

Muskeltrauma in der primären Hüftendoprothetik unter Berücksichtigung von Alter und BMI sowie in Abhängigkeit vom operativen Zugangsweg

Minimalinvasiver anterolateraler vs. modifizierter transglutealer Zugang

Hintergrund und Fragestellung

Mit dem Ziel einer Minimierung des operativen Muskeltraumas hat sich die minimalinvasive Hüftprothesenimplantation in den letzten Jahren zunehmend in der Hüftendoprothetik etabliert. Eine häufig angewendete minimalinvasive Technik ist der anterolaterale minimalinvasive Zugang (ALMI) [3, 32, 33]. Hierbei erfolgt der Zugang zum Gelenk intermuskulär, d. h. ohne Inzision und Ablösen von Muskulatur zwischen den Mm. gluteus medius und tensor fasciae latae. Trotz der muskelschonenden Technik kann aufgrund des kleinen und internervalen Operationszugangs ein vermehrtes Dehnungstrauma von Muskulatur oder Nervenästen durch den partiell notwendigen stärkeren Retraktorzug nicht ausgeschlossen werden. In der gegenwärtigen Literatur besteht diesbezüglich immer noch ein Mangel des bildmorphologischen In-vivo-Nachweises der tatsächlichen Minimierung des Gewebetraumas durch eine minimalinvasive Technik. Mit der Einführung der MRT in die Endoprothetik existiert jedoch seit neuerem die Möglichkeit, muskuläre Strukturen hinsichtlich operationsbedingter Veränderungen detailliert zu untersuchen [22, 24, 28]. Dabei ist v. a.

die muskuläre fettige Atrophie (FA) ein wesentlicher MR-tomographischer Bildgebungsparameter, der aus einer Gewebetraumatisierung resultiert und direkt mit dem funktionellen Outcome korreliert [10].

Traditionell wird neben der minimalinvasiven Chirurgie im deutschsprachigen Raum, aber auch in Europa und Asien, weiterhin der transgluteale (direkt laterale) Zugangsweg, ob original nach Bauer et al. [2] oder in modifizierter Form (mDL), als Standardzugangsweg in der orthopädischen und traumatologischen Chirurgie verwendet [31, 34, 37]. Die Vorteile liegen in einer ausgezeichneten operativen Übersicht, einer geringen operationsbedingten Komplikationsrate und in der Möglichkeit einer problemlosen Zugangserweiterung bei Bedarf. Als nachteilig gilt ein häufig einhergehendes schlechteres frühfunktionelles Outcome [40]. Die Wahl, ob Standard- oder minimalinvasiver Zugang, erfolgt meist in Abhängigkeit vom Patienten und dessen individueller pathomorphologischer und anatomischer Gegebenheit. Aus der klinischen Erfahrung ist die minimalinvasive Implantation einer Hüftendoprothese an jüngeren, weiblichen und normgewichtigen Patienten einfacher durchzuführen als ins-

besondere an übergewichtigen oder muskelkräftigen Patienten, die eine größere operative Herausforderung darstellen.

Unabhängig vom Zugangsweg konnte gezeigt werden, dass ein hoher BMI und ein höheres Alter insgesamt mit einem schlechteren funktionellen Outcome, v. a. mit einer reduzierten Gehstrecke nach einer Hüfttotalendoprothesenoperation einhergehen [5, 16, 27, 29]. Zusätzlich wiesen ältere Patienten ein signifikant häufigeres Auftreten von Hüftgelenkluxationen auf [25]. Aus unserer Sicht sind diese Aspekte am ehesten auf operationsbedingte muskuläre Ursachen zurückzuführen. In diesem Zusammenhang haben wir uns die Frage gestellt, ob zum einen ein höheres operatives Muskeltrauma für ältere und übergewichtigere Patienten in der Hüftendoprothetik existiert und zum anderen gerade diese Patienten von einem minimalinvasiven Zugang profitieren würden. Dabei gilt es zusätzlich nachzuweisen, ob sich durch einen minimalinvasiven Zugang das Muskeltrauma, insbesondere das des M. gluteus medius, gegenüber einem transglutealen Standardzugang reduzieren lässt.

Material und Methode

Patienten/Prothesen

In dieser Studie wurden 38 Patienten (20 weiblich, 18 männlich) untersucht, denen aufgrund einer primären Koxarthrose eine Hüftendoprothese entweder über einen transglutealen (modifiziert direkt lateral, mDL, n=19) oder einen anterolateralen minimalinvasiven Zugangsweg (ALMI, n=19) implantiert wurde. Das Durchschnittsalter lag bei 65 (35–80 Jahren) und der mittlere Body Mass Index (BMI) bei 27,6 (19,7–37,5 kg/m²). Das schriftliche Einverständnis wurde von allen Patienten erhoben. Die Studie wurde vom Institutional Review Board (EA 1/068/06) genehmigt und beim Deutschen Studienregister angemeldet (German Clinical Trial Register, GCTR, „registry number“ RKS00000152). Ausschlusskriterien waren höhergradige Dysplasiekoxarthrosen (\geq Crowe Typ II), Frakturen, die Notwendigkeit für Osteotomien, vorausgegangene Operationen am Hüftgelenk, rheumatoide Arthritis, Arthrose oder ein Gelenkimplantat auf der Gegenseite sowie jede Art von physischer oder psychischer Behinderung.

Implantiert wurde ein zementfreier Geradschaft (Zweymüller®, Smith & Nephew®, Rotkreuz, Switzerland) sowie eine Pressfitpfanne (Allofit®, Zimmer®, Warsaw, Indiana, USA). Alle Operationen wurden durch 2 Operateure (S.T. und C.P.) ausgeführt, die mehr als 1500 Prothesen über entsprechende Zugangswege implantiert hatten.

MRT-Untersuchung

Die Patienten wurden präoperativ sowie 3 und 12 Monate postoperativ mit einem 1,5-Tesla-MR-Tomographen (Symphony, Siemens Medical Solutions, Erlangen, Germany) entsprechend einem Standardprotokoll unter Verwendung einer flexiblen Phased-array-Spule untersucht. Folgende Untersuchungssequenzen wurden verwendet:

- koronale T1w-Turbospinecho (TSE), 667/12 ms „repetition time“/„echo time“, 5 mm „section thickness“, „flip angle“ 150°, field of view (FOV) 400×400 mm, Matrix 512×256;

- transversale T1w-TSE, 667/12 ms „repetition time“/„echo time“, 6 mm „section thickness“, FOV 420×275,52 mm, Matrix 512×168;
- „turbo inversion recovery magnitude“ (TIRM), koronale T2w-FSE, 6040/30/150 ms „repetition time“/„echo time“/„inversion time“, 6 mm „section thickness“, „flip angle“ 150°, FOV 400×400 mm, Matrix 512×256;
- transversale TIRM, 5260/59/150 ms „repetition time“/„echo time“/„inversion time“, 6 mm „section thickness“, FOV 360×270 mm, Matrix 512×154;
- koronale T2w-FSE, 6040/30/150 ms „repetition time“/„echo time“/„inversion time“, 6 mm „section thickness“, „flip angle“ 150°, FOV 400×400 mm, Matrix 512×256).

Der Frequenz-encoding-Gradient war immer parallel zur Längsachse der Prothese (kraniokaudale Richtung).

Untersuchungsparameter

Beurteilt wurde die fettige Atrophie (FA) des M. gluteus medius zu den entsprechenden Untersuchungszeitpunkten. Die Graduierung der FA wurde auf axialen T1-gewichteten MR-Bildern vorgenommen, auf Höhe des unteren Drittels der Verbindungslinie zwischen Crista iliaca und Trochanter major. Das vordere, mittlere und hintere Drittel des M. gluteus medius wurde evaluiert und als Mittelwert zusammengefasst. Das zugrunde liegende Graduierungssystem leitete sich aus dem allgemein verwendeten Einteilungssystem der Rotatorenmanschettenbeurteilung ab [11] und wurde bereits in vorausgegangenen Untersuchungen auf die periartikuläre Hüftgelenkmuskulatur angewendet und etabliert [22, 23, 24, 28]:

- Grad 0 kein Fettanteil,
- Grad 1 leichte fettige Streifen,
- Grad 2 Fett ist ersichtlich, aber weniger als Muskel,
- Grad 3 gleich viel Fettanteil wie Muskel vorhanden und
- Grad 4 deutlich mehr Fett als Muskel.

Das Auftreten der fettigen Atrophie wurde in Abhängigkeit vom Body Mass Index (BMI \geq 25 kg/m² übergewichtig und BMI <25 kg/m² normgewichtig) und des Al-

ters (< und \geq 70 Jahre) beurteilt. Zusätzlich wurde der Einfluss des Zugangswegs evaluiert.

Auswertung

Die Auswertung der MRT-Bilder erfolgte unabhängig voneinander durch 2 Radiologen, die zu den patientenspezifischen Daten verblindet waren. Die κ -Statistik wurde zur Ermittlung der Interobserverübereinstimmung verwendet.

Die statistische Auswertung erfolgte mit SPSS (Version 15, SPSS Inc., Chicago, USA). Prä- und postoperative kontinuierlich und normal verteilte Variablen in einer Gruppe wurden mit dem Student's-t-Test verglichen. Waren die Variablen nicht normal verteilt, wurde der Mann-Whitney-U-Test verwendet. Kontinuierliche Variablen zwischen den Gruppen wurden auch mit dem Student's-t-Test oder Mann-Whitney-U-Test verglichen. Ein p-Wert kleiner als 0,05 wurde als statistisch signifikant gewertet.

Ergebnisse

In **Abb. 1** sind beispielhaft für 2 Patienten prä- und postoperative axiale T1-gewichtete TSE-Bilder auf Höhe des Azetabulums dargestellt. Insgesamt zeigte sich ein signifikanter Einfluss des BMI und des Alters sowie des operativen Zugangswegs auf den Atrophiegrad des M. gluteus medius.

Body Mass Index

Der mittlere BMI der Gesamtgruppe lag bei 27,6 (19,7–37,5 kg/m²). Die Patienten wurden entsprechend des BMI 2 Gruppen zugeordnet:

- normgewichtige Patienten mit einem BMI <25 kg/m² (n=16) und
- übergewichtige mit einem BMI \geq 25 kg/m² (n=22).

Der mittlere BMI in der Gruppe mit BMI <25 kg/m² betrug 23,7 (19,7–24,9 kg/m²), der mittlere BMI in der Gruppe \geq 25 kg/m² 30,4 (25,4–37,5 kg/m²). Signifikante Unterschiede bzgl. Alter (63 Jahre, BMI-Gruppe <25 und 63 Jahre, BMI-Gruppe \geq 25), Geschlechterverteilung (BMI-Gruppe <25: 9w, 7m; BMI-Gruppe \geq 25: 11w, 11m) und

M. Müller · S. Tohtz · M. Dewey · I. Springer · C. Perka

Muskeltrauma in der primären Hüftendoprothetik unter Berücksichtigung von Alter und BMI sowie in Abhängigkeit vom operativen Zugangsweg. Minimalinvasiver anterolateraler vs. modifizierter transglutealer Zugang

Zusammenfassung

Hintergrund. Die maximale Schonung der periartikulären Muskulatur ist für den Erfolg einer Hüftendoprothesenimplantation wesentlich. Insbesondere bei älteren und übergewichtigen Patienten wird häufig ein schlechteres funktionelles Outcome nach einer Hüfttotalendoprothesenoperation festgestellt, das vermutlich auf muskulären Ursachen basiert. Zur muskelschonenden Implantation hat sich die minimalinvasive Hüftendoprothetik in der orthopädischen Chirurgie etabliert.

Methoden. Über einen transglutealen (modifiziert direkt lateral, mDL, n=19) oder einen anterolateralen minimalinvasiven Zugangsweg (ALMI, n=20) wurde 38 Patienten, die sich prä-, 3 und 12 Monate postoperativ einer MRT-Untersuchung unterzogen, eine primäre

Hüftendoprothese implantiert. Evaluiert wurden die fettige Atrophie (FA) des M. gluteus medius in Abhängigkeit von BMI und Patientenalter sowie der Einfluss des Zugangswegs.

Ergebnisse. In der übergewichtigen Gruppe waren eine postoperativ signifikant höhere FA des M. gluteus medius nach 3 und 12 Monaten feststellbar und im Gegensatz zur normgewichtigen Gruppe eine signifikant höhergradige FA unter Verwendung des Standardzugangs. In der älteren Patientengruppe resultierte nach 3 und 12 Monaten eine postoperativ signifikant höhere FA des M. gluteus medius; auch hier ergab sich eine signifikant höhere Atrophie bei Verwendung des mDL-Zugangs.

Schlussfolgerung. Insbesondere bei älteren und übergewichtigen Patienten wird durch

einen minimalinvasiven Zugang nachweislich das Muskeltrauma reduziert. Außerdem kommt es bei diesen Patienten zu einer wesentlich höheren postoperativen muskulären Atrophie nach Prothesenimplantation als bei entsprechend Normgewichtigen und Jüngeren. Durch die höhere Vulnerabilität und das schlechtere Regenerationsvermögen der periartikulären Muskulatur profitiert diese Patientengruppe von einem minimalinvasiven Zugang.

Schlüsselwörter

Minimalinvasive Hüftendoprothetik · Alter · Body Mass Index (BMI) · M. gluteus medius · Fettige Atrophie

Muscle trauma in primary total hip arthroplasty depending on age, BMI, and surgical approach. Minimally invasive anterolateral versus modified direct lateral approach

Abstract

Background. Maximum preservation of periarticular musculature is essential for the success of total hip arthroplasty. A poorer functional outcome often occurs following total hip arthroplasty, especially in older and overweight patients and is presumed to have a muscular basis. Minimally invasive hip endoprosthesis for muscle-preserving implantation have now become established in orthopedic surgery.

Methods. A primary hip endoprosthesis was implanted in a total of 39 patients using a transgluteal (modified direct-lateral, mDL, n=19) or anterolateral minimally invasive approach (ALMI, n=20). Magnetic resonance imaging was performed preoperatively as well

as 3 and 12 months after the operation. Fatty atrophy (FA) of the gluteus medius muscle was evaluated as a function of body mass index (BMI), patient age and the influence of the access route.

Results. In the overweight group a significantly higher FA of the gluteus medius muscle was found 3 and 12 months after the operation and a significantly higher grade FA using the standard access in contrast to the normal weight group. A significantly higher FA of the gluteus medius muscle was found in the older patient group 3 and 12 months postoperation as well as a significantly higher atrophy using the mDL access.

Conclusions. Muscle trauma is demonstrably reduced using a minimally invasive ac-

cess, especially in older and overweight patients. In these patients there is also a substantially higher postoperative muscular atrophy after implantation of a prosthesis than in corresponding normal weight and younger patients. The higher vulnerability and poorer capacity for regeneration of periarticular musculature means that this patient group particularly profits from a minimally invasive access route.

Keywords

Minimally invasive total hip arthroplasty · Age · Body mass index (BMI) · Gluteus medius muscle · Fatty atrophy

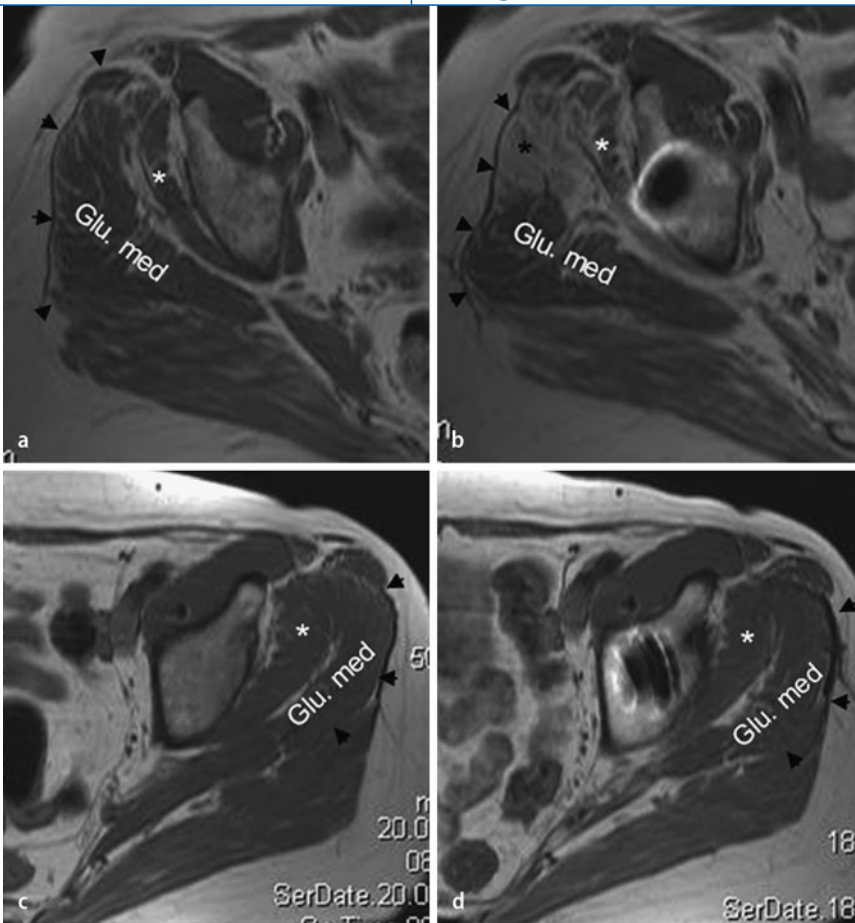


Abb. 1 ▲ Patient 1 (a,b, 71 Jahre, BMI 32 kg/m², transglutealer Zugang): postoperativ deutlich fettige Atrophie (Grad 4) des vorderen Drittels des M. gluteus medius (b, schwarzer Stern); Patient 2 (c,d), 55 Jahre, BMI 23 kg/m², ALMI-Zugang): keine degenerativen Veränderungen des M. gluteus medius. Schwarze Pfeilköpfe M. gluteus medius, weißer Stern M. gluteus minimus, BMI Body Mass Index, ALMI anterolateral minimalinvasiv. (Aus [23])

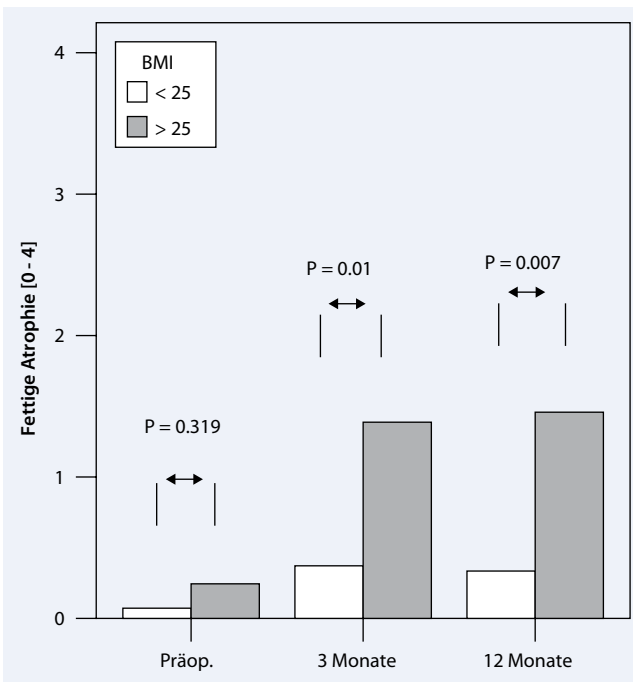


Abb. 2 ◀ Fettige Atrophie (FA) präoperativ, 3 und 12 Monate postoperativ für Patienten mit BMI <25 und ≥25 kg/m². Postoperativ signifikant höhere FA in der übergewichtigen Gruppe (p < 0,05; Mann-Whitney U Test). BMI Body Mass Index

Verwendung des operativen Zugangswegs (BMI-Gruppe <25: 10 lateral, 6 ALMI; BMI-Gruppe ≥25: 9 lateral, 13 ALMI) lagen nicht vor. Postoperativ wurde eine signifikant höhere FA des M. gluteus medius in der übergewichtigen Gruppe nach 3 und 12 Monaten (p < 0,05, Mann-Whitney-U-Test) festgestellt:

BMI-Gruppe ≥25 Mittelwert FA: präoperativ/3/12 Monate 0,2/1,2/1,26; BMI-Gruppe <25 FA 0,08/0,44/0,38). Präoperativ lag kein signifikanter Unterschied vor (p=0,31; ■ Abb. 2).

Die Interobserverübereinstimmung der radiologischen Auswertung war moderat bis ausgezeichnet (κ 0,51–0,89).

Body Mass Index und Zugang

Unterteilt man die Gruppen zusätzlich entsprechend dem Zugangsweg, ergibt sich die Verteilung für 3 Monate postoperativ (■ Abb. 3). Die höchste FA des M. gluteus medius lag in der übergewichtigen Patientengruppe mit einem lateralen Zugangsweg (Mittelwert FA 1,8). Für die minimalinvasiv operierten Patienten lag diese in der gleichen Gruppe signifikant niedriger bei 0,9 (p=0,037, Mann-Whitney-U-Test). In der Gruppe mit BMI <25 kg/m² lag die mittlere FA des M. gluteus medius nach 3 Monaten bei 0,18 für minimalinvasiv operierte Patienten und 0,6 für Patienten mit mDL-Zugang (p=0,329, Mann-Whitney-U-Test). Es bestand ein signifikanter Unterschied des Atrophiegrads sowohl zwischen übergewichtiger und normgewichtiger Gruppe (mDL p=0,002; ALMI p=0,01) als auch in der übergewichtigen Gruppe bzgl. des Zugangswegs (p=0,03). Kein signifikanter Einfluss des Zugangs bestand hingegen in der normgewichtigen Gruppe (p=0,33; ■ Abb. 3).

Patientenalter

Das Durchschnittsalter der Gesamtgruppe lag bei 64 (35–80 Jahren). Die Patienten wurden entsprechend ihrem Alter einer Gruppe <70 Jahre (n=24) und ≥70 Jahre (n=14) zugeordnet. Das Durchschnittsalter der jüngeren Patientengruppe lag bei 58, das der älteren Gruppe bei 74 Jahren. Signifikante Unterschiede bzgl. BMI (jung, BMI 27 kg/m²; älter, BMI 27,6 kg/

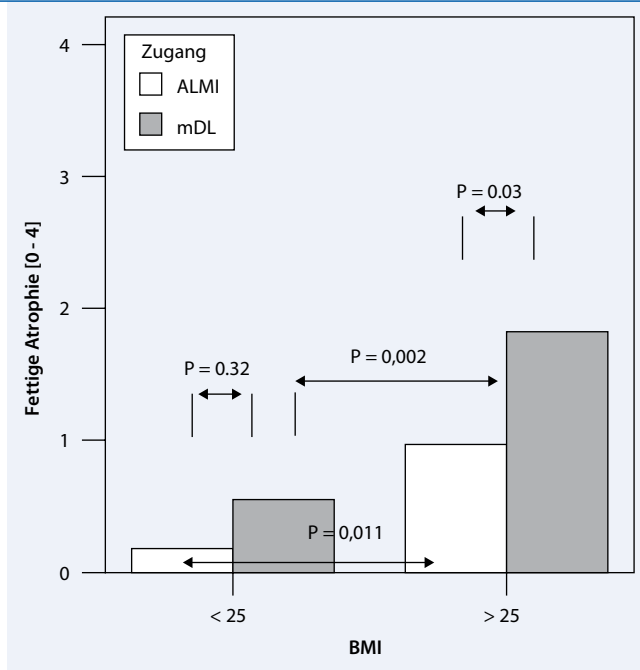


Abb. 3 ▲ Fettige Atrophie (FA) des M. gluteus medius für die Patienten der BMI-Gruppen <25 kg/m² und ≥25 kg/m² 3 Monate nach Implantation einer Hüftendoprothese, aufgeteilt nach operativem Zugangsweg. Bei den Patienten mit Übergewicht, die über einen mDL-Zugang operiert worden waren, wurden die höchsten FA-Werte gemessen. BMI Body Mass Index, ALMI anterolateral minimalinvasiv, mDL modifiziert direkt lateral

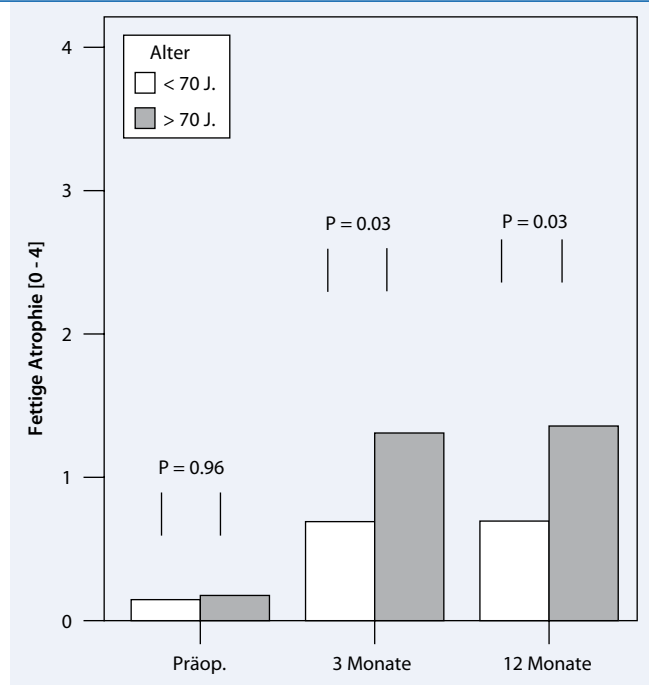


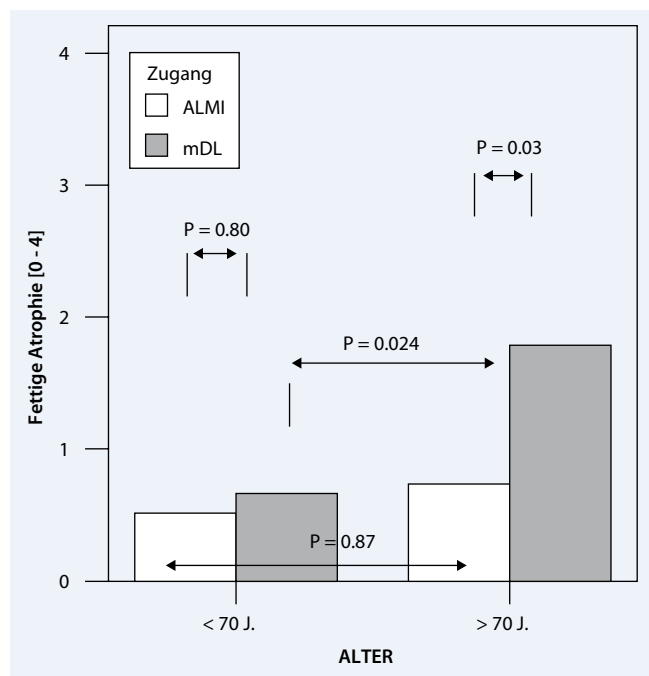
Abb. 4 ▲ Graphische Darstellung der FA präoperativ, 3 und 12 Monate postoperativ für jüngere und ältere Patienten. Im älteren Patientenkollektiv war postoperativ eine signifikant höhere FA feststellbar (p=0,03, Mann-Whitney-U-Test). FA fettige Atrophie, J. Jahre

m²), Geschlechterverteilung (jung, 13w, 11m; älter, 7w, 7m) und Verwendung des operativen Zugangswegs (jung, 11 mDL, 13 ALMI; älter, 8 mDL, 6 ALMI) lagen nicht vor. In der älteren Patientengruppe wurde eine postoperativ signifikant höhere FA des M. gluteus medius nach 3 und 12 Monaten festgestellt (p=0,03, Mann-Whitney-U-Test; jung: Mittelwert FA präoperativ/3/12 Monate 0,15/0,7/0,7; älter: Mittelwert FA 0,18/1,3/1,36). Präoperativ lag kein signifikanter Unterschied vor (■ Abb. 4).

Patientenalter und Zugang

Unterteilt man die Gruppen entsprechend dem Zugangsweg (mDL und ALMI), resultiert die in ■ Abb. 5 vorliegende Verteilung für 3 Monate postoperativ. Die höchste FA zeigte sich in der älteren Patientengruppe mit mDL-Zugangsweg (FA 1,8). Bei den minimalinvasiv operierten Patienten wurden in der gleichen Gruppe signifikant weniger FA-Werte gemessen (MW 0,7; p=0,033, Mann-Whitney-U-Test). In der jüngeren Patientengruppe lag die mittlere FA bei 0,5 (ALMI) und 0,7 (mDL; p=0,803, Mann-

Abb. 5 ► Fettige Atrophie des M. gluteus medius für Patienten <70 und >70 Jahre, 3 Monate nach Implantation einer Hüftendoprothese, aufgeteilt nach operativem Zugangsweg (mDL/ALMI). Die höchsten FA-Werte wurden für ältere Patienten gemessen, die über einen mDL-Standardzugang operiert worden waren (p=0,033). ALMI anterolateral minimalinvasiv, mDL modifiziert direkt lateral, FA fettige Atrophie, J. Jahre



Whitney-U-Test). Der Unterschied des Atrophiegrads zwischen jüngeren und älteren Patienten mit lateralem Zugangsweg war ebenfalls signifikant (p=0,024, Mann-Whitney-U-Test)

Diskussion

Die Ergebnisse dieser Untersuchung belegen den signifikanten Einfluss des BMI und des Alters auf die Ausprägung der postoperativen FA des M. gluteus me-

dius. Zusätzlich konnte sowohl bei übergewichtigen als auch bei älteren Patienten ein signifikanter Einfluss des operativen Zugangswegs auf den Grad der Atrophie nachgewiesen werden.

Übergewichtige Patienten oder Patienten älter als 70 Jahre hatten gegenüber normgewichtigen und jüngeren insgesamt eine signifikant höhere postoperative Degeneration des M. gluteus medius. Nach unserem Kenntnisstand ist dieser alters- und gewichtsbedingte Effekt klinisch bisher in der Literatur noch nicht geschildert worden und beruht offensichtlich auf einer höheren Vulnerabilität und einem schlechteren Regenerationsvermögen der Muskulatur älterer und übergewichtiger Patienten. Die ermittelte höhergradige postoperative Muskelatrophie scheint die Ursache für das in anderen klinischen Untersuchungen beschriebene schlechtere postoperativ-funktionelle Outcome älterer und übergewichtiger Patienten nach primärer Hüftendoprothesenimplantation zu sein [5, 16, 27, 29].

Auf einer höheren muskulären Vulnerabilität und schlechterem Regenerationsvermögen begründet sich höchstwahrscheinlich auch der nachgewiesene signifikante Einfluss des operativen Zugangswegs. So wiesen ältere und übergewichtige Patienten bei Verwendung eines transglutealen Zugangswegs eine signifikant höhere Atrophie auf als unter Verwendung eines minimalinvasiven Zugangs. In der jüngeren und normgewichtigen Patientengruppe konnte dieser signifikante zugangsbedingte Einfluss interessanterweise nicht nachgewiesen werden. Bei diesen Patientengruppen liegt offensichtlich ein noch ausreichendes muskuläres Regenerationspotenzial vor.

Verminderte Regenerationsfähigkeit

Die von uns hier aufgezeigten Ergebnisse spiegeln die Ergebnisse experimenteller Untersuchungen klinisch wieder und können durch diese auch auf pathophysiologischer Ebene erklärt werden. So konnte mit Hilfe tierexperimenteller Studien gezeigt werden, dass ein höheres Alter insgesamt mit einem abnehmenden Regenerationsvermögen einhergeht [4, 14, 15, 20, 39]. Dieses altersassoziierte, verminderte

Regenerationsvermögen bedingt neben einer geringeren Muskelmasse [39] eine erhöhte Empfindlichkeit der Skelettmuskulatur für Schädigungen [4], eine verminderte Fähigkeit der Muskelregeneration nach Verletzungen [14, 39] sowie eine insgesamt verlängerte Regenerationsphase [20]. Die Ursache für diese verminderte Regenerationsfähigkeit basiert auf zellulärbiologischen Veränderungen.

Der Beginn jedes Muskelregenerationsprozesses nach einer Verletzung oder Überbelastung ist die Aktivierung und Proliferation so genannter Satellitenzellen, die sich im Ruhezustand zwischen Muskelfaser und deren Basallamina befinden [13]. Aus diesen Satellitenzellen entwickeln sich neue Myoblasten, die sich wiederum zu neuen Myofibrillen zusammenschließen [13, 30]. Es wurde nachgewiesen, dass eine signifikante Abnahme von Satellitenzellen bei Menschen, die älter als 70 Jahre sind, vorliegt [17], dass diese Satellitenzellen eine insgesamt herabgesetzte Proliferationskapazität haben [35] und Satellitenzellen älterer Menschen eine erhöhte Empfänglichkeit für einen programmierten Zelltod in einem proapoptischen Milieu (z. B. traumatisiertes Muskelgewebe) aufweisen [15]. Zusätzlich liegt im älteren Skelettmuskel eine geringere Kapillardichte mit einem entsprechend verminderten Level an „vascular endothelial growth factor“ (VEGF) und „messenger ribonucleic acid“ (mRNA) vor [7, 26]. Alle diese Fakten begründen die verminderte Regenerationsfähigkeit und die erhöhte Vulnerabilität der Skelettmuskulatur älterer Menschen, die wie in dieser Untersuchung gezeigt, bei entsprechender Traumatisierung zu einer vermehrten fettigen Degeneration bzw. narbigen strukturellen Veränderung führen.

Übergewicht

Beim übergewichtigen Menschen scheinen ebenfalls Veränderungen auf zellulärer Ebene hinsichtlich muskulärer Regenerationsfähigkeit und Vulnerabilität vorzuliegen. Diese Veränderungen beruhen aber vermutlich auf anderen Ursachen als beim alternden Gewebe und sind insgesamt auch noch unzureichend untersucht. Es ist bekannt, dass gewisse Glukosetransporter, die in regenerativen

muskulären Prozessen eine wesentliche Rolle spielen, im adipösen Muskelgewebe reduziert sind [9, 12]. Dadurch sind die zu Regenerationszwecken erforderlichen Stoffwechselprozesse und notwendige Gewebekommunikation vermindert. Es wurde nachgewiesen, dass die mit der Regeneration einhergehende Reinnervation der Muskelfibrille über die motorische Endplatte bei übergewichtigen Patienten reduziert ist [18]. Des Weiteren besteht beim übergewichtigen Patienten häufig eine zunehmende Insulinresistenz, die wiederum zu einer verminderten Expression und Sekretion von Proteinen führt, die im Zusammenhang mit muskulären Regenerationsprozessen stehen [36]. Auch gibt es Hinweise, dass muskuläre Satellitenzellen übergewichtiger Menschen ein anderes Differenzierungspotenzial besitzen als in einem nichtadipogenem Umfeld [8]. Dies alles zusammen sind relativ neue Erkenntnisse, die zwar nicht direkt eine erhöhte Vulnerabilität oder ein vermindertes Regenerationsvermögen von Skelettmuskelgewebe übergewichtiger Patienten belegen, aber sich dennoch gewisse Hinweise ableiten lassen, die die Ergebnisse dieser Arbeit erklären können.

— Diese Untersuchung erbringt als erste den bildmorphologischen Nachweis einer Reduktion des Gewebetraumas durch einen minimalinvasiven Zugang.

Das heißt, durch einen minimalinvasiven Zugang ist eine muskelschonendere Implantation tatsächlich möglich. Bisherige Untersuchungen beruhten vordergründig auf indirekten Analysen [1, 6, 38] oder Kadaverstudien [19, 21]. Durch diese Untersuchungsmethoden lassen sich aber keine Aussagen über vergleichende prä- und postoperative strukturelle Veränderungen der Muskulatur und deren Regenerationspotenzial treffen. Gerade hier bietet aber die MRT aufgrund des hervorragenden Weichteilkontrasts eine ausgezeichnete Möglichkeit, die bildmorphologischen Veränderungen darzustellen. Der Vorteil liegt v. a. in der direkten Visualisierung und der Möglichkeit der postoperativen Verlaufsbeurteilung.

Fazit für die Praxis

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass

- erstens durch einen minimalinvasiven Zugang das Muskeltrauma nachweislich reduziert wird;
- zweitens ältere und übergewichtige Patienten eine wesentlich höhere postoperative muskuläre Atrophie nach Implantation einer Hüftendoprothese aufweisen als entsprechend normgewichtige und jüngere Vergleichsgruppen;
- drittens in diesen beiden Gruppen gegenüber normgewichtigen und jüngeren Vergleichsgruppen ein signifikanter Einfluss des Zugangswegs auf das Ausmaß der Degeneration besteht.

Ältere und übergewichtige Patienten haben also eine höhere operative Vulnerabilität und ein schlechteres Regenerationsvermögen ihrer periartikulären Muskulatur. Es lässt sich daraus schlussfolgern, dass gerade bei älteren und übergewichtigen Patienten ein scharfes muskuläres Trauma in Form von Inzisionen oder Ablösen von Muskulatur vermieden werden und, wie die Ergebnisse zeigen, zur maximalen Reduktion des Gewebetraumas ein minimalinvasiver Zugangsweg verwendet werden sollte.

Korrespondenzadresse

Dr. M. Müller



Klinik für Orthopädie,
Klinik für Unfall- und
Wiederherstellungschirurgie,
Centrum für Muskuloskeletale
Chirurgie, Charité-
Universitätsmedizin Berlin,
Campus Mitte
Charitéplatz 1, 10117 Berlin
michael.mueller@charite.de

Interessenkonflikt. Der korrespondierende Autor gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Literatur

1. Baker AS, Bitounis VC (1989) Abductor function after total hip replacement. An electromyographic and clinical review. *J Bone Joint Surg [Br]* 71:47–50
2. Bauer R, Kerschbaumer F, Poisel S et al (1979) The transgluteal approach to the hip joint. *Arch Orthop Trauma Surg* 95:47–49
3. Bertin KC, Rottinger H (2004) Anterolateral mini-incision hip replacement surgery: a modified Watson-Jones approach. *Clin Orthop Relat Res* 429:248–255
4. Brooks SV, Faulkner JA (1988) Contractile properties of skeletal muscles from young, adult and aged mice. *J Physiol* 404:71–82
5. Busato A, Roder C, Herren S et al (2008) Influence of high BMI on functional outcome after total hip arthroplasty. *Obes Surg* 18:595–600
6. Cohen RG, Katz JA, Skrepnik NV (2009) The relationship between skeletal muscle serum markers and primary THA: a pilot study. *Clin Orthop Relat Res* 467:1747–1752
7. Croley AN, Zwetsloot KA, Westerkamp LM et al (2005) Lower capillarization, VEGF protein, and VEGF mRNA response to acute exercise in the vastus lateralis muscle of aged vs. young women. *J Appl Physiol* 99:1872–1879
8. De Coppi P, Milan G, Scarda A et al (2006) Rosiglitazone modifies the adipogenic potential of human muscle satellite cells. *Diabetologia* 49:1962–1973
9. Gaster M, Beck-Nielsen H, Schroder HD (2002) Regenerating human muscle fibres express GLUT3 protein. *Pflugers Arch* 445:105–114
10. Gladstone J, Bishop J, Lo I et al (2007) Fatty infiltration and atrophy of the rotator cuff do not improve after rotator cuff repair and correlate with poor functional outcome. *Am J Sports Med* 35:719–728
11. Goutallier D, Postel JM, Bernageau J et al (1994) Fatty muscle degeneration in cuff ruptures. Pre- and postoperative evaluation by CT scan. *Clin Orthop Relat Res* 304:78–83
12. Graham TE, Kahn BB (2007) Tissue-specific alterations of glucose transport and molecular mechanisms of intertissue communication in obesity and type 2 diabetes. *Horm Metab Res* 39:717–721
13. Hill M, Wernig A, Goldspink G (2003) Muscle satellite (stem) cell activation during local tissue injury and repair. *J Anat* 203:89–99
14. Jarvinen M, Aho AJ, Lehto M et al (1983) Age dependent repair of muscle rupture. A histological and microangiographical study in rats. *Acta Orthop Scand* 54:64–74
15. Jejurikar SS, Henkelman EA, Cederna PS et al (2006) Aging increases the susceptibility of skeletal muscle derived satellite cells to apoptosis. *Exp Gerontol* 41:828–836
16. Johnsson R, Thorngren KG (1989) Function after total hip replacement for primary osteoarthritis. *Int Orthop* 13:221–225
17. Kadi F, Charifi N, Denis C et al (2004) Satellite cells and myonuclei in young and elderly women and men. *Muscle Nerve* 29:120–127
18. Kauhaneen S, Salmi A, von Boguslawski K et al (2003) Satellite cell proliferation, reinnervation, and revascularization in human free microvascular muscle flaps. *J Surg Res* 115:191–199
19. Mardones R, Pagnano MW, Nemanich JP et al (2005) The Frank Stinchfield Award: muscle damage after total hip arthroplasty done with the two-incision and mini-posterior techniques. *Clin Orthop Relat Res* 441:63–67
20. McBride TA, Gorin FA, Carlsen RC (1995) Prolonged recovery and reduced adaptation in aged rat muscle following eccentric exercise. *Mech Ageing Dev* 83:185–200
21. Meneghini RM, Pagnano MW, Trousdale RT et al (2006) Muscle damage during MIS total hip arthroplasty: Smith-Petersen versus posterior approach. *Clin Orthop Relat Res* 453:293–298
22. Müller M, Tohtz S, Dewey M et al (2010) Evidence of reduced muscle trauma through a minimally invasive anterolateral approach by means of MRI. *Clin Orthop Relat Res*, in press
23. Müller M, Tohtz S, Springer I et al (2010) Randomized controlled trial of abductor muscle damage in relation to the surgical approach for primary total hip replacement: minimally invasive anterolateral versus modified direct lateral approach. *Arch Orthop Trauma Surg*, in press
24. Müller M, Tohtz S, Winkler T et al (2010) MRI findings of gluteus minimus muscle damage in primary total hip arthroplasty and the influence on clinical outcome. *Arch Orthop Trauma Surg*, in press
25. Ogino D, Kawaji H, Konttinen L et al (2008) Total hip replacement in patients eighty years of age and older. *J Bone Joint Surg [Am]* 90:1884–1890
26. Parizkova J, Eiselt E, Sprynarova S et al (1971) Body composition, aerobic capacity, and density of muscle capillaries in young and old men. *J Appl Physiol* 31:323–325
27. Pettine KA, Aamlid BC, Cabanela ME (1991) Elective total hip arthroplasty in patients older than 80 years of age. *Clin Orthop Relat Res* 266:127–132
28. Pffirrmann CW, Notzli HP, Dora C et al (2005) Abductor tendons and muscles assessed at MR imaging after total hip arthroplasty in asymptomatic and symptomatic patients. *Radiology* 235:969–976
29. Roder C, Parvizi J, Eggi S et al (2003) Demographic factors affecting long-term outcome of total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 417:62–73
30. Rosenblatt JD, Yong D, Parry DJ (1994) Satellite cell activity is required for hypertrophy of overloaded adult rat muscle. *Muscle Nerve* 17:608–613
31. Roth A, Layher F, Venbrocks RA (2006) Transgluteal mini-incision. Technique and our own results. *Orthopade* 35:744, 746–750
32. Roth A, Venbrocks RA (2007) Total hip replacement through a minimally invasive, anterolateral approach with the patient supine. *Oper Orthop Traumatol* 19:442–457
33. Rottinger H (2006) The MIS anterolateral approach for THA. *Orthopade* 35:708, 710–715
34. Rudert M, Leichte U, Leichte C et al (2007) Implantation technique for the CUT-type femoral neck endoprosthesis. *Oper Orthop Traumatol* 19:458–472
35. Schultz E, Lipton BH (1982) Skeletal muscle satellite cells: changes in proliferation potential as a function of age. *Mech Ageing Dev* 20:377–383
36. Sell H, Eckardt K, Taube A et al (2008) Skeletal muscle insulin resistance induced by adipocyte-conditioned medium: underlying mechanisms and reversibility. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 294:E1070–1077
37. Sendtner E, Boluki D, Grifka J (2007) Current state of doing minimal invasive total hip replacement in Germany, the use of new implants and navigation – results of a nation-wide survey. *Z Orthop Unfall* 145:297–302
38. Suzuki K, Kawachi S, Sakai H et al (2004) Mini-incision total hip arthroplasty: a quantitative assessment of laboratory data and clinical outcomes. *J Orthop Sci* 9:571–575
39. Tinetti ME (1987) Factors associated with serious injury during falls by ambulatory nursing home residents. *J Am Geriatr Soc* 35:644–648
40. Wohlrab D, Droege JW, Mendel T et al (2008) Minimally invasive vs. transgluteal total hip replacement. A 3-month follow-up of a prospective randomized clinical study. *Orthopade* 37:1121–1126