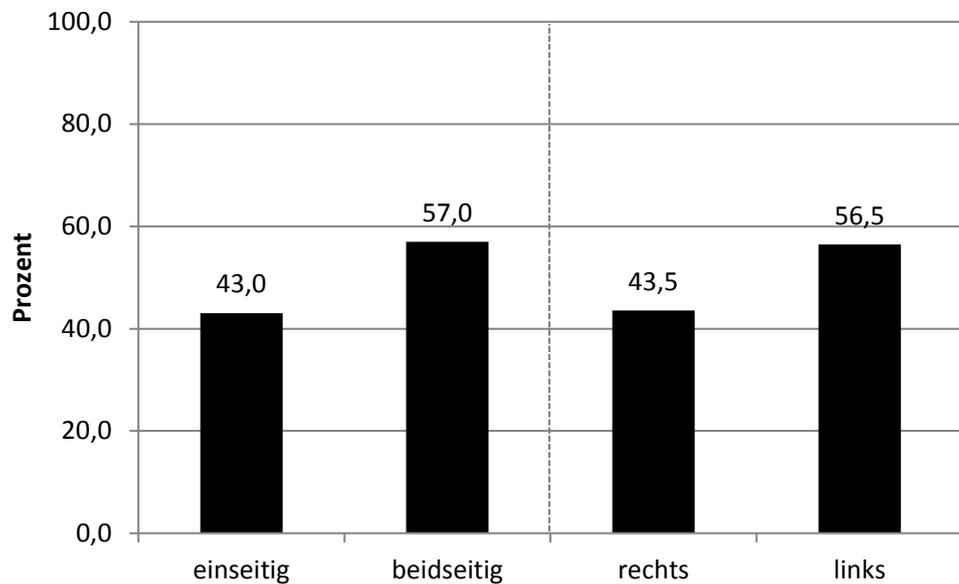


Abb. 84

Verteilung der Lokalisation von mechanischen Deformitäten (n= 124)

Ergebnisse

Mechanische Deformitäten der Hüfte betrafen überwiegend Frauen und Patienten in jüngerem Alter. Sie zeigten ein gehäuftes Auftreten auf der Seite von krankhaften Veränderungen der Hüftabduktoren.

3.4.6 Trochanter-Hochstand

Insgesamt konnten 85 Mal Hochstände des Trochanter major gesehen werden (d.h. die Spitze des Trochanters lag deutlich oberhalb der Hüftkopfmittle). Sie traten häufiger zusammen mit periartikulären Veränderungen auf (66,7 %) (C=0,188).

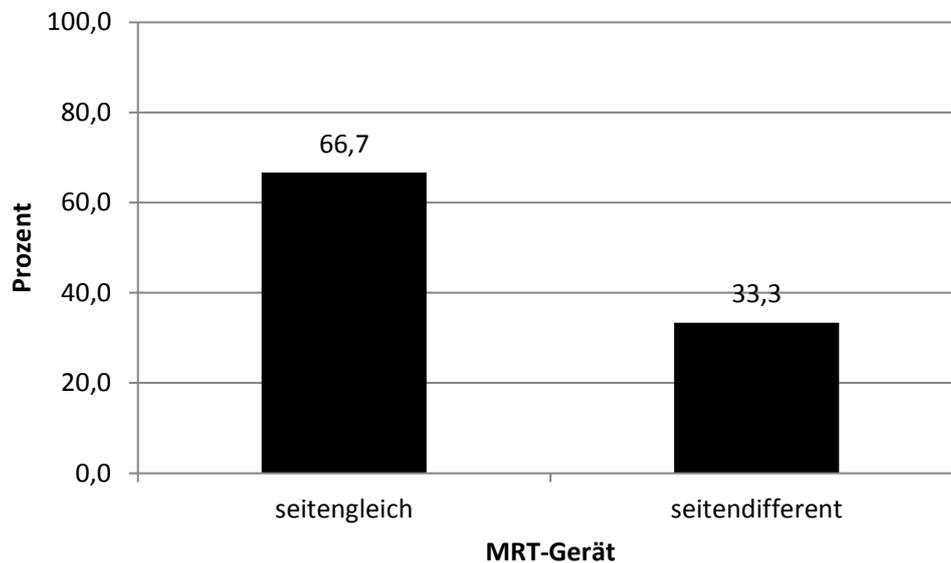


Abb. 85

Verteilung von seitengleichem bzw. seitendifferentem Auftreten von Hochständen des Trochanter major zu periartikulären Veränderungen (n= 15)

Frauen waren deutlich häufiger betroffen als Männer (68,2 % vs. 31,8 %) ($p < 0,001$), die Altersverteilung entsprach in etwa derjenigen der mechanischen Deformitäten. Mit zunehmendem Alter sank der Anteil der betroffenen Altersgruppe mit einem sehr leichten Anstieg bei den Über-70-Jährigen ($p = 0,002$).

Ergebnisse

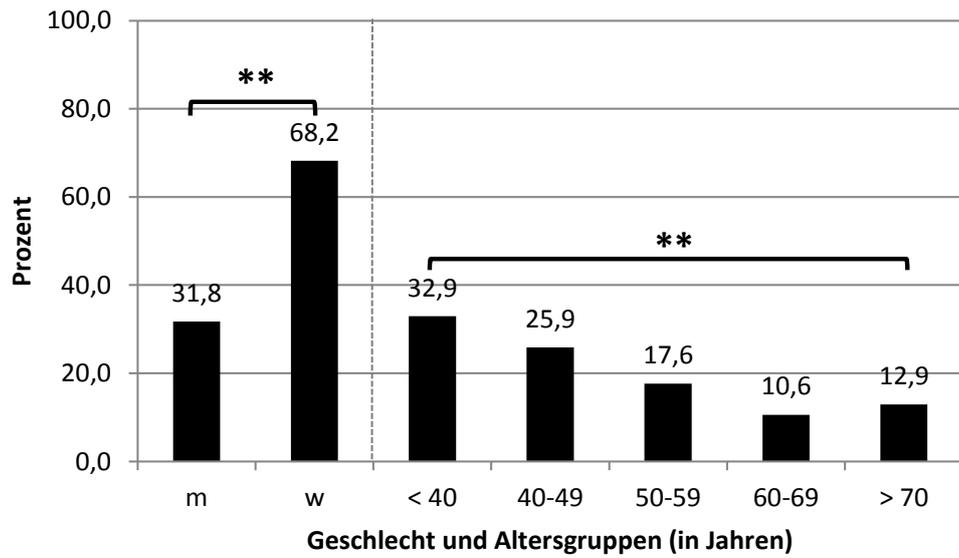


Abb. 86

Geschlechter- und Altersgruppenverteilung von Hochständen des Trochanter major (n= 85)

Trochanter-Hochstände waren etwas häufiger beidseits und links lokalisiert ohne Signifikanz.

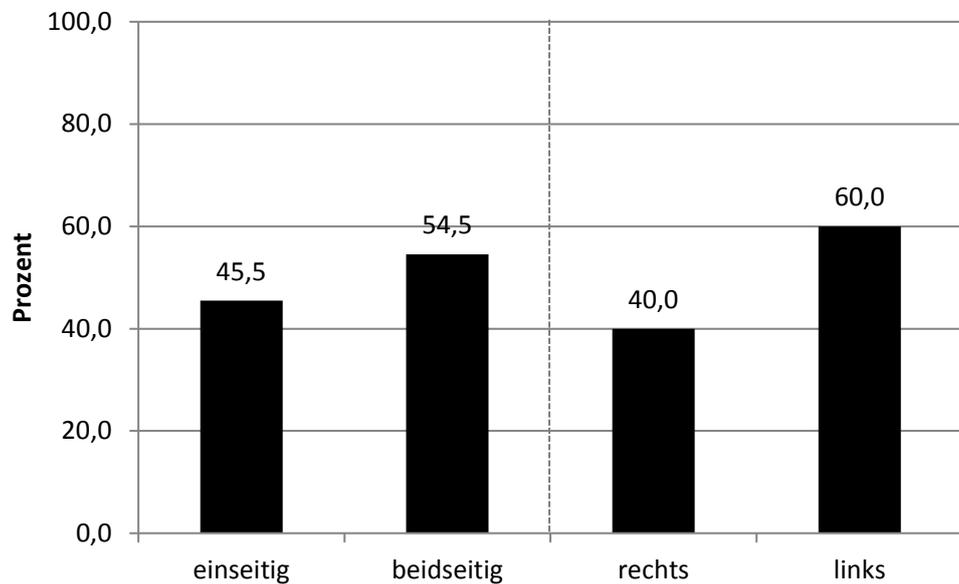


Abb. 87

Verteilung der Lokalisation von Hochständen des Trochanter major (n= 85)

Ergebnisse

3.4.7 Muskelatrophie

68 Patienten wiesen eine Atrophie des M. gluteus medius und/ oder M. gluteus minimus auf, die deutlich häufiger auf der von Abduktorenveränderungen betroffenen Hüftseite auftrat (80,0 %) (C= 0,324). Allerdings muss hier berücksichtigt werden, dass eine Muskelatrophie nur sehr eingeschränkt als Hinweis auf eine Läsion der Abduktoren herangezogen werden kann, da sie auch bei älteren Patienten, mangelnder Bewegung, peripherer Neuropathie und Arthrose auftritt.⁷

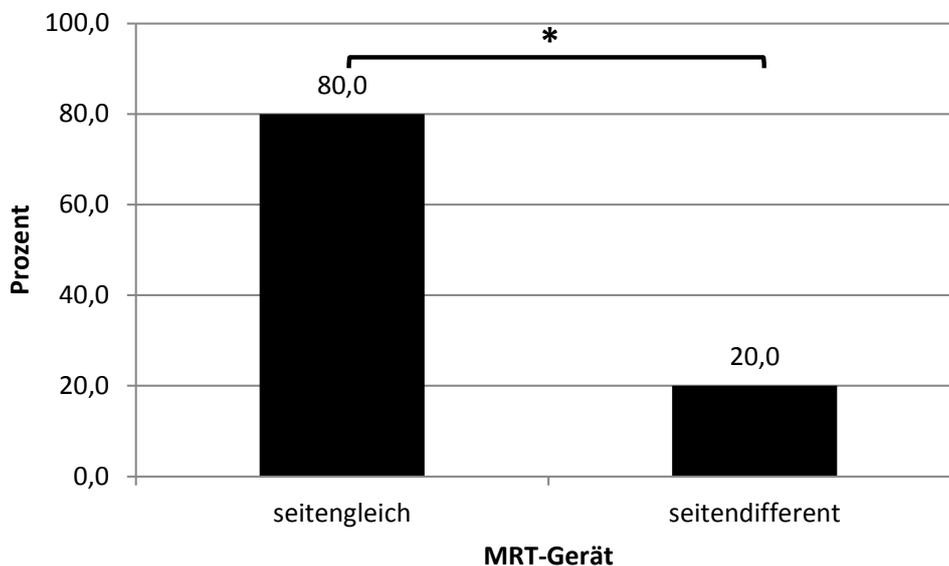


Abb. 88

Verteilung von seitengleichem bzw. seitendifferentem Auftreten von Muskelatrophien zu periartikulären Veränderungen (n= 40)

Weibliche Patienten waren überwiegend betroffen (82,4 %), der Anteil der betroffenen Altersgruppe stieg jeweils sprunghaft ab der Altersgruppe der 50- bis 59-Jährigen (von 1,5 % auf 10,3 % auf 38,2 %) ($p < 0,001$).

Ergebnisse

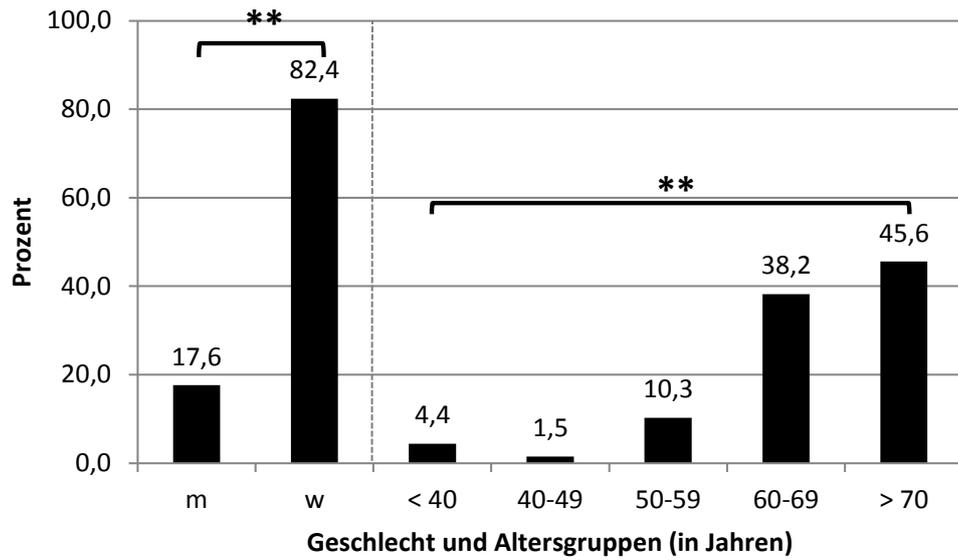


Abb. 89
Geschlechter- und Altersgruppenverteilung von Muskelatrophien (n= 68)

Bzgl. der Lokalisation der Muskelatrophien ergaben sich keine signifikanten Unterschiede.

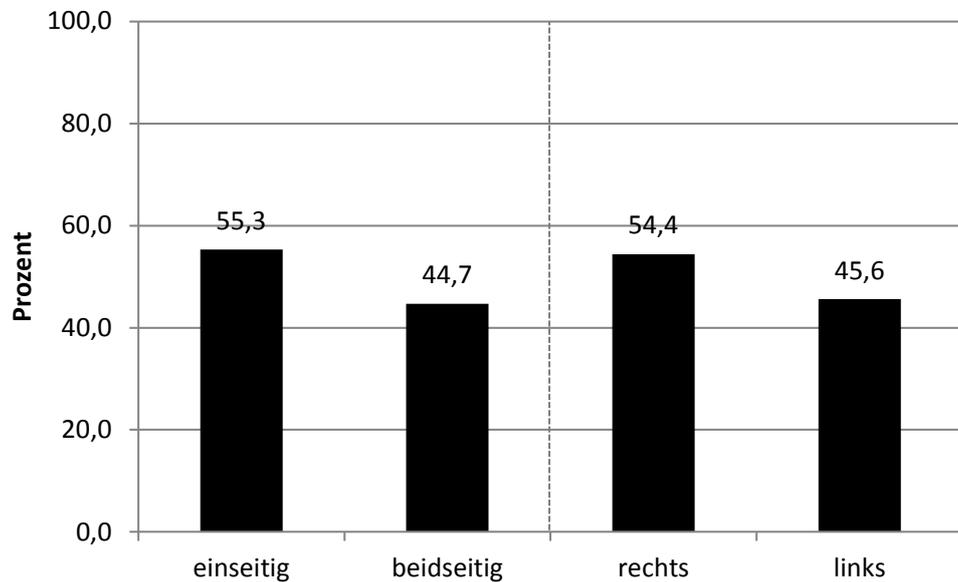


Abb. 90
Verteilung der Lokalisation von Muskelatrophien (n= 68)

Ergebnisse

Muskelatrophien betrafen hauptsächlich weibliche Patienten und Patienten im hohen Lebensalter, sie traten häufiger im Zusammenhang mit krankhaften Veränderungen der Hüftabduktoren auf.

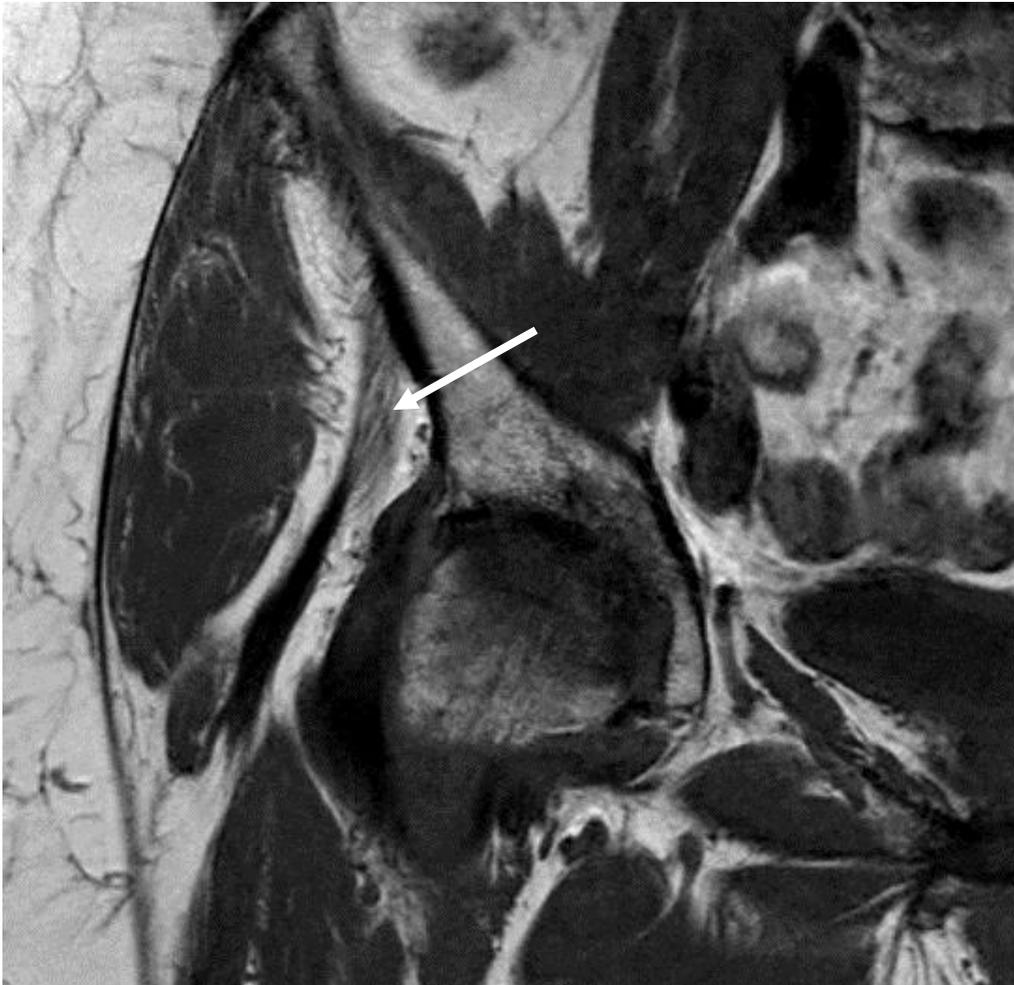


Abb. 91

Deutliche Atrophie der Hüftabduktoren (Pfeil) bei einer 74-jährigen weiblichen Patientin (zur genauen Differenzierung wird eine zweite Ebene benötigt) mit Hyperintensität und Volumenverlust des betroffenen Muskels (3 Tesla, T1, koronar)

3.4.8 Trochanterosteophyten

Trochanterosteophyten kamen bei zehn Patienten vor und zwar fast immer auf der Hüftseite, die auch Veränderungen der Abduktoren aufwies (C= 0,176).

Ergebnisse

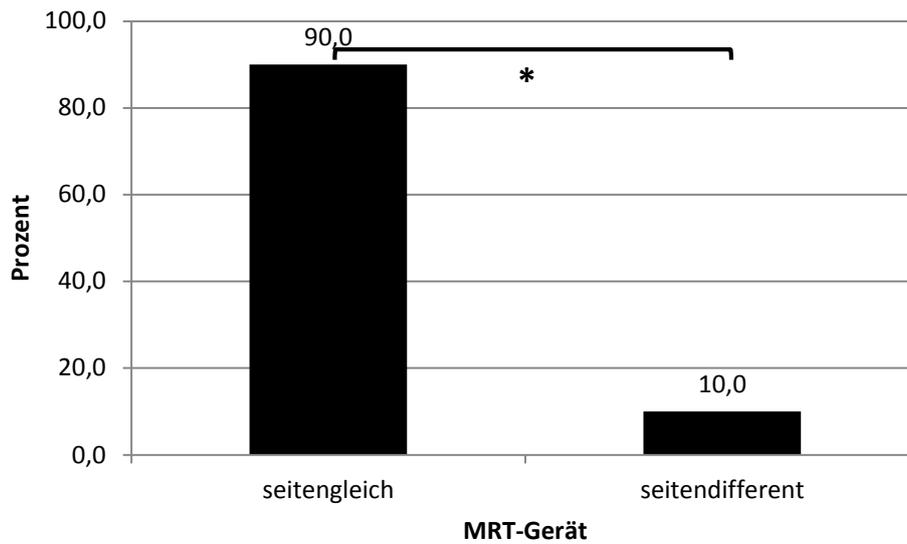


Abb. 92

Verteilung von seitengleichem bzw. seitendifferentem Auftreten von Trochanterosteophyten zu periartikulären Veränderungen (n= 10)

Zwischen Männern und Frauen konnte in Bezug auf das Vorkommen von Trochanterosteophyten kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Die Osteophyten kamen zu 38,5 % in der Altersgruppe der 60- bis 69-Jährigen vor und zu 53,8 % bei den Über-70-Jährigen ($p= 0,002$).

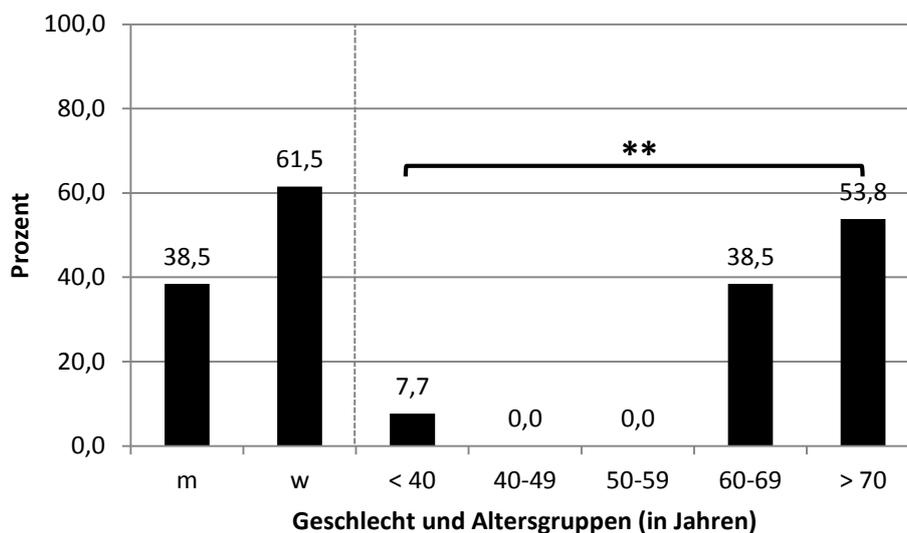


Abb. 93

Geschlechter- und Altersgruppenverteilung von Trochanterosteophyten (n= 10)

Ergebnisse

Die Osteophyten waren häufiger einseitig und rechts zu finden, erreichten aber hierbei aufgrund der geringen Gesamtzahl keine Signifikanz.

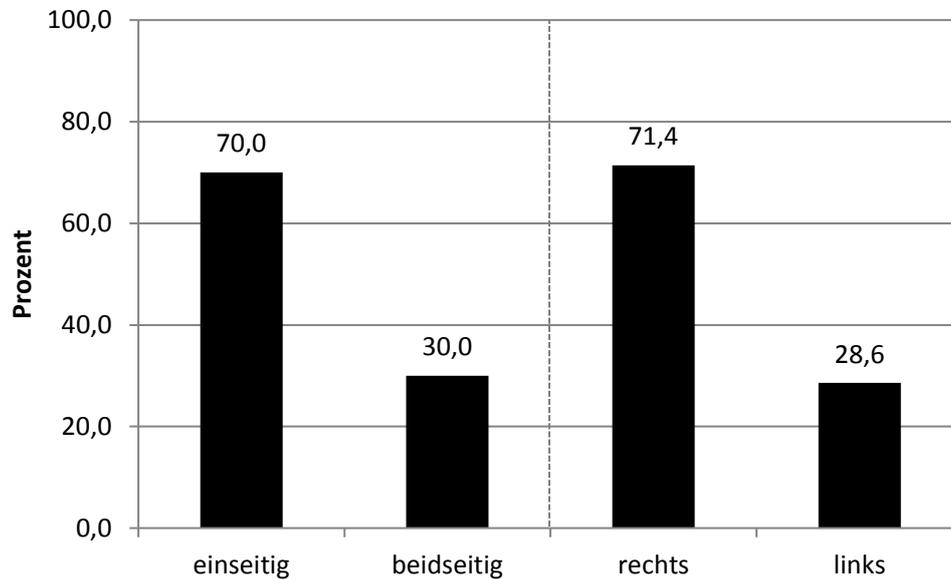


Abb. 94

Verteilung der Lokalisation von Trochanter-Osteophyten (n= 10)

Osteophyten im Bereich des Trochanter major zeigten einen deutlichen Zusammenhang mit gleichseitigen krankhaften Veränderungen der Hüftabduktoren. Zudem betrafen sie hauptsächlich Patienten im hohen Lebensalter.

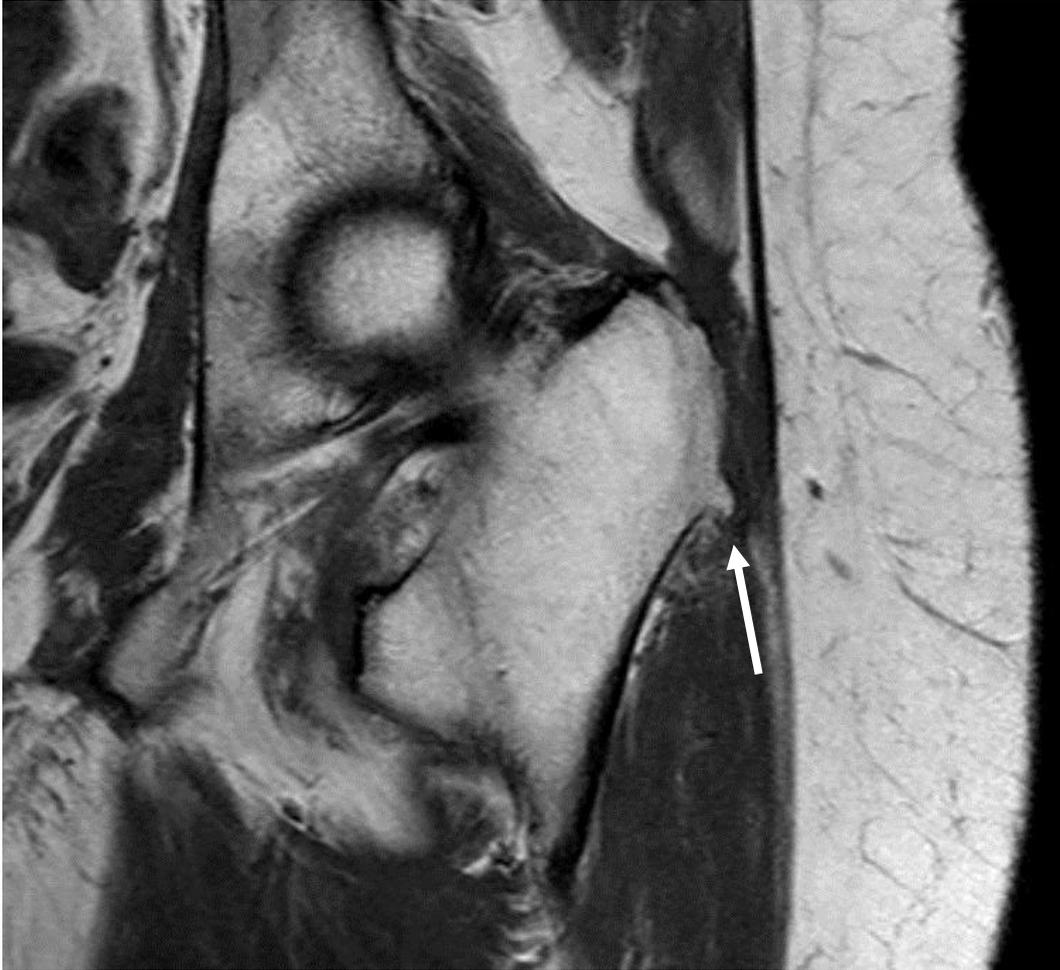


Abb. 95
Trochanterosteophyt links (Pfeil) bei einer 74-jährigen weiblichen Patientin (3 Tesla, T1 TSE, koronar)

3.4.9 Hüft-TEP

Unter den Patienten waren nur 12 Träger einer jeweils einseitigen Hüft-TEP, sodass keine eindeutige Aussage getroffen werden kann, ob ein Zusammenhang mit Abduktorenveränderungen besteht.

Ergebnisse

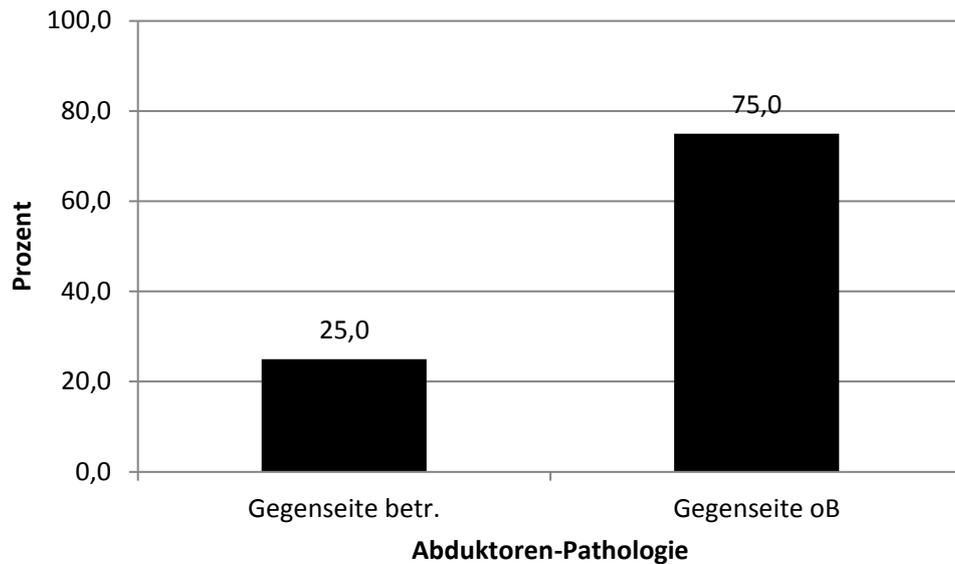


Abb. 96

Verteilung von seitengleichem bzw. seitendifferentem Auftreten einer Hüft-TEP zu periartikulären Veränderungen (n= 12)

Fazit:

Die Auswertungen ergaben insgesamt einen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Auftreten von intraartikulären Veränderungen des Hüftgelenks und krankhaften Veränderungen der Hüftabduktoren. Alle intraartikulären Veränderungen traten häufiger auf der Hüftseite mit periartikulären Veränderungen auf, erreichten dabei jedoch aufgrund der teilweise niedrigen Gesamtzahlen nicht immer das Signifikanzniveau. Am stärksten war der Zusammenhang mit periartikulären Veränderungen bei Coxarthrosen (signifikant), Gelenkergüssen und Muskelatrophien (signifikant) ausgeprägt. Zudem war auch das gemeinsame Auftreten mit Trochanterosteophyten signifikant.

Ergebnisse

3.5 Unterschiede zwischen den MRT-Geräten

Während der Auswertung ergaben sich unerwartete Unterschiede zwischen den MRT-Geräten mit 3 Tesla und dem 1,5 Tesla-Gerät.

3.5.1 Hüftabduktoren

Hinsichtlich der relativen Anzahl der Patienten mit einer krankhaften Veränderung der Hüftabduktoren gab es keinen signifikanten Unterschied zwischen den Geräten (23,8 vs. 23,6 %). Allerdings wurden im 3 Tesla-Gerät insgesamt mehr Signalveränderungen erkannt (15,5 vs. 11,5 %) ($p= 0,017$).

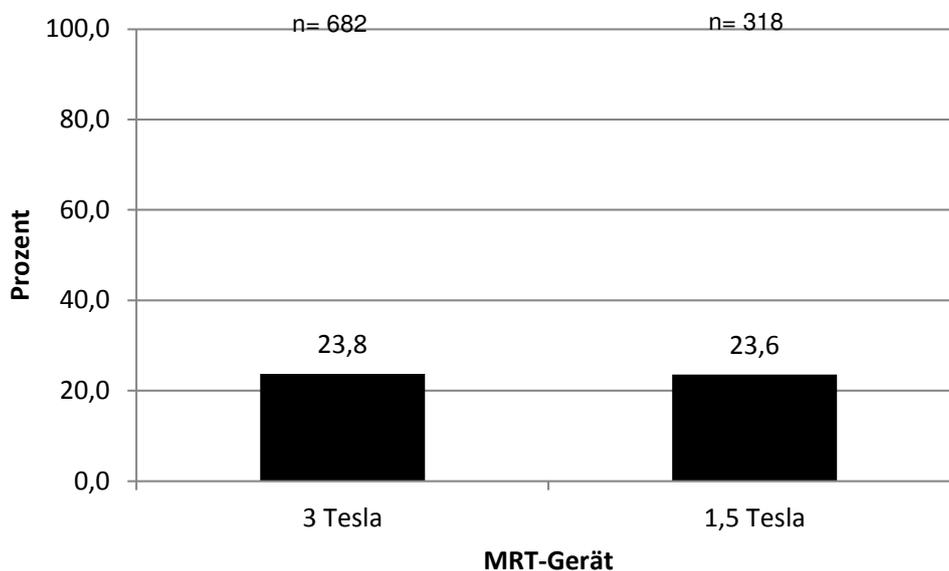


Abb. 97

Verteilung der Abduktorenveränderungen in Abhängigkeit vom MRT-Gerät (n= 1000)

Ergebnisse

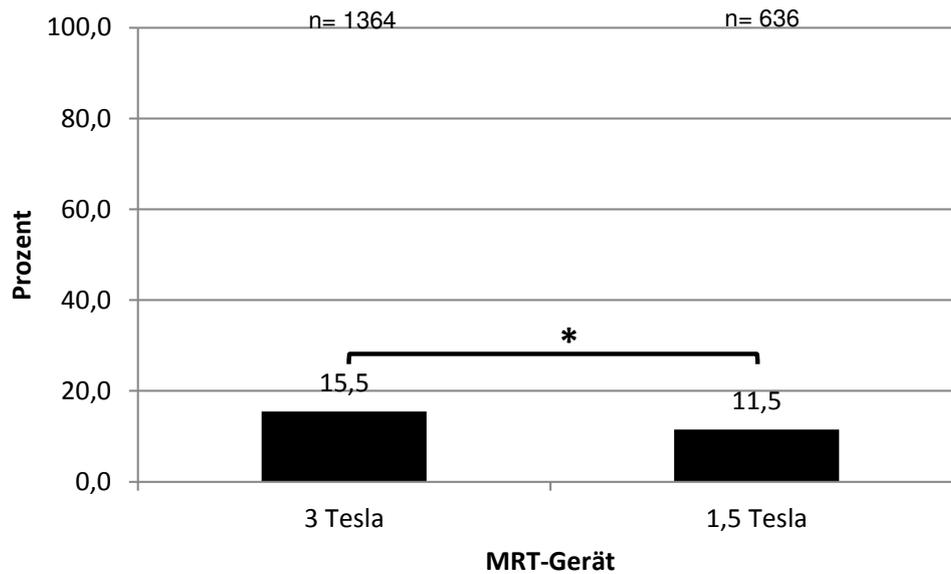


Abb. 98

Verteilung der Signalveränderungen in den Hüftabduktoren in Abhängigkeit vom MRT-Gerät (n= 2000)

Deutliche Differenzen zeigten sich in den unten gekennzeichneten Kategorien. Bursitiden wurden häufiger im 1,5 Tesla-Gerät gesehen (30,6 vs. 18,6 % ($p < 0,001$)), dies betraf sowohl die isoliert vorkommenden Bursitiden als auch die, die gleichzeitig mit einer krankhaften Sehnenveränderung auftraten. Im 3 Tesla-Gerät kamen Rupturen (1,0 %) und Teilrupturen (13,1 %) vor (Ab. 63 und 64), die im 1,5 Tesla-Gerät nicht gesehen wurden ($p < 0,001$).

Der M. gluteus minimus war im 3 Tesla-Gerät häufiger von Signalveränderungen betroffen, sowohl insgesamt (37,9 vs. 8,2 %) ($p < 0,001$), als auch isoliert (11,5 vs. 0,0 %) ($p = 0,005$) und in Kombination mit dem M. gluteus medius (42,6 vs. 9 %) ($p < 0,001$). Im 1,5 Tesla-Gerät entfielen die Signalveränderungen fast ausschließlich auf den M. gluteus medius allein (91,8 %) ($p < 0,001$).

Ergebnisse

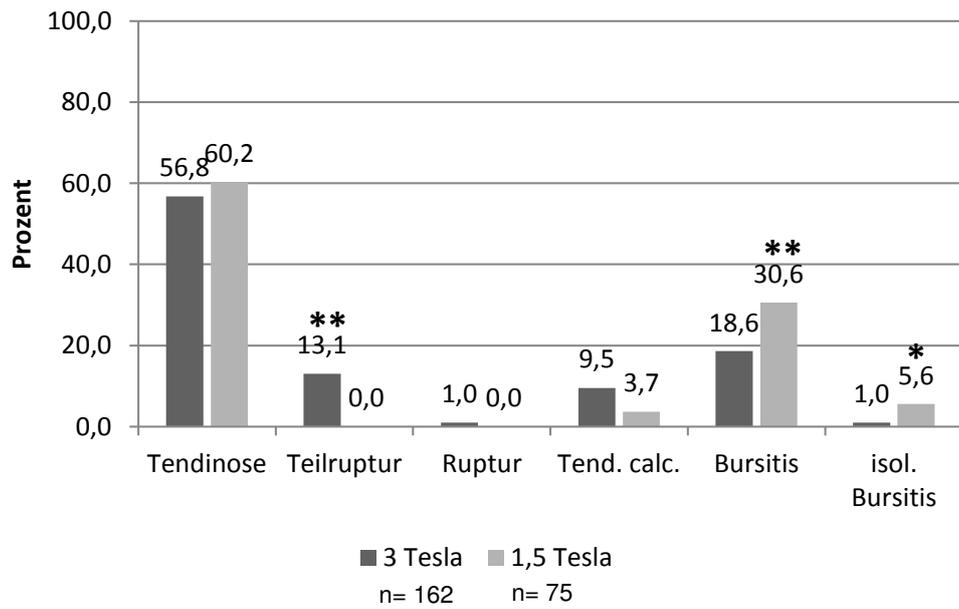


Abb. 99

Verteilung der Arten der krankhaften Veränderung der Hüftabduktoren in Abhängigkeit vom MRT-Gerät

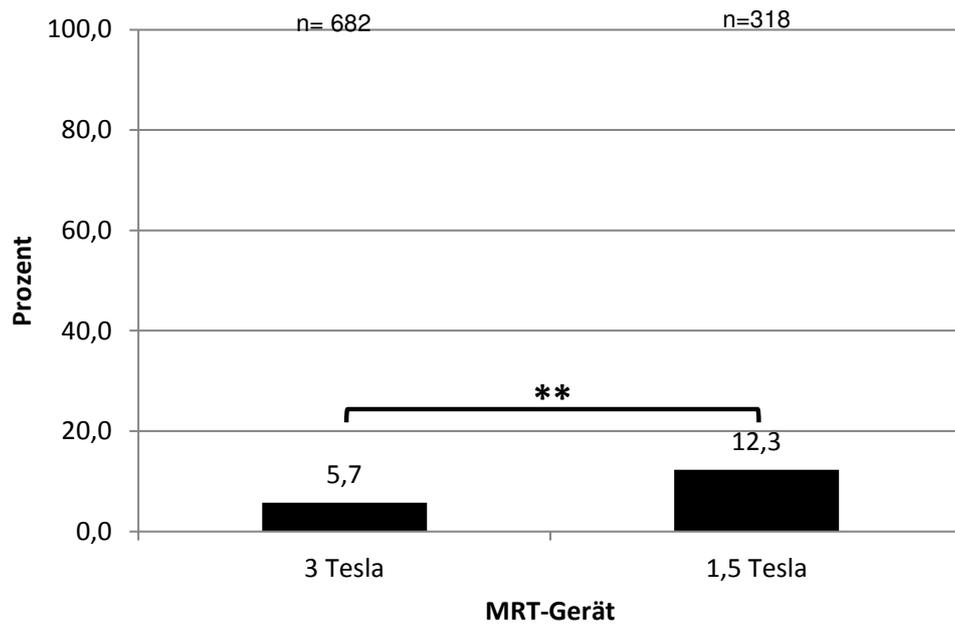


Abb. 100

Verteilung der Bursitis trochanterica in Abhängigkeit vom MRT-Gerät (n= 1000)

Ergebnisse

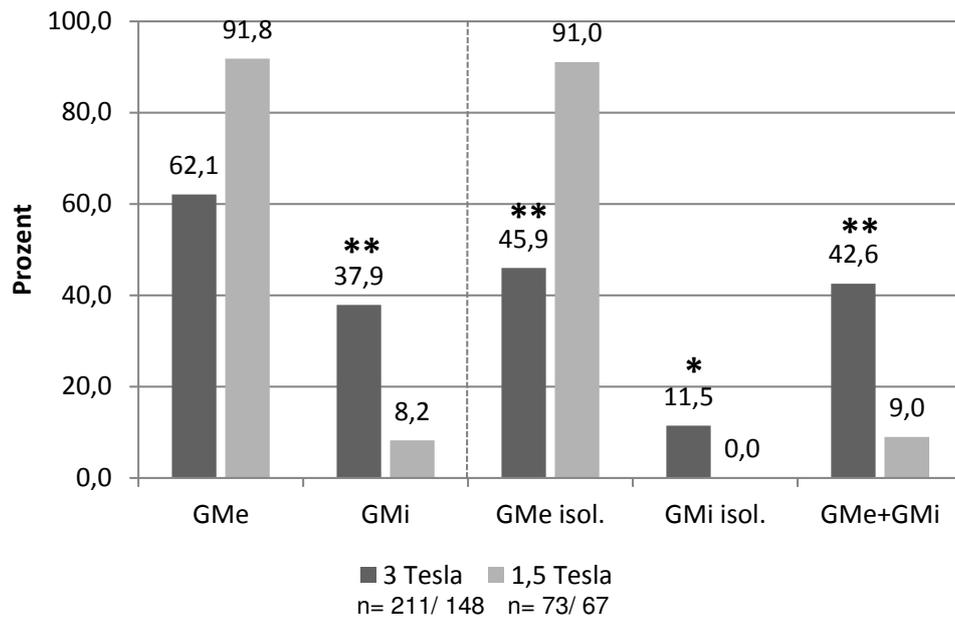


Abb. 101

Verteilung der Signalveränderungen in den Hüftabduktoren auf die einzelnen Muskeln in Abhängigkeit vom MRT-Gerät

3.5.2 Intraartikuläre Veränderungen

Insgesamt wurden im 3 Tesla-Gerät sehr viel mehr intraartikuläre Veränderungen erkannt (36,7 vs. 26,4 %) ($p= 0,001$), wobei diese Differenz in den Merkmalen Arthrose ($p= 0,010$), mechanische Deformität ($p= 0,006$) und Trochanter-Hochstand ($p= 0,015$) sowie Muskelatrophie ($p= 0,040$) signifikant war.

Ergebnisse

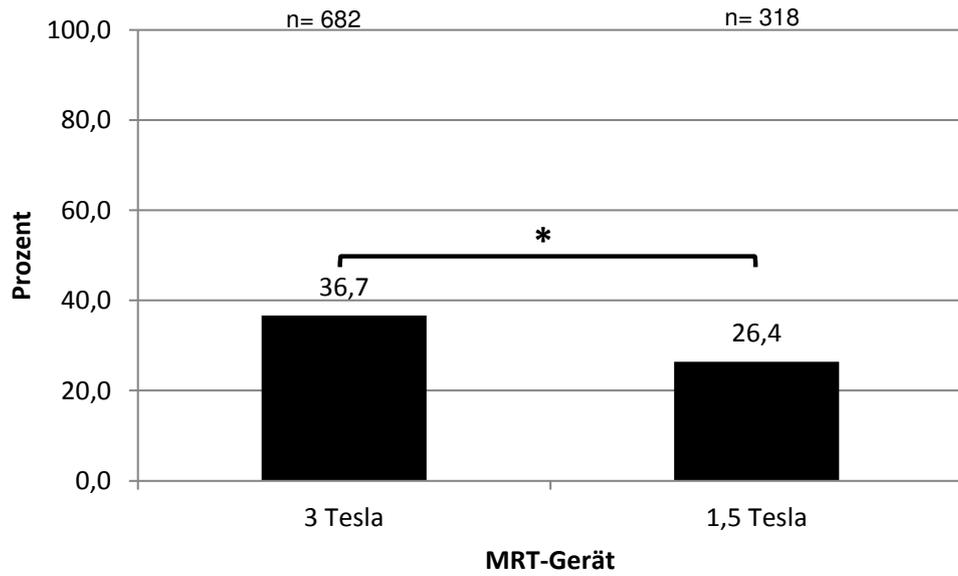


Abb. 102

Verteilung der intraartikulären Veränderungen in Abhängigkeit vom MRT-Gerät (n= 1000)

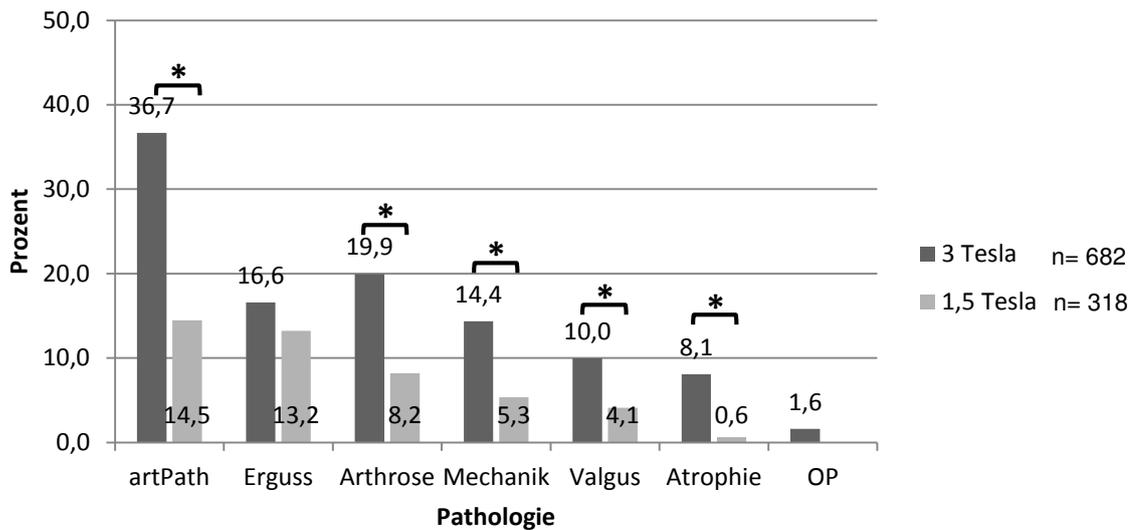


Abb. 103

Verteilung der intraartikulären Veränderungen in Abhängigkeit vom MRT-Gerät (n= 1000)

4 Diskussion

4.1 Die „Bursitis trochanterica“ als reaktives Geschehen

Insgesamt waren 224 von 1000 Hüften (22,4 %) von krankhaften Veränderungen im Ansatzbereich der Hüftabduktoren betroffen. Nur 8 von 1000 untersuchten Hüften (0,8 %) zeigten eine isolierte Bursitis trochanterica ohne begleitende Veränderungen der umgebenden Weichgewebe. Der Anteil der Bursitiden an den krankhaften Veränderungen betrug 32,9 % (78), allerdings kamen 89,7 % (70) von ihnen nicht isoliert, sondern begleitend zu einer krankhaften Sehnenveränderung vor und können somit als reaktive Bursitiden interpretiert werden. Diese Beobachtungen zeigen, dass die im Klinik- und Praxisalltag häufig diagnostizierte „Bursitis trochanterica“ nur selten ohne begleitende Sehnenveränderungen vorkommt. Es ist anzunehmen, dass die Diagnose „Bursitis trochanterica“ die krankhaften Veränderungen im Bereich des Trochanter major in der überwiegenden Zahl der Fälle nur unzureichend beschreibt bzw. erfasst.

Umgekehrt kamen krankhafte Veränderungen im Trochanterbereich in 65 % der Hüftgelenke ohne abbildbare Bursitis trochanterica vor. Sehnenveränderungen sind also keineswegs regelhaft von einer Bursitis begleitet, nämlich nur bei 35%, während sich in 65% der Fälle die Sehnenveränderungen ohne Bursitis präsentierte. Umgekehrt ist die Bursitis ganz überwiegend mit einer Sehnenalteration vergesellschaftet (90%).

Diskussion

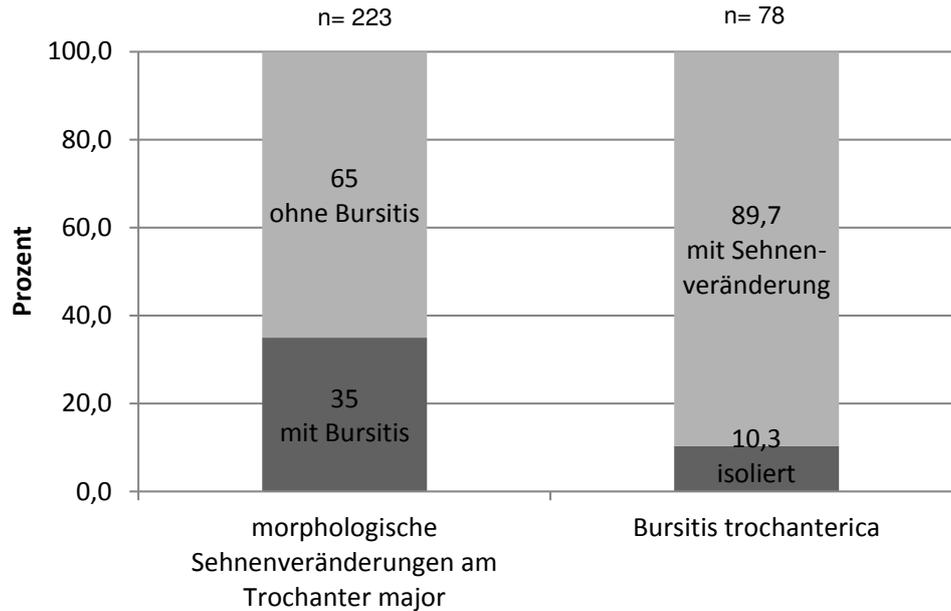


Abb. 104

links: Bestanden krankhafte Veränderungen im Bereich der Abduktorensehnen (223 Fälle), ließ sich bei 78 Fällen (35 %) gleichzeitig eine Bursitis nachweisen.

rechts: Bestand eine Bursitis (78 Fälle), ließen sich bei 70 Fällen (90 %) gleichzeitig krankhafte Veränderungen im Bereich der Abduktorensehnen nachweisen.

Sieht man von Bursitiden durch direktes Anpralltrauma oder repetitive Kompression, systemisch-rheumatische Synovialitiden und sehr seltene tumoröse Krankheiten ab, gelten Bursitiden als reaktive Begleiterscheinung ganz unterschiedlicher lokaler Alterationen: Knochensporne, Knochendeformitäten, Sehnen Degeneration und – ruptur, Sehnenkalzifikation etc. Im klinischen Alltag wird die Bursitis trochanterica jedoch meist als Krankheit sui generis aufgefasst, die Suche nach zugrundeliegenden Ursachen unterbleibt dementsprechend überwiegend.⁴⁴

In bisherigen Publikationen zu den Hüftabduktoren schwanken die Aussagen zur Häufigkeit von Bursitiden stark, aber Einigkeit herrscht darin, dass die Bursitiden fast ausschließlich als Begleiterscheinungen von Tendinosen^{21,25} und ganz besonders von Rupturen auftreten.^{7,32,33}

Von Raman⁴⁵ wurde der Zusammenhang zwischen Rheumatoider Arthritis und Bursitis trochanterica untersucht. 15 % der Patienten mit RA und Hüftschmer-

Diskussion

zen waren von einer Bursitis betroffen, die als primär entzündlich-rheumatisch interpretiert wurde. Die Hüftabduktoren fanden hier jedoch keine Berücksichtigung in der Beurteilung.

Erste Aufzeichnungen über eine Auseinandersetzung mit Schmerzen im Bereich des Trochanter major stammen von Stegemann aus dem Jahr 1923. Er identifizierte den Trochanter major als Ausgangspunkt für Beschwerden in der seitlichen Hüftregion, wobei er eine Bursitis trochanterica als Schmerzursache annahm. Außerdem verglich er in Bezug auf die Tendinosis calcarea Schulter und Hüfte.⁴⁶

Bereits 1958 wurde die Diagnose Bursitis trochanterica als Krankheit sui generis kritisch betrachtet. Für Carpenter¹⁶ war die Diagnose unpräzise; er machte darauf aufmerksam, dass auch Kalzifizierungen und chronisch-degenerative Läsionen der Sehnen mit Mikrotraumen und Entzündungsreaktionen zu Schmerzsymptomen im Bereich des Trochanter major führen können. Zeitgleich sprach Leonard⁴⁷ von einem „Trochanter-Syndrom“ und wies diesem die drei Entitäten kalzifizierende Tendinitis, nicht-kalzifizierende Tendinitis und Bursitis zu.

1961 führte Gordon²⁴ diese Gedanken weiter aus. Auch er ordnete die Bursitis trochanterica als sekundäre Reaktion auf kleine Verletzungen oder wiederholte Mikrotraumen der Abduktorsehnen mit nachfolgenden degenerativen Veränderungen ein. Ein besonderes Augenmerk legte er auf die Entstehung von Kalzifizierungen, wobei er zwischen der Schulter und der Hüfte verglich. Die Bursitis entstehe als entzündliche Reaktion der Umgebung. Die erschwerte Diagnostik einer Bursitis als Folge von Kalzifizierungen im Bereich der Hüfte gegenüber der Schulter erklärte Gordon mit der starken Muskelschicht der Mm. glutei, die Kalzifizierungen vor externen Triggern wie Stürzen oder Traumen abschirmen und das Entstehen von Schmerzen hinauszögern würde.

Die Bezeichnung „rotator cuff of the hip“ tauchte erstmals 1997 in einer Veröffentlichung von Bunker³³ und zwei Jahre später bei Kagan⁴⁸ auf.

4.1.1 Bunker (1997): Rotator-cuff tear of the hip³³

Im Rahmen der endoprothetischen Versorgung von Schenkelhals-Frakturen entdeckte Bunker präoperativ unbekannte Rupturen in den Sehnenansätzen der Mm. glutei medius und minimus am Trochanter major und führte daraufhin eine prospektive Studie zu derartigen Rupturen durch.

Bei 22 % der 50 operierten Patienten konnten Rupturen diagnostiziert werden. Diese zeigten sich bei Implantation der Hüft-Endoprothese über den direkten lateralen Zugang nach Hardinge. Hierbei wird die Fascia lata durch einen Längsschnitt eröffnet und anschließend der darunter liegende M. gluteus medius zusammen mit dem M. vastus lateralis im vorderen Drittel gespalten.⁴⁹ Bei der Trennung des anterioren Muskellappens vom posterioren Anteil des M. gluteus medius wurden die Rupturen sichtbar. Sie befanden sich in der gemeinsamen Sehne des M. gluteus medius und minimus, stellten sich zirkulär oder oval dar und waren oftmals von einer Bursitis trochanterica begleitet, die Bursae subgluteae media et minima wurden nicht erwähnt. Durch den jeweiligen Sehndefekt war die Oberfläche des Trochanter major zu sehen, der fast immer eine reaktive Sklerose und Osteophyten aufwies.

Bunker vermutete, dass kleinere Rupturen den Ansatz des M. gluteus minimus betreffen, größere Rupturen zudem das vordere Drittel des M. gluteus medius mit einschließen. Seiner Beobachtung nach kamen Rupturen der Hüftabduktoren häufiger bei Patienten mit einer Schenkelhalsfraktur als bei Arthrose-Patienten vor. Da das Patientenkollektiv, das eine Hüft-Endoprothese nach Schenkelhalsfrakturen erhält, ein höheres Lebensalter aufweise als das mit Prothesen aufgrund einer Arthrose, könne man laut Bunker in Analogie zum Patientenkollektiv mit Rotatorenmanschettenrupturen davon ausgehen, dass sowohl Rupturen der Rotatorenmanschette als auch Rupturen des M. gluteus medius und minimus vermehrt mit zunehmendem Alter auftreten.

Diskussion

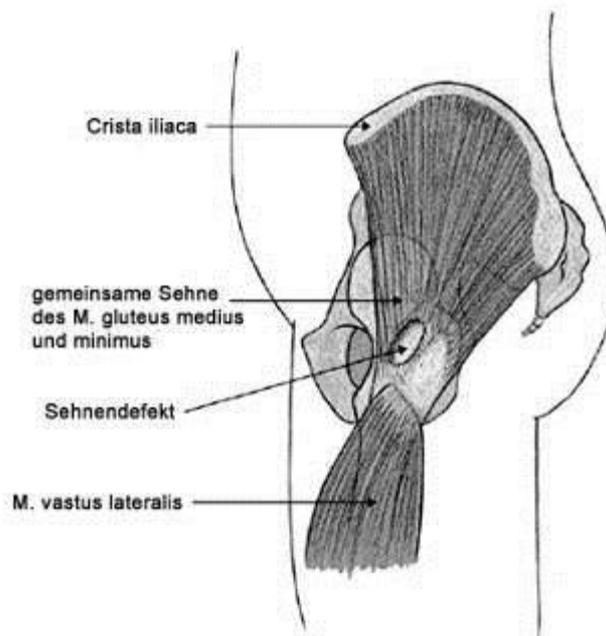


Abb. 105

Schematische Zeichnung einer Ruptur in der gemeinsamen Sehne des M. gluteus medius und minimus
Modifiziert nach: Bunker, T.D., Esler, C.N. & Leach, W.J., 1997. Rotator-cuff tear of the hip. J Bone Joint Surg Br, 79(4), pp. 618–620.

4.1.2 Kagan (1999): Rotator cuff tears of the hip⁴⁸

Kagan beschrieb zwei Jahre später als Bunker den Zufallsbefund von Rupturen der Gluteus-medius-Sehne, den er bei Patienten erhob, die eine operative Verlängerung des Tractus iliotibialis erhielten. Diesen Eingriff führte er bei therapieresistenten Trochanterschmerzen durch, um durch eine Entlastung des peritrochanteren Raumes Schmerzlinderung zu erzeugen.

Kagan stellte im Rahmen derartiger Eingriffe bei 7 Patienten Rupturen der Gluteus-medius-Sehne fest. Die zugehörigen MRT-Befunde zeigten jeweils eine Signalveränderung in der betroffenen Sehne, teilweise mit Diskontinuität der Fasern. Als Begleiterscheinung fand sich stets eine Bursitis trochanterica, bei einem der sieben Patienten wurde zudem Flüssigkeit zwischen M. gluteus medius und minimus beschrieben, ohne dass diese einer Bursa zugeordnet oder im Rahmen einer Bursitis interpretiert wurde.

Diskussion

Die Sehnenrupturen wurden intraoperativ über einen posterolateralen Zugang versorgt. Die Inzision wurde dabei so durchgeführt, dass der gesamte Trochanter major sichtbar war. Nach Öffnung der Fascia lata wurde der Ansatz des M. gluteus medius zunächst visuell auf Defekte untersucht. Im Anschluss folgte die Entfernung der synovialen Bedeckung des M. gluteus medius, seine Sehne wurde erneut inspiziert und zusätzlich palpirt. Bei einem Defekt der Sehne wurde diese durch parallele Inzision zu den Muskelfasern freigelegt, eventuell vorhandenes nekrotisches Gewebe wurde debridiert. Teilrupturen der Gluteus-Medius-Sehne wurden in Seit-zu-Seit-Technik vernäht, bei Ablösung des Sehnenansatzes vom Trochanter major erfolgte eine Refixation mit kräftigem Nahtmaterial oder Ankern. Die Fascia lata wurde offen gelassen. Die operative Versorgung der Rupturen der Gluteus-Medius-Sehne erzielte gute Langzeitergebnisse, nach 45 Monaten waren alle Patienten schmerzfrei.

Woodley²⁵ und Bird²¹ zeigten eindrücklich in ihren bildgebenden Studien, dass eine Bursitis trochanterica sekundär bei Läsionen der Abduktoreninsertion am Trochanter major entsteht. Eine isolierte Bursitis konnte nur asymptomatischen Patienten zugeordnet werden und betraf ausschließlich die Bursa trochanterica, nicht die Bursa subglutea media oder minima. Die Befunde der Patienten mit Trochanter-Schmerzsyndrom hingegen zeigten eine Bursitis aller drei Bursae in Verbindung mit einer Sehnenveränderung. Anzumerken ist hier, dass eine eindeutige Identifizierung der Bursae subluteae media et minima häufig nicht möglich ist. Dies wird auch in den MRT-Studien von Pfirrmann¹⁰ und Williams¹⁴ betont; die Bursa trochanterica sei stets gut abzugrenzen, die Bursae subluteae media et minima hingegen seien kaum bis schlecht zu identifizieren, insbesondere die Differenzierung zwischen den beiden Bursae sei äußerst schwierig. Auch in der eigenen Arbeit wurde aufgrund der großen Unsicherheit in der anatomischen Zuordnung auf die Befunderhebung einer Bursitis subglutea media oder minima verzichtet.

Vor dem Hintergrund der bisherigen Publikationen und der eigenen Ergebnisse liegt es nahe anzunehmen, dass das klinische Symptom eines lokal umschrie-

Diskussion

benen Trochanterschmerzes vielfältige Ursachen haben kann, von denen die Trochanterbursitis nur eine Möglichkeit darstellt. Weiterhin ist anzunehmen, dass eine Trochanterbursitis – wenn sie denn nachweisbar ist – in der überwiegenden Zahl der Fälle als Reaktion auf andersartige lokale Alterationen zurückgeht. Eine dezidierte körperliche Untersuchung zur Sehnenfunktion und zur Schmerzerzeugung durch Sehnenbelastung ist deshalb ebenso zu fordern wie eine sonographische und/ oder kernspintomographische Untersuchung, um die Ursache eines sekundär-bursitischen Geschehens aufzudecken.

4.2 Analogie zwischen Schulter und Hüfte: Rotatorenmanschettensyndrom und Abduktorensyndrom

4.2.1 Anatomie

Die Rotatorenmanschette der Schulter besteht aus 4 Muskeln (Mm. supraspinatus, infraspinatus, subscapularis, teres minor), die für die Stabilisierung und Beweglichkeit des Schultergelenks zuständig sind. Auf ihrem Weg vom Ursprung am Rumpf zu den Ansätzen am Humeruskopf passiert sie den Subacromialraum, der kranial vom Schulterdachkomplex aus Acromion, Proc. coracoideus und Lig. coracoacromiale begrenzt wird. Zwischen der Sehne des M. supraspinatus und dem Schulterdach befindet sich die Bursa subacromialis, die häufig mit der Bursa subdeltoidea kommuniziert und Friktionen zwischen Schulterdach und Muskelsehnen insbesondere bei Abduktionsbewegungen vermeiden soll.²

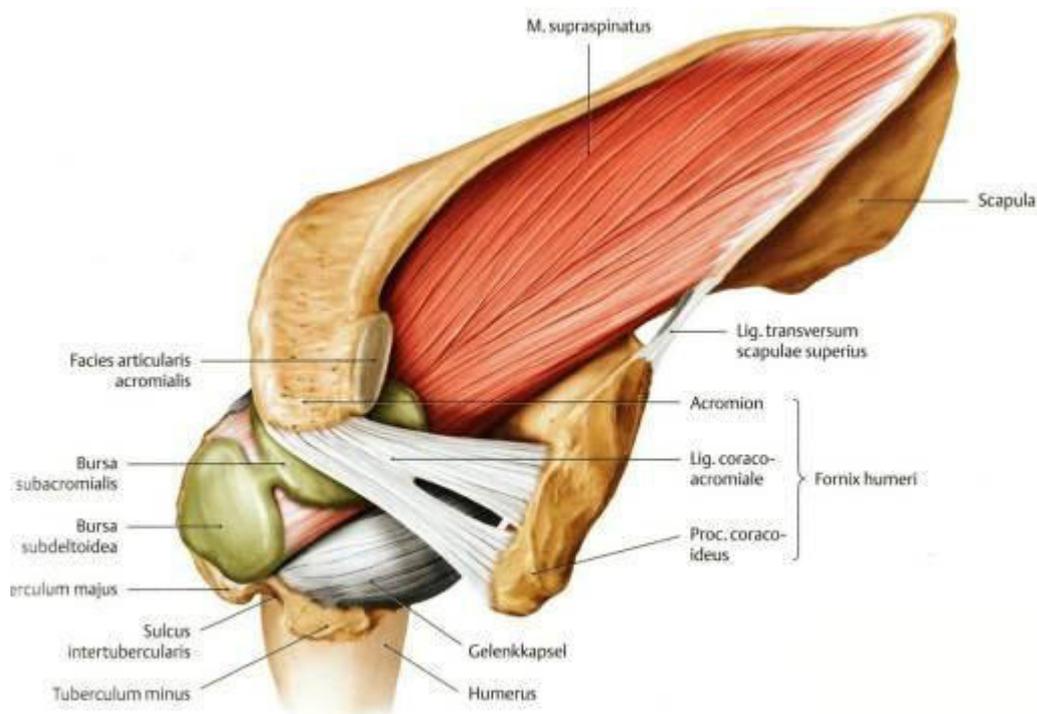


Abb. 106

Anatomie der rechten Schulter, Ansicht von kranial.

Aus: Schünke, Schumacher, Schulte, Wesker, Voll (2005) Prometheus LernAtlas der Anatomie, Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem, Georg Thieme Verlag, Stuttgart. S. 233

Diskussion

Betrachtet man den anatomischen Grundaufbau der Schulter, kann man Parallelen zum Aufbau der Hüfte ziehen. Beide Gelenke weisen einen großen Bewegungsumfang auf, besitzen einen starken Innenrotator (M. subscapularis an der Schulter, M. iliopsoas an der Hüfte) und jeweils zwei Abduktoren (M. infraspinatus und M. supraspinatus an der Schulter, Mm. glutei medius et minimus an der Hüfte).³³ Die größten Sehnen der jeweiligen Muskelmanschette werden über einen Knochenvorsprung zu ihrem Ansatz geleitet (Supraspinatus-Sehne über das Tuberculum majus des Humerus, Gluteus-medius-Sehne über den Trochanter major) und befinden sich in unmittelbarer Nähe zu großen Bursae (Bursa subacromialis, Bursa trochanterica).⁵⁰

Die wohl wichtigste Gemeinsamkeit zwischen Hüft- und Schultergelenk besteht in den engen räumlichen Verhältnissen der gelenkübergreifenden Sehnen. In der Schulter verläuft die Supraspinatus-Sehne gemeinsam mit der Bursa subacromialis zwischen Humeruskopf und dem Schulterdach, in der Hüfte liegen die Sehnen der Mm. glutei medius et minimus mit ihren zugehörigen Bursae zwischen Trochanter major und Tractus iliotibialis.

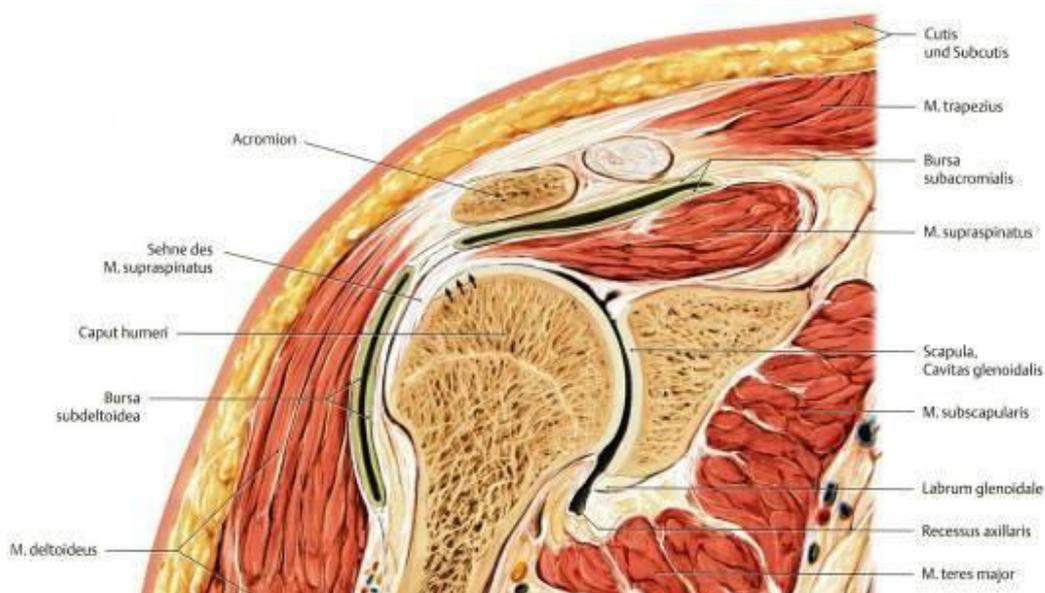


Abb. 107

Ventralschnitt durch das rechte Schultergelenk.

Aus: Schünke, Schulte, Schumacher, Voll, Wesker (2005) Prometheus LernAtlas der Anatomie, 1. Auflage, Georg Thieme Verlag, Stuttgart. S. 235

Diskussion

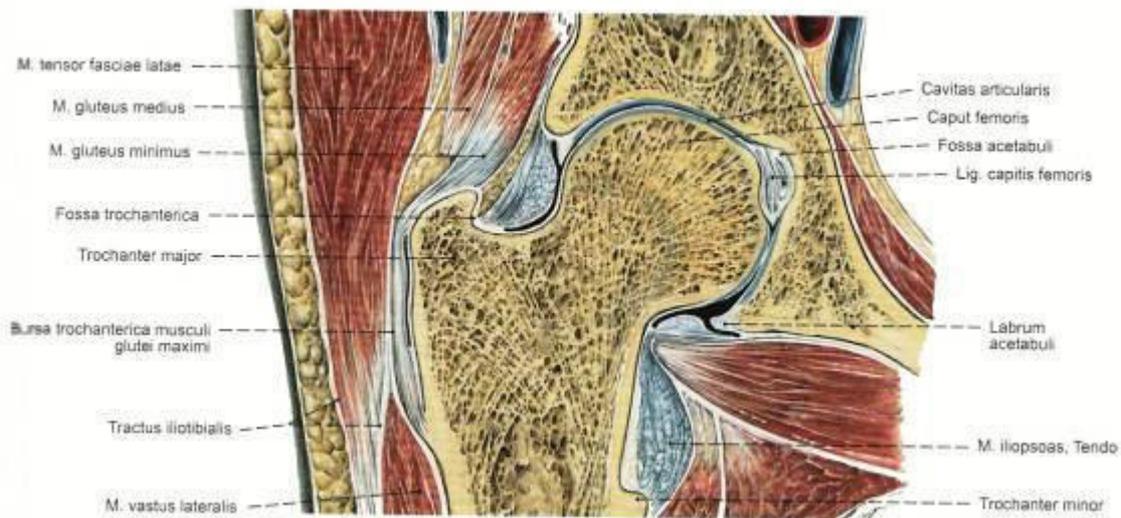


Abb. 108

Anatomie des Hüftgelenks. Ventraler Schnitt in der Ebene des Antetorsionswinkels; von vorn betrachtet. Aus: Paulsen, Waschke, (Hrsg.): Sobotta Atlas der Anatomie des Menschen. Allgemeine Anatomie und Bewegungsapparat, 23. Auflage 2010, Elsevier/ Urban & Fischer

4.2.2 Epidemiologie: Rotatorenmanschettensyndrom der Schulter, Trochanter-Schmerzsyndrom der Hüfte

Das Rotatorenmanschettensyndrom ist ein häufiges Krankheitsbild und soll 70-90% der Schulterschmerzen ausmachen.⁵¹ Ebenso wie das Trochanter-Schmerzsyndrom tritt es ab dem 40. Lebensjahr mit einer kontinuierlichen Zunahme der Zahl der Betroffenen mit steigendem Lebensalter auf.^{52,53} Darüber hinaus sind überkopfarbeitende Personen und Sportler mit starker Belastung der Schulter⁵⁴ bzw. Läufer²² häufiger betroffen. Während die Schmerzen im Bereich der Schulter bei Männern und Frauen gleichermaßen auftreten, sind Frauen bis zu 4 Mal häufiger von Schmerzen im Bereich des Trochanter major betroffen.²¹

4.2.3 Pathogenese und Entitäten

Das Rotatorenmanschettensyndrom beschreibt ein Schmerzsyndrom, das mehrere Entitäten mit unterschiedlicher Pathogenese subsummiert, die in der gemeinsamen Strecke eines subacromialen Impingement, einer Sehnedegenera-

tion und einer Bursitis münden.² Die Anfälligkeit der Rotatorenmanschette für degenerative Veränderungen liegt zum einen in der subacromialen Enge begründet, zum anderen darin, dass nicht nur direkte lineare Zugbelastungen auf sie wirken, sondern auch Scherkräfte durch die Rotationsbewegungen. Gerade diese Krafteinwirkung führt zu Schädigung der Sehnentextur, hauptsächlich in der Supraspinatus-Sehne.⁵⁵

Sowohl beim Rotatorenmanschettensyndrom als auch beim Trochanter-Schmerzsyndrom konnte die frühere Annahme einer Bursitis als Auslöser widerlegt werden, wie die zahlreichen Publikationen zu diesen Themen zeigen. Stattdessen kommen Tendinosen, Sehnenrupturen, mechanisches Impingement oder Kalzifizierungen in Frage, die jeweils von einer Bursitis begleitet sein können. Der konkrete Schmerz lässt sich dabei allerdings auf die entzündete Bursa selbst zurückführen, denn Rupturen der Rotatorenmanschette sind oftmals asymptomatisch.⁵⁶

4.2.3.1 Impingement

Prinzipiell können drei unterschiedliche Mechanismen zu einem Impingement-syndrom führen: erstens eine Einengung des Subacromialraums durch Ossifikationen im Verlauf des Lig. coracoacromiale, Osteophyten bei Arthrose des Acromioclavicular-Gelenks oder Acromionformvarianten, zweitens eine Volumenzunahme im Subacromialraum durch eine Bursitis subacromialis oder Veränderungen der Rotatorenhnen durch Kalzifikationen oder Degeneration oder drittens eine geänderte Biomechanik beim Funktionsverlust der Rotatorenmanschette oder Überbeanspruchung (Überkopfarbeit, Wurfspor).²

Teilweise kommt es demnach zu einer direkten mechanischen Beeinträchtigung und teilweise zu einer indirekten Schädigung der Bursa subacromialis und der Rotatorenhnen. Schon beim hängenden Arm stehen die Sehnenfasern unter einer ständigen Zugbeanspruchung, umso mehr noch beim Arbeiten mit angewinkelten und erhobenen Armen. Bei der Armhebung über die Horizontale kommt es aufgrund der biomechanischen Verhältnisse zu Druck- und Scherwir-

Diskussion

kungen auf die Sehnenfasern bei ihrem Durchgang unter dem Lig. coracoacromiale bzw. Acromion.²

Es entsteht zunächst eine Bursitis und Tendinitis der Supraspinatus-Sehne. Die progressive Degeneration der Sehnenplatte führt zur Atrophie der Muskeln, vor allem des Supra- und Infraspinatus. Schließlich kommt es zu Umbauvorgängen an Knochen und Sehnen mit Auftreten von Osteophyten und partiellen oder sogar kompletten Rupturen der Rotatorenmanschette.²

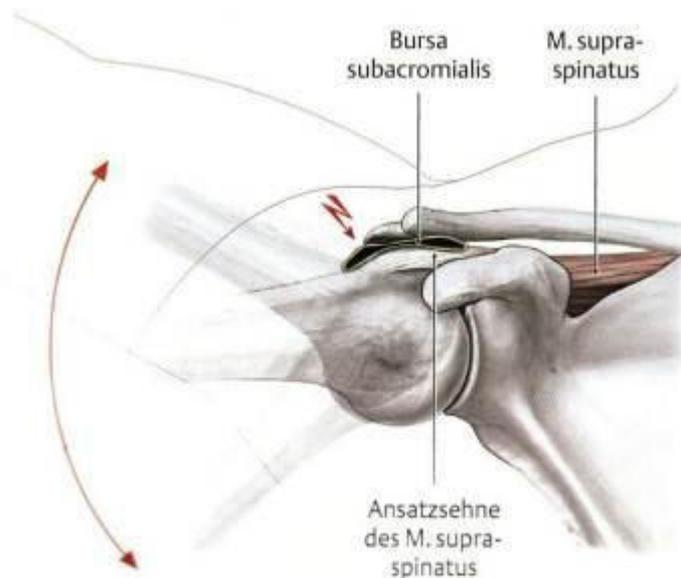


Abb. 109

Rechte Schulter, Ansicht von kranial.

Aus: Schünke, Schulte, Schumacher, Voll, Wesker (2005) Prometheus LernAtlas der Anatomie, 1. Auflage, Georg Thieme Verlag, Stuttgart. S. 233

Die vergleichbare Anatomie der periartikulären Strukturen am Hüftgelenk (Trochanter major – Humeruskopf, Sehne der Mm. glutei medius et minimus – Sehne des M. supraspinatus, Bursa trochanterica – Bursa subacromialis, Acromion – Tractus iliotibialis) lässt es berechtigt erscheinen, vergleichbare krankhafte Veränderungen zu erwarten. Dementsprechend haben Bunker³³ und Kagan²⁷ den Begriff „rotator cuff disease of the hip“ geprägt .

4.2.3.2 Degeneration der Sehnen

Degenerationserscheinungen finden sich in der Rotatorenmanschette bereits mit dem 30. bis 35. Lebensjahr, ohne klinisch in Erscheinung treten zu müssen.² Im Allgemeinen geht man bei der Pathogenese der Sehnenschädigung von einem degenerativen Prozess aus, der in Verbindung mit einem Trauma zu einer Läsion des geschwächten Gewebes führt⁵⁷ und häufig erst dann symptomatisch wird. Zusätzlich zur physiologischen Degeneration verschlechtert sich mit zunehmendem Alter die Durchblutung, ab dem 40. Lebensjahr können Mikrotraumen der Sehne nicht mehr vollständig geheilt werden, es kommt zum Umbau der Kollagenfasern mit Einlagerung von Fett und Hydroxylapatitkristallen.⁵⁸

Histopathologisch kann man zwischen frühen degenerativen Veränderungen und Folgeerscheinungen von Rupturen unterscheiden. Als erstes Zeichen für eine Degeneration gilt die Einlagerung von Fettzellen zwischen den Kollagenfasern, die zur Unterbrechung der Kontinuität führt. Hinzu kommen Ausdünnung, Desorientierung der Kollagenfasern, mykoide und hyaline Degeneration. Nach Rupturen kann man akut Gefäßproliferationen als Zeichen der Reparatur beobachten, im langfristigen Verlauf chondroide Metaplasien und Kalzifizierungen.⁵⁹

Man kann davon ausgehen, dass der oben beschriebenen Prozess der Degeneration in den unterschiedlichen Sehnen des Körpers vergleichbar abläuft, vor allem unter ähnlichen anatomischen Bedingungen wie sie bei Schulter und Hüfte vorliegen.

4.2.3.3 Kalzifizierung

Die Einlagerung von Hydroxylapatitkristallen in die mechanisch stark beanspruchte Ansatzregion der Rotatorenmanschette wird als Tendinosis calcarea bezeichnet. In der Entstehung von Kalzifizierungen soll es als Antwort auf einen unbekanntem initialen Trigger im Sehnenansatzgebiet zu einer chondroiden Metaplasie kommen (Präkalzifikationsphase), die in der Folgezeit perizellulär hyd-

Diskussion

roxyapatithaltige Matrixvesikel ablagert und dabei die Kollagenfasern zerstört (Kalzifikationsphase). Die Kalzifikationsphase geht mit der Resorption der Minerale durch Riesenzellen und Makrophagen in die Postkalzifikationsphase über. Die Resorptionshöhlen werden zunächst durch Narbengewebe ersetzt, eine vollständige Wiederherstellung mit genuinem Sehngewebe soll möglich sein.^{2,60}

Sichtbare Kalkherde und Schmerzen müssen nicht konform gehen, im Idealfall sind die Stadien der Tendinosis calcarea schmerzfrei und bedürfen keiner Therapie. Insbesondere während der Kalzifikationsphase sind Schmerzen eher selten. Selbst große Kalkdepots stellen häufig einen röntgenologischen Zufallsbefund dar. Erst durch einen zusätzlichen Irritationsvorgang, oft ausgelöst durch ein Trauma, eine ungewohnte Belastung mit Hyperämie in dem beschriebenen „Krisengebiet“ der Sehnenplatte oder eine anderweitig ausgelöste vasomotorische Reaktion, kommt es bisweilen zu heftigen lokalen Schmerzen und reflektorischer Bewegungssperre.²

Prinzipiell können die Kalkherde durch einen lokalen Druckanstieg im Sehngewebe zu Beschwerden führen oder aber durch ihre „Raumforderung“ den Gleitvorgang der Supraspinatussehne unter das Schulterdach behindern. Die Folge ist ein subacromiales Engpasssyndrom.²

In der Resorptionsphase kommt es in manchen Fällen zu heftigsten Schmerzen mit einer Pseudoparalyse des Arms. Der Kalk kann das mazerierte Sehngewebe perforieren und in die Umgebung, meist in die Bursa subacromialis, entleert werden. Mit der Druckentlastung klingen die heftigen Schmerzen gewöhnlich ab. Der Einbruch in den Schleimbeutel kann aber auch zur akuten oder chronischen Bursitis subacromialis führen. Wiederholte Bursitiden lösen schließlich eine chronische Verdickung ihrer Wände, ggf. Obliteration ihres Lumens und infolge fortgeleiteter vasomotorischer Irritationen ausgedehnte Verwachsungen in der Umgebung aus: adhäsive Bursitis bzw. Kapsulitis, Schulterfibrose, sekundäre Schultersteife.²

Diskussion



Abb. 110

Tendinosis calcarea. Im Röntgenbild erkennt man eine wolkenige, in sich nicht strukturierte Kalkansammlung im Verlauf der Supraspinatussehne.

Aus: Rüter, Lohmann (2014) Orthopädie und Unfallchirurgie, 20. Auflage, Elsevier GmbH, München. S. 186 (Prof. W. Rüter, Hamburg)

Prinzipiell kann jede Sehne des menschlichen Körpers von Kalzifizierungen betroffen sein, die Supraspinatus-Sehne der Schulter stellt dabei die häufigste Lokalisation dar. Vor allem bei den vergleichbaren anatomischen Verhältnissen ist auch an den Sehnen der Mm.glut.med.et min. mit Sehnenkalzifikationen zu rechnen. So sind bei bis zu 40% der Patienten mit einem Trochanter-Schmerzsyndrom Kalzifizierungen beschrieben.⁶¹ Diese befinden sich größtenteils im Ansatzbereich des M. gluteus medius und können mit Sehnenrupturen und Bursitis assoziiert sein oder als Depots vorliegen.¹¹



Abb. 111

Röntgenbild mit Kalkdepot lateral des Trochanter major.

Zur Verfügung gestellt von Prof. W. Rüter, Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf

4.2.3.4 Sehnenrupturen

Rupturen der Rotatorenmanschette gehören zu den häufigsten Sehnenerkrankungen des menschlichen Körpers, bei über 70-Jährigen bestehen zu über 70 % Komplettrupturen⁶². Nur in ca. 10 % der Fälle ist die Ruptur traumatisch bedingt, in der überwiegenden Zahl ist die Muskelmanschette durch degenerative Veränderungen vorgeschwächt, sodass ein Bagateltrauma für eine Ruptur ausreicht.²

Diskussion

Partielle Rupturen können bursaseitig, intratendinös oder gelenkseitig lokalisiert sein. Komplette Rupturen können sowohl eine einzelne Sehne, am häufigsten die Supraspinatussehne, als auch die gesamte Rotatorenmanschette umfassen. Bei Rupturen der gesamten Rotatorenmanschette entsteht eine Artikulation zwischen dem Acromion und dem Humeruskopf und schließlich kann sich eine sog. Cuff-Arthropathie entwickeln.²

In der Ätiologie der Rupturen unterscheidet man extrinsische (Impingement⁶³) und intrinsische Faktoren (Hypoxie und Apoptose⁶⁴, physiologische Sehnendegeneration mit Hydroxylapatit-Einlagerungen und Fett-Infiltration⁶⁵). Ein Ausschalten des extrinsischen Faktors durch eine arthroskopische subacromiale Dekompression reduziert das Auftreten von Rotatorenmanschetten-Rupturen im Verlauf.⁶⁶ Artikulärseitige Rupturen sind eher intrinsisch-degenerativ bedingt, bursaseitige eher extrinsisch im Rahmen eines Impingements.⁶⁷

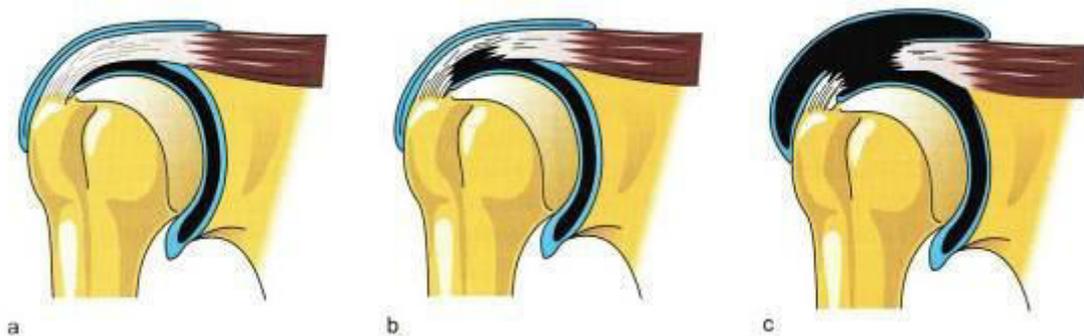


Abb. 112

Partielle und komplette Ruptur der Supraspinatussehne. a) gesunde Supraspinatussehne. b) partielle Ruptur. c) komplette Sehnenruptur.

Aus: Rüter, Lohmann (2014) Orthopädie und Unfallchirurgie, 20. Auflage, Elsevier GmbH, München. S. 185

Die erstmalige Beschreibung von Rotatorenmanschetten-Rupturen erfolgte 1931 durch Codman. Bei Autopsien eröffnete er die Bursa subacromialis und stellte bei 39% der älteren Verstorbenen eine Ruptur der Supraspinatus-Sehne fest, wobei er diese nicht als akute Läsion beschrieb, sondern als Endpunkt eines chronischen Prozesses. Als mögliche Ursachen diskutierte er vorangegangene Traumen, Hydroxylapatit-Ablagerungen mit Zerstörung der Fasern, Arth-

Diskussion

rose und Abnutzung durch Reiben zwischen Humerus und Acromion. Die ebenfalls vorhandene Bursitis subacromialis interpretierte er als Begleitreaktion.⁶⁸

Rupturen der Hüftabduktoren treten am häufigsten ansatznah im anterioren Teil des M. gluteus medius, selten mit Beteiligung des M. gluteus minimus auf, der jedoch bei lang bestehender Ruptur zuerst atrophiert.²⁵ Die Mehrzahl der Studien führt den M. gluteus medius als den am häufigsten rupturierten Muskel an, eine eindeutige Aussage hierzu kann jedoch nicht getroffen werden.^{11,27,31,40}

Die Rupturen können sich klinisch unterschiedlich präsentieren: als degenerative oder traumatische Ruptur bei älteren Patienten mit therapieresistenten Hüftschmerzen und Muskelschwäche ohne bestehende Arthrose, als asymptomatische Ruptur, die als Zufallsbefund bei Hüft-TEP-Operationen auffällt, und als iatrogene Ruptur im Rahmen von Hüft-TEP-Eingriffen über den anterolateralen Zugang.⁶⁹

Akute Komplettrupturen können bei plötzlicher starker Kontraktion des M. gluteus medius auftreten, beispielsweise bei einem Sturz, Unfall oder Hyperadduktions-Trauma, sind aber insgesamt sehr selten. Typische Symptome sind dann eine Muskelschwäche der Abduktion und Innenrotation, sowie ein positives Trendelenburg-Zeichen. Begleitend tritt eine Bursitis trochanterica auf.⁷⁰

4.2.4 Symptome

Im Frühstadium des Rotatorenmanschettensyndroms leiden die Patienten unter akut auftretenden Schmerzen im Bereich des lateralen Humeruskopfes, die sich unter Belastung (Elevation, Innenrotation, Tätigkeiten über Kopf) verstärken. Meist wird ein Zusammenhang mit einer ungewöhnlichen Belastung oder einem Trauma hergestellt. Der umschriebene Druckschmerz am Tuberculum majus macht sich insbesondere beim Liegen auf der betroffenen Schulter bemerkbar, was zu einer erheblichen Beeinträchtigung des Nachtschlafes führt. Das Schmerzmaximum liegt bei einer Abduktion des Armes zwischen 60 und 120° und führte zu der Bezeichnung „painful arc“ (schmerzhafter Bogen). Die passive Beweglichkeit und die grobe Kraft sind in der Regel erhalten.^{2,71}

Diskussion

Später kommt es, bedingt durch Adhäsion und Fibrose der Bursa subacromialis, zu einer endgradigen schmerzhaften Einschränkung der Beweglichkeit. Die Kraft ist weiterhin erhalten, der Ruheschmerz ist verstärkt. Am Ende kann die Sehnenruptur stehen mit zunehmender Kraftlosigkeit für Abduktion und Rotation. Bei kompletten Rupturen wird die überragende biomechanische Bedeutung der Rotatorenmanschette besonders deutlich: Eine aktive Abduktion ist häufig nicht möglich (Pseudoparalyse des Arms), ein passiv abduzierter Arm kann aktiv nicht gehalten werden („drop arm sign“).²

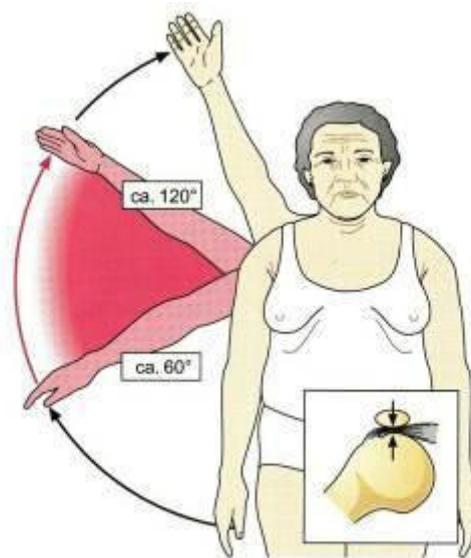


Abb. 113

Subakromiales Engpasssyndrom mit "schmerzhaftem Bogen"

Aus: Rüter, Lohmann (2014) Orthopädie und Unfallchirurgie, 20. Auflage, Elsevier GmbH, München. S. 180

Vor allem im höheren Alter beobachtet man aber Rotatorenmanschetten-Rupturen auch großer Ausdehnung, die keinerlei Schmerz erzeugen und mit mehr oder weniger gut kompensierbaren aktiven Bewegungseinschränkungen des Schultergelenks einhergehen.²

In Bezug auf die Symptomatik lassen sich Parallelen zwischen den Schmerzsymptomen der Schulter und Hüfte aufzeigen. Die Beschwerden treten chronisch-intermittierend auf und äußern sich als Schmerz im Bereich des late-

ralen Humeruskopfes bzw. der lateralen Hüfte mit Zunahme der Schmerzintensität bei mechanischem Druck und aktiver Bewegung, insbesondere bei Abduktion und Rotationsbewegungen. Der Druckschmerz betrifft vor allem das Liegen auf der betroffenen Seite und führt zu einer erheblich gestörten Nachtruhe. Häufig tritt begleitend zu der Schmerzsymptomatik eine Abduktionsschwäche auf.

4.2.5 Diagnostik

Bei der klinischen Untersuchung der Rotatorenmanschette haben sich einige Tests etabliert: der Neer's Impingementtest mit einer Schmerzelimination nach Injektion von Lokalanästhetika in den subacromialen Raum, das Jobe-Zeichen mit einer Schmerzauslösung bei Elevation des abduzierten, flexierten und innenrotierten Armes und das Hawkins-Zeichen mit einer Schmerzauslösung bei passiver Innenrotation des abduzierten Armes, wobei das Tuberculum majus unter das Lig. coracoacromiale gedrückt wird.

Ähnliche aussagekräftige Tests in der körperlichen Untersuchung beim Trochanter-Schmerzsyndrom konnten sich bislang nicht etablieren. Einen Hinweis auf eine insuffiziente Glutealmuskulatur, der möglicherweise eine Schädigung der Hüftabduktoren zugrunde liegt, kann das Trendelenburg-Zeichen, mit allerdings eingeschränkter Spezifität, geben. Zudem konnte Lequesne mit seinen Studien zur Untersuchungsmethoden beim Trochanter-Schmerzsyndrom zwei recht zuverlässige Tests vorstellen: den 30-Sekunden-Einbeinstand und die schmerzhafte Rückführung des außenrotierten und flektierten Beins gegen Widerstand.²⁶

In der weiterführenden Diagnostik stehen sowohl in der Beurteilung der Rotatorenmanschette als auch der Hüftabduktoren mehrere bildgebende Verfahren zur Verfügung. Mittels Röntgenuntersuchung können Aussagen zu knöchernen Veränderungen in fortgeschrittenen Stadien und Kalzifizierungen getroffen werden, die Sonografie erlaubt eine gute Beurteilung der Muskelsehnen und Bursae und als Untersuchungsmethode mit hoher Sensitivität und Spezifität

Diskussion

kann gerade bei therapieresistenten, nicht eindeutigen Befunden oder zur Planung einer rekonstruierenden Operation auf die MRT zurückgegriffen werden.

Auch intraoperativ im Rahmen von endoprothetischen Eingriffen kann und sollte eine Begutachtung der Integrität der Abduktorensehnen erfolgen und Rupturen bei Bedarf versorgt werden. Gerade nach einer Hüft-TEP-Implantation ist die muskuläre Integrität der Abduktorenmanschette entscheidend für eine erfolgreiche Rehabilitation.⁷² Nicht zufrieden stellende Langzeitergebnisse nach einer Hüft-TEP-Operation in Form von persistierendem Hinken sind oftmals durch eine Muskelatrophie oder ggf. auch Rupturen der Abduktoren zu erklären, wobei eine Atrophie des M. gluteus minimus sowohl bei symptomatischen, als auch bei asymptomatischen Patienten auftritt, eine Atrophie des M. gluteus medius aber stets mit Symptomen einhergeht.⁷³ In der Diagnostik konnte man die MRT bisher aufgrund der entstehenden Artefakte durch die Endoprothese nur eingeschränkt nutzen, doch gibt es aktuell Spezialaufnahmen^{74,75} mit guten Ergebnissen.⁷⁶

4.2.5.1 MRT

Die krankhaften Veränderungen der Rotatorenmanschette und der Hüftabduktoren in der MRT sind vergleichbar. Ein hyperintensives Signal in der T2-Wichtung weist auf eine krankhafte Veränderung der entsprechenden Sehne oder Bursa hin, wobei man bei erhaltener Struktur von einer Tendinose spricht, die von einer Verbreiterung der Sehne begleitet sein kann. Eine lokale Diskontinuität entspricht einer Teilruptur, eine vollständige Diskontinuität einer Komplett-ruptur.⁷⁷

Diskussion

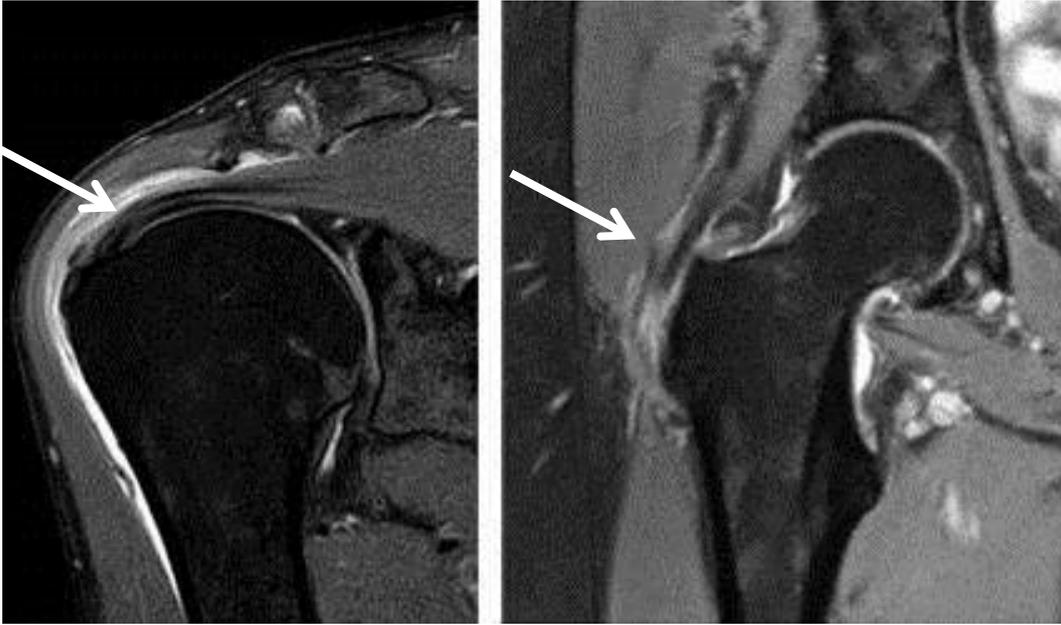


Abb. 114

Hyperintense Sehnenveränderungen als Zeichen einer Tendinose. Links: Tendinose der rechten Supraspinatussehne bei einem 47-jährigen Patienten. Rechts: Tendinose der rechten Gluteus-Medius-Sehne bei einer 61-jährigen Patientin. (3 Tesla, PDW SPAIR, koronar)



Abb. 115

Hypointense Läsion (Kalkdepot) in hyperintens veränderter Sehne: Tendinitis calcarea. Links: Tendinitis calcarea der linken Supraspinatussehne bei einem 62-jährigen Patienten. Rechts: Tendinitis calcarea der rechten Gluteus-Medius-Sehne bei einer 59-jährigen Patientin (3 Tesla, PDW SPAIR, koronar)

Diskussion

In seiner Metaanalyse zu Rupturen der Rotatorenmanschette der Schulter gibt Reilly⁵⁶ die Prävalenz von Teilrupturen in der MRT mit 25,6 % an, die von Komplettrupturen mit 12,2 %. Yoo⁷⁸ erfasste bei 23,5 % der untersuchten Patienten Tendinosen, bei 30,9 % Teilrupturen und bei 25 % Komplettrupturen der Rotatorenmanschette. Bei Seeger⁵⁴ entfielen 55 % auf Tendinosen und 34 % auf Teilrupturen, Komplettrupturen kamen nicht vor, dabei bei 11 % der Patienten einen isolierte Bursitis subacromialis. In der Arbeit von Krief⁷⁹ lagen die Prävalenzen von Rupturen am höchsten: 48 % Teil- und 25 % Komplettrupturen. Needell⁸⁰ fand eine 75-prozentige Assoziation von krankhaften Veränderungen der Rotatorenmanschette mit einer Arthrose des Schultergelenks.

Ein Vergleich mit Studien zu den Hüftabduktoren und der eigenen Arbeit gestaltete sich aufgrund der unterschiedlichen Patientenkollektive, Fragestellungen und technischen Voraussetzungen schwierig. Insgesamt scheinen die Prävalenzen von krankhaften Veränderungen der Hüftabduktoren höher zu liegen als die eigenen Ergebnisse aussagen, was sich jedoch durch die hohe Patientenselektivität der bisherigen Studien erklären lässt. Auf Komplettrupturen entfiel stets der geringste Anteil unter den krankhaften Veränderungen der Sehnen in Schulter und Hüfte, sofern sie überhaupt auftraten. In den meisten Studien waren Tendinosen häufiger als Teilrupturen, aber nicht immer. Bursitiden ohne Sehnenalterationen wurden kaum gesehen, allerdings waren sie sehr häufig Begleiterscheinung von Sehnenveränderungen.

4.3 Bezeichnung „Abduktorensyndrom der Hüfte“

Die dargestellte Analogie zwischen Schulter und Hüfte, insbesondere unter Berücksichtigung ihrer typischen Schmerzsymptome und der Befunde in der Bildgebung, legt nahe, dass das Krankheitsbild, das bisher unspezifisch als Bursitis trochanterica oder als „Trochanter-Schmerzsyndrom“ bezeichnet wurde, in seinen zugrundeliegenden Ursachen durchaus differenziert betrachtet werden kann. Dabei scheint die Bursitis trochanterica ähnlich wie die Bursitis subacromialis im Wesentlichen die Folge einer Tendinose, Tendinosis calcarea oder von Sehnenrupturen zu sein. In Anlehnung an das Rotatorenmanschettensyndrom der Schulter existiert im englischen Sprachraum die Bezeichnung „rotator cuff disease of the hip“. Um die eindeutige Zuordnung zur Hüftregion und ein selbstständiges Krankheitsbild zu schaffen, das die verschiedenen Entitäten zusammenfasst, die zu Schmerzen im Bereich des Trochanter major führen, bietet sich als deutscher Gegenentwurf „Abduktorensyndrom der Hüfte“ an. Zudem kann diese Bezeichnung die Differenzierung des Krankheitsbildes unterstützen und die Feststellung der zugrundeliegenden Ursache mit differenzierten Konsequenzen für die Therapie erleichtern.

So wie in der Schulter das Rotatorenmanschettensyndrom hauptsächlich von Veränderungen der Supraspinatussehne ausgeht, sollte man sich bei der Diagnostik von Schmerzen im Bereich des Trochanter major auf die Hüftabduktoren M. gluteus medius und minimus konzentrieren.

Zur Vereinfachung der Diagnostik sollten klinische Tests etabliert werden. Mit der Sonografie besteht eine schnelle, unkomplizierte Untersuchungsmethode zur Verfügung, um die Abduktorenhn zu beurteilen und eine Bursitis trochanterica festzustellen. Bei therapieresistenten Beschwerden oder unklaren Befunden kann die MRT zur Klärung herangezogen werden.

4.4 Einordnung der Arbeit und Vergleich mit bisherigen Studien

Fast alle bisherigen Studien zum Abduktorensyndrom des Hüftgelenkes beziehen sich auf ein kleines Patientenkollektiv von unter 10^{7,48,72,81} bis maximal 95 Patienten^{11,21,25,32,33,82,83}. Lediglich die Arbeiten von Kingzett-Taylor⁴⁰ und Blankenbaker³¹ umfassen 250 Patienten bzw. 256 Hüften.

Darüber hinaus zeichnen sich die Patientenkollektive durch eine hohe Selektivität aus. Überwiegend wurden Patienten eingeschlossen, die unter einem bekannten Trochanter-Schmerzsyndrom oder unter Schmerzen im Bereich der seitlichen Hüfte, des Gesäßes, der Leiste oder der LWS^{21,25,32,40} litten. Teilweise wurden zusätzliche Ausschlusskriterien wie Coxarthrose, Tumor, Fraktur oder Hüft-TEP³¹ formuliert. Die Arbeiten von DeMaeseneer⁸² und Haliloglu⁸³ schlossen sogar gezielt Patienten mit Befunden einer Tendinose oder Bursitis aus. Darüber hinaus gibt es einige Studien, die sich lediglich mit Rupturen befassen.^{7,33,48,72} Teilweise befanden sich nur Frauen in der untersuchten Gruppe oder es lag ein hohes Durchschnittsalter vor.

Bisher liegt keine Studie vor, die auf krankhafte Veränderungen der Hüftabduktoren in einem unselektierten Patientenkollektiv konzentrierte, speziell ohne Zusammenhang mit einem Trochanter-Schmerz. Die vorliegende Arbeit versucht, diese Lücke zu schließen. Sie beruht auf der Auswertung von MRT-Bildern von 500 Patienten mit einem Geschlechterverhältnis von 1:1, einem Durchschnittsalter von 53 Jahren (16 bis 89 Jahre) und verschiedenen Untersuchungsindikationen und ohne Berücksichtigung eines Trochanterschmerzes. Hierdurch gelingt der Überblick über die Hüftabduktoren in einem Bevölkerungsquerschnitt.

Im Hinblick auf die technischen Voraussetzungen und die Durchführung der Studien gab es einige Einschränkungen, die unter Umständen zu Qualitätsschwankungen in der Beurteilung der Ergebnisse geführt haben können. Fast alle publizierten MRT-Studien wurden mit Geräten einer Feldstärke von 1,5 Tesla durchgeführt. Lediglich der Gruppe um Blankenbaker³¹ stand ein 3 Tesla-

Gerät zur Verfügung, das allerdings nicht für alle Untersuchungen herangezogen wurde. Teilweise wurden Geräte mit verschiedenen Sequenzen benutzt, teilweise wurden Bilder aus unterschiedlichen Instituten zusammengefasst. Nur in wenigen Fällen folgten die MRT-Untersuchungen einem standardisiertem Protokoll.^{32,83} Kontrastmittel wurde in der Regel nicht verabreicht.

Die MRT-Aufnahmen der eigenen Arbeit stammen alle aus einem Institut für Radiologie und wurden an drei verschiedenen Geräten der Feldstärken 1,5 (159 MRT-Serien) und 3 Tesla (341 MRT-Serien) mit demselben Standardprotokoll für Hüften durchgeführt. Alle Patienten erhielten Kontrastmittel, das die Qualität der Bilder erheblich verbessert, da Hyperintensitäten und Kontrastmittelaufnahme verglichen werden können und somit die Befunderhebung einer Sehnenveränderung erleichtern.

4.4.1 Prävalenz pathologischer Veränderungen der Hüftabduktoren

In dieser Studie konnten bei 32 % der untersuchten Patienten krankhafte Veränderungen der Hüftabduktoren gefunden werden. Der Großteil der Studien zu den Hüftabduktoren gibt eine höhere Betroffenheit zwischen 70% und 89 % an.^{11,21,25,31,83} Wie bereits erwähnt, beruhen diese Ergebnisse jedoch auf einem stark selektierten Patientenkollektiv mit Trochanter-Schmerzsyndrom oder Schmerzen in der erweiterten Hüftregion. DeMaeseneer, der nur asymptomatische Patienten einschloss und die Kontrastmittelaufnahme im Bereich des Trochanter major untersuchte, kam zu positiven Befunden in 40 % der Fälle. Bei 36 % seiner Probanden stellte er eine lineare Kontrastmittelaufnahme zwischen M. gluteus medius und Tractus iliotibialis fest, dort wo auch die Bursa trochantERICA liegt, bei 4 % war die Kontrastmittelaufnahme oval und größer als 3 x 0,3 mm.⁸² Die Studie von Kingzett-Taylor zur Prävalenz von krankhaften Veränderungen der Hüftabduktoren bei Patienten mit Schmerzen im Bereich der lateralen Hüfte, des Gesäßes oder der Leiste ergab nur bei 14 % der Patienten positive MRT-Befunde an.⁴⁰

Diskussion

Zur Lokalisation der krankhaften Veränderungen machen zwei Studien Angaben: Kingzett-Taylor⁴⁰ konnte keine Präferenz zwischen rechts- und linksseitigem Auftreten finden, die krankhaften Veränderungen traten aber zu 94 % einseitig auf. Die peritrochanteren Signalveränderungen, die Haliloglu⁸³ erfasste, waren hingegen zu 95 % beidseits lokalisiert, was mit degenerativen Prozessen in Verbindung gebracht wurde, im Gegensatz zu einseitigen Signalen, die auf eine schwerwiegendere Läsion deuten würden. Die eigenen Ergebnisse zeigen ein signifikant häufigeres einseitiges Auftreten der Abduktorenveränderungen (58 %), aber keinen Unterschied zwischen rechts und links.

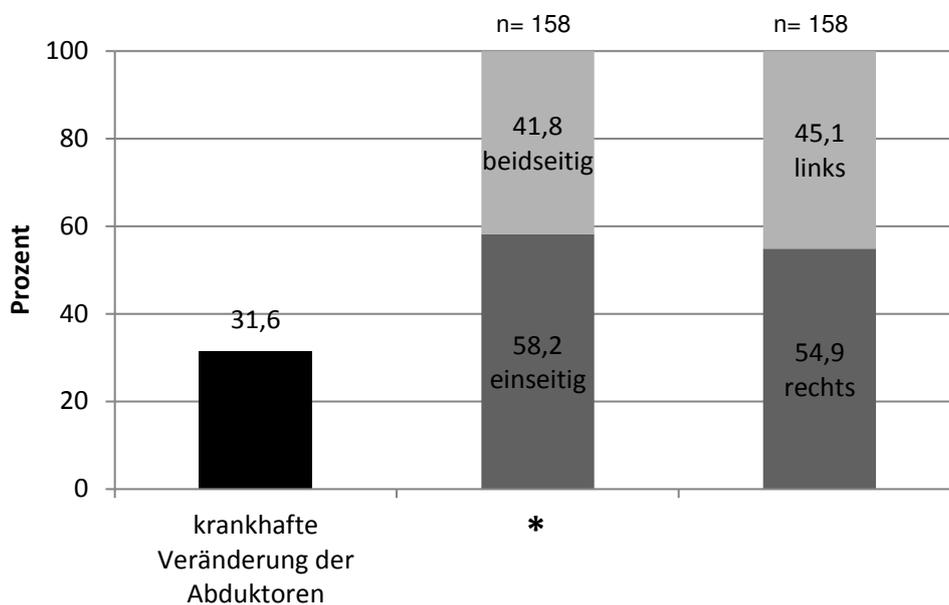


Abb. 116

Prävalenz und Seitenbezug von krankhaften Veränderungen der Hüftabduktoren (n= 500)

In allen publizierten Studien befanden sich die Signalveränderungen häufiger im M. gluteus medius als im M. gluteus minimus und fast niemals im M. gluteus minimus allein. Dies entspricht den eigenen Beobachtungen, in denen der M. gluteus medius zu 62 % im 3 Tesla-Gerät und zu 92 % im 1,5 Tesla-Gerät betroffen war. Im 3 Tesla-Gerät war der M. gluteus medius genauso häufig allein wie in Kombination mit dem M. gluteus minimus betroffen. Letzterer zeigte nur in 12 % der Fälle eine alleinige Signalveränderung. Das 1,5 Tesla-Gerät hinge-

Diskussion

gen zeigte in keinem Fall eine isolierte Betroffenheit des M. gluteus minimus und nur in 9 % eine Signalveränderung in beiden Muskeln gleichzeitig.

Bei Kingzett-Taylor⁴⁰ wird eine Mitbeteiligung des M. gluteus minimus zu 29 % angegeben, bei Connell zu 19 %¹¹ und bei Woodley zu 9 %.²⁵ Lequesne⁷ fand bei 5 seiner 8 Patienten mit Rupturen der Gluteus-medius-Sehne eine gleichzeitige Ruptur der Gluteus-minimus-Sehne, von denen zwei erst intraoperativ erkannt wurden.

In Zusammenschau mit den eigenen Ergebnissen, insbesondere hinsichtlich der signifikanten Unterschiede der Muskelbeteiligung zwischen 1,5 und 3 Tesla Feldstärke, kann man von einer Vielzahl von falsch-negativen MRT-Befunden des M. gluteus minimus insbesondere bei niedriger Feldstärke ausgehen. Aufgrund der anatomischen Gegebenheit, dass M. gluteus medius und minimus oftmals miteinander verwachsen sind,⁹ gestaltet sich die klare Differenzierung zwischen beiden Muskeln generell als schwierig.

In der eigenen Arbeit war die häufigste Auffälligkeit der Hüftabduktoren eine Tendinose (58,5 %). Im 3 Tesla-Gerät folgten Teilrupturen mit 13,1 %. Im 1,5 Tesla-Gerät wurden weder Teil-, noch Komplett rupturen gesehen, im 3 Tesla-Gerät lediglich 2 Komplett rupturen (1,0 %). Im 1,5 Tesla-Gerät stellten Bursitiden die zweitgrößte Gruppe (36,2 %), im 3 Tesla-Gerät waren es mit 19,6 % deutlich weniger. Die Tendinitis calcarea war mit 9,5 % (3 Tesla) und 3,7 % (1,5 Tesla) ein seltenerer Befund.

Die unterschiedlichen Ergebnisse im Hinblick auf die Feldstärke lassen sich am ehesten durch die höhere Ortsauflösung des 3 Tesla-Geräts erklären, die die Beurteilung einer feinen Struktur wie eine Sehne oder ein Sehnenansatz deutlich verbesserte, zumal die Differenzierung zwischen Tendinose und Teilruptur hauptsächlich anhand der Abgrenzbarkeit der Sehne erfolgte. Die höhere Zahl der Bursitiden im 1,5 Tesla-Gerät beruhte vermutlich ebenfalls auf der in diesem Fall geringeren Ortsauflösung, die eine eindeutige Zuordnung von Hyperintensitäten zu Bursa oder Sehne nicht immer erlaubte und somit sicherlich zu

Diskussion

einigen Fehlinterpretationen zugunsten einer Bursitis führte, da diese größentechnisch gegenüber der Sehne dominierte.

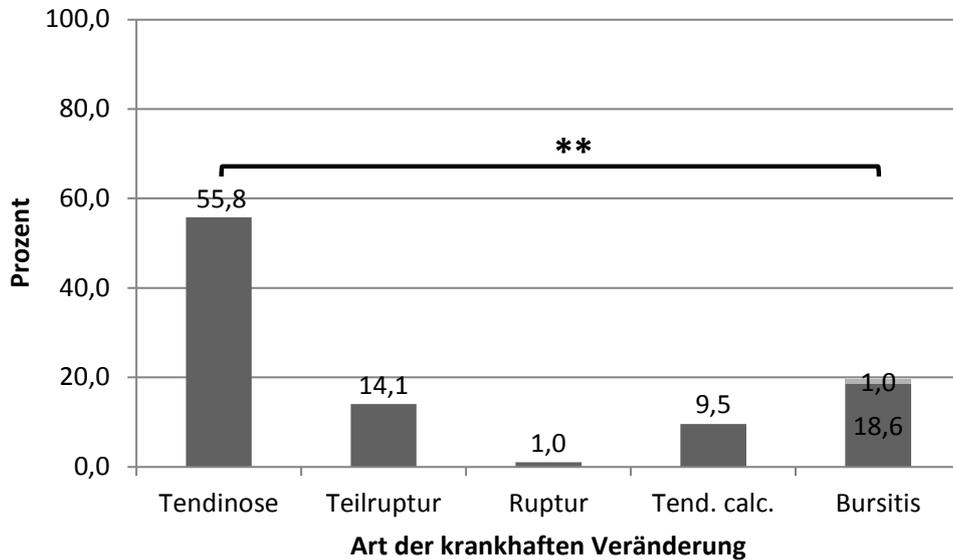


Abb. 117

Verteilung der krankhaften Veränderungen der Hüftabduktoren im 3 Tesla-Gerät (n= 199)

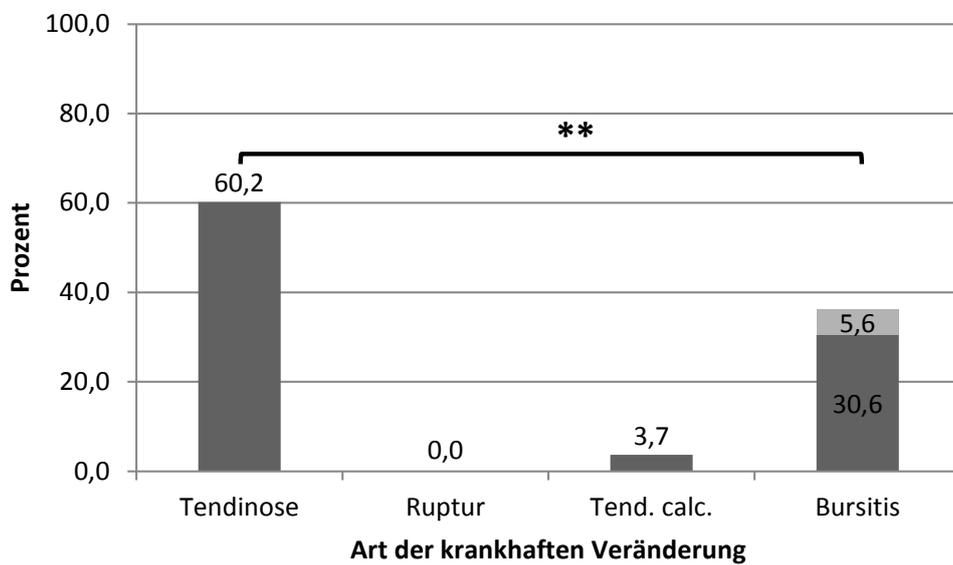


Abb. 118

Verteilung der krankhaften Veränderungen der Hüftabduktoren im 1,5 Tesla-Gerät (n= 108)

Diskussion

In mehreren Publikationen lagen die Angaben zu Rupturen höher. Bei Kingzett-Taylor⁴⁰ machten Rupturen insgesamt 63 % der krankhaften Veränderungen aus mit 40 % Teilrupturen und 23 % Komplettrupturen, auf Tendinosen entfielen lediglich 37 %. Bird²¹ beschrieb 46 % Rupturen und 38 % Tendinosen, Connell¹¹ 47 % Rupturen (30 % teilweise, 27 % komplett) und 53 % Tendinosen. Bei Woodley²⁵ wurde 1 Teilruptur diagnostiziert.

Die Studien, die sich selektiv mit Rupturen der Hüftabduktoren befassen, geben einen Anteil der betroffenen Patienten von etwa 20 % an.^{32,33} In der großen operativen Studie von Cates⁷² mit 513 Patienten lag der Anteil der Rupturen nur bei 1,6 %, was sich jedoch durch den posterior-lateralen OP-Zugang erklären lässt, der die Beurteilung der ventralen Hüftabduktoren unzureichend gewährleistet.

Zu Kalzifizierungen gibt es wenige Aussagen in der Literatur. In der Sonografie-Studie von Connell¹¹ waren 9 % der Patienten von einer Tendinitis calcarea betroffen, Cvitanic³² vermutet, dass hyperintense Signalveränderungen oberhalb des Trochanter major auf Kalzifizierungen in der Gluteus-medius-Sehne deuten könnten. Davon abgesehen untersuchte Paik⁸¹ sechs Patienten mit einer akuten Tendinitis calcarea des M. gluteus medius, u.a. in der MRT. Kalzifizierungen waren lateral oder oberhalb des Trochanter major im Zusammenhang mit ödematösen Veränderungen in oder um den M. gluteus medius zu identifizieren.

Mit 9,5 % im 3 Tesla-Gerät bzw. 3,7 % im 1,5 Tesla-Gerät trat die Tendinitis calcarea deutlich seltener als Tendinosen und im 3 Tesla-Gerät auch weniger häufig als Teilrupturen auf. Bemerkenswert war der signifikante Zusammenhang zwischen der Morphologie der Sehnenveränderung und einer Kalzifizierung; diese trat überwiegend zusammen mit einer lokalen Hyperintensität auf im Gegensatz zu linearen Hyperintensitäten, die bei Sehnenveränderungen ohne Kalzifizierungen dominierten.

4.4.2 Morphologie der Signalveränderungen

Im 3 Tesla-Gerät ließen sich die Signalveränderungen gut in Form, Intensität, Verbreiterung und Abgrenzbarkeit beschreiben, im 1,5 Tesla-Gerät war eine solche Beschreibung deutlich schwieriger. Connell und Blankenbaker gingen in ihren Studien ebenfalls näher auf die Morphologie der Signalveränderungen ein. Connell¹¹ fand in seinen sonografischen Untersuchungen der Hüftabduktoren bei 70 % der Patienten verbreiterte Sehnen und bei 19 % ausgedünnte oder rupturierte Sehnen. Blankenbaker³¹ beschrieb die Signalveränderungen in der MRT durch vier Größen, drei Formvarianten und vier Lagebeziehungen zu den Sehnen. Eine solch feine Differenzierung gestaltete sich in der eigenen Arbeit insbesondere aufgrund der verschiedenen Feldstärken als nicht durchführbar und nicht zuverlässig genug. Die drei Formvarianten wurden jedoch ebenfalls erhoben, darüber hinaus zwei verschiedene Signalintensitäten und die Lagebeziehung der Signalalterationen zu den Sehnen bei der Zuordnung zu den anatomischen Strukturen.

4.4.3 Betroffene Patienten

Die Häufigkeit und Altersverteilung der Signalalterationen entsprach in unserer Studie den epidemiologischen Angaben zum Krankheitsbild des Trochanter-Schmerzsyndroms. Etwa zwei Drittel der Betroffenen waren weiblich, die krankhaften Veränderungen traten ab dem 40. Lebensjahr gehäuft auf und wurden mit steigendem Lebensalter häufiger. Das Durchschnittsalter der Betroffenen lag bei 60 Jahren (Median 63 Jahre), das der Nichtbetroffenen bei 50 Jahren (Median 50 Jahre) und das der Untersuchten bei 53 Jahren (Median 55 Jahre).

Diskussion

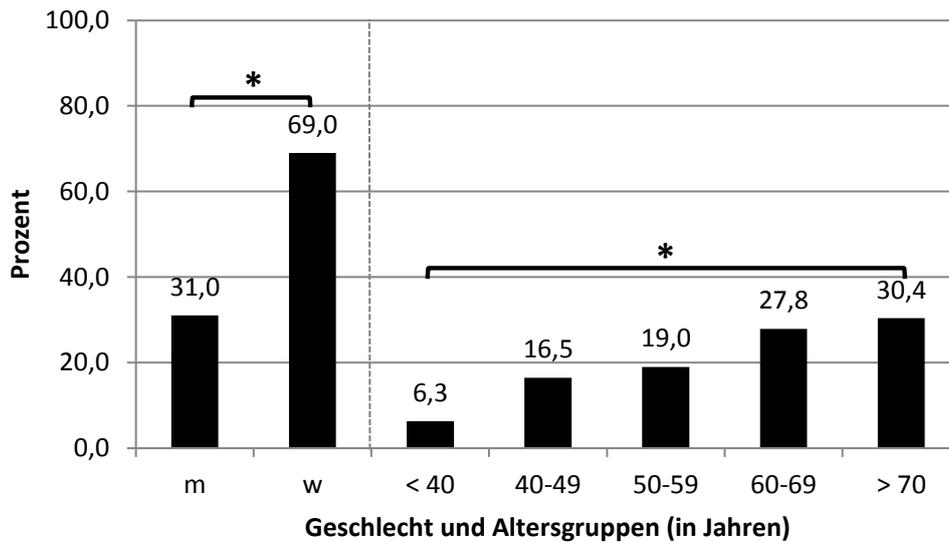


Abb. 119

Geschlechter- und Altersgruppenverteilung von krankhaften Veränderungen der Hüftabduktoren (n= 1000)

Bei Kingzett-Taylor⁴⁰ waren Frauen vier Mal häufiger betroffen, das Durchschnittsalter lag bei 64 Jahren. Die Gruppe um Haliloglu⁸³, die peritrochantere Signalveränderungen untersuchte, verzeichnete einen deutlichen Anstieg der positiven MRT-Befunde ab dem 40. Lebensjahr. Das Durchschnittsalter der betroffenen Patienten lag bei 56 Jahren, das der unauffälligen Probanden bei 36 Jahren. Ein Unterschied in der Geschlechterverteilung konnte in dieser Studie jedoch nicht nachgewiesen werden.

Die Studien, die sich mit Rupturen der Abduktoren befassten, verfügten über Patientenkollektive, die zur Mehrheit aus Frauen im höheren Lebensalter um 70 Jahre bestanden.^{7,72}

4.4.4 Zusammenhang zwischen MRT-Befunden und Symptomen

Im Gegensatz zu dieser Arbeit, die unabhängig von der Symptomatik einen Überblick über krankhafte Veränderungen der Hüftabduktoren in der Bevölkerung geben soll, stellten die meisten Studien erfolgreich einen Zusammenhang zwischen dem Trochanter-Schmerzsyndrom und MRT-Befunden her. Kingzett-Taylor⁴⁰ machte eine Tendinose ggf. mit begleitender Bursitis trochanterica als

Diskussion

Schmerzursache aus, Blankenbaker et al.³¹ fanden bei 100 % der Schmerzpatienten einen auffälligen MRT-Befund in Form einer Tendinose, allerdings auch positive Befunde bei 88 % der asymptomatischen Patienten. Es konnte kein Zusammenhang zwischen Symptomen und Größe, Form oder Lage der Signalveränderung, Ruptur, Bursitis und Geschlecht festgestellt werden.

Cvitanic³² fand einen Zusammenhang zwischen Rupturen und einer Signalveränderung oberhalb des Trochanter major, einer Elongation sowie einer Diskontinuität der Sehne und einer Bursitis trochanterica.

Woodley²⁵ fand keinen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Auftreten von sowohl krankhaften Sehnenveränderungen als auch Bursitiden und Symptomen. Tendenziell jedoch kamen bei symptomatischen Patienten eher krankhafte Sehnenveränderungen, oft zusammen mit einer Bursitis vor, bei asymptomatischen Patienten eher isolierte Bursitiden. Auch Coxarthrose und Muskelatrophie waren Befunde, die in Zusammenhang mit einer auffälligen MRT gebracht werden konnten.

In der Arbeit von Haliloglu⁸³ waren die peritrochanteren Signalveränderungen häufiger bei symptomatischen Patienten zu beobachten als bei asymptomatischen Patienten.

4.4.5 Coxarthrose und periartikuläre Tendopathien

Neben den Hüftabduktoren wurden in dieser Arbeit auch intraartikuläre Veränderungen auf den MRT-Bildern erhoben und in Zusammenhang mit den krankhaften Sehnenveränderungen gesetzt. Wechselseitige Abhängigkeiten und Zusammenhänge könnten insofern bestehen, als Krankheiten des Gelenkes Kontrakturen des Gelenkes induzieren, die die mechanische Belastung der periartikulären Sehnen verändern. Umgekehrt ist anzunehmen, dass eine insuffiziente Abduktionskraft eine mechanische Mehrbelastung des Gelenkes erzeugt.

38 % der eingeschlossenen Patienten litten unter einer Coxarthrose, 36 % zeigten einen Gelenkerguss und 25 % eine mechanische Deformität. Intraartikuläre

Diskussion

krankhafte Veränderungen traten signifikant häufiger im Zusammenhang mit einer gleichseitigen Abduktorenveränderung auf. Dies betraf insbesondere Coxarthrosen, Muskelatrophien und Osteophyten am Trochanter major.

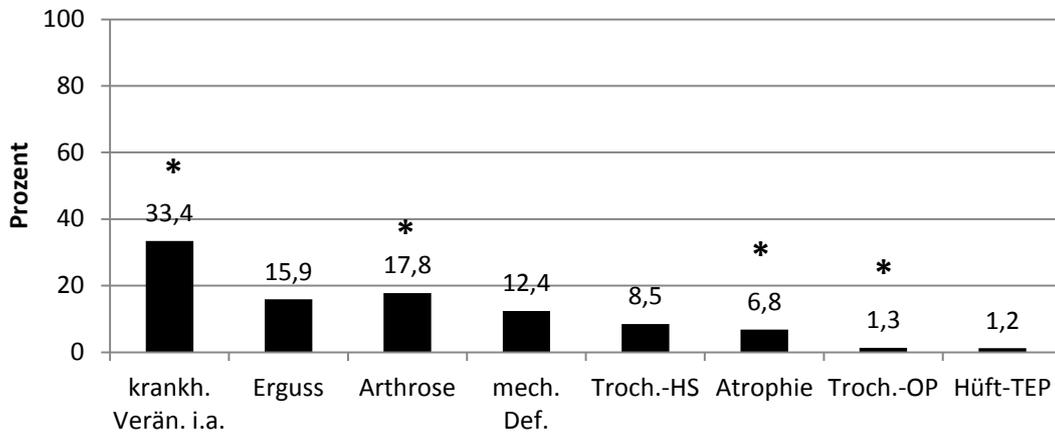


Abb. 120

Verteilung der intraartikulären krankhaften Veränderungen. Das Sternsymbol kennzeichnet einen signifikanten Zusammenhang zwischen der intraartikulären krankhaften Veränderung und einer krankhaften Veränderung der Hüftabduktoren. krankh. Verän. i.a.= krankhafte Veränderung intraartikulär, mech. Def.= mechanische Deformität, Troch.-HS= Trochanter-Hochstand, Troch.-OP= Trochanter-Osteophyt

Nur zwei weitere Studien erwähnten ebenfalls krankhafte Veränderungen des Hüftgelenks. Bei Woodley²⁵ waren 20 % der untersuchten Patienten von einer Coxarthrose betroffen, 30 % zeigten einen Gelenkerguss und 40 % eine Muskelatrophie, die zu 87 % den M. gluteus minimus betraf und einen Zusammenhang mit krankhaften Veränderungen der Hüftabduktoren aufwies. Cvitanic³² hingegen konnte den Zusammenhang zwischen einer krankhaften Veränderung der Hüftabduktoren und einer Muskelatrophie nicht herstellen.

Haliloglu⁸³ beschrieb 24 % Patienten mit Arthrose, 5 % mit Hüftkopfnekrose und 4 % mit Gelenkerguss, ohne dabei auf Zusammenhänge einzugehen.

4.4.6 Zusammenhang mit Trochanter-Osteophyten

Osteophyten liegen im späten Stadium einer Arthrose vor. Die durch diverse Ursachen herbeigeführte, irreversible Degeneration der Knorpelmatrix steht am Anfang arthrotischer Veränderungen. Durch die verminderte Elastizität und

Diskussion

Homogenität der Knorpeloberfläche entsteht eine Mikroinkongruenz der tragenden und sich gegeneinander bewegenden Gelenkflächen, die mit größer werdenden Knorpeldefekten und zunehmender Knochenbeteiligung zu einer Makroinkongruenz führt. Auf die dadurch entstehende umschriebene Druckerhöhung erfolgt als initiale Antwort die subchondrale Sklerosierung. Später bilden sich vermutlich an den freien Gelenkflächen Osteophyten aus akkumulierten Detritusbestandteilen, die sekundär verkalken.⁸⁴

Im Bereich des Trochanter major liegen keine Gelenkflächen vor, sodass die Voraussetzungen für die Entstehung von Osteophyten gar nicht bestehen. Ein synoviales Milieu als Ursache für Osteophyten am Trochanter kann in der pathologischen Situation postuliert werden, wenn durch Sehnedegeneration mit konsekutiver Bursitis subglutea ein synoviales Milieu erzeugt wird und durch die Bewegung der Sehne gegenüber dem Trochanter eine gelenkartige Situation entstanden ist. Diese Hypothese zum pathophysiologischen Prozess wird durch das überwiegend gemeinsame Auftreten von Sehnenläsionen und Bursitiden in unserer Studie bekräftigt.

In der zugrunde liegenden Arbeit wurden 13 Osteophyten am Trochanter major gezählt. Diese betrafen zu über 92 % die Altersgruppen über 60 Jahren und traten zu 90 % zusammen mit einer Veränderung der Abduktorensehnen auf.

4.4.7 Weiterführende Untersuchungen

Einige der veröffentlichten Studien befassten sich mit weiteren Aspekten wie Genauigkeit der MRT-Diagnostik im Bereich der Hüftabduktoren, klinischen Tests und Langzeitergebnissen nach operativer Versorgung von Sehnenrupturen.

Cvitanić³² untersuchte die Genauigkeit der MRT-Diagnostik bei krankhaften Veränderungen der Hüftabduktoren im Vergleich mit intraoperativen Befunden. Die Studie umfasste 74 Hüften, von denen 15 eine intraoperativ diagnostizierte Sehnenruptur aufwiesen und 59 asymptomatisch waren oder intraoperativ in-

Diskussion

takte Sehnen zeigten. Die Genauigkeit der MRT-Diagnostik von Sehnenrupturen lag bei 91 %.

Mit klinischen Tests zum Trochanter-Schmerzsyndrom befassten sich vor allem Lequesne²⁶, Bird²¹ und Woodley²⁵. Die Patienten mit lateralem Hüftschmerz in der Studie von Woodley²⁵ gaben zu 95 % einen Druckschmerz über dem Trochanter major an. Bird²¹ gab das Trendelenburg-Zeichen als zuverlässigsten Hinweis auf eine Ruptur des M. gluteus medius mit einer Sensitivität von 73 % und einer Spezifität von 76 % an. Schmerz bei Abduktion oder Innenrotation des Beins gegen Widerstand seien hingegen nicht aussagekräftig als Hinweis auf eine Alteration der Hüftabduktoren. Empfohlen wurde eine MRT-Untersuchung bei Trochanter-Schmerz in Verbindung mit einem positiven Trendelenburg-Zeichen. Lequesne²⁶ erkannte den erschwerten 30-Sekunden-Einbeinstand und die schmerzhafte Rückführung des außenrotierten und flektierten Beins gegen Widerstand als klinische Tests mit guter Aussagekraft.



Abb. 121

Patient in Rückenlage: Hüfte und Knie der betroffenen Seite um jeweils 90° flektiert, Hüfte zusätzlich außenrotiert, Positives Testergebnis bei Schmerzreproduktion durch Derotation der Hüfte gegen Widerstand. Aus: Lequesne, M. et al., 2008. Gluteal tendinopathy in refractory greater trochanter pain syndrome: diagnostic value of two clinical tests. *Arthritis Rheum*, 59(2), pp. 241–246.

Diskussion

In den Arbeiten von Kagan⁴⁸, Lequesne⁷ und Cates⁷² standen Rupturen des M. gluteus medius, teilweise in Kombination mit dem M. gluteus minimus, und deren operative Versorgung im Mittelpunkt. Alle Autoren berichteten über eine Vollremission beinahe aller Patienten. Diese guten Ergebnisse unterstreichen die Wichtigkeit der differenzierten Diagnostik eines Trochanter-Schmerzsyndroms, da gute Therapiemöglichkeiten bei richtiger Diagnosestellung zur Verfügung stehen.

4.5 Unterschiede zwischen 3 Tesla- und 1,5 Tesla-MRT-Geräten

4.5.1 Entwicklung in der MRT-Forschung

Eine höhere räumliche und zeitliche Auflösung kann durch höhere Magnetfeldstärken erreicht werden. Die Auswertung der 500 MRT-Serien der Hüfte erfolgte an Geräten mit unterschiedlichen Feldstärken (1,5 Tesla und 3 Tesla), sodass beide Geräte verglichen werden können.

MRT-Geräte mit der Feldstärke 1,5 Tesla erreichen ein räumliches Auflösungsvermögen von $3 \times 3 \text{ mm}^2$ bis $4 \times 4 \text{ mm}^2$. Mit steigender Feldstärke nimmt das MR-Signal quadratisch zu. Da das störende Rauschen nur linear zunimmt, entsteht eine Verbesserung der Bildqualität, die in eine höhere räumliche Auflösung oder in kürzere Aufnahmezeiten zum Vorteil des Patienten investiert werden kann.

4.5.2 Unterschiede zwischen 1,5 Tesla und 3 Tesla

Sowohl in der Häufigkeit der festgestellten Signalveränderungen als auch der intraartikulären krankhaften Veränderungen gab es signifikante Unterschiede zwischen den beiden MRT-Geräten. Deutliche Unterschiede zeigten sich in den folgenden zwei Punkten: dem von Signalveränderungen betroffenen Muskel und der Häufigkeit von Bursitiden.

Im 3 Tesla-Gerät wurden insgesamt 211 Signalveränderungen (15,5 %) in den Sehnen der Hüftabduktoren gefunden, im 1,5 Tesla-Gerät waren es 73 Signalveränderungen (11,5 %). Die höhere Auflösung des 3 Tesla-Gerätes führt also zu einer häufigeren Feststellung von Signalveränderungen, wobei auch falsch positive Befunde vorkommen mögen. Darüber hinaus war es im 3 Tesla-Gerät möglich, die Morphologie der Sehne detailliert zu erkennen. Insbesondere Aussagen zur schlechten Abgrenzbarkeit der Sehne von der Umgebung oder auch zur Form der Signalveränderung sind wertvoll in der Unterscheidung zwischen Tendinosen und Teilrupturen sowie in der Entdeckung von Kalzifizierungen mit einer Konsequenz für die therapeutischen Empfehlungen des behandelnden Arztes.

4.5.2.1 Betroffener Muskel

Während im 3 Tesla-Gerät 62,1 % der Signalveränderungen auf den M. gluteus medius entfielen und 37,9 % auf den M. gluteus minimus, so kamen im 1,5 Tesla-Gerät Signalveränderungen fast ausschließlich im M. gluteus medius vor (91,8 %). Bei 3 Tesla waren immerhin 11,5 % der Signalveränderungen im M. gluteus minimus allein lokalisiert, bei 1,5 Tesla keine einzige. Signalveränderungen des M. gluteus minimus traten lediglich gleichzeitig mit krankhaften Veränderungen im M. gluteus medius auf und auch das nur in 9,0 % der Fälle (3 Tesla: 42,6 %). Anscheinend kann der kleinere M. gluteus minimus, der zudem häufig mit dem M. gluteus medius verwachsen ist⁹ in der höheren Auflösung des 3 Tesla-Gerätes besser beurteilt werden, sodass die Differenzierung zwischen den beiden Muskeln und die Zuordnung einer Signalalteration zu einem einzelnen Muskel erleichtert wird.

Ähnlich verhält es sich vermutlich auch im Hinblick auf die schwierige Unterscheidung zwischen einer Tendinose und einer Teilruptur. Während im 3 Tesla-Gerät 28 Teilrupturen beschrieben wurden, wurde im 1,5 Tesla-Gerät kein einziger Befund diesbezüglich erhoben. Auch hier schafft die hohe Ortsauflösung der höheren Feldstärke bessere Voraussetzungen für eine präzise Beurteilung der Sehne mit einer verbesserten Trennschärfe zwischen Teilruptur und Tendinose.

Diskussion

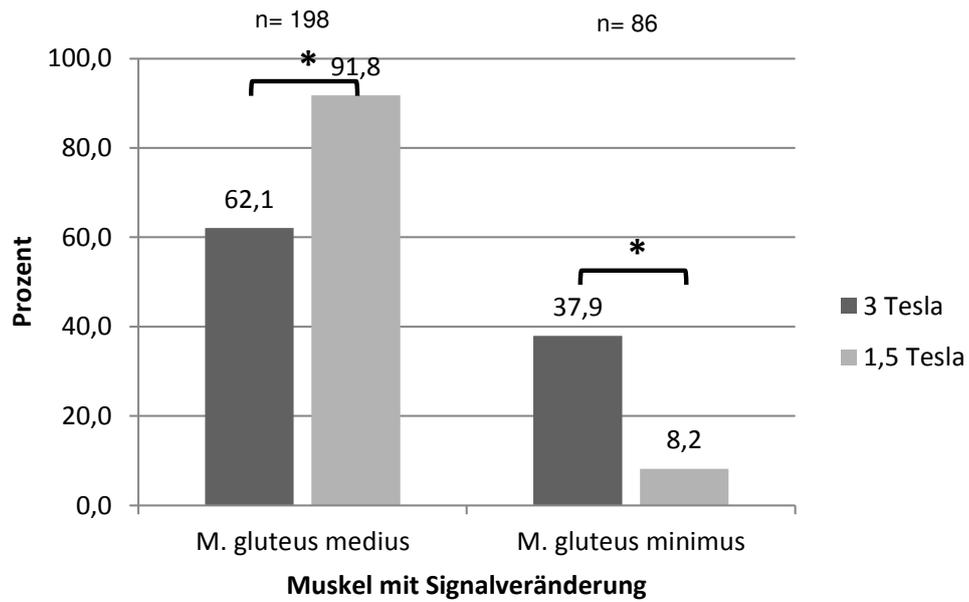


Abb. 122

Verteilung der Signalveränderungen im Vergleich zwischen M. gluteus medius und M. gluteus minimus

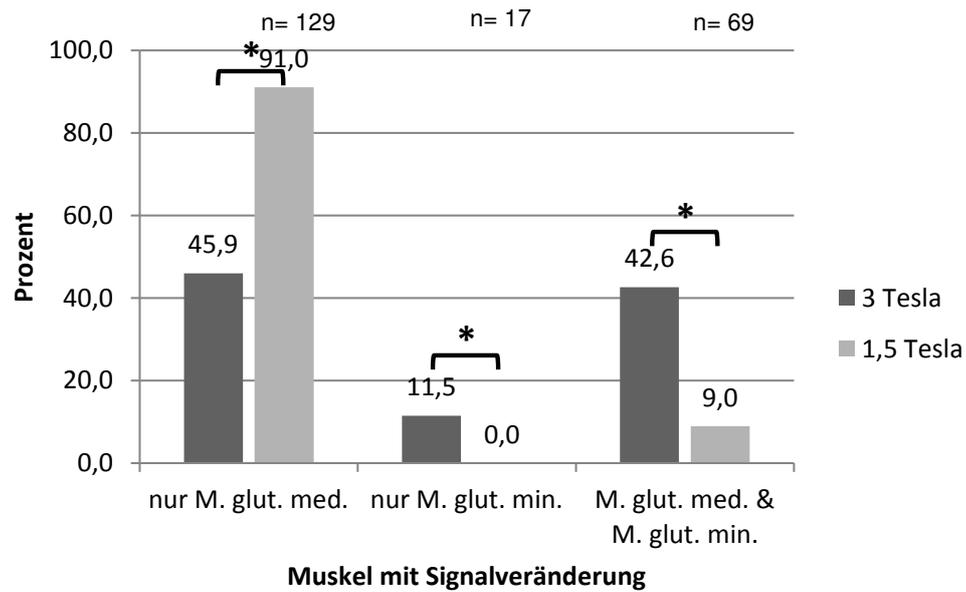


Abb. 123

Verteilung der Signalveränderungen zwischen M. gluteus medius allein, M. gluteus minimus allein und M. gluteus medius und minimus kombiniert

Diskussion

4.5.2.2 Bursitiden

Im 1,5 Tesla-Gerät wurden gut doppelt so viele Veränderungen als Bursitis interpretiert wie im 3 Tesla-Gerät. Bisher gibt es keine Studien, die verschiedene MRT-Geräte in der Beurteilung muskuloskelettaler Regionen anwendeten und ähnliche Beobachtungen machten.

Möglicherweise beruhen die unterschiedlichen Häufigkeiten der Bursitiden in Bezug auf die Feldstärken auf einer Fehlinterpretation von Tendinosen als Bursitiden bei 1,5 Tesla. Die höhere Ortsauflösung bei 3 Tesla erleichtert die Identifizierung der anatomischen Strukturen und die eindeutige Zuordnung von Signalalteration zu diesen. Da die Bursa trochanterica mehr Raum einnimmt als die Sehnenansätze und Hyperintensitäten nicht scharf begrenzt sind, sondern auch in die unmittelbare Umgebung einstrahlen, wurden vermutlich falsch positive Befunde einer Bursitis trochanterica erhoben.

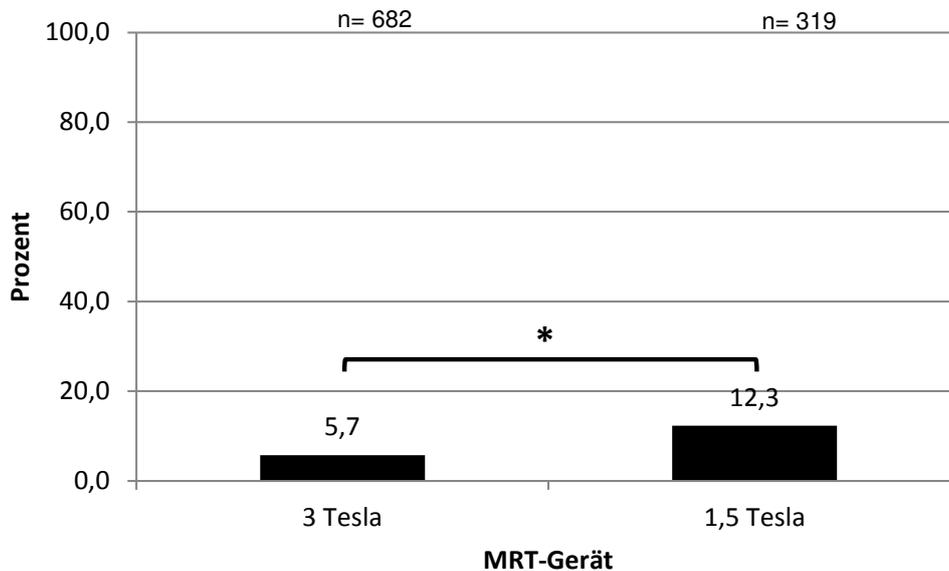


Abb. 124

Verteilung der Bursitiden im Vergleich der MRT-Geräte bezogen auf die Gesamtzahl der untersuchten Hüften (n= 1000)

4.6 Methodenkritik und Ausblick

4.6.1 Patientenkollektiv

Im Gegensatz zum Großteil der Studien über die Hüftabduktoren mit ihrer hohen Patientenselektivität stützt sich diese Arbeit auf die MRT-Bilder von nicht vorselektierten Patienten. Die Geschlechter- und Altersverteilung ist repräsentativ für einen Bevölkerungsquerschnitt, die Krankengeschichte und die aktuelle Anamnese waren nicht bekannt. Trotzdem lag bei 88,4 % der Patienten eine orthopädische Indikation für die MRT-Untersuchung vor, sodass die deutliche Mehrheit unter muskuloskelettalen Beschwerden im Hüftbereich litt, was aber selbstverständlich auch intraartikuläre krankhafte Veränderungen und Fehlstellungen mit einschloss und keinen Fokus auf die Hüftabduktoren legte.

4.6.2 Technische Voraussetzungen

Zwar wurden die 500 MRT-Serien auf Geräten mit unterschiedlicher Feldstärke aufgenommen, doch wurden trotzdem für beide Feldstärken große Zahlen, insbesondere im Vergleich mit anderen Studien, erreicht. Nebenbei konnten auf diese Weise Unterschiede zwischen den Geräten bzw. den Feldstärken erkannt und interpretiert werden.

In den MRT-Studien zu den Hüftabduktoren wurden mehrheitlich Gesamtaufnahmen des Beckens angefertigt. Lequesne⁷ und andere Autoren^{31,32} kritisierten diese Aufnahmetechnik als zu wenig sensitiv, sodass krankhafte Veränderungen übersehen würden. Ein kleines FOV führt zu einer höheren räumlichen Auflösung⁸⁵, wodurch die Beurteilung kleiner muskuloskelettaler Strukturen wie Knorpel oder Sehnen verbessert wird. Allerdings kann bei Aufnahme der symptomatischen Hüfte im Kleinfeld kein Seitenvergleich erfolgen.

4.6.3 Diagnostische Aussagekraft

Die diagnostische Aussagekraft kann einerseits auf die Spezifität bezogen werden, d.h. auf den positiven Zusammenhang zwischen MRT-Befund und Symp-

tomen des Patienten. Hierbei ist auf die Vielzahl von falsch-positiven Befunden wie sie in den Arbeiten von Blankenbaker³¹, Woodley²⁵ und DeMaeseneer⁸² erhoben wurden, aufmerksam zu machen. Signalveränderungen der Hüftabduktoren in der MRT sollten daher nicht überinterpretiert und immer im klinischen Zusammenhang beurteilt werden.

Andererseits kann die diagnostische Aussagekraft hinsichtlich der Sensitivität beurteilt werden, d.h. des positiven Zusammenhangs zwischen Bildbefund und tatsächlicher Morphologie. Ein großes Problem stellt die präzise Unterscheidung zwischen Tendinosen und Teilrupturen der Sehnen dar. Dies wird sowohl in Arbeiten zur Rotatorenmanschette der Schulter⁸⁶ als auch zu den Hüftabduktoren^{11,32} erwähnt. Im Praxisalltag kann das Problem zu einer hohen Dunkelziffer an Teilrupturen führen, die unter Umständen behandelt werden könnten.

Roy⁸⁶ verglich in einer Metaanalyse 29 MRT-Studien hinsichtlich der Genauigkeit in der Diagnostik von krankhaften Veränderungen der Rotatorenmanschette der Schulter. Komplettrupturen wiesen dabei eine Sensitivität und Spezifität von über 0,9 auf, bei der Erkennung von Teilrupturen hingegen lag die Sensitivität zwischen 0,6 und 0,8 bei gleichbleibender Spezifität von über 0,9.⁸⁶

4.6.4 Ausblick

Gerade im Hinblick auf die betroffenen Patienten ist eine Etablierung des Abduktorensyndroms der Hüfte anzustreben. Die eindeutige Benennung eines Krankheitsbildes, das bisher lediglich unter verschiedenen Symptombeschreibungen auftauchte, ist ein wichtiger Beitrag. In der Folge sollte eine einheitliche Diagnostik erreicht werden, wobei der Schwerpunkt auf der Erarbeitung klinischer Tests liegen sollte.

In der weiterführenden MRT-Diagnostik ist eine genaue Klassifizierung der Sehnenläsionen sicher hilfreich. Erschwert wird die Aufstellung einer solchen

Methodenkritik und Ausblick

jedoch durch den fehlenden Konsens der bisher veröffentlichten Studien hierzu und die aktuell geringe Präsenz in der Praxis.

5 Zusammenfassung

1. Fragestellungen und Ziele der vorliegenden Arbeit:

- vor dem Hintergrund der Analogien zwischen Schulter und Hüfte wurden kernspintomographische Untersuchung von 500 Patienten (1000 Hüften) eines unselektierten Patientenkollektivs im Hinblick auf die Prävalenz krankhafter Abduktorenveränderungen und peritrochanterer Bursitiden ausgewertet
- zudem wurde ein möglicher Zusammenhang zwischen Bursitiden und Sehnenveränderungen bzw. zwischen peri- und intraartikulären Auffälligkeiten untersucht
- die Befunde zwischen MRT-Geräten verschiedener Feldstärken (1,5 und 3 Tesla) wurden verglichen

2. Ergebnisse:

- 22,4 % der untersuchten Hüften wiesen krankhafte Veränderungen auf, die Prävalenz stieg mit zunehmendem Alter und weiblichem Geschlecht
- eine Bursitis trochanterica trat in 90 % der Fälle zusammen mit einer krankhaften Sehnenveränderung auf, 65 % der Sehnenveränderungen zeigten keine gleichzeitige Bursitis trochanterica: die Bursitis kann dementsprechend als überwiegend reaktiv interpretiert werden
- es konnte ein signifikanter Zusammenhang zwischen peri- und intraartikulären Veränderungen festgestellt werden
- es ergab sich eine höhere Prävalenz von Bursitiden gegenüber krankhaften Sehnenveränderungen bei 1,5 Tesla, die Prävalenz von krankhaften Sehnenveränderungen des M. gluteus minimus war bei 3 Tesla höher, Teilrupturen zeigten bei 3 Tesla eine höhere Prävalenz

3. Relevanz für die klinische und diagnostische Medizin:

- es ist sinnvoll, die Bezeichnung „Abduktorensyndrom der Hüfte“ für krankhafte Veränderungen der Abduktorensehnen (Tendinose, Teil-,

Zusammenfassung

Komplettruptur, Tendinitis calcarea mit oder ohne begleitende Bursitis trochanterica) zu etablieren

- bei Bedarf kann eine MRT-Diagnostik erfolgen, diese sollte folgende Parameter beinhalten: koronare und transversale Ebene, fettgesättigte T2-Wichtung/ Protonendichtewichtung (entscheidend für die Detektion hyperintenser Signalveränderungen im Bereich der Sehnen und Bursae)
- die MRT-Klassifikation sollte folgende Morphologien unterscheiden: Tendinose, Teilruptur, Komplettruptur, Tendinitis calcarea mit oder ohne begleitende Bursitis

4. Ausblick:

- die Etablierung der Bezeichnung „Abduktorensyndrom der Hüfte“ sollte erfolgen sowie die entsprechende Diagnostik mittels klinischen Tests und ergänzender Bildgebung (Sonografie, ggf. MRT)
- die Spezifität der MRT sollte untersucht werden, d.h. der positive Zusammenhang zwischen Bildbefund und tatsächlicher Sehnenmorphologie

Zusammenfassung

Summary:

Objective:

We retrospectively reviewed 500 consecutive MR examinations of the pelvis (1000 hips) for abductor tendon abnormalities and trochanteric bursitis. There was no selection of the patients.

The purpose of this study was to determine the prevalence of abductor tendon abnormalities and trochanteric bursitis.

Moreover we evaluated whether the MR findings of trochanteric bursitis and abductor tendon abnormalities respectively the MR findings of abductor tendon abnormalities and intra-articular abnormalities correlate.

Additionally we compared the MR findings of the 1,5T MRI system with the 3T MRI system.

Results:

22,4% of the examined hips had abductor tendon abnormalities. There was a significant association between abductor tendon abnormalities and increasing age as well as female sex.

While 90 % of the hips with a trochanteric bursitis also showed abductor tendon abnormalities, 65 % of the hips with abductor tendon abnormalities didn't have an additional trochanteric bursitis. Therefore trochanteric bursitis can mostly be seen as reactive.

There was a significant association between abductor tendon abnormalities and intra-articular abnormalities.

The prevalence of the trochanteric bursitis was higher in 1,5T MRI than in 3T MRI whereas the prevalence of abductor tendon abnormalities was lower in 1,5T MRI.

Zusammenfassung

The prevalence of tendon abnormalities of the gluteus minimus muscle was higher in 3T MRI, also the prevalence of partial thickness ruptures was higher in 3T MRI.

Conclusion:

Our aim is to summarize different abductor tendon abnormalities (tendinopathy, partial thickness tears, complete tears, calcific tendinitis with or without an additional trochanteric bursitis) and name them “Abduktorensyndrom der Hüfte”.

It will be important to develop clinical tests; furthermore sonography and MRI if necessary can be used for the clinical diagnostics.

MRI should include fat-suppressed T2-weighted or PD-weighted sequences (this is important for the detection of hyperintense signal alterations) and coronal and transversal planes. The MR findings should be classified as tendinopathy, partial thickness tears, complete tears and calcific tendinitis with or without an additional trochanteric bursitis.

The accuracy of MRI for diagnosing the different abductor tendon abnormalities should be evaluated in further studies.

6 Abkürzungsverzeichnis

A., Aa.	Arteria, Arteriae
Abb.	Abbildung
al.	alii
Art.	Articulatio
C	Kontingenzkoeffizient
CCD-Winkel	Centrum-Collum-Diaphysenwinkel
cor	coronar
FOV	field of view
fs	fat saturation
KM	Kontrastmittel
lat.	lateralis
Lig., Ligg.	Ligamentum, Ligamenta
LWS	Lendenwirbelsäule
M. glut. med.	M. gluteus medius
M. glut. min.	M. gluteus minimus
M., Mm.	Musculus, Musculi
med.	medialis
MRT	Magnetresonanztomografie
N.	Nervus
NCBI	National Center for Biotechnology Information
PDW	Protonendichtewichtung
Proc.	Processus
SPAIR	Spectral Adiabatic Inversion Recovery (Fettunterdrückung)
SPIR	Spectral Presaturation with Inversion Recovery (Fettunterdrückung)
subglut.	subglutea
TEP	Totalendoprothese
tra	transversal
TSE	Turbo Spin-Echo

7 Literaturverzeichnis

1. Lievense A, Bierma-Zeinstra S, Schouten B, Bohnen A, Verhaar J, Koes B. Prognosis of trochanteric pain in primary care. *Br J Gen Pract.* 2005;55(512):199-204.
2. Rütther W. Orthopädie und Unfallchirurgie. 20. Auflage. München: Elsevier Verlag; 2014.
3. Mohr W. Gelenkpathologie. 1. Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag; 2000.
4. Pitzen P, Rössler H. Kurzgefasstes Lehrbuch der Orthopädie. 12. Auflage. München: Urban und Schwarzenberg Verlag; 1973.
5. Cormier G, Berthelot JM, Maugars Y, Sro. Gluteus tendon rupture is underrecognized by French orthopedic surgeons: results of a mail survey. *Jt Bone Spine.* 2006;73(4):411-413.
6. Schünke, Schulte, Schumacher, Voll W. Prometheus LernAtlas der Anatomie. 1. Auflage. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2005.
7. Lequesne M, Djian P, Vuillemin V, Mathieu P. Prospective study of refractory greater trochanter pain syndrome. MRI findings of gluteal tendon tears seen at surgery. Clinical and MRI results of tendon repair. *Jt Bone Spine.* 2008;75(4):458-464.
8. Heimkes B, Posel P, Plitz W, Jansson V. Forces acting on the juvenile hip joint in the one-legged stance. *J Pediatr Orthop.* 1993;13(4):431-6.
9. Lang J, Wachsmuth W. Bein und Statik. 2. Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag; 1972.
10. Pfirrmann CW, Chung CB, Theumann NH, Trudell DJ, Resnick D. 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):469-477.
11. Connell DA, Bass C, Sykes CA, Young D, Edwards E. Sonographic evaluation of gluteus medius and minimus tendinopathy. *Eur Radiol.* 2003;13(6):1339-1347.
12. Beck M, Sledge JB, Gautier E, Dora CF, Ganz R. The anatomy and function of the gluteus minimus muscle. *J Bone Jt Surg Br.* 2000;82(3):358-363.
13. Al-Hayani A. The functional anatomy of hip abductors. *Folia Morphol (Warsz).* 2009;68(2):98-103.

Literaturverzeichnis

14. Williams BS, Cohen SP. Greater trochanteric pain syndrome: a review of anatomy, diagnosis and treatment. *Anesth Analg.* 2009;108(5):1662-1670.
15. Dunn T, Heller CA, McCarthy SW, Dos Remedios C. Anatomical study of the "trochanteric bursa". *Clin Anat.* 2003;16(3):233-40.
16. Putz R, Simon U, Claes L. *AE-Manual der Endoprothetik.* Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag; 2012.
17. Pauwels F. [Short survey of mechanical stress of bone and its importance for the functional adaptation (author's transl)]. *Z Orthop Ihre Grenzgeb.* 1973;111(5):681-705.
18. Legal H. [Osteotomies on hip dysplasia in the adult--planning with reference to differentiated biomechanical calculation]. *Z Orthop Ihre Grenzgeb.* 123(4):465-9.
19. Bergmann G, Deuretzbacher G, Heller M, et al. Hip contact forces and gait patterns from routine activities. *J Biomech.* 2001;34(7):859-71.
20. Shbeeb MI, Matteson EL. Trochanteric bursitis (greater trochanter pain syndrome). *Mayo Clin Proc.* 1996;71(6):565-569.
21. Bird PA, Oakley SP, Shnier R, Kirkham BW. Prospective evaluation of magnetic resonance imaging and physical examination findings in patients with greater trochanteric pain syndrome. *Arthritis Rheum.* 2001;44(9):2138-2145.
22. Clancy WG. Runners' injuries. Part two. Evaluation and treatment of specific injuries. *Am J Sport Med.* 1980;8(4):287-289.
23. Karpinski MR, Piggott H. Greater trochanteric pain syndrome. A report of 15 cases. *J Bone Jt Surg Br.* 1985;67(5):762-763.
24. Gordon EJ. Trochanteric bursitis and tendinitis. *Clin Orthop.* 1961;20:193-202.
25. Woodley SJ, Nicholson HD, Livingstone V, et al. Lateral hip pain: findings from magnetic resonance imaging and clinical examination. *J Orthop Sport Phys Ther.* 2008;38(6):313-328.
26. Lequesne M, Mathieu P, Vuillemin-Bodaghi V, Bard H, Djian P. Gluteal tendinopathy in refractory greater trochanter pain syndrome: diagnostic value of two clinical tests. *Arthritis Rheum.* 2008;59(2):241-246.
27. Kagan 2nd A. Rotator-cuff tear of the hip. *J Bone Jt Surg Br.* 1998;80(1):182-183.
28. Otto S. Zur Frage der Nervenläsionen bei Totalendoprothesenoperationen der Hüfte – klinische und

Literaturverzeichnis

- elektrophysiologische Untersuchungen an 50 Patienten im Rahmen einer prospektiven Studie. Heidelberg, 2000.
29. Kong A, Van der Vliet A, Zadow S. MRI and US of gluteal tendinopathy in greater trochanteric pain syndrome. *Eur Radiol.* 2007;17(7):1772-1783.
 30. McMahon SE, Smith TO, Hing CB. A systematic review of imaging modalities in the diagnosis of greater trochanteric pain syndrome. *Musculoskeletal Care.* 2012;10(4):232-239.
 31. Blankenbaker DG, Ullrick SR, Davis KW, De Smet AA, Haaland B, Fine JP. Correlation of MRI findings with clinical findings of trochanteric pain syndrome. *Skelet Radiol.* 2008;37(10):903-909.
 32. Cvitanic O, Henzie G, Skezas N, Lyons J, Minter J. MRI diagnosis of tears of the hip abductor tendons (gluteus medius and gluteus minimus). *AJR Am J Roentgenol.* 2004;182(1):137-143.
 33. Bunker TD, Esler CN, Leach WJ. Rotator-cuff tear of the hip. *J Bone Jt Surg Br.* 1997;79(4):618-620.
 34. Voos JE, Rudzki JR, Shindle MK, Martin H, Kelly BT. Arthroscopic anatomy and surgical techniques for peritrochanteric space disorders in the hip. *Arthroscopy.* 2007;23(11):1246 e1-5.
 35. Domb BG, Nasser RM, Botser IB. Partial-thickness tears of the gluteus medius: rationale and technique for trans-tendinous endoscopic repair. *Arthroscopy.* 2010;26(12):1697-705.
 36. Yanke AB, Hart MA, McCormick F, Nho SJ. Endoscopic repair of a gluteus medius tear at the musculotendinous junction. *Arthrosc Tech.* 2013;2(2):e69-72.
 37. Reiser M, Kuhn F-P, Debus J. *Duale Reihe Radiologie.* Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2011.
 38. Gadopentetat-Dimeglumin. <http://de.wikipedia.org/wiki/Gadopentetat-Dimeglumin>. (abgerufen am: 06.06.2016)
 39. Stoller D. *Magnetic Resonance Imaging in Orthopaedics and Sports Medicine.* 3. Auflage. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2006.
 40. Kingzett-Taylor A, Tirman PF, Feller J, 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):1123-1126.
 41. LaBan MM, Weir SK, Taylor RS. "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):806-809.
 42. Breitensteiner M. *Der MR Trainer: Obere Extremität.* Stuttgart: Georg

Literaturverzeichnis

Thieme Verlag; 2005.

43. Kellgren J. The Epidemiology of Chronic Rheumatism: Atlas of Standard Radiographs of Arthritis, Band 2.; 1963.
44. Niethard FU, Pfeil J, Biberthaler P. Duale Reihe Orthopädie und Unfallchirurgie. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2014.
45. Raman D, Haslock I. Trochanteric bursitis--a frequent cause of "hip" pain in rheumatoid arthritis. *Ann Rheum Dis.* 1982;41(6):602-3.
46. Stegemann H. Die chirurgische Bedeutung paraartikulärer Kalkablagerungen. *Arch Klin Chir.* 1923;125:718-38.
47. Leonard MH. Trochanteric syndrome; calcareous and noncalcareous tendonitis and bursitis about the trochanter major. *J Am Med Assoc.* 1958;168(2):175-177.
48. Kagan 2nd A. Rotator cuff tears of the hip. *Clin Orthop Relat Res.* 1999;(368):135-140.
49. Ewerbeck, Wentzensen, Grützner, Holz, Krämer, Pfeil S. Standardverfahren in der Operativen Orthopädie und Unfallchirurgie. 4. Auflage. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2014.
50. Hong RJ, Hughes TH, Gentili A, Chung CB. Magnetic resonance imaging of the hip. *J Magn Reson Imaging.* 2008;27(3):435-45.
51. Andersen JH, Gaardboe-Poulsen O, Jensen EM. [The rotator cuff syndrome--a frequent disease caused by loading]. *Ugeskr Laeger.* 1989;151(37):2352-5.
52. Löhr JF, Uthoff HK. [Epidemiology and pathophysiology of rotator cuff tears]. *Orthopade.* 2007;36(9):788-95.
53. Frost P, Andersen JH, Lundorf E. Is supraspinatus pathology as defined by magnetic resonance imaging associated with clinical sign of shoulder impingement? *J Shoulder Elbow Surg.* 1999;8(6):565-8.
54. Seeger LL, Gold RH, Bassett LW, Ellman H. Shoulder impingement syndrome: MR findings in 53 shoulders. *AJR Am J Roentgenol.* 1988;150(2):343-7.
55. Gumina S, Di Giorgio G, Bertino A, Della Rocca C, Sardella B, Postacchini F. Inflammatory infiltrate of the edges of a torn rotator cuff. *Int Orthop.* 2006;30(5):371-4.
56. Reilly P, Macleod I, Macfarlane R, Windley J, Emery RJH. Dead men and radiologists don't lie: a review of cadaveric and radiological studies of rotator cuff tear prevalence. *Ann R Coll Surg Engl.* 2006;88(2):116-21.

Literaturverzeichnis

57. Lindblom K. On pathogenesis of ruptures of the tendon aponeurosis of the shoulder joint. *Acta Radiol.* 1939;20:563-577.
58. Uthoff HK, Lohr JF SK. The Pathogenesis of Rotator Cuff Tears. Tak N (ed) *Proc Third Int Conf Surg Shoulder Fukuoka, Japan.* 1986:211-212.
59. Hashimoto T, Nobuhara K, Hamada T. Pathologic evidence of degeneration as a primary cause of rotator cuff tear. *Clin Orthop Relat Res.* 2003;(415):111-20.
60. Uthoff H, Loehr J. Calcific Tendinopathy of the Rotator Cuff: Pathogenesis, Diagnosis, and Management. *J Am Acad Orthop Surg.* 1997;5(4):183-191.
61. Spear IM, Lipscomb PR. Noninfectious trochanteric bursitis and peritendinitis. *Surg Clin North Am.* 1952:1217-1224.
62. Ogata S, Uthoff HK. Acromial enthesopathy and rotator cuff tear. A radiologic and histologic postmortem investigation of the coracoacromial arch. *Clin Orthop Relat Res.* 1990;(254):39-48.
63. Neer CS. Impingement lesions. *Clin Orthop Relat Res.* 1983;(173):70-7.
64. Benson RT, McDonnell SM, Knowles HJ, Rees JL, Carr AJ, Hulley PA. Tendinopathy and tears of the rotator cuff are associated with hypoxia and apoptosis. *J Bone Joint Surg Br.* 2010;92(3):448-53.
65. Uthoff HK, Sano H. Pathology of failure of the rotator cuff tendon. *Orthop Clin North Am.* 1997;28(1):31-41.
66. Björnsson H, Norlin R, Knutsson A, Adolfsson L. Fewer rotator cuff tears fifteen years after arthroscopic subacromial decompression. *J Shoulder Elbow Surg.* 2010;19(1):111-5.
67. Ko J-Y, Wang F-S. Rotator cuff lesions with shoulder stiffness: updated pathomechanisms and management. *Chang Gung Med J.* 2011;34(4):331-40.
68. Codman EA, Akerson IB. The pathology associated with rupture of the supraspinatus tendon. *Ann Surg.* 1931;93(1):348-59.
69. Lachiewicz PF. Abductor tendon tears of the hip: evaluation and management. *J Am Acad Orthop Surg.* 2011;19(7):385-91.
70. Walsh G, Archibald CG. MRI in greater trochanter pain syndrome. *Australas Radiol.* 2003;47(1):85-87.
71. Mayerhöfer ME, Breitenseher MJ. [Impingement syndrome of the shoulder]. *Radiologe.* 2004;44(6):569-77.
72. Cates HE, Schmidt MA, Person RM. Incidental "rotator cuff tear of the hip"

Literaturverzeichnis

- at primary total hip arthroplasty. *Am J Orthop* (Belle Mead NJ). 2010;39(3):131-133.
73. Breitenseher M. „Rheuma“ des Hüftgelenks - OERG. <http://www.oerg.at/index.php/rheuma-des-hueftgelenks.html>. (abgerufen am: 25.06.2014)
74. Johnston C, Kerr J, Ford S, O'Byrne J, Eustace S. MRI as a problem-solving tool in unexplained failed total hip replacement following conventional assessment. *Skelet Radiol*. 2007;36(10):955-961.
75. Twair A, Ryan M, O'Connell M, Powell T, O'Byrne J, Eustace S. MRI of failed total hip replacement caused by abductor muscle avulsion. *AJR Am J Roentgenol*. 2003;181(6):1547-1550.
76. Hoffmann A, Pfirrmann CW. The hip abductors at MR imaging. *Eur J Radiol*. 2012;81(12):3755-3762.
77. Rafii M, Firooznia H, Sherman O, et al. Rotator cuff lesions: signal patterns at MR imaging. *Radiology*. 1990;177(3):817-23.
78. Yoo JC, Ahn JH, Lee YS, Koh KH. Magnetic resonance arthrographic findings of presumed stage-2 adhesive capsulitis: focus on combined rotator cuff pathology. *Orthopedics*. 2009;32(1):22.
79. Krief O, Huguet D. Shoulder Pain and Disability: Comparison with MR findings. *AJR Am J Roentgenol*. 2006;186(May):1234-1239.
80. Needell SD, Zlatkin MB. Comparison of fat-saturation fast spin echo versus conventional spin-echo MRI in the detection of rotator cuff pathology. *J Magn Reson Imaging*. 1997;7(4):674-7.
81. Paik NC. Acute calcific tendinitis of the gluteus medius: An uncommon source for back, buttock, and thigh pain. *Semin Arthritis Rheum*. 2013;43(6):824-9.
82. De Maeseneer M, Gosselin R, De Ridder F, Shahabpour M, Vanderdood K. MR imaging changes in the trochanteric area of asymptomatic individuals: a potential for misdiagnosis of pain in the trochanteric region. *Eur J Radiol*. 2009;72(3):480-482.
83. Haliloglu N, Inceoglu D, Sahin G. Assessment of peritrochanteric high T2 signal depending on the age and gender of the patients. *Eur J Radiol*. 2010;75(1):64-66.
84. Bischoff H-P, Heisel J, Locher H. *Praxis der konservativen Orthopädie: 175 Tabellen*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2009.
85. Vahlensieck M, Reiser M. *MRT des Bewegungsapparats. 4. Auflage*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2014.

Literaturverzeichnis

86. Roy J-S, Braën C, Leblond J, et al. Diagnostic accuracy of ultrasonography, MRI and MR arthrography in the characterisation of rotator cuff disorders: a meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2015;bj sports-2014-094148-.

8 Danksagung

An der Entstehung meiner Dissertation waren direkt und indirekt viele helfende Hände am Werk, bei denen ich mich im Folgenden bedanken möchte.

Zunächst ergeht ein herzlicher Dank an meinen Doktorvater Professor Wolfgang Rütter für die Überlassung dieses spannenden Themas, für die gelungene Kommunikation über 900 km Entfernung und über die fachliche Unterstützung.

Bedanken möchte ich mich zudem bei Professor Rainer Maas und seinem Praxisteam für die Bereitstellung seiner Praxisräume und der Bilddaten sowie die freundliche Betreuung.

Vielen Dank auch an meinen Betreuer André Strahl für die angenehme Gestaltung der Treffen in Hamburg sowie seine unverzichtbare Hilfe in der statistischen Aufbereitung der Daten.

Für den reibungslosen Ablauf der Terminvergaben, Anfragen jeder Art und aufmunternde Worte danke ich Frau Elisabeth Schieferecke.

Ein großes Dankeschön ganz anderer Art geht an meine Familie. Meinem Vater danke ich für die Wegbereitung meines medizinischen Werdegangs und seine Begleitung auf diesem Weg, meiner Mutter für Ihre emotionale Unterstützung und Ihre Motivation, meiner Schwester für Ihren vorbildhaften Ehrgeiz und meinen Großeltern für ihre Finanzspritzen und ihre interessierte Anteilnahme an meiner Arbeit.

Meinem Ehemann danke ich für seine Geduld, seine Aufmunterungen und sein Vertrauen in mich.

9 Lebenslauf

Lebenslauf entfällt aus datenschutzrechtlichen Gründen

Eidesstattliche Erklärung

10 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.

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

Unterschrift: