

Aus dem Centrum für Muskuloskeletale Chirurgie
der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

Klinisches Outcome nach Whiteside-Plastik zur Therapie der
pelvitrochanteren Insuffizienz

Clinical outcome of the gluteus maximus flap transfer by L.A.
Whiteside in the therapy of abductor deficiency

zur Erlangung des akademischen Grades

Doctor medicinae (Dr. med.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät

Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Katrin Theobald

aus Saarlouis

Datum der Promotion: 4. März 2022

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis	V
Abbildungsverzeichnis	VI
Abkürzungsverzeichnis	VIII
Abstrakt	X
Abstract (Englisch).....	XII
1. Einleitung.....	1
1.1. Die pelvitrochantere Muskulatur und das Hüftgelenk.....	2
1.1.1. Anatomische Lagebeziehungen ossärer und muskulärer Strukturen	2
1.1.2. Physikalische und funktionelle Aspekte.....	6
1.1.3. Zusammenhang von Muskelquerschnitt, Muskelvolumen und Kraft	9
1.2. Die pelvitrochantere Insuffizienz	10
1.2.1. intrinsische und extrinsische Risikofaktoren	11
1.2.2. Symptomatik und Folgen der pelvitrochanteren Insuffizienz	13
1.2.3. Diagnostischer Algorithmus	15
1.2.4. Therapeutisches Spektrum.....	17
1.2.4.1. Konservative Maßnahmen	18
1.2.4.2. Operative Maßnahmen	18
1.2.4.3. Muskellappenplastik nach Whiteside	19
1.3. Zielsetzung, Fragestellung und Hypothesen	24
2. Material und Methoden.....	26
2.1. Studiendesign und Einschlusskriterien.....	26
2.2. Patient*innenkollektiv	26
2.3. Fragebogen mit Messinstrumenten zur Evaluation	28
2.4. Objektive Messinstrumente	28
2.4.1. Schmerzen.....	28
2.4.1.1. Schmerzskala.....	28

2.4.1.2.	Druckdolenz im Bereich des Trochanter major	28
2.4.2.	Hüftgelenksstabilität.....	29
2.4.3.	Funktion	29
2.4.3.1.	Trendelenburg-Zeichen und hinkfreie Gehstrecke.....	29
2.4.3.2.	Harris Hip Score	29
2.4.4.	Kraft	31
2.4.4.1.	Kraftgrade nach Janda.....	31
2.4.4.2.	Kraftmessung	31
2.5.	Subjektive Messinstrumente	32
2.5.1.	Short Form 36.....	32
2.5.2.	Patient*innenzufriedenheit.....	33
2.6.	Radiologische Messinstrumente	33
2.6.1.	MRT des Beckens	33
2.6.2.	Volumetrie der pelvitrochanteren Muskulatur	34
2.6.3.	Diameter des Muskelbauches	35
2.6.4.	Goutallier-Klassifikation	36
2.6.5.	Beurteilung der Muskelansätze und des Muskellappens.....	38
2.7.	Statistische Auswertung	38
3.	Ergebnisse.....	40
3.1.	Demographie des Patient*innenkollektives	40
3.2.	Objektive Ergebnisse	41
3.2.1.	Schmerzen.....	41
3.2.1.1.	Schmerzskala.....	41
3.2.1.2.	Druckdolenz im Bereich des Trochanter major	42
3.2.2.	Hüftgelenksstabilität.....	42
3.2.3.	Funktion	43
3.2.3.1.	Trendelenburg-Zeichen und hinkfreie Gehstrecke.....	43

3.2.3.2.	Harris Hip Score	44
3.2.4.	Kraft	46
3.2.4.1.	Kraftgrade nach Janda	46
3.2.4.2.	Kraftmessung	46
3.3.	Subjektive Ergebnisse	47
3.3.1.	Short Form 36	47
3.3.2.	Patient*innenzufriedenheit	48
3.4.	Radiologische Ergebnisse	49
3.4.1.	Volumetrie	49
3.4.2.	Diameter des Muskelbauches	54
3.4.3.	Goutallier-Klassifikation	55
3.4.4.	Beurteilung der Muskelansätze und des Muskellappens	55
3.5.	Korrelation zwischen funktionellen und subjektiven Parametern	56
4.	Diskussion	58
4.1.	Einordnung der Ergebnisse objektiver Parameter	58
4.2.	Einordnung der Ergebnisse subjektiver Parameter	60
4.2.1.	Patient*innenzufriedenheit	60
4.2.2.	Short Form 36	61
4.3.	Korrelation zwischen funktionellen und subjektiven Parametern	62
4.4.	Zusammenhang zwischen radiologischen und klinischen Ergebnissen	63
4.5.	Limitationen	64
4.6.	Schlussfolgerung	65
5.	Literaturverzeichnis	66
6.	Anhang	74
7.	Eidesstattliche Versicherung	81
8.	Lebenslauf	82
9.	Danksagung	83
10.	Bescheinigung des Statistikers	84

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht über die Muskeln der dorsolateralen Gruppe der pelvitrochanteren Muskulatur mit Ursprung, Ansatz, Funktion und Innervation.....	9
Tabelle 2: Einteilung der Kraftgrade nach Janda (46).	31
Tabelle 3: Skalierung der Goutallier-Klassifikation.	36
Tabelle 4: Demographische Daten des Patient*innenkollektives.	40
Tabelle 5: Häufigkeitsverteilung der Druckdolenz über dem Trochanter major prä- und postoperativ.	42
Tabelle 6: Häufigkeitsverteilung eines positiven oder negativen Trendelenburg-Zeichens prä- und postoperativ.....	43
Tabelle 7: Häufigkeitsverteilung der hinkfreien Gehstrecke im Kollektiv.	43
Tabelle 8: Häufigkeitsverteilung schlechter, durchschnittlicher, guter und exzellenter Ergebnisse des Harris Hip Score prä- und postoperativ.	44
Tabelle 9: Häufigkeitsverteilung der Kraftgrade nach Janda prä- und postoperativ.	46
Tabelle 10: Abduktionskraft der Hüfte ohne und mit Muskellappenplastik in Kilogramm (kg).	47
Tabelle 11: Auswertung der Untergruppen des Short Form-36.....	47
Tabelle 12: Auswertung des Physical Component Summary und des Mental Component Summary des Short-Form 36.	48
Tabelle 13: Häufigkeitsverteilung der subjektiven Beurteilung des operativen Ergebnisses.....	48
Tabelle 14: Volumetrie der dorsolateralen Gruppe der pelvitrochanteren Muskulatur.	49
Tabelle 15: Diameter der Muskelbäuche in Millimeter (mm).	54
Tabelle 16: Auswertung der muskulären Degeneration anhand der Goutallier-Klassifikation.....	55

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Darstellung der dorsolateralen Gruppe (grüne Markierungen) der pelvitrochanteren Muskulatur in der Ansicht von lateral.	3
Abbildung 2: Darstellung der oberflächlichen Schicht der dorsolateralen Gruppe (grüne Markierungen) der pelvitrochanteren Muskulatur in der Ansicht von dorsal.	4
Abbildung 3: Darstellung der tiefen Schicht der dorsolateralen (grüne Markierungen) und medialen Gruppe (gelbe Markierungen) der pelvitrochanteren Muskulatur in der Ansicht von dorsal.	5
Abbildung 4: Ausschnitt aus dem Röntgenbild (Beckenübersicht a.p.) eines 62-jährigen Patienten mit der Darstellung der am Hüftgelenk wirkenden Kräfte zum Erhalt des Gleichgewichtes.	7
Abbildung 5: MRT des Beckens (T1, transversal) einer 78-jährigen Patientin mit rechtsseitiger pelvitrochanterer Insuffizienz im Z.n. Hüft-TEP. Der rechte M. tensor fasciae latae (orange) ist im Vergleich zur linken Seite (grün) auf Grund der vorliegenden Insuffizienz des Gmed und Gmin deutlich hypertrophiert und weist weniger Fetteinlagerungen auf.	13
Abbildung 6: MRT des Beckens (T1, transversal) einer 51-jährigen Patientin mit einer linksseitigen pelvitrochanteren Insuffizienz im Z.n. Hüft-TEP. Im Vergleich zur gesunden Gegenseite sieht man die girlandenartige Veränderung der Gefäße zwischen Gmin und Gmed (Pfeil).	17
Abbildung 7: Verlauf der Inzisionen zur Präparation des Muskellappens. A Spaltung des Gmax; B Spaltung der Fascia lata; C Spaltung fascialer Anteile des Gmax.	20
Abbildung 8: Darstellung des bereits präparierten posterioren Muskellappens (A) des Gmax zur Stabilisierung der posterioren Gelenkkapsel. Er wurde bereits an anterioren Kapselanteilen befestigt. B Trochanter major.	21
Abbildung 9: Die Kortikalis des Trochanter major wurde bereits abgetragen. Bohrung der Löcher zur Befestigung des Gmax.	21
Abbildung 10: Fixierung des Gmax am Trochanter major. A MvastLat gespalten; B Gmax; C Überstand des Gmax, welcher unter den MvastLat gelegt wird.	22
Abbildung 11: Verschluss des MvastLat.	22
Abbildung 12: Der anteriore Gmax wurde bereits mit dem posterioren Gmax vernäht (D), ebenso wurde die Fascia lata im distalen Verlauf verschlossen (A, B).	23

Abbildung 13: Endgültige Nähte der vollendeten Muskelplastik. Im letzten Schritt wurde der in seiner natürlichen Position belassene Anteil des Gmax mit dem umgeschwenkten Muskellappen (B) vernäht.	23
Abbildung 14: Flussdiagramm zum Prozess der Teilnehmer*innenauswahl.....	27
Abbildung 15: NRS – numerische Ratingskala.....	28
Abbildung 16: MRT des Beckens einer 78-jährigen Patientin (T1, transversal).	35
Abbildung 17: MRT des Beckens einer 51-jährigen Patientin (T1, transversal). Vermessung des Diameters des M. gluteus medius rechts (Linie Gmed_diam).....	35
Abbildung 18: Ausschnitte von MRT-Aufnahmen des Beckens von unterschiedlichen Patient*innen (T1, transversal) zur Erläuterung der Goutallier-Klassifikation.....	37
Abbildung 19: Veränderung der Schmerzintensität auf der numerischen Ratingskala (NRS) von präoperativ zu postoperativ.	41
Abbildung 20: Durchschnittliche Werte mit Standardabweichung der Untergruppen des Harris Hip Score im Vergleich von präoperativ zu postoperativ. *p<0,05.....	45
Abbildung 21: Box-Whisker-Plot zur Darstellung der Veränderung der Volumina des M. gluteus minimus von prä- zu postoperativ. Ausreißer sind als Punkte dargestellt. *p<0,05	50
Abbildung 22: Box-Whisker-Plot zur Darstellung der Veränderung der Volumina des M. gluteus medius von prä- zu postoperativ. Ausreißer sind als Punkte dargestellt. *p<0,05	51
Abbildung 23: Box-Whisker-Plot zur Darstellung der Veränderung der Volumina des M. gluteus maximus von prä- zu postoperativ in. *p<0,05.....	52
Abbildung 24: Box-Whisker-Plot zur Darstellung der Veränderung der Volumina des M. tensor fasciae latae von prä- zu postoperativ. *p<0,05	53
Abbildung 25: Box-Whisker-Plot zur Darstellung der Veränderung der Diameter der Muskelbäuche von prä- zu postoperativ. *p<0,05	54
Abbildung 26: Graphische Darstellung der Korrelationsanalyse nach Pearson für den statistischen Zusammenhang zwischen dem HHS und dem PCS. *p<0,01	56
Abbildung 27: Graphische Darstellung der Korrelationsanalyse nach Pearson für den statistischen Zusammenhang zwischen dem HHS und dem MCS.	57

Abkürzungsverzeichnis

a.p. = antero-posterior

AllGes = Allgemeine Gesundheitswahrnehmung

EmRoFu = Emotionale Rollenfunktion

EmWo = Emotionales Wohlbefinden

Gmax = Musculus gluteus maximus

Gmed = Musculus gluteus medius

Gmin = Musculus gluteus minimus

HHS = Harris Hip Score

Hüft-TEP = Hüfttotalendoprothese

KöFu = Körperliche Funktionsfähigkeit

KöRoFu = Körperliche Rollenfunktion

Lig. = Ligamentum

M. = Musculus

MARS = Metallartefakt reduzierende Sequenz

MCS = Mental Component Summary

Mm. = Musculi

MRT = Magnetresonanztomographie

MvastLat = Musculus vastus lateralis

N. = Nervus

NRS = numerische Ratingskala

PCS = Physical Component Summary

SF-36 = Short Form 36

Shz = Schmerz

SozFu = Soziale Funktionsfähigkeit

TFL = Musculus tensor fasciae latae

Vit = Vitalität und körperliche Energie

Abstrakt

Fragestellung

Die pelvitrochantere Insuffizienz geht mit starken Schmerzen und funktionellen Einbußen des Hüftgelenkes einher und resultiert in einem hohen Leidensdruck und einer Einschränkung der Lebensqualität. Die Ursachen sind vielfältig, wobei in den meisten Fällen die iatrogene Schädigung bei der Implantation einer Hüfttotalendoprothese (Hüft-TEP) ursächlich ist. Für die operativen Therapiemaßnahmen fehlen konkrete Empfehlungen. Die Musculus gluteus maximus Lappenplastik nach Whiteside hat bisher vielversprechende Ergebnisse hervorgebracht und kann Patient*innen nach erfolgloser konservativer Therapie als letzte Behandlungsoption angeboten werden. In dieser Arbeit wird die Muskellappenplastik nach Whiteside neben klinischen Bewertungskriterien erstmalig anhand der patientenorientierten, gesundheitsbezogenen Lebensqualität und der volumetrischen Entwicklung der pelvitrochanteren Muskulatur in der radiologischen Bildgebung evaluiert.

Methodik

Es wurden 18 Patient*innen (13 Frauen, 5 Männer) mit einem Alter von 64 Jahren (50-79) zum Zeitpunkt der OP und einem Follow-up von 2,8 Jahren (0,7-5) untersucht. Darunter war in 15 Fällen eine Hüft-TEP vorhanden. Teilnehmer*innen mit Hüft-TEP waren durchschnittlich 2,5 Mal (1-5) voroperiert. Es erfolgte die Erhebung der Schmerzintensität anhand der Numerischen Rating Skala, des Trendelenburg-Zeichens und des Harris Hip Score (HHS). Zusätzlich wurde die subjektive Zufriedenheit der Kohorte anhand einer Likert-Skala (1-5) und die gesundheitsbezogene Lebensqualität mit Hilfe des Short Form 36 (SF-36) ermittelt. Radiologisch wurde das Volumen, der Diameter und die Goutallier-Klassifikation in der Magnetresonanztomographie (MRT) beurteilt.

Ergebnisse

Hinsichtlich der Schmerzen und funktionellen Ergebnisse konnten nur wenige signifikante Veränderungen beobachtet werden. Von allen Studienteilnehmer*innen zeigten 33 % postoperativ ein negatives Trendelenburg-Zeichen. Ein signifikant reduziertes Hinken im

HHS wurde postoperativ bei 11 Patient*innen identifiziert. Die subjektive Zufriedenheit wurde im Mittel mit 3 Punkten bewertet und 72 % der Patient*innen würden die OP retrospektiv wieder durchführen lassen. Der Physical Component Summary des SF-36 lag bei 38,09 und der Mental Component Summary bei 46,6. Radiologisch zeigte sich insgesamt keine signifikante weitere Muskeldegeneration.

Schlussfolgerung

Hinsichtlich der in dieser Arbeit erstmalig erhobenen Parameter zur gesundheitsbezogenen Lebensqualität und muskulären Volumetrie in der MRT zeigt die OP zuversichtliche Ergebnisse. In Bezug auf die klinischen Ergebnisse konnten nur in einzelnen Fällen deutliche Verbesserungen beobachtet werden. Unter Berücksichtigung der schwierigen Ausgangslage vieler Patient*innen und der dennoch positiven subjektiven und radiologischen Ergebnisse stellt die Muskellappenplastik nach Whiteside eine Möglichkeit zur Behandlung der pelvitrochanteren Insuffizienz dar.

Abstract (Englisch)

Background

Gluteal deficiency is associated with low quality of life due to symptoms like strong trochanteric pain und dysfunctional gait. Different reasons have been described but mostly abductor mechanism injury during primary total hip arthroplasty (THA) is the main cause. Conservative treatment is usually not successful and so far there is no clear evidence for further therapeutic steps. The gluteus maximus muscle transfer described by Leo A. Whiteside offers a promising technique in the treatment of gluteal deficiency and can be offered to patients after unsuccessful conservative treatment as a last resort. Still, evidence remains unclear and recent studies are lacking methods for health-related quality of life (hrQoL) which is currently emerging in scientific literature. This is the first study to evaluate the gluteus maximus muscle transfer not only by focusing on clinical parameters, but especially by highlighting patient-oriented hrQoL and the volumetric development in radiological imaging.

Methods

18 patients (13 female and 5 male) with a mean age of 64 years (50-79) at time of surgery and a mean follow-up of 2.8 years (0.7-5) were included. THA had been performed in 15 cases which had a mean of 2.5 surgeries (1-5). We measured trochanteric pain in a numeric pain scale, Trendelenburg's sign and Harris Hip Score (HHS). Additionally, the patients' satisfaction towards the surgery was evaluated by using a numeric scale and hrQoL was measured based on the Short Form 36 (SF-36). The magnetic resonance imaging (MRI) was analyzed in terms of muscle volume, diameter and the Goutallier grading system.

Results

No significant change in pain was found and functional results only partly showed significant improvement. 33 % of the patients showed a negative Trendelenburg's sign postoperatively. Significantly lower limping was detected in 11 patients in the HHS postoperatively. Patient satisfaction was evaluated with a mean of 3 points and 72 % of the participants would go through the surgery again retrospectively. The Physical Component Summary (PCS) of the SF-36 showed a mean of 38.09 and the Mental

Component Summary (MCS) measured a mean of 46.6. The MRI findings showed significant loss of fatty tissue and increased lean volume for some muscles.

Conclusion

This study is the first to show promising results in hrQoL, patient satisfaction and radiological findings for the gluteus maximus muscle transfer. Significant changes in clinical results could be found in single cases. Looking at these results this procedure can be considered as an option for patients suffering from severe gluteal deficiency taking the tremendously poor function and low quality of life preoperatively into account.

1. Einleitung

Die pelvitrochantere Insuffizienz geht mit Symptomen wie Schmerzen, Hinken und Instabilität des Hüftgelenkes einher und führt damit bei betroffenen Patient*innen zu einer deutlichen Einschränkung des alltäglichen Lebens (1,2). Die Ursachen können degenerativ, traumatisch oder iatrogen bedingt sein (3). Im Zuge der Primärimplantation von Hüfttotalendoprothesen (Hüft-TEP) konnte eine Prävalenz von degenerativen Rupturen der Hüftabduktoren von bis zu 25% beschrieben werden (4). Diesbezüglich werden Risikofaktoren wie hohes Alter, weibliches Geschlecht und ein niedriger sozioökonomischer Status beschrieben (4). Neben der degenerativen Pathogenese kann es durch traumatische Ereignisse wie Schenkelhalsfrakturen oder Trochanterfrakturen zum Funktionsverlust der pelvitrochanteren Muskulatur kommen (3,5). Zudem kann die muskuläre Insuffizienz selten auch durch eine Schädigung des Nervus (N.) gluteus superior verursacht werden (3). Die häufigste Ursache stellt jedoch die iatrogene Schädigung der Musculi (Mm.) glutei medius und minimus während der Implantation einer Hüft-TEP dar, wobei hier die Wahl des operativen Zugangsweges als prädisponierender Faktor beschrieben wird (1). Entsprechend der anatomischen Lagebeziehung wird insbesondere der transgluteale Zugang mit einem erhöhten Risiko für eine Schädigung der Muskulatur in Verbindung gebracht (3). Auch ein technisch unzureichend durchgeführter anterolateraler Zugangsweg kann zu einer relevanten Schädigung der Glutealmuskulatur führen (6). Der posteriore Zugangsweg gilt als schonend hinsichtlich der intraoperativen Verletzung der Glutealmuskulatur (7–9). Nach diagnostizierter pelvitrochanterer Insuffizienz können zunächst konservative Therapiemaßnahmen wie Physiotherapie, nicht-steroidale Antirheumatika oder Kortikosteroidinjektionen, in Abhängigkeit der Ätiologie, initiiert werden (10,11). Bei anhaltender Symptomatik trotz stattgefundener konservativer Therapie erfolgt die Konversion der Behandlungsstrategie und operative Maßnahmen werden in Erwägung gezogen. In der Literatur werden hierfür verschiedene Verfahren beschrieben. Zusammengefasst werden einerseits unterschiedliche Techniken zur Refixation der Glutealmuskulatur beschrieben (12–15), andererseits auch Varianten der Muskellappenplastik mit Hilfe des Musculus (M.) vastus lateralis oder des M. gluteus maximus (16–19). Einige Studien zeigen insbesondere bei chronischen degenerativen Veränderungen der Muskulatur vielversprechende Ergebnisse bezüglich der Muskellappenplastik mit Hilfe des M. gluteus maximus, welche durch Leo A. Whiteside

erstmalig beschrieben wurde. Diese Studien berufen sich allerdings auf sehr kleine Fallzahlen (8,19). Hinzu kommt, dass der Fokus der Beurteilung bislang vor allem auf klinischen Ergebnissen beruht und nie die gesundheitsbezogene Lebensqualität oder die Zufriedenheit der Patient*innen erhoben wurde. Somit bleibt die Frage nach einer zufriedenstellenden Therapiemöglichkeit für betroffene Patient*innen nach wie vor offen. Darüber hinaus wurde der Muskellappentransfer bislang nur unzureichend radiologisch untersucht. Dies könnte jedoch Rückschlüsse auf das Überleben und die Funktionalität des Muskellappens zulassen.

Aus diesen Gründen bietet die folgende Arbeit einen detaillierten Einblick in die Anatomie, Pathogenese und Symptomatik der pelvitrochanteren Insuffizienz sowie die verschiedenen therapeutischen Möglichkeiten mit dem zentralen Fokus auf die Muskellappenplastik nach Whiteside. Die klinischen und radiologischen Ergebnisse, als auch die subjektiv erhobenen Befunde bezüglich der gesundheitsbezogenen Lebensqualität und Zufriedenheit der Patient*innen, werden mit Erkenntnissen aus der aktuellen Literatur kritisch diskutiert.

1.1. Die pelvitrochantere Muskulatur und das Hüftgelenk

Im folgenden Abschnitt wird ein Überblick der anatomischen Gegebenheiten und der Pathophysiologie der pelvitrochanteren Insuffizienz dargelegt.

1.1.1. Anatomische Lagebeziehungen ossärer und muskulärer Strukturen

Zunächst erfolgt eine Darstellung der ossären Strukturen, die im Rahmen der pelvitrochanteren Insuffizienz eine Rolle spielen. Das Becken setzt sich aus zwei Ossa coxae zusammen, welche dorsal jeweils über die Iliosakralfuge mit dem Os sacrum verbunden sind und ventral in der Symphysis pubica münden. Das Os coxae setzt sich aus dem Os ilium, dem Os pubis und dem Os ischii zusammen, welche sich in der Fossa acetabuli vereinigen. Das Acetabulum artikuliert mit dem Caput femoris des Oberschenkelknochens. Sie bilden somit gemeinsam mit dem Labrum, den ligamentären Strukturen und der Gelenkkapsel das Hüftgelenk. Auf das Caput femoris folgt das Collum femoris, welches sich über Trochanter major und minor in das Corpus femoris fortsetzt. Diese Anteile stellen ein ossäres Grundgerüst mit diversen Ursprungs- und

Ansatzpunkten der umliegenden Muskelgruppen, insbesondere auch der pelvitrochanteren Muskulatur, dar. (20)

Bereits die Namensgebung der pelvitrochanteren Muskelgruppe lässt Rückschlüsse auf ihre anatomische Lage zu. Sie hat ihren Ursprung am Becken (Pelvis) und ihren Ansatzpunkt am Trochanter major des Femurs. (20)

Bei der pelvitrochanteren Muskulatur werden die mediale und dorsolaterale Gruppe unterschieden. Zur medialen Gruppe zählen der M. piriformis, der M. obturatorius internus, der M. obturatorius externus, die Mm. gemelli superior und inferior und der M. quadratus femoris (siehe Abbildung 3). Sie dienen alle der Außenrotation im Hüftgelenk. Da diese Muskelgruppe eine untergeordnete Rolle für die Entstehung der pelvitrochanteren Insuffizienz einnimmt, wird sie nicht näher erläutert. (20)

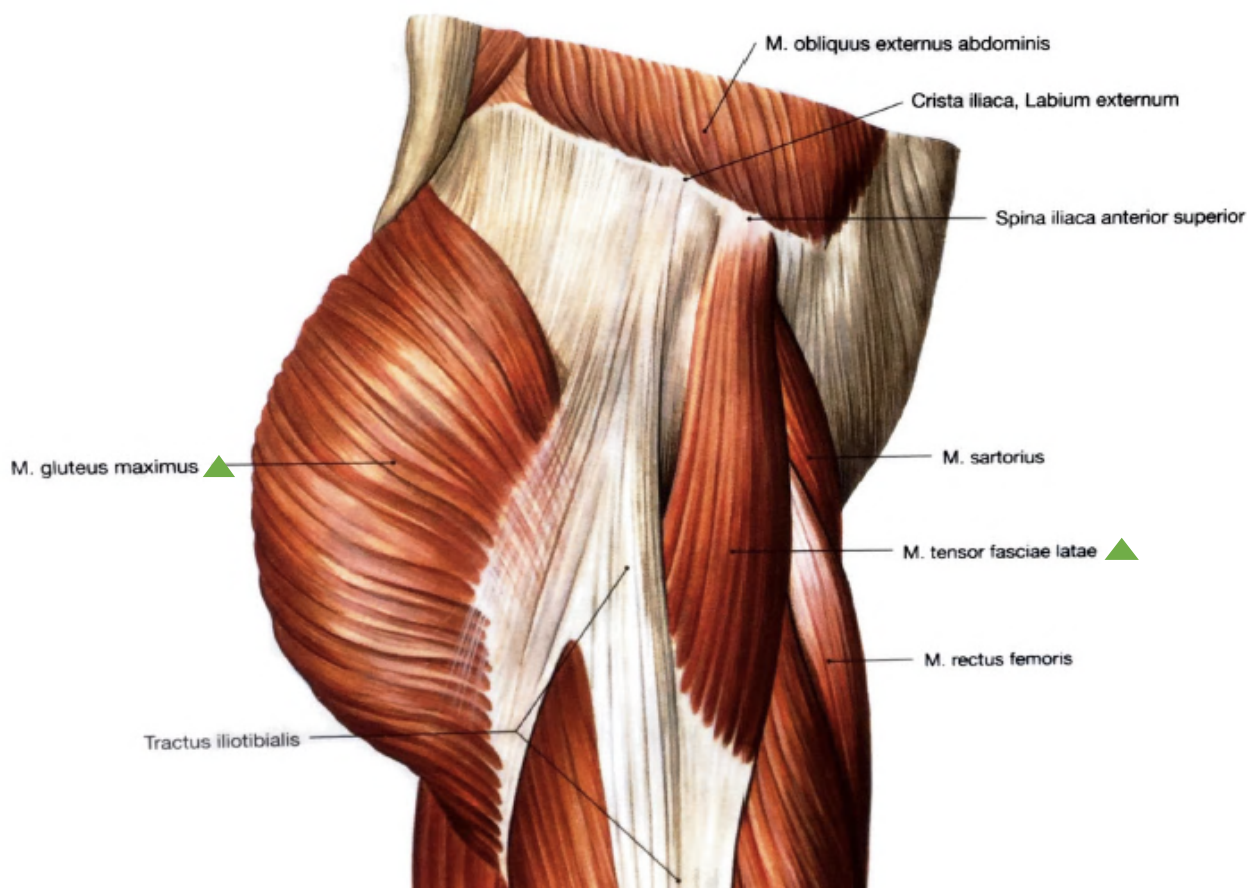


Abbildung 1: Darstellung der dorsolateralen Gruppe (grüne Markierungen) der pelvitrochanteren Muskulatur in der Ansicht von lateral.

(Quelle: Ausschnitt aus Abbildung 4.94, Sobotta - Atlas der Anatomie, Elsevier (21))

Eine zentrale Rolle spielen jedoch die Muskeln der dorsolateralen Gruppe, welche aus M. gluteus maximus (Gmax), M. gluteus medius (Gmed), M. gluteus minimus (Gmin) und M. tensor fasciae latae (TFL) besteht (siehe Abbildung 1, 2 und 3). Der Gmax entspringt der dorsalen Fläche des Os sacrum, der Linea glutea posterior des Os ilium, der Fascia thoracolumbalis sowie dem Lig. sacrotuberale und mündet in den Tractus iliotibialis, die Fascia lata, die Tuberositas glutea und das Septum intermusculare femoris laterale. Die Innervation erfolgt durch den N. gluteus inferior. (20,22)

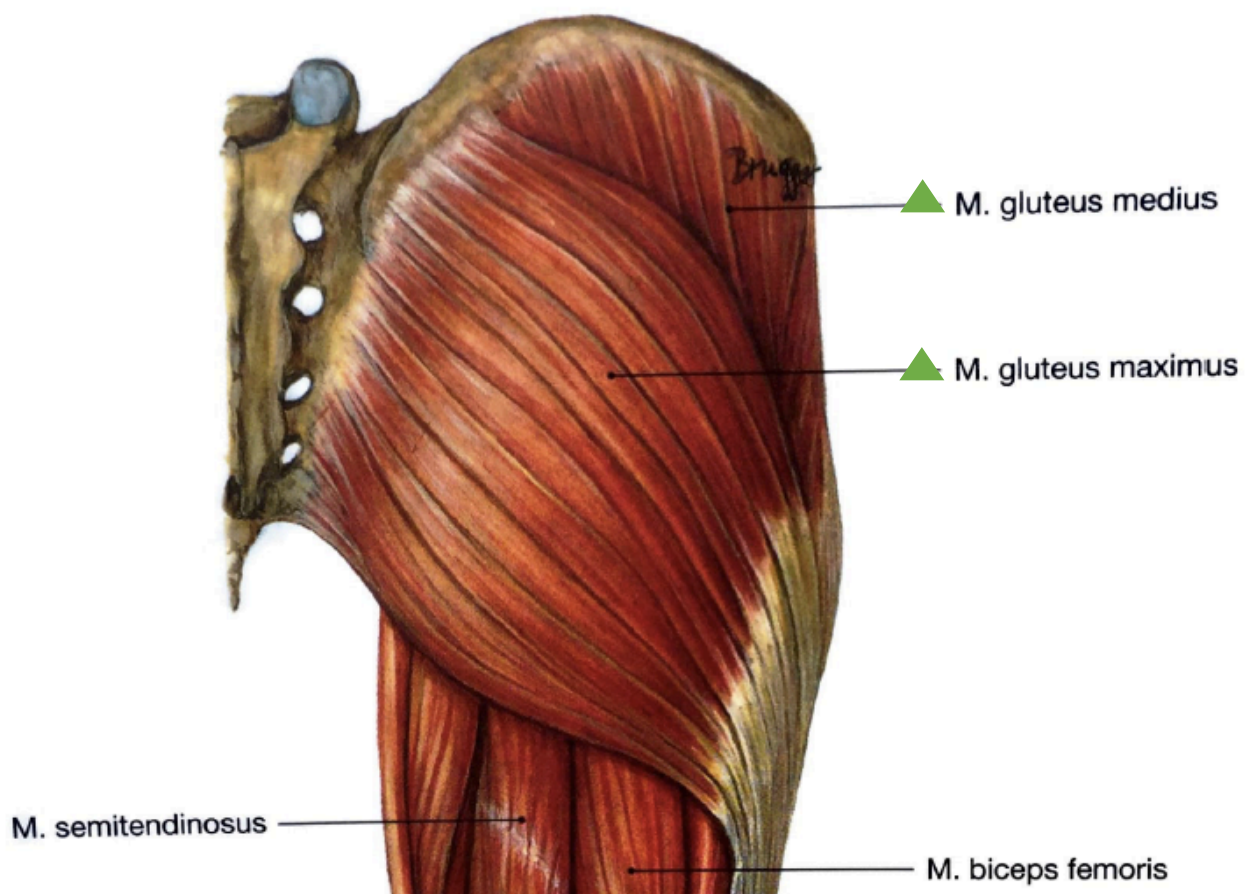


Abbildung 2: Darstellung der oberflächlichen Schicht der dorsolateralen Gruppe (grüne Markierungen) der pelvitrochanteren Muskulatur in der Ansicht von dorsal.

(Quelle: Ausschnitt aus Abbildung 4.93, Sobotta - Atlas der Anatomie, Elsevier (21))

Tiefer gelegen befindet sich der Gmed, welcher durch den Gmax und die Aponeurosis glutea bedeckt und durch den N. gluteus superior innerviert wird. Dieser Muskel entspringt der Facies glutea des Os ilium zwischen Linea glutea anterior, posterior und Crista iliaca. (20,22) Beim Gmed können zwei Anteile unterschieden werden. Es gibt

einen posterioren Anteil, welcher sich lang und dick darstellt und an der superoposterioren Facette des Trochanter major ansetzt (siehe Abbildung 2 und 3). Der anterolaterale Teil hingegen ist eher kurz und dünn und setzt an der lateralen Facette des Trochanter major an. Im Vergleich der beiden Anteile miteinander weist der posteriore Anteil einen signifikant größeren Durchmesser als der anterolaterale Anteil auf. Diese Gegebenheit ergibt sich aus einem breit gefächerten Ursprung des Gmed, woraufhin sich die Fasern im Verlauf bündeln, um an der wesentlich kleineren superoposterioren Facette des Trochanter major anzusetzen. (23)

Unmittelbar darunter befindet sich der Gmin, welcher dem Bereich zwischen der Linea glutea anterior und inferior entspringt und ebenfalls vom N. gluteus superior innerviert wird. Der Gmin setzt an der anterioren Facette des Trochanter major an (siehe Abbildung 3) (20,22,24). Zuletzt soll auch der TFL als Mitglied der dorsolateralen Gruppe genannt werden. Er hat seinen Ursprung an der Spina iliaca anterior superior und mündet in den Tractus iliotibialis (siehe Abbildung 1). Die Innervation erfolgt durch den N. gluteus superior. (20,22)

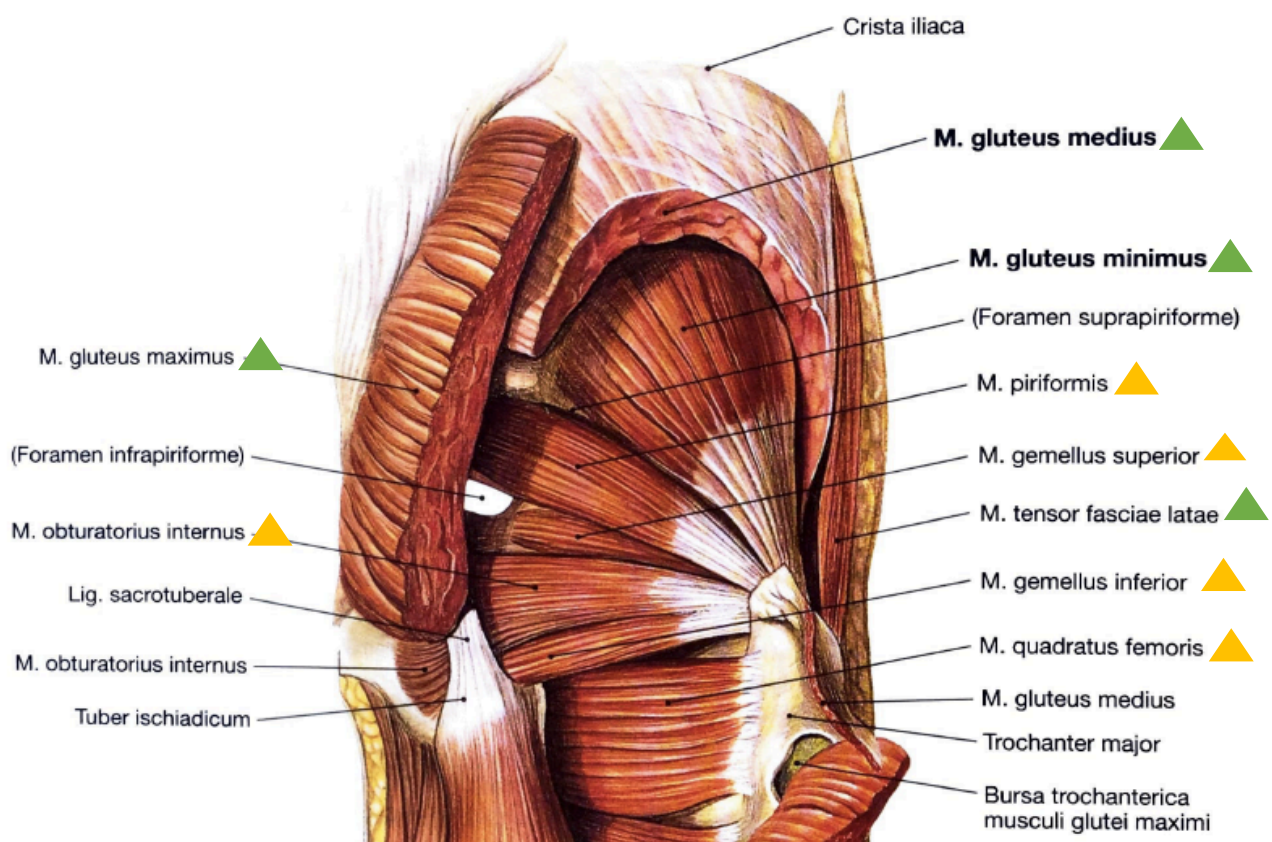


Abbildung 3: Darstellung der tiefen Schicht der dorsolateralen (grüne Markierungen) und medialen Gruppe (gelbe Markierungen) der pelvitrochanteren Muskulatur in der Ansicht von dorsal.

(Quelle: Ausschnitt aus Abbildung 4.104, Sobotta - Atlas der Anatomie, Elsevier (21))

Da die alleinige anatomische Darstellung der pelvitrochanteren Muskulatur und der beteiligten ossären Anteile keine ausreichende Grundlage zum Verständnis der pelvitrochanteren Insuffizienz bietet, werden im Folgenden physikalische Aspekte im Bereich des Hüftgelenkes, sowie daraus resultierende funktionelle Aspekte der pelvitrochanteren Muskulatur erläutert.

1.1.2. Physikalische und funktionelle Aspekte

Die am Hüftgelenk vorhandenen geometrischen und physikalischen Gegebenheiten lassen sich anhand des Rechenmodells von Pauwels gut darstellen (25,26). Das Modell beruht auf der Vorstellung einer Waage mit einem Drehpunkt (Hüftgelenk), einer Kraft K (Körpergewicht) mit einem langen Hebelarm (h_k) und einer Kraft M (Muskelkraft der Abduktoren) mit einem kurzen Hebelarm (h_m). Die Kräfte K und M wirken in Form von gegeneinander gerichteten Drehmomenten auf den Drehpunkt, wobei die Kraft M hier auf Grund des kürzeren Hebelarmes größer sein muss als die Kraft K . Abgestützt werden diese beiden Kräfte im Drehpunkt von einer entgegengerichteten Kontakraft O zwischen Pfanne und Femurkopf (siehe Abbildung 4). (25,26)

Das Körpergewicht mit der Kraft K wirkt etwas außerhalb der Körpermitte. Die Kraft M der Abduktoren wirkt zwischen dem Ursprungspunkt am Os ilium und dem Ansatzpunkt am Trochanter major. Berechnungen haben ergeben, dass die Kraft der Abduktoren etwa dem Zweifachen des entgegengerichteten Körpergewichtes entspricht. (25,26)

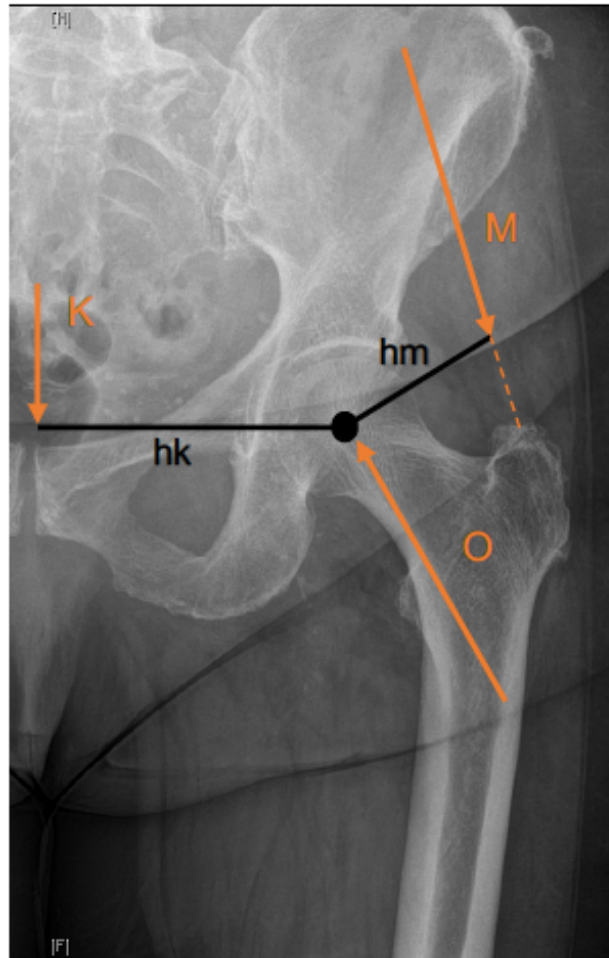


Abbildung 4: Ausschnitt aus dem Röntgenbild (Beckenübersicht a.p.) eines 62-jährigen Patienten mit der Darstellung der am Hüftgelenk wirkenden Kräfte zum Erhalt des Gleichgewichtes.

M Muskelkraft der Abduktoren; **hm** Hebelarm der Kraft M; **K** Körpergewicht; **hk** Hebelarm der Kraft K; **O** Kontaktkraft zwischen Pfanne und Femurkopf des Oberschenkelknochens

(Quelle: Centrum für Muskuloskeletale Chirurgie (CMSC) der Charité – Universitätsmedizin Berlin)

Basierend auf diesen Erkenntnissen lässt sich im Folgenden die Funktion der pelvitrochanteren Muskulatur demonstrieren.

Der Gmax ist auf Grund seiner Größe, seines Faserverlaufes, seiner Lage jenseits der Flexions-Extensions- und Rotationsachse und der daraus resultierenden langen Hebelarme der kräftigste Muskel des menschlichen Körpers. Er bietet große Drehmomente und stellt somit den wichtigsten Strecker und Außenrotator für das Hüftgelenk dar. Da die Abduktions-Adduktions-Achse mittig durch den großen Muskel verläuft, sind seine kranialen Anteile an der Abduktion und seine kaudalen Anteile an der

Adduktion beteiligt (siehe Tabelle 1). Im alltäglichen Leben ist der Gmax somit vor allem zum Treppensteigen und Bergaufgehen notwendig. (27)

Der Gmed ist wesentlich kleiner als der Gmax, jedoch sollte ihm nicht weniger an Bedeutung zugeschrieben werden, denn er ist für das Gangbild des Menschen essenziell (27). Seine primäre Aufgabe gemeinsam mit dem Gmin ist die Abduktion im Hüftgelenk, was sich aus seiner Lage lateral der Abduktions-Adduktions-Achse erschließt (27). Neben ihrer Haupttätigkeit als Abduktoren dienen ihre vor der Flexions-Extensions-Achse gelegenen Faseranteile der Flexion und Innenrotation und ihre hinter dieser Achse gelegenen Faseranteile der Extension und Außenrotation (siehe Tabelle 1) (27). Betrachtet man nun das Gangbild eines Menschen im Detail, so lässt sich zu jedem Zeitpunkt ein Standbein und ein Spielbein identifizieren (27). Dabei möchte das Spielbein problemlos nach vorne geführt werden, um im weiteren Verlauf wiederum die Funktion des Standbeines zu übernehmen (27). Dazu ist es wichtig, dass sich das Becken auf der Seite des Spielbeines auf gleicher Höhe mit der kontralateralen Seite befindet, gegebenenfalls sogar noch etwas höher, da die Last des Körpergewichtes (Kraft K) ein Absinken des Beckens auf der unbelasteten Seite bewirken würde (26,27). Hierzu ist die Kontraktion des Gmed auf der Standbeinseite notwendig (Kraft M), wobei eine Umkehr von Punctum fixum und Punctum mobile stattfindet, was ein Anheben des Os coxae auf der Spielbeinseite zur Folge hat (26). Im Einbeinstand lässt sich diese Funktion überprüfen, was als Trendelenburg-Zeichen bezeichnet wird (27). Harrasser et al. beschreiben die Hüftabduktoren auch als „Rotatorenmanschette der Hüfte“, ein Begriff, der bereits in den 90er Jahren durch Kagan geprägt wurde (28), mit gelenkzentrierender und beckenstabilisierender Funktion in verschiedenen Phasen des Gangbildes (1,23). Tsutsumi et al. vermuten, dass hier besonders der posteriore Anteil des Gmed und sein entsprechend großer Querschnitt wesentlich zu diesem stabilisierenden Effekt beiträgt (23). Diese Annahme wurde bereits von Gottschalk et al. auf Grund des Faserverlaufes des posterioren Anteils des Gmed parallel zum Collum femoris geteilt (29). Der Gmed spielt folglich auf Grund seines Aufbaus und seiner anatomischen Lage eine entscheidende Rolle in der Geometrie des Hüftgelenkes.

Auch der TFL ist an der Abduktion des Hüftgelenkes beteiligt. Er setzt die Muskelmasse des M. gluteus medius nach ventral fort. Seine Lage ventral der Flexions-Extensions-Achse ermöglicht ihm zudem die Flexion (siehe Tabelle 1). Auf Grund der Verbindung

zum Tractus iliotibialis ist er Teil des Zuggurtungssystems gegen die laterale Ausbiegungstendenz des Femurs. (27)

Tabelle 1: Übersicht über die Muskeln der dorsolateralen Gruppe der pelvitrochanteren Muskulatur mit Ursprung, Ansatz, Funktion und Innervation.

Muskel	Ursprung	Ansatz	Funktion	Innervation
M. gluteus maximus	<ul style="list-style-type: none"> Os sacrum Linea glutea des Os ilium Fascia thoracolumbalis Lig. sacrotuberale 	<ul style="list-style-type: none"> Tractus iliotibialis Fascia lata Tuberositas glutea Septum intermusculare femoris laterale 	<ul style="list-style-type: none"> Extension Außenrotation Kraniale Anteile: Abduktion Kaudale Anteile: Adduktion 	N. gluteus inferior
M. gluteus medius	Facies glutea des Os ilium zwischen Linea glutea anterior, posterior und Crista iliaca	Supero-posteriore und laterale Facette des Trochanter major	<ul style="list-style-type: none"> Abduktion ventrale Anteile: Innenrotation und Flexion dorsale Anteile: Außenrotation und Extension 	N. gluteus superior
M. gluteus minimus	Facies glutea des Os ilium zwischen Linea glutea anterior und inferior	Anteriore Facette des Trochanter major	<ul style="list-style-type: none"> Abduktion Flexion 	N. gluteus superior
M. tensor fasciae latae	Spina iliaca anterior superior	Tractus iliotibialis	<ul style="list-style-type: none"> Abduktion Flexion 	N. gluteus superior

1.1.3. Zusammenhang von Muskelquerschnitt, Muskelvolumen und Kraft

In den vorangegangenen Kapiteln wurde die pelvitrochantere Muskulatur aus anatomischer und funktioneller Sicht skizziert. Für die Ausprägung der pelvitrochanteren Insuffizienz sind jedoch auch der Muskelquerschnitt, das Muskelvolumen und die daraus entstehende Kraft von Bedeutung.

Eingehend werden einige Grundlagen zur Skelettmuskulatur erläutert. Die Skelettmuskulatur besteht aus quergestreifter Muskulatur, welche in parallelfaserige und gefiederte Fasertypen unterteilt werden kann. Betrachtet man den Querschnitt eines

Muskels, so muss man den anatomischen und den physiologischen Querschnitt unterscheiden. Der physiologische Querschnitt verläuft im Gegensatz zum anatomischen Querschnitt, welcher senkrecht zur Hauptachse steht, senkrecht zu allen Muskelfasern. (20)

Da bei gefiederten Muskeln auf Grund des Fiederungswinkels mehr Muskelfasern an der Sehne ansetzen als bei parallelfaserigen Muskeln, ist der physiologische Querschnitt größer als der anatomische Querschnitt. Grundsätzlich ist bekannt, dass die Kraft eines Muskels direkt von seinem physiologischen Querschnitt abhängig ist, was darauf schließen lässt, dass gefiederte Muskeln mehr Kraft aufwenden können. (27)

Neben dem Muskelquerschnitt ist jedoch auch das gesamte Muskelvolumen von Bedeutung. Akagi et al. konnten eine Korrelation zwischen dem Muskelvolumen und dem vom untersuchten Muskel ausgehenden Drehmoment auf ein Gelenk zeigen (30). Dieser proportionale Zusammenhang wurde ebenfalls von Tonson et al. beschrieben (31). Hier wurde außerdem dargestellt, dass dieses Phänomen unabhängig vom Alter auftritt (31). Zudem ist auch der Grad der Verfettung für die Kraftentwicklung eines Muskels ausschlaggebend (32). So konnten Zusammenhänge zwischen einem positiven Trendelenburg-Zeichen sowie einer Abduktorenschwäche und einem erhöhten Grad der Verfettung der Abduktionsmuskulatur nach Hüft-TEP-Implantation (Hüfttotalendoprothese) bestätigt werden (32).

1.2. Die pelvitrochantere Insuffizienz

Die pelvitrochantere Insuffizienz beruht auf einer Schädigung und einem damit verbundenen Funktionsverlust der Glutealmuskulatur des Hüftgelenkes. Die Folge davon ist eine eingeschränkte Abduktionskraft des Hüftgelenkes und führt in weiterer Folge zu Gangunsicherheit, Trendelenburg-Hinken und Stabilitätsverlust. Die Ätiologie und Pathogenese können dabei sehr unterschiedlich sein, was im Folgenden näher beschrieben wird. (3)

1.2.1. intrinsische und extrinsische Risikofaktoren

Es gibt verschiedene Ursachen, die zu Veränderungen im Bereich der Hüftabduktoren führen können. Dabei sollten drei Gruppen unterschieden werden: degenerative, traumatische und iatrogene Prozesse. (3)

Degenerative Veränderungen im Bereich der Hüfte finden sowohl artikulär als auch periartikulär statt (3,33). So sind für die Entstehung der Symptomatik bei der Koxarthrose laut Amaro et al. und Harrasser et al. nicht nur artikuläre Prozesse wie Gelenkspaltverschmälerung, Knorpeldegeneration und osteophytäre Anbauten verantwortlich, sondern auch degenerativ bedingte Partialrupturen des umliegenden muskulären Gewebes (3,33). In einer prospektiven Studie von Hendry et al., in der die Glutealmuskulatur intraoperativ im Rahmen der Primärimplantation einer Hüft-TEP beurteilt wurde, konnte eine Prävalenz von 25,4 % für degenerative Rupturen der Hüftabduktoren festgestellt werden (4). Als Risikofaktoren wurden das weibliche Geschlecht, ein höheres Lebensalter und ein niedriger soziökonomischer Status angegeben (4). Zunächst kann eine partielle Ruptur bestimmter Anteile des Gmed oder auch des Gmin vorliegen, welche sich progredient zu einer kompletten Ruptur des Muskels entwickeln kann (3,4). Im Verlauf kommt es daher zu einer pathognomischen Hypotrophie des Gmed (34). Auf Grund dieser Rupturen können Reizzustände, vornehmlich im Bereich der lateralen Facette des Trochanter major, auftreten, welche zu osteophytären Anbauten führen und somit eine Reizung des Tractus iliotibialis oder eine Bursitis trochanterica begünstigen können (3,10). In einer retrospektiven Analyse von 372 Primärimplantationen einer Hüft-TEP konnte in 3,5 % der Fälle intraoperativ eine Ruptur der Sehne des Gmed festgestellt werden (2). Bei allen Patient*innen mit detektierter Ruptur wurde zudem eine Coxa valga antetorta mit einem durchschnittlichen Caput-Collum-Diaphysen-Winkel (CCD-Winkel) von 141° diagnostiziert (2). Schuh und Zeiler vermuten, dass diese pathomorphologischen Gegebenheiten eine degenerative Veränderung besonders in anterioren und lateralen Anteilen des Gmed begünstigen können (2).

Auch eine Schädigung des N. gluteus superior kann zu einer Degeneration von Gmed und Gmin führen (3). Er verläuft superior des M. piriformis durch das Foramen ischiadicum majus und setzt sich zwischen Gmin und Gmed bis zum TFL fort (20). Auf Grund seines Verlaufes kann der N. gluteus superior durch intramuskuläre Injektionen,

Hüftgelenksluxationen oder operative Eingriffe geschädigt werden (35). Allerdings ist diese neurogene Pathogenese insgesamt eher selten (3).

Traumatische Rupturen der Abduktoren des Hüftgelenkes treten mit einer Inzidenz von ca. 22 % bei proximalen Schenkelhalsfrakturen auf (5). Sie sind jedoch im Vergleich zu Rupturen, welche auf der Grundlage einer degenerativen Veränderung des Muskels stattfinden, eher selten (3). Auch dislozierte Abrissfrakturen des Trochanter major können in einer Insuffizienz der pelvitrochanteren Muskulatur resultieren (3).

Neben den bereits genannten Ursachen stellt die iatrogene Schädigung von Gmed und Gmin im Zuge der Implantation einer Hüft-TEP die häufigste Ursache dar. In Deutschland wurden im Jahre 2017 309 Hüft-TEPs je 100.000 Einwohner implantiert, was weltweit die höchste Rate darstellt (36). Die Hüft-TEP-Implantation kann über verschiedene Zugangswege erfolgen. Diese werden im Folgenden hinsichtlich des Risikos für eine pelvitrochantere Insuffizienz näher beleuchtet.

Der anteriore Zugang ermöglicht die Darstellung des Hüftgelenkes von ventral, indem eine physiologische Lücke zwischen dem M. sartorius und dem TFL genutzt wird und die Mm. sartorius et iliopsoas nach medial und der M. rectus femoris nach lateral gehalten werden (37,38). Als Komplikationen wurden hier Schädigungen des N. cutaneus femoris lateralis und intraoperative Frakturen, jedoch keine Schädigung der Glutealmuskulatur beschrieben (39).

Beim häufig verwendeten anterolateralen Zugangsweg nach Watson-Jones wird das Intervall zwischen TFL und Gmed aufgesucht und als Zugang zur Gelenkkapsel verwendet (38). Beide Muskeln werden anschließend durch zwei Hohmann-Hebel zur Seite gehalten (38). Durch Müller et al. wird dieser Zugangsweg im Vergleich zum transglutealen Zugangsweg nach Bauer mit einer geringeren Rate an fettiger Atrophie des Gmed beschrieben (6).

Bei Anwendung des transglutealen Zugangsweges nach Bauer werden Gmed und Gmin im Faserverlauf gespalten (38). Laut Harrasser et al. ist die Schädigung der Abduktoren umso größer, „je mehr der Zugang transmuskulär verläuft“ (3).

Der posteriore Zugangsweg ermöglicht die Darstellung des Hüftgelenkes, indem der Gmax im Faserverlauf gespalten wird und anschließend die Mm. piriformis, gemellus superior, obturatorius internus und gemellus inferior von ihrem Ansatz am Trochanter

major abgesetzt werden (38). Dieser Zugangsweg wird von mehreren Autor*innen als schonend gegenüber der pelvitrochanteren Muskulatur, besonders des Gmed, beschrieben (7–9).

Jedoch führt die Schädigung der pelvitrochanteren Muskulatur nur bei einem Teil der Patient*innen letztendlich zu einer erheblichen Degeneration und zu funktionellen Defiziten (40). Besonders eine isolierte Atrophie des Gmin bleibt oft symptomlos, wohingegen Atrophien des Gmed häufig mit symptomatischen Verläufen einhergehen (3,41). In einigen Fällen zeigt sich als funktionelle Adaptation hingegen eine kompensatorische Hypertrophie des TFL (siehe Abbildung 5) (3,40).

Es werden auch entzündliche Veränderungen der pelvitrochanteren Muskulatur auf Grund von Metallablagerungen der Gleitpaarungskomponenten von Hüft-TEPs beschrieben, was zu einer Atrophie der betroffenen Muskeln führen kann (42).

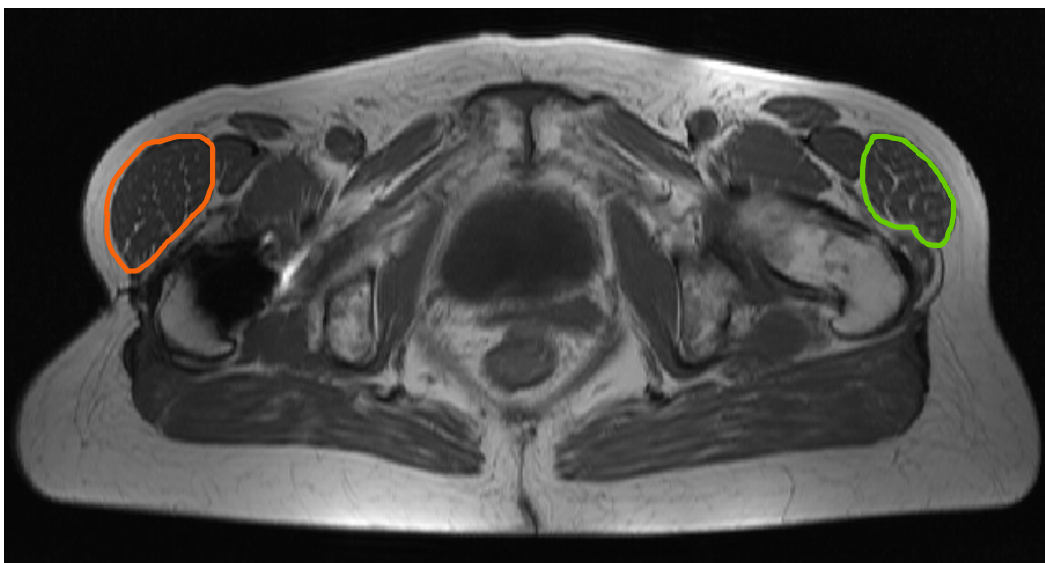


Abbildung 5: MRT des Beckens (T1, transversal) einer 78-jährigen Patientin mit rechtsseitiger pelvitrochanterer Insuffizienz im Z.n. Hüft-TEP. Der rechte M. tensor fasciae latae (orange) ist im Vergleich zur linken Seite (grün) auf Grund der vorliegenden Insuffizienz des Gmed und Gmin deutlich hypertrophiert und weist weniger Fetteinlagerungen auf.

(Quelle: Centrum für Muskuloskeletale Chirurgie (CMSC) der Charité – Universitätsmedizin Berlin)

1.2.2. Symptomatik und Folgen der pelvitrochanteren Insuffizienz

Patient*innen mit pelvitrochanterer Insuffizienz werden in der Regel auf Grund starker Schmerzen und zunehmender Verschlechterung des Gangbildes vorstellig (2). Ist die

Schädigung der Glutealmuskulatur degenerativ bedingt, zeigt sich ein schleichender Beschwerdebeginn. Bei einer traumatischen oder iatrogenen Schädigung hingegen setzen die Beschwerden in der Regel akut ein (3,43).

Die Schmerzen sind meist sehr stark und peritrochantär lokalisiert. Sie treten teilweise undulierend oder auch konstant auf. Oft kommt es zu Nachtschmerzen oder zu Schmerzen beim Liegen auf der betroffenen Seite. (3) Zudem ist eine Ausstrahlung der Schmerzen zum Iliosakralgelenk (ISG) oder entlang des Tractus iliotibialis bis zum lateralen Kniegelenk möglich (44). Eine sehr ähnliche Schmerzsymptomatik findet sich auch bei der Bursitis trochanterica, die daher oft als Ursache der Beschwerden angegeben wird, obwohl sie meist eher die Folge einer bereits veränderten Abduktionsmuskulatur ist (45).

Bei zunehmender Defektgröße des Muskels kommt es im Verlauf zu einem schmerzhaften Hinken, welches oft erst nach einer gewissen Gehstrecke und somit belastungsabhängig auftritt (10). Grund für dieses hinkende Gangbild ist die progrediente Insuffizienz der pelvitrochanteren Muskulatur, was beim temporären Einbeinstand auf der insuffizienten Seite während der Gangphase ein Absinken des Beckens auf der gesunden Spielbeinseite zur Folge hat. Kompensatorisch wird der Oberkörper zur insuffizienten Seite gelehnt, um das Vorführen des Spielbeines zu ermöglichen. Diese Gangstörung wird als Duchenne-Hinken bezeichnet. Sind beide Seiten von einer Insuffizienz der pelvitrochanteren Muskulatur betroffen, präsentiert sich ein Enten- oder Watschelgang. (46) Im schlimmsten Fall mündet diese muskuläre Insuffizienz in einer konsekutiven Gehunfähigkeit (3).

Wie bereits in Abschnitt 1.1.1 und 1.1.2. anhand des Rechenmodells nach Pauwels beschrieben, sorgt die pelvitrochantere Muskulatur unter anderem für Stabilität des Beckens und des Hüftgelenkes (1,25,26). Die insuffiziente pelvitrochantere Muskulatur kann folglich nicht mehr die notwendige Kraft M aufbringen, um der Kontaktkraft O entgegenzuwirken, weshalb eine Instabilität der implantierten Prothese begünstigt wird und es zu rezidivierenden Luxationen des artifiziiellen Gelenkes kommen kann (47).

Wie bereits erwähnt, kann die Beschwerdesymptomatik der pelvitrochanteren Insuffizienz und der Bursitis trochanterica sehr ähnlich aussehen, daher sollte ein präziser diagnostischer Algorithmus durchgeführt werden.

1.2.3. Diagnostischer Algorithmus

Zunächst wird eine ausführliche allgemeine und spezifische orthopädische Anamnese erhoben. Um hier wegweisende Erkenntnisse zu gewinnen, orientiert man sich an den bereits beschriebenen Charakteristika der pelvitrochanteren Insuffizienz wie der Beschwerdesymptomatik, den ätiologischen Merkmalen und den epidemiologischen Faktoren.

Im nächsten Schritt erfolgt dann die körperliche Untersuchung. Dazu zählen die Inspektion des Gangbildes und der Hüftregion, die Palpation des Hüftgelenkes und der umliegenden Strukturen, sowie die Erhebung der Bewegungsausmaße und spezieller klinischer Tests zur Beurteilung der Funktionalität. Hier zeigt sich in der Regel eine Druckdolenz im Bereich des Trochanter major, häufig mit Ausstrahlung nach distal oder dorsal (3). Eine Einschränkung der passiven Bewegungsausmaße ist nicht zu erwarten, eher wird sich sogar eine vermehrte Außenrotation auf Grund der reduzierten innenrotatorischen Rückstellkraft durch atrophierte anteriore Faseranteile des Gmed zeigen (10). Bei Überprüfung der aktiven Bewegungsausmaße wird eine Abschwächung der Innenrotation und Abduktion erkennbar. Die Abduktion wird dabei in Seitenlage getestet, indem das Bein durch die Patient*innen gegen einen erzeugten Widerstand angehoben wird. Diese Untersuchung sollte im Seitenvergleich durchgeführt werden und dient somit der subjektiven Einschätzung der Abduktionskraft, welche auf der insuffizienten Seite abgeschwächt ist. Zusätzlich kann sich eine Zwangsausnenrotation des Fußes durch die fehlende Innenrotationskraft des atrophierten Gmed einstellen. (10)

Ein weiterer wichtiger klinischer Test ist der Innenrotationstest. Er wird in Rückenlage und 90° Flexion in Knie- und Hüftgelenk sowie unter Fixierung des Fußes durchgeführt. Hierbei müssen die Patient*innen das Bein gegen einen Widerstand nach innen rotieren. Typischerweise treten hier Schmerzen in der Trochanterregion auf. (10)

Neben dem Innenrotationstest sollte auch das Trendelenburg-Zeichen überprüft werden. Hier wird im Einbeinstand überprüft, ob die Patient*innen in der Lage sind, das Becken auf der Gegenseite horizontal zu halten (26). Beim Absinken des Beckens auf der Seite des unbelasteten Beines ist das Zeichen als positiv zu werten, was bei ausgeprägter Muskelinsuffizienz zu erwarten ist (14).

In Zusammenschau der Anamnese und der klinischen Untersuchung lassen sich somit bereits Rückschlüsse auf das zu Grunde liegende Problem ziehen. Allerdings sind

weitere bildgebende Verfahren zur endgültigen Diagnosestellung und zum Ausschluss von Differentialdiagnosen notwendig.

Hier kommt zunächst die konventionelle Röntgentechnik zum Einsatz. Eine Beckenübersichtsaufnahme a.p. (antero-posterior) und eine zusätzliche axiale Projektion des proximalen Femur werden angefertigt (3). Besonders bei bereits implantierter Hüft-TEP wird der korrekte Sitz und mögliche Lockerungszeichen der Komponenten genau betrachtet (3). So kann laut Rüdiger et al. ein vermindertes femorales Offset zu einer Reduktion der Abduktionskraft des Gmed führen (48). Es gibt jedoch auch angeborene Fehlbildungen im Bereich des Hüftgelenkes, die zu mechanischen Komplikationen führen können. Daher wird das Röntgenbild stets auf das Vorliegen einer azetabulären Dysplasie oder einer pathologischen Konfiguration des Femurhalses untersucht. (3) Zudem können osteophytäre Anbauten, Zysten oder Ossifikationen im Sinne degenerativer Veränderungen besonders im Bereich des Sehnenansatzes vorliegen (5,49,50).

Ein weiteres diagnostisches Mittel ist die Sonographie, mit der sich besonders Pathologien innerhalb der Sehnen, Muskeln oder des Schleimbeutels darstellen lassen. Im Falle einer Ruptur im Bereich des Gmed oder Gmin stellt sich das geschädigte Areal echoarm und unregelmäßig begrenzt im Vergleich zur physiologischen Gegenseite dar. Um differentialdiagnostisch die Bursitis trochanterica abgrenzen zu können, sollte eine dynamische Sonographie erfolgen. Hier lässt sich die intakte, gleitende Sehne gut von einer echoarmen Zone im Bereich des Trochanter major unterscheiden. (49)

Eine detaillierte Darstellung der Glutealmuskulatur liefert die Magnetresonanztomographie (MRT). Hier kann neben der Beurteilung der Kontinuität der Sehnen auch der Grad der Atrophie der Muskulatur bestimmt werden. Anhand der Goutallier-Klassifikation kann der Schweregrad der Atrophie eingeteilt werden. (51) Eine präzise Darstellung der Muskulatur bietet zudem die Volumetrie. Mit Hilfe radiologischer Programme kann das intakte Volumen der einzelnen Muskeln bestimmt werden (31). Zudem können Knorpel, Knochen und Labrum auf Defekte bzw. ödematöse Veränderungen untersucht werden (49). Es eignen sich unterschiedliche Sequenzen und Schnittebenen zur Analyse der verschiedenen Anteile von Gmed und Gmin. In coronaren T1-gewichteten Sequenzen lässt sich beispielsweise die Insertion des Gmin günstig darstellen, in der sagittalen Ebene kann zudem die Insertion der Gmed-Sehne an der

superoposterioren Facette des Trochanter major betrachtet werden. Mit Hilfe der T2-gewichteten, fettsupprimierten Sequenz lassen sich Signalerhöhungen im Sehngewebe im Sinne einer Ruptur detektieren. (52) Harrasser et al. sehen die girlandenartige Darstellung der zwischen Gmed und Gmin verlaufenden Gefäße als sensibles Zeichen einer pelvitrochanteren Insuffizienz (3) (siehe Abbildung 6). Die Beurteilung kann durch Artefakte nach der Implantation einer Hüft-TEP erschwert sein. Daher werden in solchen Fällen spezielle Sequenzen angefertigt (z.B. MARS = Metallartefakt reduzierende Sequenzen) (49).

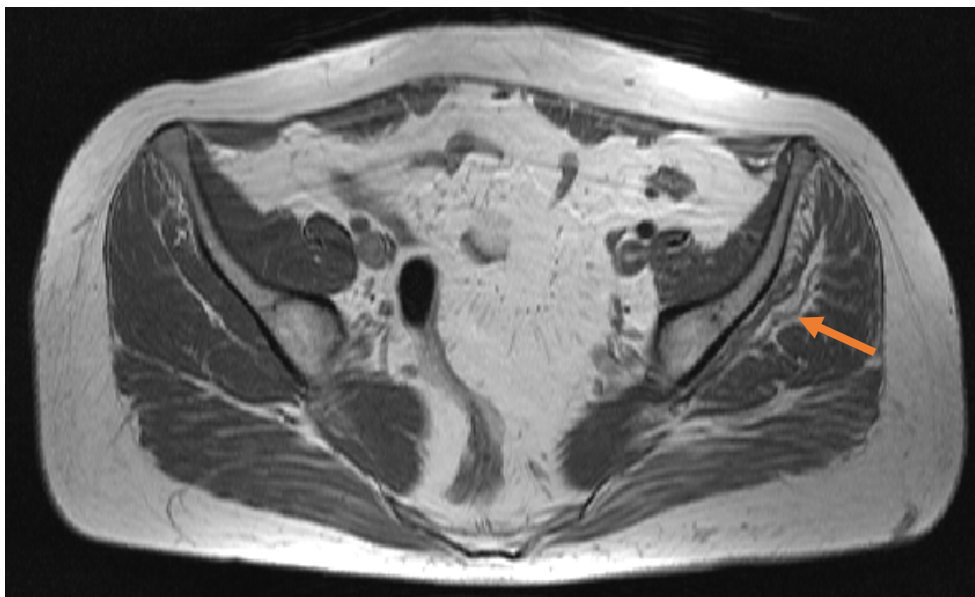


Abbildung 6: MRT des Beckens (T1, transversal) einer 51-jährigen Patientin mit einer linksseitigen pelvitrochanteren Insuffizienz im Z.n. Hüft-TEP. Im Vergleich zur gesunden Gegenseite sieht man die girlandenartige Veränderung der Gefäße zwischen Gmin und Gmed (Pfeil).

(Quelle: Centrum für Muskuloskeletale Chirurgie (CMSC) der Charité – Universitätsmedizin Berlin)

1.2.4. Therapeutisches Spektrum

Die Therapie der pelvitrochanteren Insuffizienz richtet sich nach verschiedenen Faktoren. Insbesondere beim Vorliegen kleinerer Defekte der Glutealmuskulatur, Tendinopathien oder Schmerzsyndromen ohne große strukturelle Defekte der Muskulatur wird zunächst das Spektrum konservativer Maßnahmen ausgeschöpft. Es sollte jedoch vorweg betont werden, dass die Studienlage hierzu gering ist, was wohl nicht zuletzt daran liegt, dass

die pelvitrochantere Insuffizienz häufig als Bursitis trochanterica diagnostiziert und behandelt wird. (3)

1.2.4.1. Konservative Maßnahmen

Patient*innen mit pelvitrochanterer Insuffizienz werden zunächst konservativen Behandlungsstrategien zugeführt. Bei geringgradiger Insuffizienz steht die physiotherapeutische Behandlung im Vordergrund (10). Zudem können nicht-steroidale Antirheumatika (NSAR) oder Kortikosteroidinjektionen bei zusätzlichen Schmerzen im Bereich des Trochanter major zum Einsatz kommen (11). Diese Maßnahmen werden konsequent für ungefähr ein Jahr durchgeführt. Verbleiben die Patient*innen danach ohne Besserung der Beschwerden, werden operative Maßnahmen in Erwägung gezogen.

1.2.4.2. Operative Maßnahmen

Je nach Ausmaß der Ruptur und Retraktion der Sehne kommen unterschiedliche operative Techniken zum Einsatz. Domb et al. konnten bei Patient*innen mit Ruptur des Gmed ohne bedeutende Sehnenretraktion mittels endoskopischer Refixation bzw. bei Partialruptur mittels Sehnennaht gute Ergebnisse erzielen (12). Ähnliche Resultate konnten Voos et al. durch endoskopische Refixation von Gmed-Rupturen und auch Caviglia et al. durch Refixierung des Gmed und Gmin mit Hilfe eines Netzes hervorbringen (15,53).

Bei Defekten größeren Ausmaßes und weit retrahierten Sehnenrupturen werden in der Literatur verschiedene Techniken zur Refixierung bzw. Rekonstruktion der Glutealmuskulatur beschrieben. In den meisten Fällen mussten hier bestimmte Nahttechniken und Fadenanker zur transossären Fixierung oder sogar der Transfer anderer Muskelgruppen zum Einsatz kommen (3). Drexler et al. konnten durch eine Kombination aus Pfannenmedialisierung bei einliegender Hüft-TEP, Mobilisierung und Refixation der Glutealmuskulatur mit zusätzlicher Augmentation des TFL bei 17 Patient*innen eine postoperative Verbesserung der klinischen Ergebnisse erreichen (13). Auch Lequesne et al. konnten bei 7 von 8 Patient*innen mit Glutealsehnenrupturen eine Verbesserung der Beschwerdesymptomatik durch eine offene Refixation mit Hilfe von

Fadenankern herbeiführen (14). In einer prospektiven Studie aus 2012 wurde im Rahmen der transossären Refixierung der Glutealmuskulatur am Trochanter major zudem ein Netz aus extrazellulärer Matrix zur Verstärkung der Muskulatur eingenäht, was sich postoperativ mit einer Schmerzreduktion und einer Verbesserung der funktionellen Ergebnisse zeigte (54). Im Rahmen einer Rekonstruktion werden außerdem verschiedene Techniken des Muskeltransfers beschrieben. Besonders beliebt sind hier der Musculus vastus lateralis (MvastLat), der TFL und der Gmax. Auch hier konnten zufriedenstellende postoperative Befunde erzielt werden. (16–19,55,56) Bei sehr großen Defekten kommen zudem Allotransplantate wie die Achillessehne oder Anteile des Streckapparates des Kniegelenkes zum Einsatz (13,57). Diese sind jedoch sehr selten, sodass die meisten ausgeprägten muskulären Defekte anhand von Muskellappen chirurgisch behandelt werden. (58)

Die vorliegende Arbeit beschreibt die Ergebnisse nach Versorgung mittels Muskellappenplastik nach Whiteside, daher wird dieses operative Vorgehen im Folgenden intensiver beleuchtet.

1.2.4.3. Muskellappenplastik nach Whiteside

In diesem Abschnitt wird das operative Vorgehen zur Rekonstruktion der Glutealmuskulatur mit Hilfe eines Muskeltransfers des Gmax beschrieben. Diese OP-Methode wurde 2012 von Leo. A. Whiteside, M.D., einem aus St. Louis, Missouri, stammenden orthopädischen Chirurgen, erstmalig beschrieben (19). Neben seiner chirurgischen Tätigkeit fungiert er zudem als Geschäftsführer der Missouri Bone & Joint Research Foundation (59).

Die Indikation zu diesem operativen Verfahren ergibt sich aus dem Vorliegen einer pelvitrochanteren Insuffizienz durch den Verlust von Gmed und Gmin bei gleichzeitig intaktem Gmax (19). In der Regel werden diese Befunde präoperativ in der MRT gesichert. Aber auch eine intraoperative Entscheidung zur Muskellappenplastik im Rahmen der Primärimplantation einer Hüft-TEP wurde von den Autoren beschrieben (8).

Zur optimalen Darstellung des Operationsgebietes wird bevorzugt ein posteriorer Zugangsweg in Seitenlage gewählt. Nach dem Hautschnitt und der Präparation des Subkutangewebes wird der Gmax ungefähr über seine halbe Länge im Faserverlauf

gespalten (siehe Abbildung 7, A). Ein weiterer Schnitt dient der Spaltung der Fascia lata, ebenfalls im Faserverlauf, und setzt sich bis über den Trochanter major hinweg (siehe Abbildung 7, B). Es folgt ein kleiner transversal verlaufender Schnitt im fascialen Anteil des Gmax, welcher der besseren Mobilisierung des Muskellappens im Verlauf der OP dienen soll (siehe Abbildung 7, C). (19)

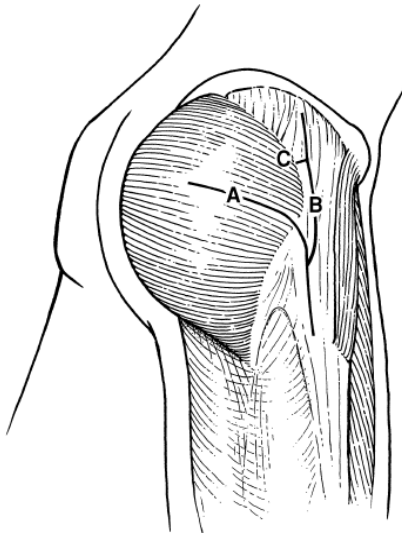


Abbildung 7: Verlauf der Inzisionen zur Präparation des Muskellappens. **A** Spaltung des Gmax; **B** Spaltung der Fascia lata; **C** Spaltung fascialer Anteile des Gmax.

(Quelle: Whiteside, 2012 (19))

Der anteriore Anteil des Gmax wird mit Hilfe von scharfer und stumpfer Präparation angehoben und bildet einen dreieckigen Muskellappen. Im nächsten Schritt wird ein zusätzlicher 1,5 cm breiter Muskellappen von dem posterioren Anteil des Gmax präpariert. Dieser wird anschließend nach vorne über das Collum femoris gezogen und mit dicken, nicht-resorbierbaren Fäden an den anterioren Kapselanteilen sowie mit transossären Nähten befestigt (siehe Abbildung 8, A). Um dem anterioren Muskellappen eine optimale Anheftungsstelle zu bieten, wird ein ca. 2 mal 3 cm großer Bereich der Kortikalis des Trochanter major mit Hilfe eines scharfen Meißels abgetragen. In die verbleibenden kortikalen Kanten werden multiple Löcher gebohrt (siehe Abbildung 9). (19)

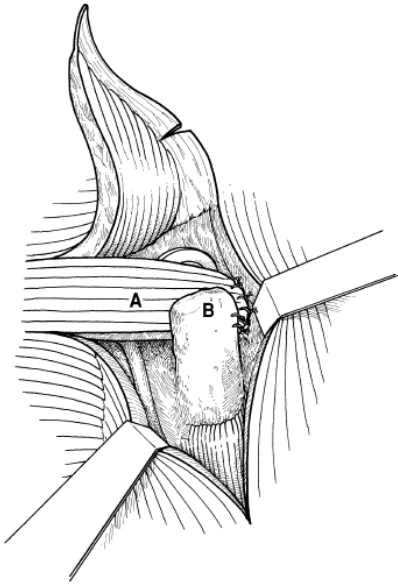


Abbildung 8: Darstellung des bereits präparierten posterioren Muskellappens (A) des Gmax zur Stabilisierung der posterioren Gelenkkapsel. Er wurde bereits an anterioren Kapselanteilen befestigt. B Trochanter major.

(Quelle: Whiteside, 2012 (19))

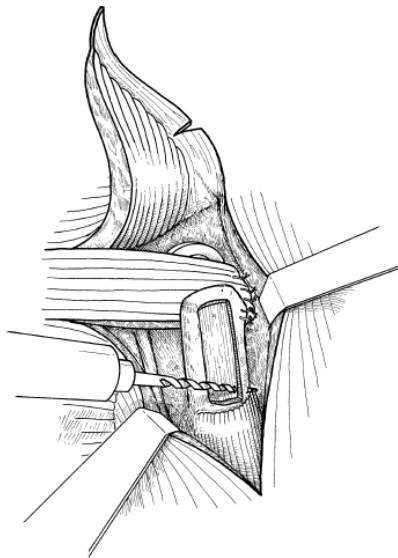


Abbildung 9: Die Kortikalis des Trochanter major wurde bereits abgetragen. Bohrung der Löcher zur Befestigung des Gmax.

(Quelle: Whiteside, 2012 (19))

Der ebenfalls frei liegende MvastLat wird proximal über eine Länge von ca. 2 cm gespalten und in diesem Bereich von der Kortikalis gelöst. Anschließend wird das Bein um 15° abduziert und der anteriore Anteil des Gmax unter moderater Spannung über transossäre Nähte am Trochanter major befestigt (siehe Abbildung 10). Der distal überstehende Rest dieses dreieckigen Muskellappens findet nun seinen Platz unter dem gespaltenen MvastLat, welcher darüber wieder verschlossen wird (siehe Abbildung 11). Bei Bedarf kann vor Verschluss des MvastLat zudem ein Muskellappen des TFL präpariert und an dem Lappen des Gmax befestigt werden. Nachdem der Transfer abgeschlossen ist, wird die Hüfte wieder in Neutralposition gebracht, um den Sitz und die Spannung der Muskelplastik zu prüfen. (19)

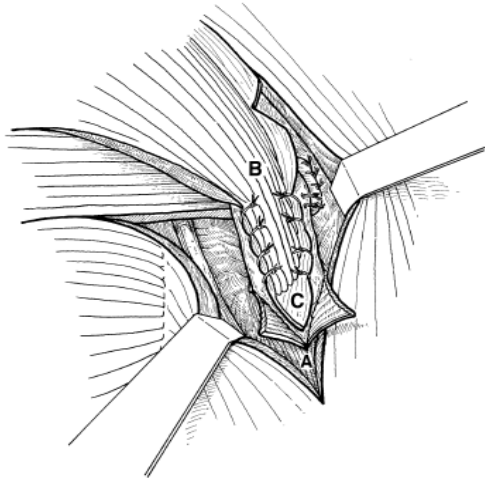


Abbildung 10: Fixierung des Gmax am Trochanter major. **A** MvastLat gespalten; **B** Gmax; **C** Überstand des Gmax, welcher unter den MvastLat gelegt wird.

(Quelle: Whiteside 2012 (19))

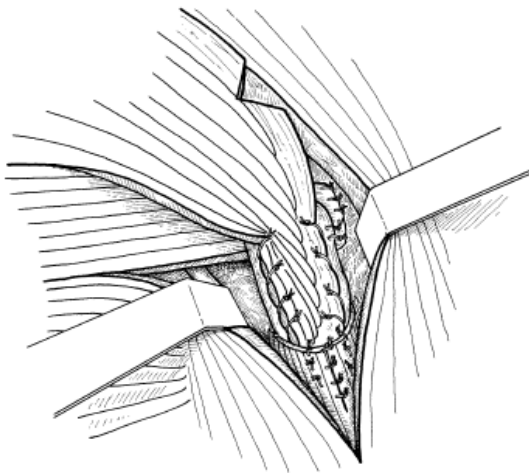


Abbildung 11: Verschluss des MvastLat.

(Quelle: Whiteside, 2012 (19))

Zum finalen Verschluss wird die Hüfte wieder in 15° Abduktion gebracht. Zunächst wird hier der anteriore Muskellappen mit dem posterioren Muskellappen vernäht und die Fascia lata über dem Trochanter major verschlossen (siehe Abbildung 12). Wichtig ist hier, dass die Fascia lata in ihrem proximalen Verlauf nicht mit dem transferierten Muskellappen vernäht wird. Dadurch wird die volle Kraftübertragung auf den Trochanter major gewährleistet. Anschließend wird der belassene untere Anteil des Gmax mit dem umgesetzten anterioren Muskellappen vernäht (siehe Abbildung 13). Darauf folgt der Verschluss der Subcutis und Cutis. (19)

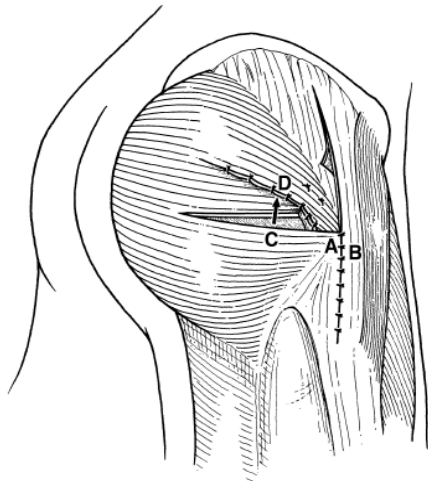


Abbildung 12: Der anteriore Gmax wurde bereits mit dem posterioren Gmax vernäht (**D**), ebenso wurde die Fascia lata im distalen Verlauf verschlossen (**A, B**).

(Quelle: Whiteside 2012 (19))

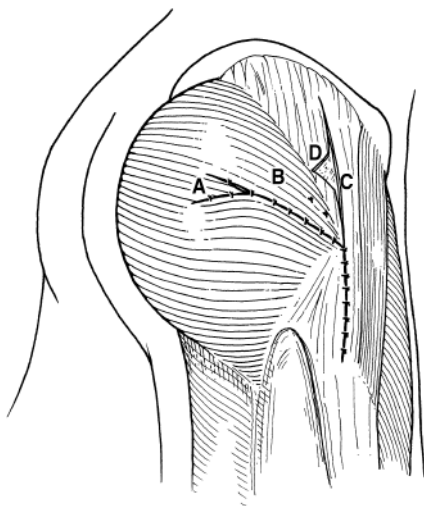


Abbildung 13: Endgültige Nähte der vollendeten Muskelplastik. Im letzten Schritt wurde der in seiner natürlichen Position belassene Anteil des Gmax mit dem umgeschwenkten Muskellappen (**B**) vernäht.

(Quelle: Whiteside, 2012 (19))

Zur postoperativen Nachsorge wurde eine Teilbelastung von 20 kg an zwei Unterarmgehstützen, die Nutzung eines Abduktionskissens im Bett für 3 Tage und die Vermeidung von Abduktionsübungen für 6 Wochen postoperativ empfohlen (19). Anschließend erfolgte der sukzessive Kraftaufbau der Abduktoren und die zunehmende Steigerung der Belastung für weitere 6 Wochen (19). Allen Patient*innen wurde die Nutzung eines Gehstockes für insgesamt 6 Monate empfohlen (19).

Die Nachbehandlung in unserer Klinik erfolgte nach einem modifizierten Schema. Dieses beinhaltete die Anlage eines unilateralen Beckenbeingipses für 6 Wochen zur Vermeidung von Abduktionsbewegungen. Eine frühe Mobilisierung erfolgte an zwei Unterarmgehstützen mit einer Teilbelastung von 15 kg. Der durchschnittliche stationäre Klinikaufenthalt lag bei 9 Tagen (7-16 Tage). Nach 6 Wochen wurde der Beckenbeingips

entfernt und die Patient*innen wurden einer sukzessiven Belastungssteigerung zugeführt. Anschließend nahmen alle Patient*innen an einem standardisierten stationären Rehabilitationsprogramm teil.

1.3. Zielsetzung, Fragestellung und Hypothesen

Der Blick in die Literatur zur Behandlung der pelvitrochanteren Insuffizienz bietet bereits erste positive Ansätze. Dennoch sind weitere Studien mit größeren Fallzahlen notwendig, um weitere aufschlussreiche Ergebnisse zu erlangen und eine verlässliche Empfehlung für betroffene Patient*innen auszusprechen, die in ihrer Lebensqualität auf Grund der körperlichen Invalidität sehr stark eingeschränkt sind. Durch die vorliegenden Untersuchungen ist zudem noch nicht ausreichend geklärt, ob das Verfahren auch für Patient*innen mit sehr starker Beeinträchtigung und massiv geschädigter pelvitrochanterer Muskulatur, meist bedingt durch mehrfach durchgeführte Operationen (z.B. Hüft-TEP-Wechsel), geeignet ist. Außerdem fehlt bislang eine Beurteilung aus Sicht der gesundheitsbezogenen Lebensqualität nach durchgeführter Muskellappenplastik nach Whiteside. Wie von Hendry et al. beschrieben liegt die Prävalenz von Rupturen des Gmed und Gmin bei ca. 25 %, allerdings lagen hier in vielen Fällen geringgradige Rupturen vor, welche mit Hilfe einer Refixierung am Trochanter major therapiert werden konnten (4). Diese Tatsache, als auch die Annahme, dass viele Rupturen der Glutealmuskulatur als Trochanterschmerzsyndrom diagnostiziert werden (45), führt vermutlich zu kleinen Fallzahlen in den vorliegenden Studien, was eine Hürde für die Validierung des Verfahrens darstellt. Zudem gibt es bisher keine radiologische Evaluation der Muskellappenplastik, welche Rückschlüsse auf das Überleben des Muskellappens und dessen Funktionalität bieten könnte. Bezieht man nun auch die bereits genannten, noch offenen Variablen und den hohen Leidensdruck der Betroffenen in die Revision der vorliegenden Daten mit ein, ergibt sich eine hohe Notwendigkeit für eine weiterführende Forschung zu dieser klinischen Herausforderung. Die hier aufgeführten Punkte waren letztendlich ausschlaggebend für die Durchführung dieser Arbeit mit der Zielsetzung, die Untersuchungsergebnisse nach durchgeführter Muskellappenplastik nach Whiteside im Vergleich zu präoperativen Befunden anhand einheitlicher, objektivierbarer klinischer und radiologischer Messinstrumente und unter Berücksichtigung der subjektiven Einschätzung der Patient*innen darzustellen.

Es werden folgende Hypothesen aufgestellt:

- Die Muskellappenplastik nach Whiteside führt zu einer Verbesserung der Schmerzsymptomatik.
- Die Muskellappenplastik nach Whiteside führt zu einer verbesserten Funktionalität im Hüftgelenk.
- Die Muskellappenplastik nach Whiteside führt zu einer Verbesserung der Abduktionskraft.
- Die Muskellappenplastik nach Whiteside verbessert die Stabilität im Hüftgelenk.
- Die Muskellappenplastik nach Whiteside geht mit einer positiven gesundheitsbezogenen Lebensqualität und Patient*innenzufriedenheit einher.
- Die Muskellappenplastik nach Whiteside wirkt sich positiv auf das intakte Volumen der Glutealmuskulatur aus.
- Das Überleben des Muskellappens kann radiologisch verifiziert werden.

Zur Beurteilung dieser Hypothesen wurden die im Folgenden beschriebenen Materialien und Methoden verwendet.

2. Material und Methoden

2.1. Studiendesign und Einschlusskriterien

Diese Untersuchung wurde als monozentrische, retrospektive, konsekutive Kohortenstudie durchgeführt. Das gesamte Vorhaben wurde unter Beachtung der Satzung zur Sicherung guter wissenschaftlicher Arbeit der Charité-Universitätsmedizin Berlin bearbeitet. Vor der Durchführung der Studie wurde ein positives Votum der Ethikkommission (EA4/180/18) eingeholt.

Um eine konsekutive Kohorte für die Umsetzung der Studie zu identifizieren, wurde das klinikeigene Verwaltungsprogramm für elektronische Akten (SAP, OP-Plan vom 01.01.2014 bis 30.09.2018) durchsucht. Hierbei wurden folgende Einschlusskriterien berücksichtigt:

- Durchgeführte Muskellappenplastik nach Whiteside bei pelvitrochanterer Insuffizienz.
- Die Muskellappenplastik nach Whiteside erfolgte vor mindestens 6 Monaten. Dieser Zeitraum ist zum Einwachsen der Muskelplastik und zum Kräftigen der Abduktion festgelegt worden.
- Die Patient*innen waren mindestens 18 Jahre alt.

2.2. Patient*innenkollektiv

Es wurden 34 Patient*innen mit der durchgeführten Operation gefunden, allerdings konnten anhand der oben genannten Kriterien nur 30 Patient*innen eingeschlossen werden, da die OP bei vier Patient*innen vor weniger als sechs Monaten stattgefunden hatte. Die Einladung der potentiellen Teilnehmer*innen erfolgte postalisch über ein Einladungsschreiben mit einer kurzen Schilderung der geplanten Untersuchung. Nach ca. 3-4 Wochen wurden diejenigen, die sich bis zu diesem Zeitpunkt noch nicht gemeldet hatten, angerufen und zur Teilnahme motiviert. Daraufhin erklärten sich 18 Patient*innen dazu bereit, an der Studie teilzunehmen. Eine*r der restlichen Patient*innen war bereits verstorben, 5 Patient*innen konnten weder postalisch noch telefonisch erreicht werden und 6 weitere lehnten die Teilnahme an der Studie ab (siehe Abbildung 14).

Die teilnehmenden Patient*innen füllten nach einer umfangreichen Aufklärung und Einwilligung zur Studienteilnahme (Informed consent) einen Fragebogen zur Ermittlung

klinischer Scores (vgl. Kapitel 2.3.) aus, wurden standardisiert körperlich untersucht und 13 Patient*innen erhielten eine MRT. Von den 5 Patient*innen ohne postoperative MRT lehnten 3 Patient*innen eine radiologische Untersuchung ab und 2 konnten diese Untersuchung aus anderen medizinischen Gründen (Platzangst und Herzschrittmacher) nicht durchführen.

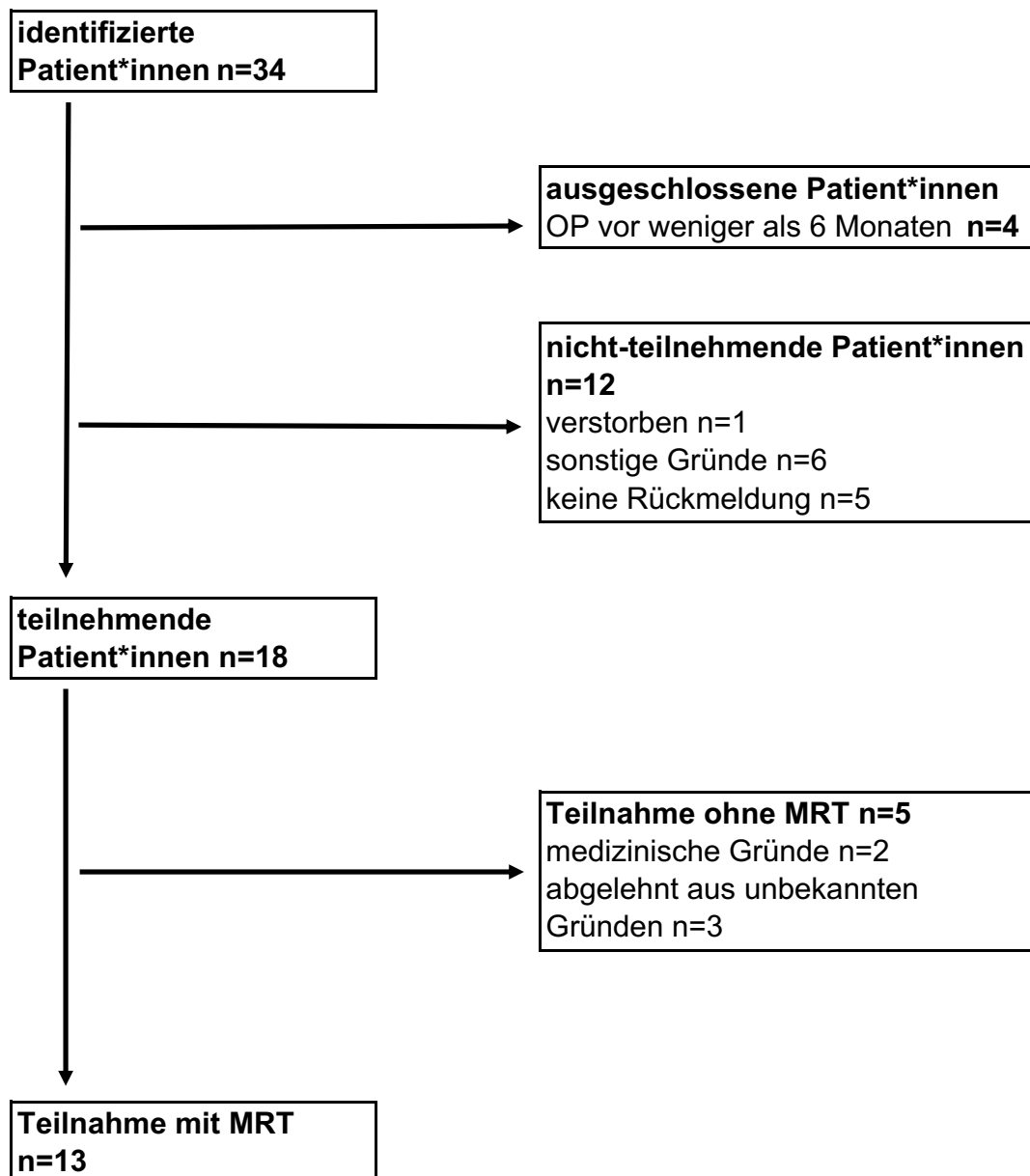


Abbildung 14: Flussdiagramm zum Prozess der Teilnehmer*innenauswahl

2.3. Fragebogen mit Messinstrumenten zur Evaluation

Der standardisierte Fragebogen (siehe 6. Anhang „Case Report Form“) setzt sich aus verschiedenen etablierten Scores zusammen, die im Folgenden erläutert werden. Zur Vereinfachung und besseren Übersichtlichkeit für die Patient*innen wurde der Fragebogen in einen durch die Patient*innen auszufüllenden Abschnitt und einen durch die Untersuchenden auszufüllenden Abschnitt unterteilt. Zudem wurden alle für die Berechnung der Summenskalen notwendigen Punktwerte entfernt und durch Felder zum Ankreuzen ersetzt, um die Fehlerrate zu minimieren. Zusätzlich zu den bekannten Tests und Scores wurden weitere Instrumente zur Darstellung der Funktionsfähigkeit und der Patient*innenzufriedenheit eingefügt.

2.4. Objektive Messinstrumente

2.4.1. Schmerzen

2.4.1.1. Schmerzskala

Zur Quantifizierung des prä- und postoperativen Schmerzniveaus im Bereich des Hüftgelenkes wurde die numerische Rating-Skala (NRS) verwendet. Sie ist ein weit verbreitetes Mittel im klinischen Alltag, um einen kurzfristigen Einblick in die aktuelle Schmerzlage der Patient*innen zu erlangen. Dabei wird eine Skala von 0 bis 10 angeboten, wobei 0 „keine Schmerzen“ und 10 „stärkste vorstellbare Schmerzen“ symbolisieren (Abbildung 15). Das Ziel in der Schmerztherapie ist dabei nicht das Erreichen von 0, also „keine Schmerzen“, sondern von 3 bis 4 („erträgliche Schmerzen“). (60)

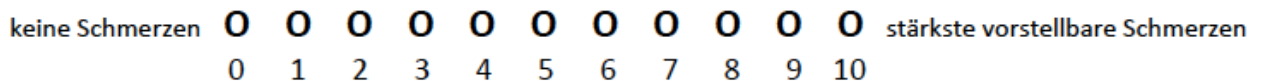


Abbildung 15: NRS – numerische Ratingskala

2.4.1.2. Druckdolenz im Bereich des Trochanter major

Da die Druckdolenz im Bereich des Trochanter major ein häufiges Symptom der pelvitrochanteren Insuffizienz darstellt, wurde dieses Kriterium ebenfalls zur Evaluation

der Schmerzentwicklung erhoben (vgl. Kapitel 1.2.2.). Dabei wurde dokumentiert, ob die Druckdolenz präoperativ und postoperativ vorhanden war oder nicht.

2.4.2. Hüftgelenksstabilität

Wie bereits unter 1.2.2. erwähnt kann die pelvitrochantere Insuffizienz auch zu einer Instabilität der einliegenden Hüft-TEP führen, welche in Luxationen resultieren kann. Es wurde die Häufigkeit von Luxationsereignissen prä- sowie postoperativ erhoben und die Ergebnisse miteinander verglichen.

2.4.3. Funktion

2.4.3.1. Trendelenburg-Zeichen und hinkfreie Gehstrecke

Das Trendelenburg-Zeichen dient der Überprüfung der Funktionsfähigkeit der pelvitrochanteren Muskulatur. Hier wurden die Patient*innen gebeten, sich in den Einbeinstand zu begeben und die Beckenschaufel der Spielbeinseite auf einer Höhe mit der Beckenschaufel auf der Standbeinseite zu halten. Bei vorhandener pelvitrochanterer Insuffizienz auf der Standbeinseite fiel das Becken auf der unbelasteten Seite nach unten, was als positives Trendelenburg-Zeichen gewertet wurde. Konnte das Becken auf der unbelasteten Seite hingegen horizontal gehalten werden, so wurde dieser Befund als negatives Trendelenburg-Zeichen gewertet. (26)

Die pelvitrochantere Insuffizienz beeinträchtigt betroffene Patient*innen vor allem durch die eingeschränkte Mobilität. Ein hinkendes Gangbild trägt hier maßgeblich zu dieser Problematik bei. Daher wurde die Gehstrecke in Metern (m), welche die Patient*innen ohne Hinken zurücklegen konnten, gemessen.

2.4.3.2. Harris Hip Score

Der Harris Hip Score wurde 1969 von William H. Harris zur Evaluierung von Hüftgelenksoperationen entwickelt (61). Der Score setzt sich aus den Kategorien Schmerz, Funktion, Deformität und Bewegungsausmaß zusammen, welche über insgesamt 10 unterschiedliche Fragen erfasst werden (62).

Die Erhebung der Schmerzen bezieht sich auf die Stärke der Schmerzen, Einschränkungen im Alltag und die Einnahme von Schmerzmedikamenten. Im Bereich „Funktion“ werden Beeinträchtigungen im alltäglichen Leben erhoben, z.B. Schuhe anziehen, die Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel, längeres Sitzen, Treppensteigen, die Gehstrecke und der Bedarf an Hilfsmitteln. Unter dem Punkt „Deformität“ werden Kontrakturen bei der Flexion, Adduktion und Innenrotation sowie eine Beinlängendifferenz erfasst. Unter dem Punkt „Bewegungsausmaß“ werden Extension, Flexion, Abduktion, Adduktion, Innen- und Außenrotation des Hüftgelenkes zusammengefasst. Jede Frage ist mit einer individuellen numerischen Skala belegt, somit ergeben sich verschiedene Gesamtpunktzahlen für die einzelnen Kategorien. Die maximal erreichbare Punktzahl liegt bei 100. (62)

Die Ergebnisse lassen sich folgendermaßen einordnen (63):

- Exzellentes Ergebnis: 90-100 Punkte
- Gutes Ergebnis: 80-89 Punkte
- Durchschnittliches Ergebnis: 70-79 Punkte
- Schlechtes Ergebnis: < 70 Punkte

2.4.4. Kraft

2.4.4.1. Kraftgrade nach Janda

Die Muskelkraft der Abduktion wurde mit Hilfe eines internationalen Schemas nach Janda gemessen, welches die Einteilung in 6 Kraftgrade (0-5) erlaubt (siehe Tabelle 2) (46).

Tabelle 2: Einteilung der Kraftgrade nach Janda (46).

Kraftgrad	Beschreibung
5	Voller Bewegungsumfang gegen die Schwerkraft und gegen maximalen Widerstand
4	Voller Bewegungsumfang gegen die Schwerkraft und gegen leichten Widerstand
3	Voller Bewegungsumfang gegen die Schwerkraft, aber ohne zusätzlichen Widerstand
2	Aktive Bewegung bei aufgehobener Schwerkraft
1	Fühlbare oder sichtbare Muskelspannung ohne Kontraktion im Gelenk
0	Keine Anzeichen von Kontraktilität (Plegie)

Dabei wurde zunächst Kraftgrad 2 in Rückenlage getestet. Bei erfolgreicher Ausführung in dieser Position wurden die Patient*innen in Seitenlage gebracht und gebeten, das betroffene Bein nach oben anzuheben. War dies möglich, so wurde zusätzlich ein Widerstand gegen das angehobene Bein ausgeübt.

2.4.4.2. Kraftmessung

Zur Quantifizierung der Abduktionskraft kam ein Abduktionsmessgerät zum Einsatz. Dabei wurden die Patient*innen gebeten, im Einbeinstand auf einem Brett zu stehen und mit dem unbelasteten Bein eine Abduktionsbewegung durchzuführen. An dem abduzierten Bein wurde vorher eine Zugwaage über ein Klettband befestigt, mit dessen Hilfe die Kraft der Abduktion in Kilogramm (kg) gemessen werden konnte. Die Messung erfolgte sowohl am operierten als auch am nicht operierten Bein, um Vergleichswerte zu erzeugen.

2.5. Subjektive Messinstrumente

2.5.1. Short Form 36

Der „36-item Short Form Health Survey“ (SF-36) ist eines der anerkanntesten Messinstrumente zur Erhebung des Gesundheitsstatus (64). Der Fragebogen wurde 1988 durch Stewart, Hayes und Ware entwickelt und 1992 zum ersten Mal veröffentlicht (65). Die 36 Unterpunkte entstammen der über zwei Jahre in den USA durchgeführten „Medical Outcomes Study“. Sie diente unter anderem der Entwicklung von Instrumenten zur routinemäßigen Überwachung von Patient*innen im klinischen Alltag. (66) Auch in Deutschland kam dieses Instrument im Rahmen des Bundesgesundheits-Survey in den Jahren 1997 und 1998 zum Einsatz (67).

Der SF-36 umfasst 8 Dimensionen der Gesundheit (67). Diese werden zwei übergeordneten Skalen, dem „Physical Component Summary“ (PCS) und dem „Mental Component Summary“ (MCS), zugeordnet (68). Die 8 Subskalen werden dabei wie folgt im Sinne des PCS und MCS gewichtet:

PCS (69,70):

- Körperliche Funktionsfähigkeit (KöFu)
- Körperliche Rollenfunktion (KöRoFu)
- Schmerz (Shz)
- Allgemeine Gesundheitswahrnehmung (AllGes)

MCS (69,70):

- Vitalität und körperliche Energie (Vit)
- Soziale Funktionsfähigkeit (SozFu)
- Emotionale Rollenfunktion (EmRoFu)
- Emotionales Wohlbefinden (EmWo)

2.5.2. Patient*innenzufriedenheit

Subjektive Einschätzung des Behandlungserfolges

Die Patient*innen wurden gebeten, ihre subjektive Einschätzung zum Erfolg der Behandlung anzugeben. Hierzu wurde eine Likert-Skala von eins bis fünf verwendet. Die Abstufung wurde wie folgt eingeteilt:

1 = sehr gut

2 = gut

3 = befriedigend

4 = ausreichend

5 = ungenügend

Würden Sie die OP retrospektiv wieder machen lassen?

Diese Frage konnte mit „ja“ oder „nein“ beantwortet werden und sollte wie die Bewertung anhand der Likert-Skala einer groben Einschätzung der subjektiven Patient*innenzufriedenheit dienen.

2.6. Radiologische Messinstrumente

2.6.1. MRT des Beckens

Nach radiologischer Aufklärung und Ausschluss von spezifischen Kontraindikationen wurde eine Magnetresonanztomographie (MRT) des Beckens zur Darstellung der Muskelplastik angefertigt. Die MRT eignete sich hier auf Grund des hohen Weichteilkontrastes zur Evaluierung des Muskelgewebes. Besonders die T1-gewichtete Sequenz war in diesem Sinne wichtig, weil sich hier das Fettgewebe hyperintens (hell) und der Muskel hypointens (dunkel) darstellt (71). Zudem wurden die Schnittbilder in unterschiedlicher räumlicher Ausrichtung angefertigt (sagittal, transversal, coronar). Bei Patient*innen mit vorhandenen Implantaten wie Hüft-TEP oder Schrauben wurde die MRT mit Metallartefakt reduzierenden Sequenzen (MARS) angefertigt. Die Beurteilung der magnetresonanztomographischen Aufnahmen erfolgte mit Hilfe des Programmes

„Medical Imaging Toolkit“ (MITK 2018.04.2, DKFZ, Heidelberg Germany) (72). Die Messung erfolgte am Gmin, Gmed, Gmax und TFL beidseits. Im Rahmen der Auswertung wurden unterschiedliche Methoden zur Evaluation verwendet. Diese werden in den folgenden Punkten erläutert.

2.6.2. Volumetrie der pelvitrochanteren Muskulatur

Zur Erstellung der Volumetrie wurden axiale und coronare Schnittbilder verwendet. Zunächst wurde ein individueller Schwellenwert (threshold) der Graustufen zur Detektion von fetthaltigem Gewebe im Muskel in jeder MRT-Aufnahme erstellt. Anschließend wurde der entsprechende Muskel aufgesucht und mit Hilfe eines Markierungsinstrumentes eine Segmentation des Muskels in jedem Schnittbild angefertigt (siehe Abbildung 16). Daraufhin wurde die erstellte Segmentation demaskiert und in Relation zum Volumen der gesamten Aufnahme gesetzt, wodurch das dreidimensionale Gesamtvolumen des ausgewählten Muskels mit Hilfe der Interpolierungsfunktion des Programmes berechnet werden konnte. Zur Berechnung der verfetteten Anteile des Muskels wurde dann eine Segmentation innerhalb der Muskelsegmentation mit Hilfe des bereits festgelegten Schwellenwertes erstellt und auch dieses Volumen berechnet. Die Differenz aus dem Gesamtvolumen und dem verfetteten Volumen entsprach folglich dem intakten Muskelvolumen. Die Volumina wurden in der Einheit Kubikmillimeter (mm^3) wiedergegeben und anschließend in Kubikcentimeter (cm^3) umgerechnet. Die Volumetrie des Muskellappens wurde in das Volumen des Gmax eingeschlossen.

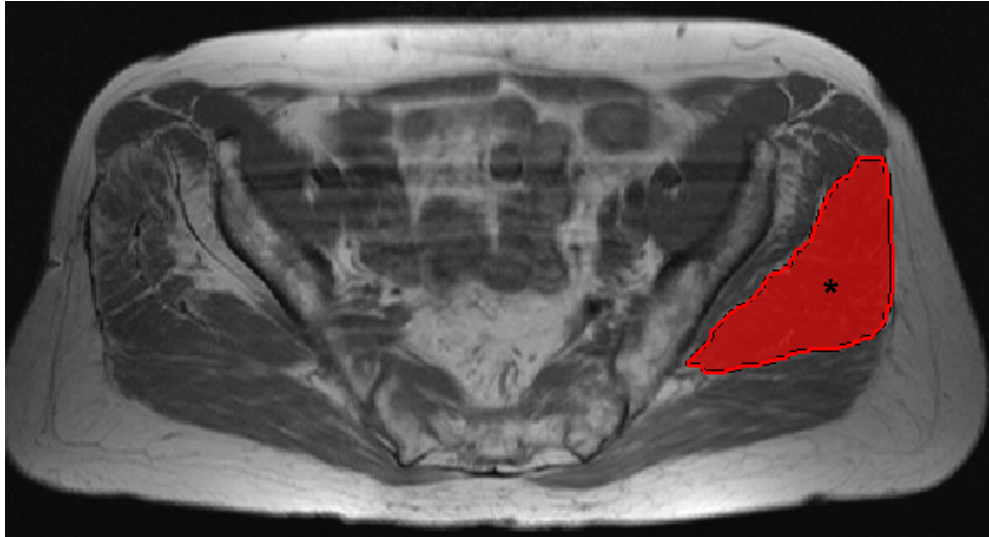


Abbildung 16: MRT des Beckens einer 78-jährigen Patientin (T1, transversal).

* Segmentation des linken M. gluteus medius

(Quelle: Centrum für Muskuloskeletale Chirurgie (CMSC) der Charité – Universitätsmedizin Berlin)

2.6.3. Diameter des Muskelbauches

Die Messung des Durchmessers des Muskelbauches erfolgte im Transversalschnitt. Hierzu wurde die Ebene mit dem größten Durchmesser ermittelt. Die Berechnung wurde durch ein lineares Messinstrument erstellt und in der Einheit Millimeter (mm) angegeben (siehe Abbildung 17).



Abbildung 17: MRT des Beckens einer 51-jährigen Patientin (T1, transversal). Vermessung des Diameters des M. gluteus medius rechts (Linie Gmed_diam).

(Quelle: Centrum für Muskuloskeletale Chirurgie (CMSC) der Charité – Universitätsmedizin Berlin)

2.6.4. Goutallier-Klassifikation

Die Goutallier-Klassifikation wurde ursprünglich für die Beurteilung des Verfettungsgrades von Muskeln der Rotatorenmanschette der Schulter entwickelt. Sie kann jedoch auch universell zur Beurteilung der Degeneration anderer Muskeln eingesetzt werden (siehe Tabelle 3). (52,73)

Tabelle 3: Skalierung der Goutallier-Klassifikation.

Schweregrad	Beschreibung	Bildmorphologisches Korrelat
Grad 0	normales Muskelgewebe ohne intramuskuläre Fetteinlagerungen	
Grad 1	wenige Verfettungsstreifen	Abbildung 18, C, blau
Grad 2	< 50 % Muskelatrophie mit Verfettung	Abbildung 18, A und B, grün
Grad 3	50 % Muskelatrophie mit Verfettung	Abbildung 18, D, rot
Grad 4	> 50% Muskelatrophie mit Verfettung	Abbildung 18, A, orange

Auch hier wurde ein transversales Schnittbild mit dem größten Diameter des Muskelbauches ausfindig gemacht und zur Klassifikation verwendet.

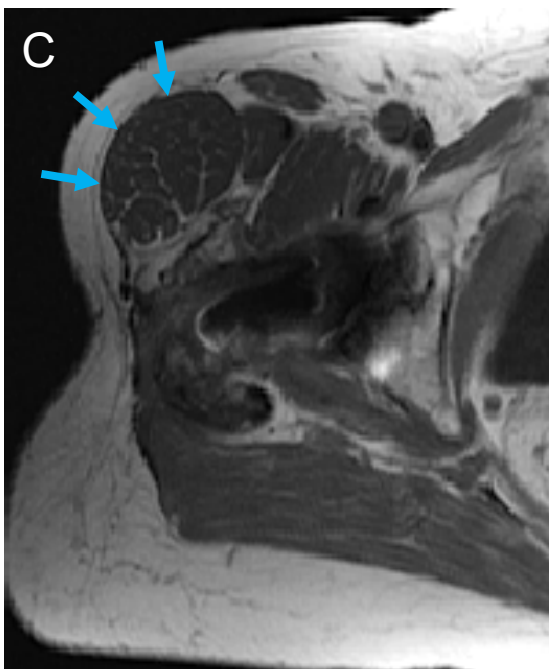
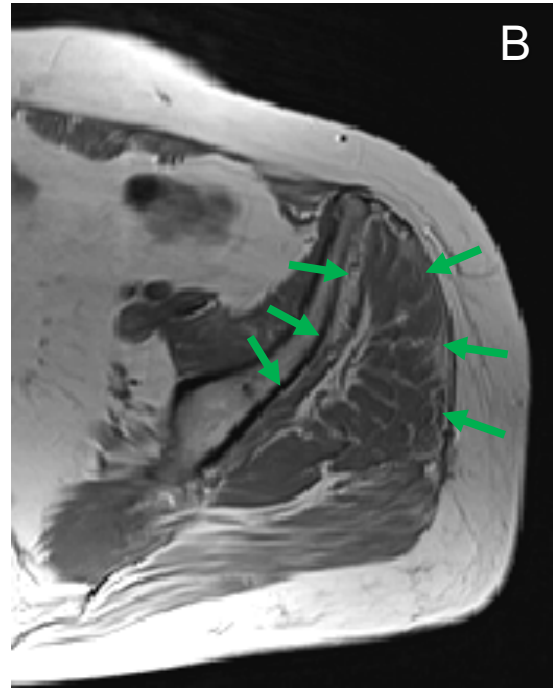
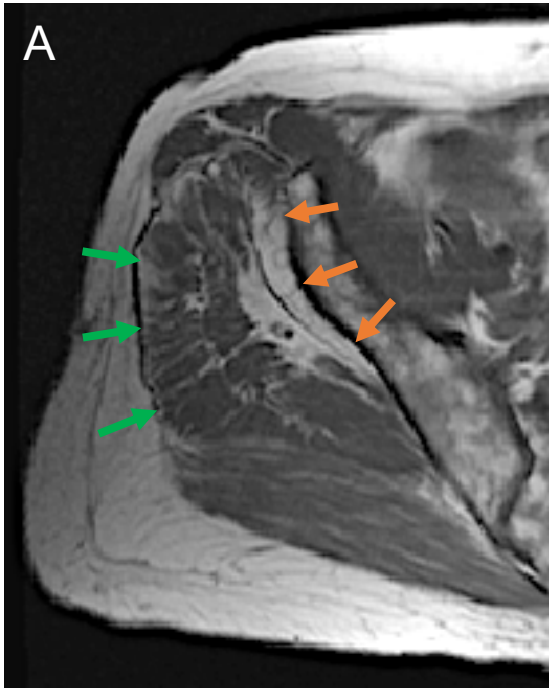


Abbildung 18: Ausschnitte von MRT-Aufnahmen des Beckens von unterschiedlichen Patient*innen (T1, transversal) zur Erläuterung der Goutallier-Klassifikation.

A Goutallier Grad 2 des *M. gluteus medius* (grüne Pfeile) und Goutallier Grad 4 des *M. gluteus minimus* (orangene Pfeile)

B Goutallier Grad 2 des *M. gluteus medius* (grüne Pfeile) und Goutallier Grad 2 des *M. gluteus minimus* (grüne Pfeile)

C Goutallier Grad 1 des *M. tensor fasciae latae* (blaue Pfeile)

D Goutallier Grad 3 des *M. gluteus medius* (rote Pfeile)

(Quelle: Centrum für Muskuloskeletale Chirurgie (CMSC) der Charité – Universitätsmedizin Berlin)

2.6.5. Beurteilung der Muskelansätze und des Muskellappens

Zur Beurteilung der muskulären Ansatzpunkte wurden alle Sequenzen herangezogen, wobei besonders die coronaren und sagittalen Ausrichtungen eine günstige Darstellung der Sehnenverläufe erlaubten. In präoperativen Aufnahmen und bei chirurgisch unveränderten Muskelgruppen wurden die anatomischen Ansatzpunkte begutachtet. Im Falle einer operativ versorgten Ruptur oder Muskelplastik wurde die erwähnte Lokalisation zur Sehnenfixierung beurteilt. Ein vorhandener Muskelansatz wurde mit 1 (= ja) und ein nicht vorhandener Muskelansatz wurde mit 2 (= nein) dokumentiert. Zudem wurde der Muskellappen hinsichtlich einer Nekrose beurteilt.

2.7. Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung wurde mit Hilfe von „IBM SPSS Statistics 25“ und „Microsoft® Office 365® Excel“ durchgeführt.

Im Zuge der deskriptiven Statistik wurden für kategoriale Daten die absolute Anzahl mit der entsprechenden prozentualen Angabe, für dimensionale Daten der Mittelwert, die Standardabweichung sowie die Minimal- und Maximalwerte verwendet.

Zur Überprüfung der Signifikanz der im deskriptiven Teil vermuteten Zusammenhänge kamen anschließend verschiedene statistische Tests zum Einsatz. Die Stichprobe wurde mit Hilfe des Kolmogorov-Smirnov- und Shapiro-Wilk-Tests auf Normalverteilung überprüft. Da sich daraus keine Normalverteilung ergab, wurden nicht-parametrische Tests zur Überprüfung der statistischen Relevanz ausgewählt. Im Bereich der abhängigen metrischen und ordinalen Werte wurde der Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test eingesetzt, wohingegen der McNemar-Test zur Überprüfung der abhängigen dichotomen Merkmale angewendet wurde. Eine statistische Signifikanz konnte aus einem p-Wert $< 0,05$ abgeleitet werden. Zudem wurden Korrelationsanalysen nach Pearson für Zusammenhänge zwischen objektiven und subjektiven Messinstrumenten durchgeführt.

Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test

Der nicht-parametrische Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test eignet sich für eine abhängige Stichprobe und überprüft, ob eine signifikante Änderung der abhängigen Variablen vorliegt. Die Nullhypothese besagt hier, dass keine Änderung stattfindet und somit kein Effekt vorhanden ist. (74)

McNemar-Test

Der Chi-Quadrat-Test von McNemar kommt zum Einsatz, wenn es um abhängige Alternativmerkmale mit dichotomem Charakter (z.B. positiv und negativ) geht. Die Annahme, dass eine Veränderung der Variablen nur zufällig auftritt, entspricht in diesem Fall der Nullhypothese. (74)

Korrelationsanalyse nach Pearson

Mit Hilfe dieser Korrelationsanalyse kann überprüft werden, ob ein linearer Zusammenhang zwischen zwei intervallskalierten Variablen vorliegt (75). Liegt ein perfekt monotoner Zusammenhang vor, befinden sich die Korrelationskoeffizienten (r) zwischen -1 und 1 (74). Ist das Signifikanzniveau $<0,05$, kann von einem statistisch signifikanten Zusammenhang der Merkmale ausgegangen werden (74). Zudem lässt sich anhand der Korrelationskoeffizienten die Effektstärke bestimmen. Diese lässt eine Aussage darüber zu, ob die Größe des Zusammenhanges als bedeutend angesehen werden kann (75). Mit Hilfe der Einteilung nach Cohen (1992) lässt sich grob einschätzen, wie groß der gefundene Zusammenhang ist (76):

- $R = ,10 \rightarrow$ schwacher Effekt
- $R = ,30 \rightarrow$ mittlerer Effekt
- $R = ,50 \rightarrow$ starker Effekt

3. Ergebnisse

3.1. Demographie des Patient*innenkollektives

Unter den 18 Teilnehmer*innen befanden sich 13 Frauen und 5 Männer mit einem durchschnittlichen Alter von 64 Jahren (50 bis 79 Jahre) zum Zeitpunkt der Operation. Der BMI lag im Durchschnitt bei 26,72 kg/m² (20 bis 37 kg/m²). Zum Zeitpunkt der Indikationsstellung zur Muskellappenplastik nach Whiteside hatten bereits 15 Patient*innen eine Hüft-TEP ipsilateral implantiert. An dem von der pelvitrochanteren Insuffizienz betroffenen Hüftgelenk waren unter den Patient*innen mit Hüft-TEP durchschnittlich bereits 2,5 Operationen (1 bis 5 Operationen) durchgeführt worden. Die Zeitspanne zwischen der Muskellappenplastik nach Whiteside und der Nachuntersuchung lag durchschnittlich bei 33,6 Monaten (8,3 bis 58,7 Monate) (siehe Tabelle 4).

*Tabelle 4: Demographische Daten des Patient*innenkollektives.*

	MW ± SD	Min	Max
Alter (Jahre)	64,1 ± 8,6	50	79
BMI (kg/m²)	26,7 ± 4,8	20	37
Nachuntersuchungsintervall (Monate)	33,6 ± 18	8,3	58,7
Voroperationen	2,5 ± 1,3	1	5

MW = Mittelwert; SD = Standardabweichung; Min = Minimum; Max = Maximum

Einige der Parameter zur Untersuchung der Hypothesen wurden präoperativ nicht bei allen Teilnehmer*innen identifiziert, da die Entscheidung zur kontinuierlichen Erhebung dieser Werte erst im Rahmen dieser Studie getroffen wurde. Die demographischen Daten dieser in der Anzahl abweichenden Kollektive zeigten im Vergleich zum Gesamtkollektiv kaum Abweichungen, insbesondere in Hinblick auf das Alter und das Nachuntersuchungsintervall.

3.2. Objektive Ergebnisse

3.2.1. Schmerzen

3.2.1.1. Schmerzskala

Wie einleitend beschrieben spielen Schmerzen im Bereich des Hüftgelenkes eine wichtige Rolle in der Symptomatik der pelvitrochanteren Insuffizienz, was sich auch in unserer Untersuchung widerspiegelte. In unserem Kollektiv lag der durchschnittliche Wert auf der NRS präoperativ bei $6 \pm 2,6$ mit Schmerzspitzen bei 10. Postoperativ lag der Wert durchschnittlich bei $4,7 \pm 2,8$ mit Maximalwerten von 8 (siehe Abbildung 19).

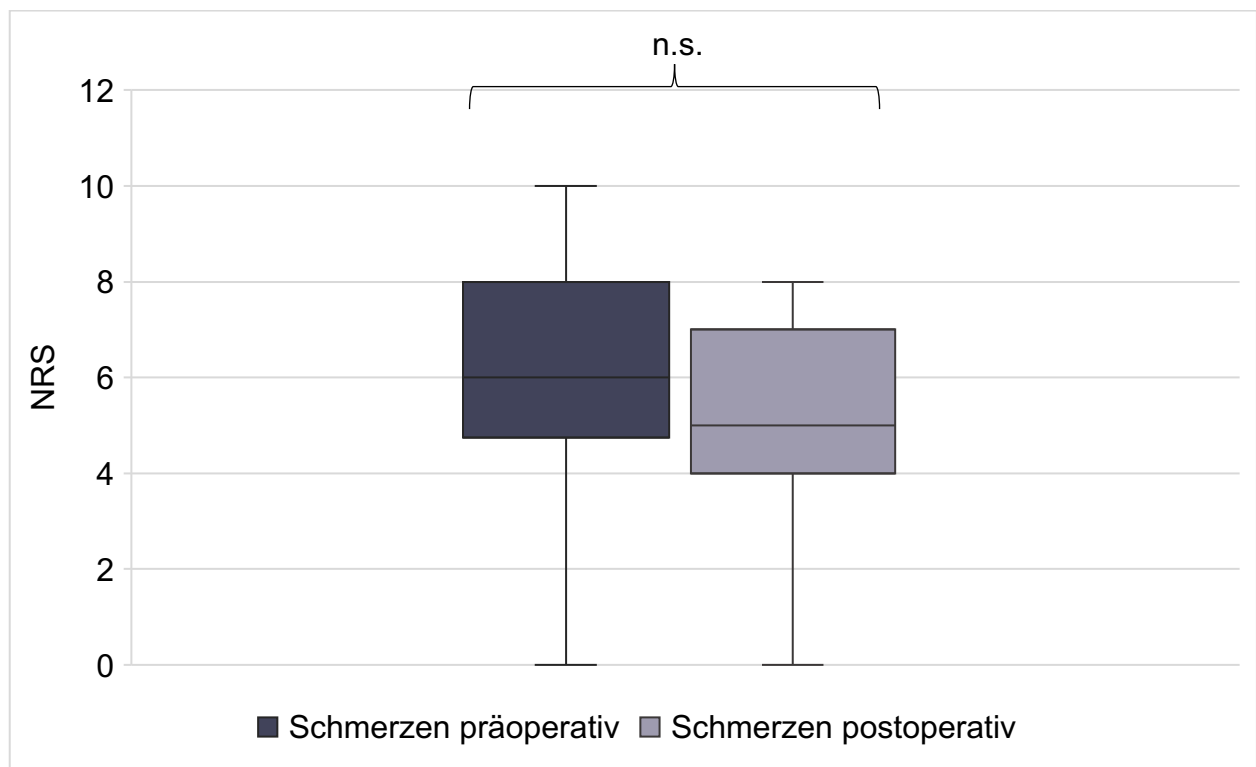


Abbildung 19: Veränderung der Schmerzintensität auf der numerischen Ratingskala (NRS) von präoperativ zu postoperativ.

NRS = numerische Ratingskala; n.s. = nicht signifikant

Etwa 44 % der Teilnehmer*innen gaben postoperativ eine geringere Schmerzintensität an. In einem Fall fiel der Wert von 10 auf 0 auf der NRS. 22 % wiesen einen gleichbleibenden Wert auf und 27 % gaben postoperativ eine höhere Schmerzintensität an. Ein*e Patient*in hatte sowohl prä- als auch postoperativ keine Schmerzen. Diese

Veränderungen zeigten sich in der statistischen Auswertung als nicht signifikant ($p = 0,25$).

3.2.1.2. Druckdolenz im Bereich des Trochanter major

Die Auswertung der Druckdolenz im Bereich des Trochanter major konnte zeigen, dass etwa 17 % der Patient*innen nach Muskellappenplastik nach Whiteside keine Druckschmerzhaftigkeit mehr hatten. Für 38 % der Teilnehmer*innen blieb diese auch nach der Operation noch bestehen und ca. 33 % entwickelten erst postoperativ eine Druckdolenz (siehe Tabelle 5). Die Veränderungen waren statistisch nicht signifikant ($p = 0,508$).

Tabelle 5: Häufigkeitsverteilung der Druckdolenz über dem Trochanter major prä- und postoperativ.

Druckdolenz über Trochanter major		postoperativ		p-Wert
		ja	nein	
präoperativ	ja	7	3	0,508
	nein	6	2	

3.2.2. Hüftgelenksstabilität

In unserem Patient*innenkollektiv konnten vier Patient*innen identifiziert werden, die präoperativ Luxationen der einliegenden Hüft-TEP hatten. Postoperativ zeigten sich drei dieser Hüft-TEPs luxationsstabil, ein*e Patient*in verzeichnete weiterhin rezidivierende Luxationen ($p = 0,61$). In einem anderen Fall traten die Luxationen erstmalig postoperativ auf. Alle restlichen Teilnehmer*innen zeigten weder prä- noch postoperativ Luxationen.

3.2.3. Funktion

3.2.3.1. Trendelenburg-Zeichen und hinkfreie Gehstrecke

Wie in der Literatur beschrieben zeigte sich auch in unserem Patient*innenkollektiv ein mehrheitlich (88 %) positives Trendelenburg-Zeichen, bedingt durch die pelvitrochantere Insuffizienz. In 33 % der Fälle konnte postoperativ ein negatives Trendelenburg-Zeichen erreicht werden (siehe Tabelle 6). Der p-Wert für diese Auswertung lag bei 0,03, somit konnte eine signifikante Änderung erzielt werden.

Tabelle 6: Häufigkeitsverteilung eines positiven oder negativen Trendelenburg-Zeichens prä- und postoperativ.

Trendelenburg-Zeichen		postoperativ		p-Wert
		positiv	negativ	
präoperativ	positiv	10	6	0,03*
	negativ	0	2	

* $p < 0,05$

Die Länge der hinkfreien Gehstrecke lag postoperativ durchschnittlich bei 289 (0-1500 m). 72 % der Patient*innen konnten weniger als 500 m ohne Hinken zurücklegen. Immerhin 22 % konnten eine Gehstrecke von bis zu 1500 m ohne Hinken bewältigen (siehe Tabelle 7).

Tabelle 7: Häufigkeitsverteilung der hinkfreien Gehstrecke im Kollektiv.

hinkfreie Gehstrecke (m)	Anzahl
0 - 499	13
500 - 999	1
1000 - 1500	4

m = Meter

3.2.3.2. Harris Hip Score

Die funktionellen Einschränkungen zeigten sich auch in der Auswertung des HHS für unser Kollektiv. Der HHS lag präoperativ durchschnittlich bei $47,1 \pm 19,5$ (22 bis 94) und postoperativ im Mittel bei $51,4 \pm 21,6$ (26 bis 100). 88 % der Patient*innen erreichten damit präoperativ ein schlechtes Ergebnis, postoperativ waren hier 82 % der Ergebnisse einzuordnen (siehe Tabelle 8). Ein*e Patient*in mit einem schlechten präoperativen Ergebnis des HHS konnte postoperativ ein exzellentes Ergebnis erzielen. Eine statistische Signifikanz lag für diese Veränderungen nicht vor ($p = 0,43$).

Tabelle 8: Häufigkeitsverteilung schlechter, durchschnittlicher, guter und exzellenter Ergebnisse des Harris Hip Score prä- und postoperativ.

	Harris Hip Score				p-Wert
	schlecht	durchschnittlich	gut	exzellent	
präoperativ	15	1	0	1	0,43
postoperativ	14	1	0	2	

Die Veränderung der Untergruppen des HHS von präoperativ zu postoperativ ist in Abbildung 20 im direkten Vergleich dargestellt. Eine signifikante Verbesserung konnte in der Untergruppe „Hinken“ bei 11 Patient*innen erreicht werden. Zudem zeigte sich eine signifikante Verschlechterung in der Nutzung der Gehhilfen.

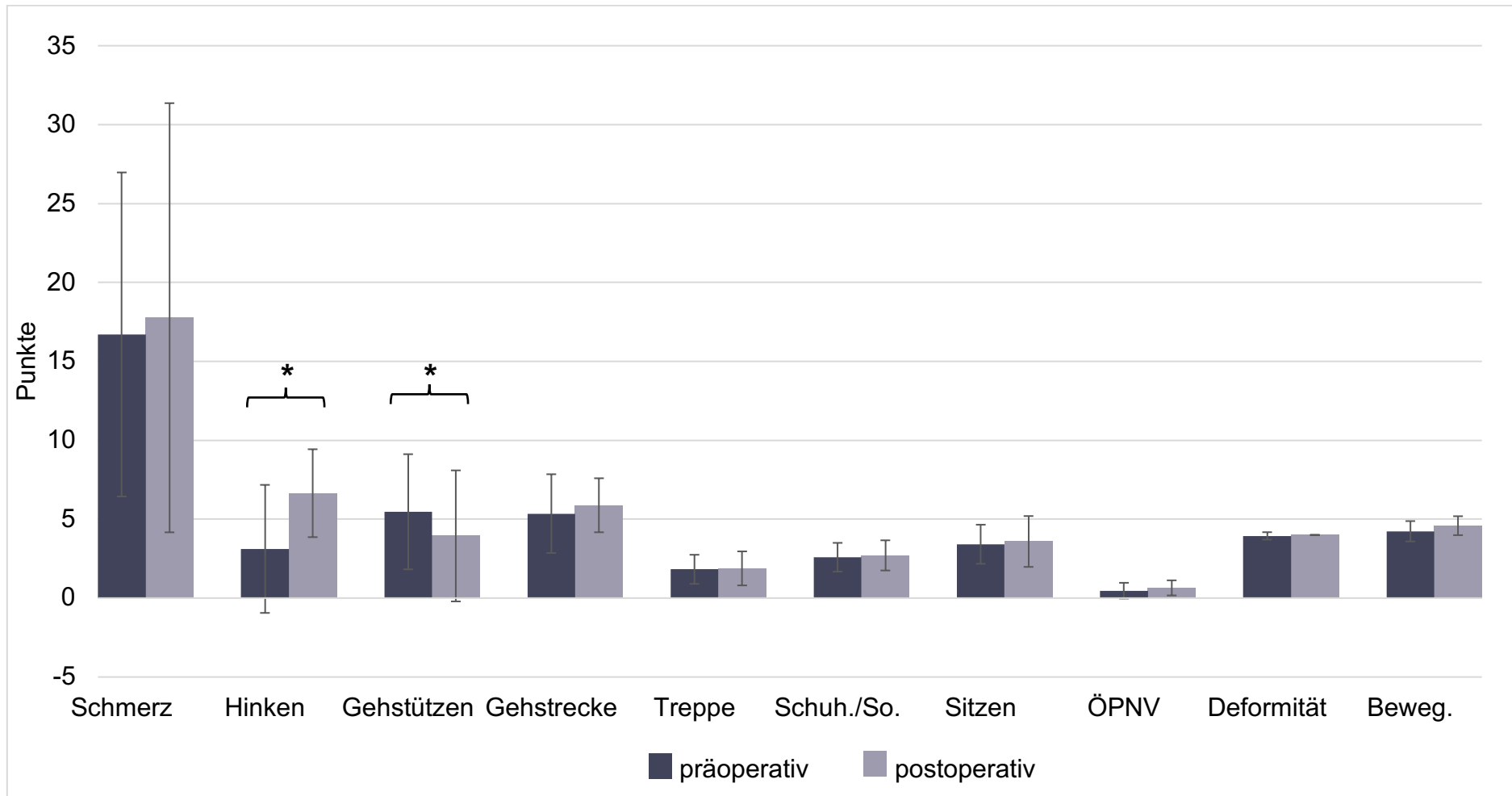


Abbildung 20: Durchschnittliche Werte mit Standardabweichung der Untergruppen des Harris Hip Score im Vergleich von präoperativ zu postoperativ. * $p < 0,05$

Schuh./So. = Schuhe und Socken anziehen; ÖPNV = öffentliche Verkehrsmittel; Beweg. = Bewegungsausmaße

3.2.4. Kraft

3.2.4.1. Kraftgrade nach Janda

Präoperativ zeigte sich ein Mittelwert von $2,6 \pm 1,5$ (1 bis 5). Postoperativ lag der Wert im Durchschnitt bei $3 \pm 1,3$ (2 bis 5). Alle Patient*innen, bei denen präoperativ lediglich eine Muskelkontraktion ohne daraus resultierender Bewegung (Grad 1) erkennbar war, konnten die Abduktion postoperativ in vollem Umfang bei aufgehobener Schwerkraft (Grad 2) oder sogar gegen die Schwerkraft (Grad 3) durchführen (siehe Tabelle 9). Insgesamt konnten 44 % der Teilnehmer*innen postoperativ einen höheren Kraftgrad als präoperativ erzielen. Die Veränderungen waren statistisch nicht signifikant ($p = 0,32$).

Tabelle 9: Häufigkeitsverteilung der Kraftgrade nach Janda prä- und postoperativ.

	Kraftgrade nach Janda						p-Wert
	Grad 0	Grad 1	Grad 2	Grad 3	Grad 4	Grad 5	
präoperativ	0	3	1	2	2	1	0,32
postoperativ	0	0	4	2	1	2	

3.2.4.2. Kraftmessung

Die Kraftmessung der Abduktion an der Zugwaage demonstrierte insgesamt, dass die Abduktionskraft des betroffenen Hüftgelenkes signifikant schwächer war als auf der Gegenseite (siehe Tabelle 10) ($p = 0,04$). In einem Fall waren beide Seiten gleichauf. Ein*e Patient*in konnte auf der Seite mit Muskellappenplastik eine höhere Abduktionskraft als auf der Gegenseite aufbringen, allerdings war die Hüfte auf der Gegenseite zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung nicht beschwerdefrei.

Tabelle 10: Abduktionskraft der Hüfte ohne und mit Muskellappenplastik in Kilogramm (kg).

	MW ± SD	Min	Max	p-Wert
Hüfte ohne Muskellappenplastik	9 ± 4	4	14	0,04*
Hüfte mit Muskellappenplastik	5,9 ± 3	3	11	

* $p < 0,05$; MW = Mittelwert; SD = Standardabweichung; Min = Minimum; Max = Maximum

3.3. Subjektive Ergebnisse

3.3.1. Short Form 36

Für die Beurteilung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität mit Hilfe des SF-36 wurden Mittelwerte mit Standardabweichung sowie Minimal- und Maximalwerte für die Untergruppen berechnet (siehe Tabelle 11). Zudem erfolgte die Auswertung des PCS und MCS (siehe Tabelle 12) (vgl. Kapitel 2.5.1.). Bei der Betrachtung der Ergebnisse des PCS und MCS für die einzelnen Teilnehmer*innen fiel auf, dass höhere Punktzahlen überwiegend von Patient*innen erreicht wurden, deren Operation bereits länger zurück gelegen hatte.

Tabelle 11: Auswertung der Untergruppen des Short Form-36.

	MW ± SD	Min	Max
Körperliche Funktionsfähigkeit	29,2 ± 28,8	0	85
Körperliche Rollenfunktion	25 ± 38,3	0	100
Schmerzen	40,1 ± 26,7	10	100
Allgemeine Gesundheitswahrnehmung	42,5 ± 13,8	25	75
Vitalität und Energie	36 ± 13	10	55
Soziale Funktionsfähigkeit	65,2 ± 26,6	12,5	100
Emotionale Rollenfunktion	38,8 ± 44,6	0	100
Emotionales Wohlbefinden	56,6 ± 18,9	20	84

MW = Mittelwert; SD = Standardabweichung; Min = Minimum; Max = Maximum

Tabelle 12: Auswertung des Physical Component Summary und des Mental Component Summary des Short-Form 36.

	MW ± SD	Min	Max
Physical Component Summary (PCS)	38,1 ± 9,5	26,9	54,6
Mental Component Summary (MCS)	46,6 ± 8,9	31,3	62,6

MW = Mittelwert; SD = Standardabweichung; Min = Minimum; Max = Maximum

3.3.2. Patient*innenzufriedenheit

Insgesamt war die Mehrheit der Teilnehmer*innen mit dem Ergebnis der Muskellappenplastik nach Whiteside zufrieden. Das Operationsergebnis wurde von 17 Patient*innen auf der Likert-Skala mit den Punkten 1 bis 4 (sehr gut bis ausreichend) bewertet (siehe Tabelle 13). Ein*e Patient*in empfand das Ergebnis als ungenügend. Retrospektiv würden 13 Patient*innen (72%) die Operation wieder durchführen lassen.

Tabelle 13: Häufigkeitsverteilung der subjektiven Beurteilung des operativen Ergebnisses.

	Likert-Skala				
	1 (sehr gut)	2 (gut)	3 (befriedigend)	4 (ausreichend)	5 (ungenügend)
Häufigkeit	1	3	8	5	1

3.4. Radiologische Ergebnisse

3.4.1. Volumetrie

Die volumetrische Auswertung zeigte insgesamt eine Abnahme des Gesamtvolumens, des verfetteten Volumens und eine Zunahme des intakten Volumens (siehe Tabelle 14). Der p-Wert lag jeweils bei 0,317, die Veränderungen waren damit statistisch nicht signifikant.

Tabelle 14: Volumetrie der dorsolateralen Gruppe der pelvitrochanteren Muskulatur.

	MW ± SD		p-Wert
	präoperativ	postoperativ	
Gesamtvolumen (cm³)			
Gmin	4.263 ± 532	4.104 ± 689	0,249
Gmed	23.025 ± 5.688	21.600 ± 7.340	0,463
Gmax	71.037 ± 23.755	64.928 ± 20.407	0,046*
TFL	7.517 ± 4.003	7.754 ± 3.961	0,6
<i>Summe der MW</i>	105.844	98.388	0,317
Verfettetes Volumen (cm³)			
Gmin	2.045 ± 528	991 ± 602	0,028*
Gmed	6.018 ± 2.596	2.465 ± 1.203	0,046*
Gmax	26.511 ± 13.523	18.608 ± 9.990	0,345
TFL	1.518 ± 1.578	736 ± 1.042	0,028*
<i>Summe der MW</i>	36.093	22.802	0,317
Intaktes Volumen (cm³)			
Gmin	2.218 ± 413	3.113 ± 525	0,028*
Gmed	17.007 ± 6.523	19.135 ± 6.910	0,345
Gmax	44.526 ± 18.026	46.319 ± 27.553	0,6
TFL	5.999 ± 4.127	7.018 ± 4.252	0,046*
<i>Summe der MW</i>	69.750	75.586	0,317

* $p < 0,05$; MW = Mittelwert; SD = Standardabweichung; cm³ = Kubikcentimeter; Gmin = *M. gluteus minimus*; Gmed = *M. gluteus medius*; Gmax = *M. gluteus maximus*; TFL = *M. tensor fasciae latae*

Für den Gmin zeigten sich signifikante Veränderungen im verfetteten und intakten Volumen von prä- zu postoperativ. Hier verringerte sich das verfettete Muskelvolumen signifikant um ca. 51 % und das intakte Volumen nahm signifikant um etwa 40 % des präoperativen Volumens zu (siehe Abbildung 21). Die Abnahme im Gesamtvolumen erwies sich aus statistischer Sicht nicht als signifikant.

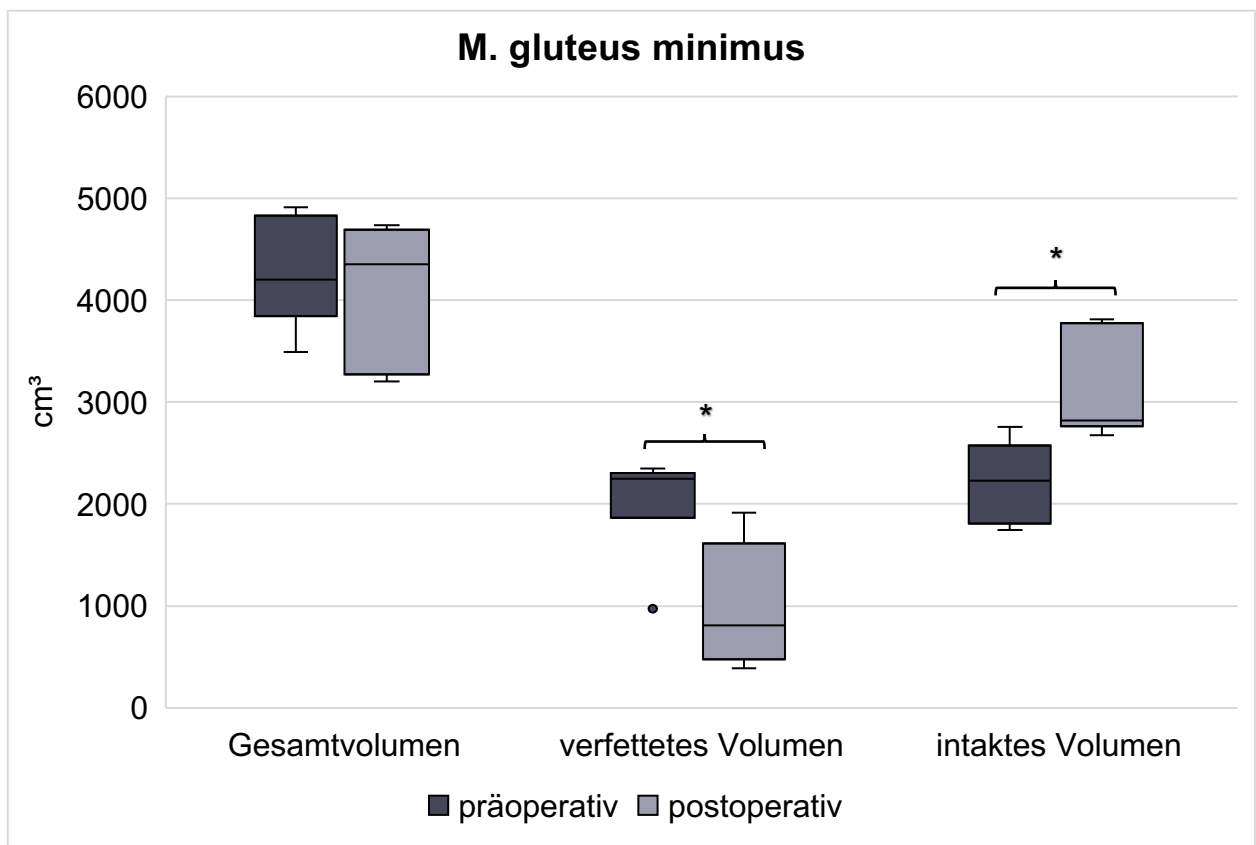


Abbildung 21: Box-Whisker-Plot zur Darstellung der Veränderung der Volumina des *M. gluteus minimus* von prä- zu postoperativ. Ausreißer sind als Punkte dargestellt. * $p < 0,05$

cm^3 = Kubikcentimeter

Das Gesamtvolumen des Gmed nahm ebenso wie das verfettete Volumen ab, das intakte Volumen nahm zu. Eine statistische Signifikanz zeigte sich hier nur für die Reduktion des verfetteten Muskelvolumens. Dieses verringerte sich postoperativ um 59 % (siehe Abbildung 22).

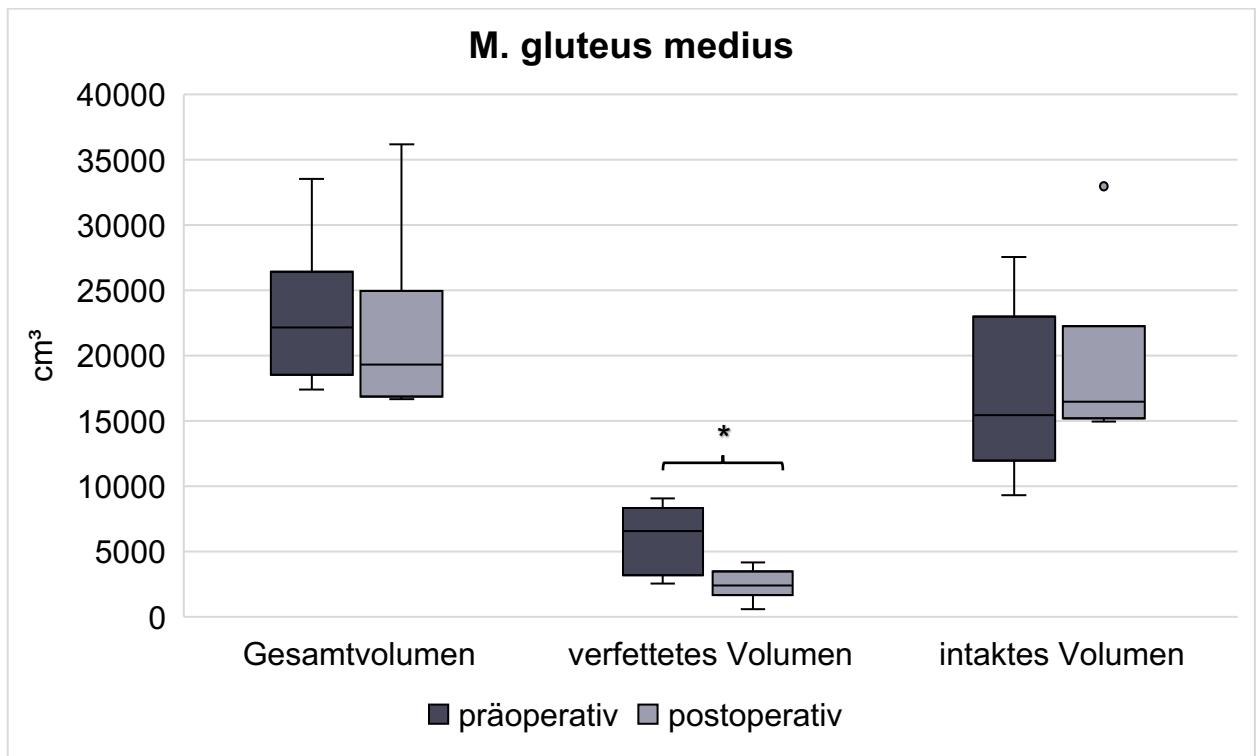


Abbildung 22: Box-Whisker-Plot zur Darstellung der Veränderung der Volumina des M. gluteus medius von prä- zu postoperativ. Ausreißer sind als Punkte dargestellt. * $p < 0,05$

cm^3 = Kubikcentimeter

Der Gmax nahm in seinem Gesamtvolumen um ca. 8 % signifikant ab. Eine entsprechende Abnahme des verfetteten Volumens und Zunahme des intakten Volumens war statistisch nicht signifikant (siehe Abbildung 23).

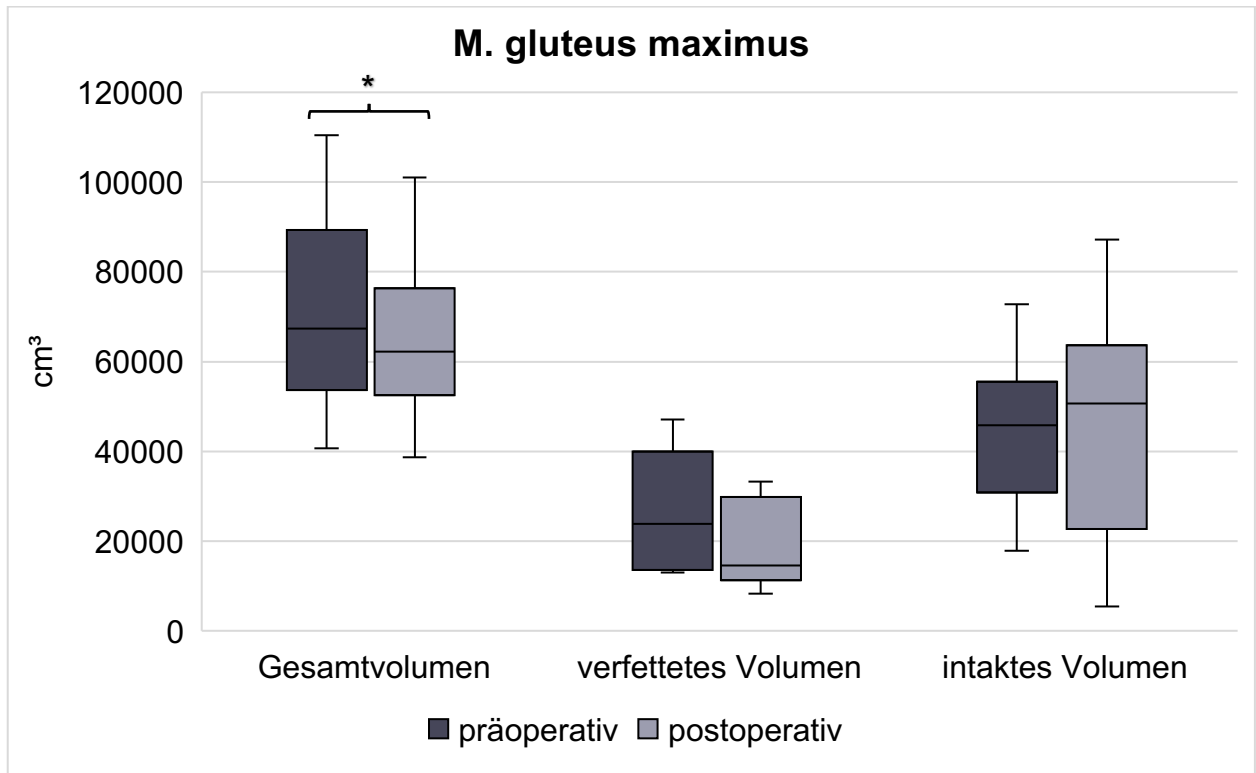


Abbildung 23: Box-Whisker-Plot zur Darstellung der Veränderung der Volumina des *M. gluteus maximus* von prä- zu postoperativ in. * $p < 0,05$

cm^3 = Kubikcentimeter

Der TFL war der einzige Muskel, der eine Zunahme, wenn auch nicht signifikant, in seinem Gesamtvolumen verzeichnen konnte. Das verfettete Volumen reduzierte sich signifikant um 51 % und das intakte Muskelvolumen stieg signifikant um etwa 16 % des Ausgangsvolumens (siehe Abbildung 24).

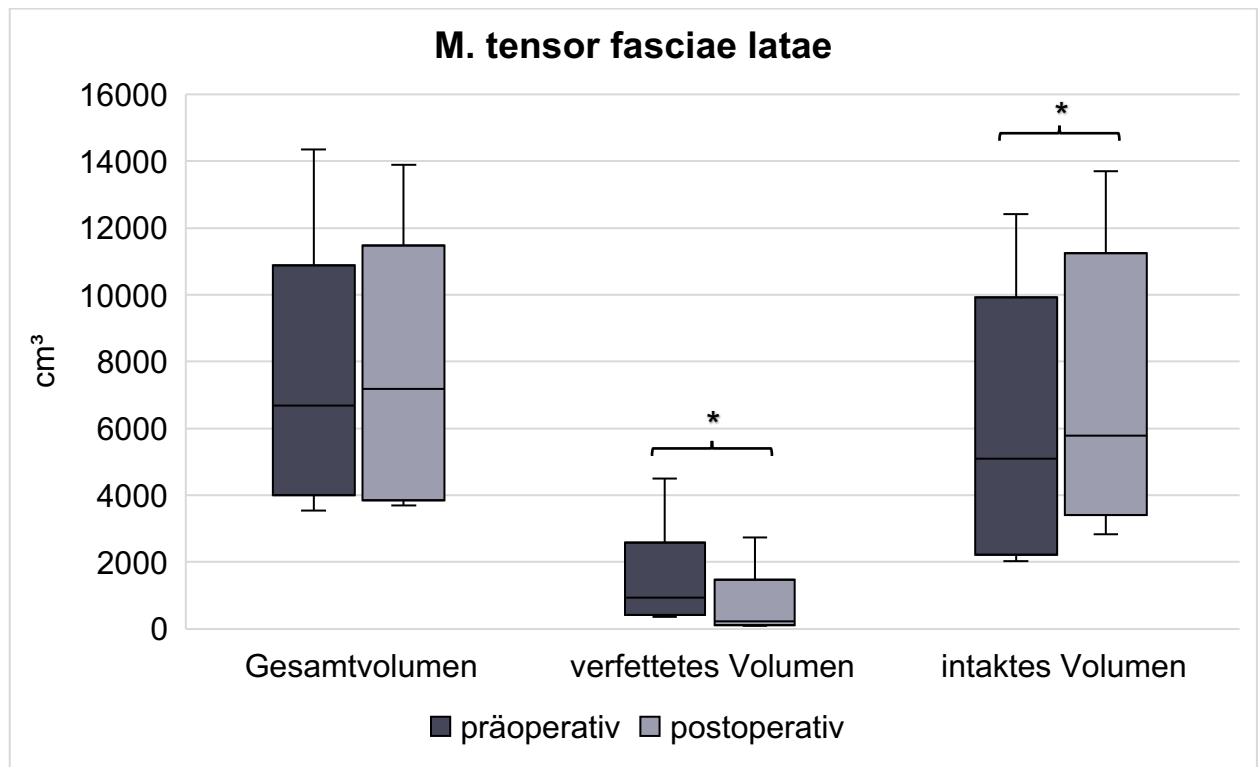


Abbildung 24: Box-Whisker-Plot zur Darstellung der Veränderung der Volumina des M. tensor fasciae latae von prä- zu postoperativ. * $p < 0,05$

cm^3 = Kubikcentimeter

3.4.2. Diameter des Muskelbauches

Die Auswertung der Diameter der Muskelbäuche zeigte für den Gmin, Gmed und Gmax keine signifikanten Veränderungen (siehe Tabelle 15). Nur der TFL nahm postoperativ signifikant um ca. 13 % in seinem Durchmesser zu (siehe Abbildung 25).

Tabelle 15: Diameter der Muskelbäuche in Millimeter (mm).

	MW ± SD		p-Wert
	präoperativ	postoperativ	
Gmin	15,9 ± 1,6	17,2 ± 2,1	0,141
Gmed	35,6 ± 9,2	32,7 ± 5,8	0,249
Gmax	41,1 ± 10,2	41,7 ± 9,8	0,753
TFL	22,9 ± 5,9	25,9 ± 5,7	0,046*

*p<0,05; MW = Mittelwert; SD = Standardabweichung; Gmin = *M. gluteus minimus*; Gmed = *M. gluteus medius*; Gmax = *M. gluteus maximus*; TFL = *M. tensor fasciae latae*

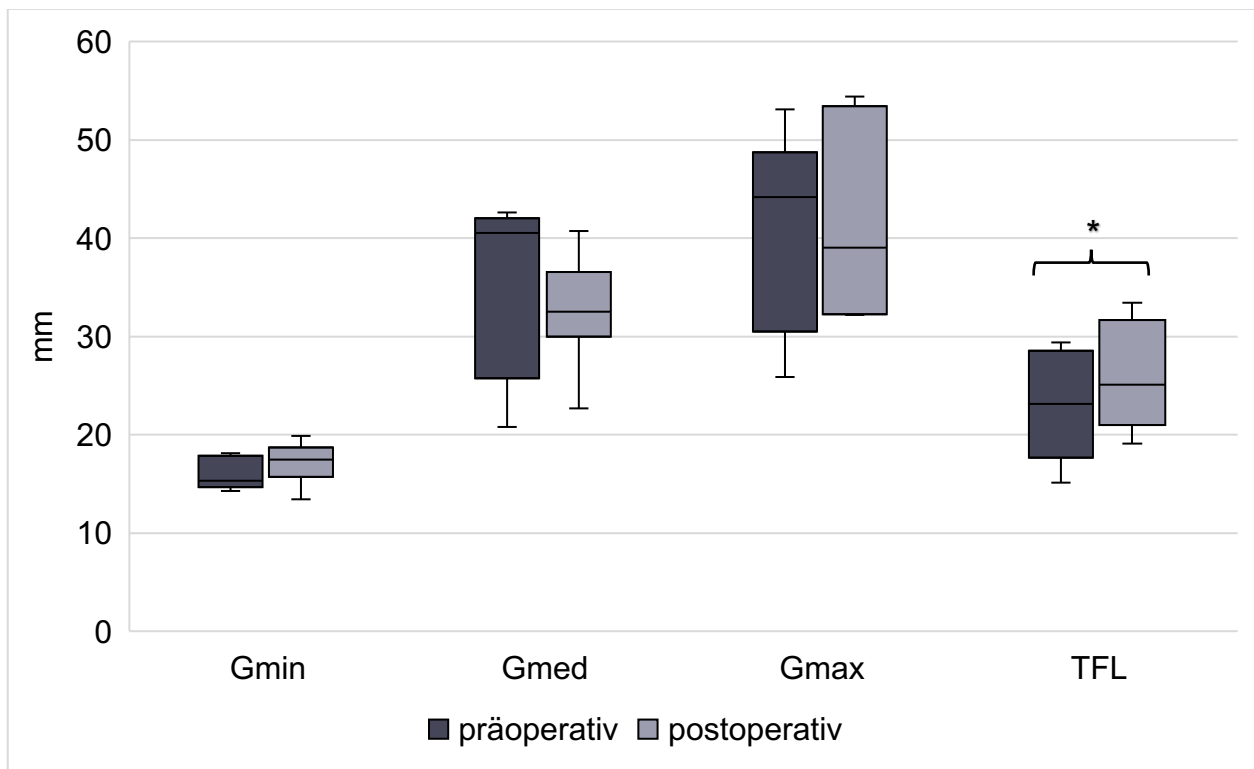


Abbildung 25: Box-Whisker-Plot zur Darstellung der Veränderung der Diameter der Muskelbäuche von prä- zu postoperativ. *p<0,05

mm = Millimeter; Gmin = *M. gluteus minimus*; Gmed = *M. gluteus medius*; Gmax = *M. gluteus maximus*; TFL = *M. tensor fasciae latae*

3.4.3. Goutallier-Klassifikation

Wie bereits beschrieben dient die Goutallier-Klassifikation der Beurteilung der muskulären Degeneration. Der höchste Grad an Degeneration wurde beim Gmin und Gmed gefunden, was die Bedeutsamkeit der geschädigten Muskulatur für die Ausprägung der pelvitrochanteren Insuffizienz verdeutlicht. Bei der Betrachtung der einzelnen Teilnehmer*innen, zeigte sich postoperativ gelegentlich ein geringerer Grad der Degeneration als präoperativ. Die Gesamtauswertung brachte hier jedoch keine signifikanten Veränderungen von prä- zu postoperativ für die betroffene Muskulatur hervor (siehe Tabelle 16).

Tabelle 16: Auswertung der muskulären Degeneration anhand der Goutallier-Klassifikation.

	MW ± SD		p-Wert
	präoperativ	postoperativ	
Gmin	3,2 ± 0,9	3 ± 0,8	0,317
Gmed	2,5 ± 0,5	2,5 ± 0,5	1
Gmax	2 ± 0,6	2 ± 0,6	1
TFL	1,8 ± 0,7	1,7 ± 0,5	0,317

Gmin = M. gluteus minimus; Gmed = M. gluteus medius; Gmax = M. gluteus maximus; TFL = M. tensor fasciae latae

3.4.4. Beurteilung der Muskelansätze und des Muskellappens

Bei der Beurteilung der Muskelansätze konnte keine Veränderung im postoperativen Zustand identifiziert werden. Lediglich der zu erwartende veränderte Verlauf des Muskellappens aus dem Gmax wurde gesichtet. Der Fixierungspunkt des Muskellappens am Trochanter major war in allen Fällen vorhanden und es lagen keine Anhaltspunkte für eine Nekrose vor.

3.5. Korrelation zwischen funktionellen und subjektiven Parametern

Da für den SF-36 als subjektiver Parameter keine präoperativen Vergleichswerte vorlagen, wurde überprüft, ob ein statistischer Zusammenhang zum HHS bestand. Hierfür wurde für den PCS und MCS des SF-36 auf der einen Seite und den HHS auf der anderen Seite eine Korrelationsanalyse nach Pearson durchgeführt.

Nach der Korrelationsanalyse lag ein statistisch signifikanter positiver Zusammenhang zwischen Werten des HHS und Werten des PCS vor ($p < 0,01$). Das bedeutet, dass höhere Punkte im HHS mit einer höheren Anzahl an Punkten im PCS korrelieren. Dieser Zusammenhang kann anhand der Einteilung nach Cohen bei einem vorliegenden Korrelationskoeffizienten von 0,873 zudem als stark angesehen werden (siehe Abbildung 26).

Für die Korrelation zwischen dem HHS und dem MCS zeigte sich bei einem Korrelationskoeffizienten von 0,174 nur ein schwacher Effekt. Der Zusammenhang war somit nicht groß genug, um als bedeutend angesehen zu werden. Zudem lag hier bei einem p-Wert von 0,49 keine statistische Signifikanz vor (siehe Abbildung 27).

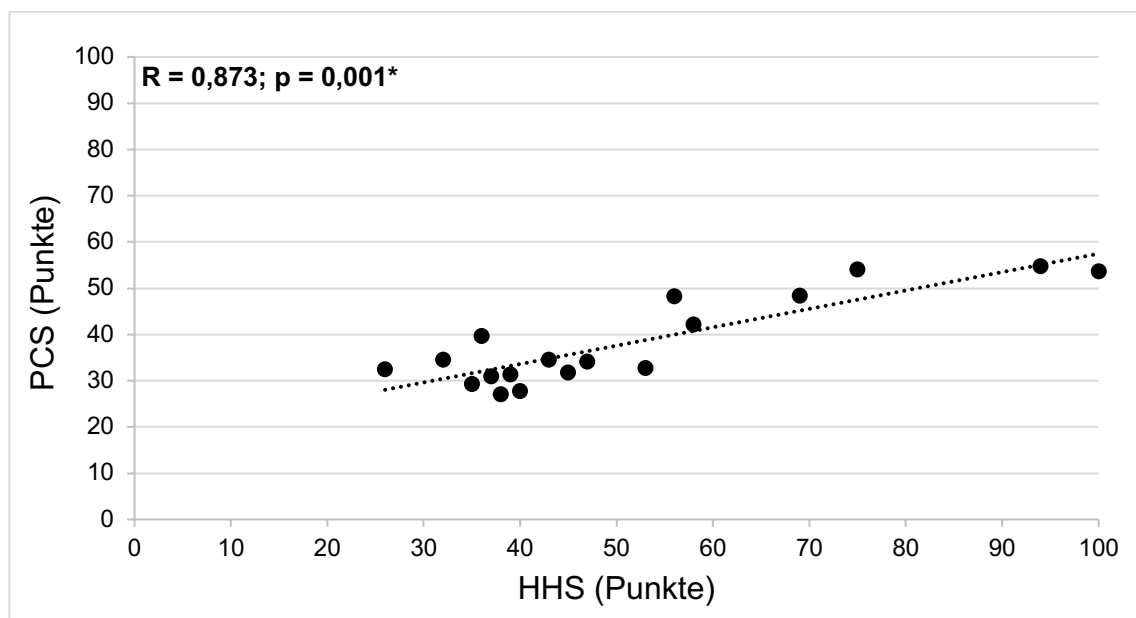


Abbildung 26: Graphische Darstellung der Korrelationsanalyse nach Pearson für den statistischen Zusammenhang zwischen dem HHS und dem PCS. * $p < 0,01$

PCS = Physical Component Summary; HHS = Harris Hip Score; R = Korrelationskoeffizient

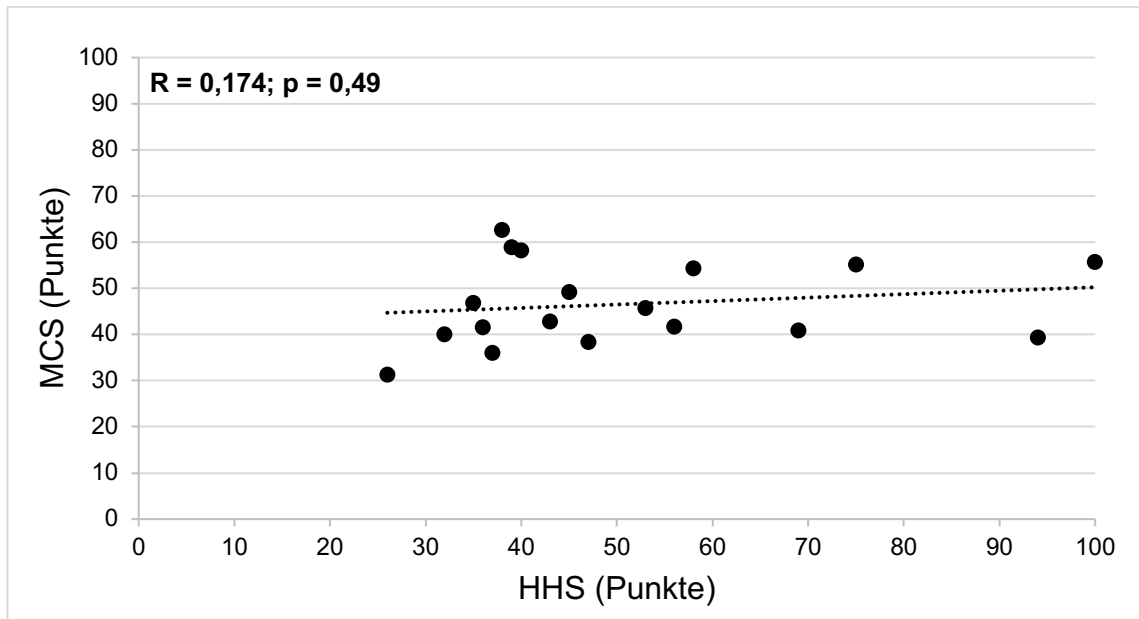


Abbildung 27: Graphische Darstellung der Korrelationsanalyse nach Pearson für den statistischen Zusammenhang zwischen dem HHS und dem MCS.

MCS = Mental Component Summary; HHS = Harris Hip Score; R = Korrelationskoeffizient

Die dargestellten Ergebnisse werden im Folgenden kritisch diskutiert. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse dienen im Anschluss zur Formulierung einer Schlussfolgerung und wissenschaftlichen Empfehlung.

4. Diskussion

In dieser Arbeit wurde die Muskellappenplastik nach Whiteside zur Therapie der pelvitrochanteren Insuffizienz erstmalig nicht nur anhand klinischer Parameter, sondern auch anhand der volumetrischen Entwicklung der pelvitrochanteren Muskulatur in der MRT und der gesundheitsbezogenen Lebensqualität analysiert. Im Rahmen der objektiv erhobenen Parameter konnte vereinzelt eine deutliche Besserung der Befunde erzielt werden, größtenteils war die Veränderung der präoperativen zu den postoperativen Ergebnissen jedoch nicht signifikant. Die guten bis exzellenten Ergebnisse vergleichbarer Studien konnten nicht bestätigt werden (8,19,55). Diese Abweichung könnte durch die sehr stark geschädigte pelvitrochantere Muskulatur (Goutallier \geq Grad 2) auf Grund mehrfacher Voroperationen im Vergleich zu den Kohorten anderer Autoren erklärt werden (8,17,19,55). Zu ähnlichen Ergebnissen kamen Ricciardi et al. bei der Untersuchung von 10 Patient*innen mit multiplen Voroperationen auf Grund von periprothetischen Infektionen (77). Auch hier zeigten sich vergleichbar mit unserem Kollektiv nur moderate Ergebnisse hinsichtlich der funktionellen Ergebnisse, eine vermehrte Stabilität durch Abdeckung des massiven Weichteilverlustes mit Hilfe des Gmax wurde jedoch beschrieben (77). Die subjektiven Ergebnisse zeigten für die gesundheitsbezogene Lebensqualität zufriedenstellende Werte. Die Zufriedenheit des Kollektivs spiegelt sich darin wider, dass 72 % der untersuchten Patient*innen die Operation retrospektiv wieder durchführen lassen würden. Im Rahmen der radiologischen Auswertung konnte für einzelne Muskeln und Volumina eine signifikante Veränderung gezeigt und insbesondere keine weitere Degeneration der Muskulatur beobachtet werden.

4.1. Einordnung der Ergebnisse objektiver Parameter

Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen, dass bei der pelvitrochanteren Insuffizienz Schmerzen im Bereich der Hüfte einen stark limitierenden Faktor für das alltägliche Leben darstellen. Mit Hilfe der Muskellappenplastik nach Whiteside konnte keine signifikante Besserung der Schmerzen im Bereich der Hüfte auf der NRS erreicht werden, lediglich ein Trend hinsichtlich einer Schmerzreduktion war zu erkennen. Dieses Ergebnis weicht von den bisher veröffentlichten Studien anderer Autoren ab, welche eine signifikante Verbesserung beschrieben haben (8,17,56). Auch die Erhebung der Druckdolenz über

dem Trochanter major konnte postoperativ keine signifikante Veränderung der Symptomatik hervorbringen. Die ausbleibende Veränderung der Schmerzsymptomatik könnte möglicherweise an der hohen Zahl der bereits durchgeführten Voroperationen und der damit einhergehenden stark degenerierten Muskulatur liegen.

Die Reduktion der Luxationsereignisse bei drei von vier Patient*innen mit präoperativen Luxationen lässt darauf schließen, dass die Muskellappenplastik nach Whiteside die Stabilität des Hüftgelenkes begünstigt (19). Da bei einem*r Teilnehmenden auch nach dem Muskeltransfer weiterhin Luxationen bestanden, muss davon ausgegangen werden, dass die Qualität der muskulären Umgebung des Hüftgelenkes nicht als einziger Faktor zur Stabilisierung beiträgt. Auch die Lage der implantierten Prothesenkomponenten, die knöcherne Ausgangssituation sowie die umgebenden Weichteilstrukturen spielen eine wichtige Rolle (77). Diese Annahme verhärtet sich in Anbetracht eines Falles dieser Studie, bei dem es nach durchgeführter Muskellappenplastik zu einer erstmaligen Luxation kam. In diesem Fall erfolgte die Muskellappenplastik im Zuge eines Hüft-TEP-Wiedereinbaus bei Zustand nach infektdingter Girdlestone-Situation.

Ein postoperativ negatives Trendelenburg-Zeichen konnte im Gegensatz zur vergleichenden Literatur mehrheitlich nicht erreicht werden (8,19,55). Immerhin konnten 33 % der Patient*innen mit präoperativ positivem Trendelenburg-Zeichen postoperativ ein negatives Zeichen erzielen, was vermuten lässt, dass die Muskellappenplastik nach Whiteside in einigen Fällen zu einer verbesserten Stabilität des Beckens beitragen kann (vgl. Kapitel 1.1.2.) (8,17,19,56,56). Diese Vermutung wird darin bestärkt, dass alle Patient*innen mit einer postoperativen hinkfreien Gehstrecke von mehr als 1000 m ein negatives Trendelenburg-Zeichen aufwiesen.

Im Vergleich zur vorliegenden Literatur konnte in dieser Studie beim Vergleich der prä- und postoperativen Ergebnisse des HHS keine signifikante Verbesserung des Scores beobachtet werden (8,17,19,55). Nur einzelne Patient*innen konnten höhere Werte erzielen, zudem zeigt die nähere Betrachtung des Unterpunktes „Hinken“, dass durch die Muskellappenplastik nach Whiteside eine signifikante Verringerung des hinkenden Gangbildes erreicht werden konnte. Diese Beobachtung wurde auch von Chandrasekaran et al. und Whiteside and Roy gemacht (8,17). Die signifikant niedrigere Punktzahl in der Nutzung der Gehhilfen war vor allem darin begründet, dass die Patient*innen postoperativ mehrheitlich zwei Unterarmgehstützen nutzten, wohingegen

präoperativ nur ein Gehstock in Benutzung war. In einigen Fällen war hier auch eine Tendenz hinsichtlich einer längeren Gehstrecke zu verzeichnen. Möglicherweise kamen in diesen Fällen zwei Unterarmgehstützen zum Einsatz, um die Mobilität weitergehend zu unterstützen. In Anbetracht der Annahme, dass das Kollektiv der vorliegenden Studie eine deutlich schlechtere Ausgangssituation der betroffenen Hüfte mit vielfach komplexen Vorgeschichten und Voroperationen präsentiert, können die funktionellen Ergebnisse dennoch als zufriedenstellend interpretiert werden (8,17,19,55).

Eine weitere wesentliche Einschränkung der pelvitrochanteren Insuffizienz stellt die verminderte Abduktionskraft dar. In unserer Studie wurde ein Trend zur Verbesserung der Kraft identifiziert, eine statistische Signifikanz konnte nicht gezeigt werden. Es ist anzunehmen, dass die Schädigung der pelvitrochanteren Muskulatur sehr ausgedehnt war und der Transfer des Gmax nicht oder nur bedingt zur Verbesserung der Abduktionskraft beitragen konnte (8). Dieser Sachverhalt spiegelt sich auch durch die in dieser Studie durchgeführte Kraftmessung mit einem Kraftmessgerät wider, die eine deutlich verminderte Abduktionskraft auf der operierten Seite im Vergleich zur Gegenseite zeigte. Ähnliche Ergebnisse zeigten sich bei 6 Patient*innen aus einer Studie von Whiteside and Roy, die im Vergleich zur restlichen Kohorte bereits eine stark vorgeschädigte pelvitrochantere Muskulatur aufzeigte und postoperativ eine mit unserer Kohorte vergleichbare persistierende verminderte Abduktionskraft hervorbrachten (8). Zudem diskutierten Di Martino et al. und Caviglia et al., dass der Gmax Transfer einen weiter nach posterior verlagerten Vektor der Muskelkraft hervorrufen könnte (53,58). Diese Erkenntnisse könnten eine weitere Erklärung für die ausbleibende Verbesserung der Abduktionskraft sein.

4.2. Einordnung der Ergebnisse subjektiver Parameter

4.2.1. Patient*innenzufriedenheit

Die Erfassung der postoperativen subjektiven Einschätzung mit Berücksichtigung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität der Patient*innen in Bezug auf die Muskellappenplastik nach Whiteside wurde in dieser Arbeit nach unserem Wissen erstmalig erfasst. Diesbezüglich ist eine Gegenüberstellung mit Ergebnissen in der Literatur nur sehr eingeschränkt möglich. Die Erhebung der subjektiven Zufriedenheit von

Patient*innen nach komplizierten chirurgischen Eingriffen ist ein wichtiger Faktor zur Beurteilung der operativen Ergebnisse (78–80). Sowohl Boettner et al. als auch Rietbergen et al. konnten in ihren Studien bezüglich septischer und aseptischer Wechseloperationen der Hüfte zeigen, dass Patient*innen mit einer schwierigen Ausgangssituation und mehrfachen operativen Eingriffen eine signifikant schlechtere Lebensqualität in Bezug auf die körperliche Gesundheit erreichten (78,80). Eine Studie von Chandrasekaran et al. berichtete über die Zufriedenheit von 3 Patient*innen nach dem kombinierten Transfer von Gmax und TFL (17). Hier waren zwei Patient*innen sehr zufrieden mit dem Ergebnis der Operation (17). Insgesamt führte auch unsere Studie zu einer größeren Zufriedenheit der Patient*innen. Die Operation wurde auf der Likert-Skala durchschnittlich als befriedigend bewertet und 72% der Patient*innen würden sie retrospektiv wieder durchführen lassen.

4.2.2. Short Form 36

Instrumente zur Messung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität wie der SF-36 werden in der Literatur als valide Instrumente zur Überprüfung des operativen Outcomes in der Knie- und Hüftrevisionsendoprothetik beschrieben (78–80). In dieser Studie wurde der SF-36 zum ersten Mal im Zusammenhang mit der Muskellappenplastik nach Whiteside erhoben, daher ist die Vergleichbarkeit zu anderen Studien eingeschränkt. Um die Ergebnisse dieser Studie dennoch kritisch diskutieren zu können, wurden sie mit Ergebnissen von Studien bezüglich der gesundheitsbezogenen Lebensqualität nach der Revision von septischen Hüft-TEPs verglichen. In dem Systematic Review von Rietbergen et al. lag der durchschnittliche Wert des PCS (Physical Component Summary), bei dem die subjektiven physischen Unterkategorien des Scores zusammengefasst werden, bei 40,4 und lag damit deutlich unter den Normwerten, somit kann der PCS unserer Kohorte mit 38,09 ebenfalls hier eingeordnet werden (80). Die Werte des MCS (Mental Component Summary), der die mentalen Unterkategorien zusammenfasst, waren bei Rietbergen et al. mit 51,6 etwa gleichauf mit den Werten der Normalpopulation, unsere Kohorte lag mit 46,6 etwas darunter (80). Eine weitere Studie untersuchte die Unterschiede der Subskalen des SF-36 zwischen Kohorten nach aseptischer und septischer Hüft-TEP-Revision und konnte signifikant schlechtere Werte in den Unterkategorien „körperliche Funktionsfähigkeit“ und „körperliche Rollenfunktion“

in der Gruppe der septisch bedingten Revisionen feststellen, wohingegen die Werte der emotionalen Unterkategorien und des „allgemeinen Gesundheitsempfindens“ annähernd gleich waren zur Vergleichsgruppe (78). Die Werte unseres Kollektives entsprechen mit 29,2 (KöFu) und 25 (KöRoFu) annähernd den Werten der Kohorte mit der septischen Revision (78). Die Gegenüberstellung dieser Ergebnisse lässt vermuten, dass unsere Kohorte im Vergleich zu Patient*innengruppen mit einer ähnlichen gesundheitlichen Beeinträchtigung bezüglich der gesundheitsbezogenen Lebensqualität nicht schlechter abschneidet. Diese Beobachtung könnte somit unter Berücksichtigung der komplexen Ausgangslage unseres Kollektivs als Qualitätsmerkmal der Muskellappenplastik nach Whiteside gedeutet werden. Andererseits zeigen die Ergebnisse der vorliegenden Studie hinsichtlich der eingeschränkten postoperativen Lebensqualität auf, dass die Erwartungshaltung an diesen Eingriff realistisch gesetzt werden muss.

Die Betrachtung der Patient*innenzufriedenheit und der Ergebnisse des SF-36 in Gegenüberstellung mit den Ergebnissen der zuvor diskutierten Studien lässt die Vermutung zu, dass Patient*innen von der Muskellappenplastik nach Whiteside in Bezug auf ihre gesundheitsbezogene Lebensqualität profitieren. Insbesondere bei Patient*innen mit frustranen konservativen Therapieversuchen sind die Ergebnisse der gesundheitsbezogenen Lebensqualität und subjektiven Zufriedenheit als zuversichtlich zu werten. Dies ist auch im Kontext mit fehlenden alternativen operativen Therapieoptionen zu sehen. Die Muskellappenplastik nach Whiteside stellt dabei für Patient*innen häufig die letzte Option zur Verbesserung einer massiv limitierenden Ausgangslage dar.

4.3. Korrelation zwischen funktionellen und subjektiven Parametern

Wie zuvor beschrieben konnte durch die Muskellappenplastik nach Whiteside im Rahmen der funktionellen Parameter keine signifikante Verbesserung erzielt werden, eine positive Auswirkung auf die gesundheitsbezogene Lebensqualität wurde hingegen diskutiert. Bei der Gegenüberstellung des postoperativ erhobenen Harris Hip Score (HHS) als funktionellen und hüftspezifischen Parameter und dem Physical Component Summary (PCS) des Short Form 36 (SF-36) als subjektiven Parameter konnte eine starke positive Korrelation mit statistischer Signifikanz gezeigt werden. Eine Korrelation zwischen dem HHS und dem Mental Component Summary (MCS) hingegen konnte nicht gezeigt

werden. Dies liegt womöglich auch an den diversen emotionalen Einflussfaktoren auf die Erhebung von mentalen Scores. Ein stark positiver Zusammenhang zwischen dem HHS und dem PCS, der keine hüftspezifischen Faktoren abfragt, lässt darauf schließen, dass die Hüftfunktion eine bedeutende Rolle für die subjektive körperliche Funktionsfähigkeit in Bezug auf die gesundheitsbezogene Lebensqualität spielen könnte. Ein Trend hinsichtlich höherer Werte des SF-36 bei Patient*innen mit einem größeren Nachuntersuchungsintervall lässt zudem die Vermutung zu, dass erst langfristig zufriedenstellende Ergebnisse zu erwarten sind.

4.4. Zusammenhang zwischen radiologischen und klinischen Ergebnissen

Mit dieser Studie konnte erstmalig eine radiologische Auswertung hinsichtlich Muskelvolumen und Muskeldegeneration zur Muskellappenplastik nach Whiteside demonstriert werden. Die Ergebnisse haben gezeigt, dass die Veränderung des Muskelvolumens von prä- zu postoperativ nur in einzelnen Fällen signifikant war. Da die volumetrische Auswertung nur bei sechs Patient*innen erfolgen konnte, dürfen diese Ergebnisse nicht stellvertretend für die gesamte Kohorte gedeutet werden. Dennoch kann für diese Auswahl vermutet werden, dass die Muskellappenplastik nach Whiteside eine Auswirkung auf das Volumen der pelvitrochanteren Muskulatur hat. Wenngleich sich das Gesamtvolumen der betrachteten Abduktorenmuskulatur nicht signifikant verändert hat, so konnte eine signifikante Verringerung des verfetteten Volumens für den Gmin, Gmed und TFL, sowie eine signifikante Zunahme des intakten Muskelvolumens für den Gmin und TFL gezeigt werden. Eine Verringerung des Gesamtvolumens des Gmax könnte auf die Invasivität der durchgeführten Operation zurückzuführen sein.

Auch die Veränderung des Diameters des Muskelbauches war bis auf die Zunahme des Durchmessers des TFL nicht signifikant. Dieser Befund wurde ebenfalls von Harrasser et al. als kompensatorische Hypertrophie des TFL bei der pelvitrochanteren Insuffizienz beschrieben (3). Die weitere Zunahme des TFL nach der Muskellappenplastik nach Whiteside könnte eine Folge des vermehrten Einsatzes des betroffenen Hüftgelenkes sein.

Die Bestimmung der Goutallier-Klassifikation konnte keine signifikante Veränderung der muskulären Degeneration hervorbringen, was durchaus als Erfolg der

Muskellappenplastik nach Whiteside gewertet werden kann. Der Muskellappen könnte somit zum Erhalt der vorhandenen Muskulatur beigetragen haben.

Die Erhebung der muskulären Ansatzpunkte stellt eine Möglichkeit zur Beurteilung der erfolgten Muskellappenplastik dar. Insbesondere bei der Betrachtung der Auswertung des Gmax kann erkannt werden, dass sowohl prä- als auch postoperativ stets der muskuläre Ansatz am Trochanter major vorhanden war. Zudem konnten keine nekrotischen Veränderungen innerhalb des Muskellappens identifiziert werden. Da das Nachuntersuchungsintervall hier bei ca. 24 Monaten lag, könnten diese Ergebnisse ein Hinweis auf eine stabile Muskellappenplastik und das langfristige Überleben des Muskellappens sein.

Innerhalb der Kohorte für die radiologische Auswertung konnten alle Patient*innen mindestens einen Kraftgrad 2 nach Janda für die Hüftabduktion erreichen. Eine deutliche Steigerung der Abduktionskraft war insgesamt jedoch nicht möglich. Dennoch könnten diese Ergebnisse vermuten lassen, dass eine funktionstüchtige Muskulatur durchaus vorhanden ist, was sich zudem durch die signifikante Zunahme des intakten Muskelvolumens unterstreichen ließe, diese jedoch keine herausragende Leistung hervorbringen kann. Bedenkt man nun den einleitend beschriebenen Zusammenhang zwischen der Muskelkraft, dem Muskelvolumen und dem Grad der Verfettung, so könnte man aus den gewonnenen Ergebnissen schlussfolgern, dass mit Hilfe der Muskellappenplastik nach Whiteside eine funktionsfähige und stabile muskuläre Situation geschaffen und auch der Grad der muskulären Verfettung reduziert werden kann, aber das endgültige intakte Muskelvolumen nicht ausreichend ist für eine deutliche Steigerung der Muskelkraft.

4.5. Limitationen

Diese Arbeit wird insbesondere durch drei Faktoren, welche im Folgenden erläutert werden, limitiert.

Das untersuchte Kollektiv stellt sich inhomogen dar. Es herrscht eine unausgeglichene Geschlechterverteilung, die Anzahl der Voroperationen am betroffenen Hüftgelenk variiert stark und auch die Altersverteilung zeigt eine große Varianz.

Zudem ist das Follow-up sehr unterschiedlich. Es reicht von 6 Monaten bis zu 5 Jahren. Dadurch befinden sich die Teilnehmer*innen in unterschiedlichen Phasen der Nachbehandlung, was die postoperative Befunderhebung beeinflussen kann.

Diese Studie bietet mit 18 Teilnehmer*innen eine größere Fallzahl als die meisten vergleichbaren Studien, allerdings ist auch diese Kohortengröße klein und stellt damit eine Limitation dieser Arbeit dar.

4.6. Schlussfolgerung

Auf Grund der Variabilität der Ergebnisse und des inhomogenen und kleinen Kollektives ist die Interpretation der erhobenen Befunde und die Aussprache einer eindeutigen Empfehlung erschwert. Dennoch konnte diese Studie einige neuartige und wertvolle Erkenntnisse bezüglich des Überlebens des Muskellappens aufzeigen und es konnte vor allem die subjektive Zufriedenheit der Patient*innen dargestellt werden. Insbesondere die Kontextualisierung der klinischen, radiologischen und patientenorientierten Ergebnisse bietet einen bisher nicht beschriebenen, aber dennoch sehr relevanten Ansatz zur Evaluation der Muskellappenplastik nach Whiteside und stellt bedeutsame Erkenntnisse für betroffene Patient*innen und behandelnde Ärzt*innen zur Verfügung. Die Ergebnisse unterstreichen den Stellenwert der Muskellappenplastik nach Whiteside und der Behandlung der pelvitrochanteren Insuffizienz. Bei ausbleibendem konservativem Therapieerfolg kann mit der Operation als letzter Versuch einer Verbesserung der ohnehin ungünstigen Ausgangssituation eine zufriedenstellende postoperative Lebensqualität und eine gute Patient*innenzufriedenheit erzielt werden. Es ist aber von entscheidender Bedeutung, dass die Erwartungshaltung realistisch gesetzt wird, zumal die funktionellen Ergebnisse nur teilweise einen Therapieerfolg zeigten und die ausgezeichneten Resultate bereits publizierter Studien nicht erreicht werden konnten. Eine Modifizierung des Nachbehandlungsschemas hinsichtlich einer insgesamt längerfristigen Betreuung und spezifischen weiteren Stärkung der Abduktorenmuskulatur könnte ein wichtiger Punkt für eine zukünftig noch bessere Behandlung darstellen. Zudem sind prospektive Studien mit noch größeren Patient*innenkohorten, einer kontinuierlichen radiologischen Befunderhebung und einem längeren Nachuntersuchungsintervall notwendig, um die Ergebnisse dieser Arbeit zu bestätigen.

5. Literaturverzeichnis

1. Harrasser N, Banke I, Prodingler PM, Hauschild M, Gollwitzer H, Eisenhart-Rothe R von. „Gluteale Insuffizienz“: was dahinter steckt und wie man helfen kann. *MMW - Fortschritte der Medizin*. 1. Mai 2016;158(9):52–5.
2. Schuh A, Zeiler G. Die Ruptur der Sehne des Musculus glutaeus medius. *Zentralblatt für Chirurgie*. 2003;128(2):139–43.
3. Harrasser N, Banke I, Gollwitzer H, Wilken F, Toepfer A, von Eisenhart-Rothe R, Hauschild M. Gluteale Insuffizienz: Pathogenese, Diagnostik und Therapie. *Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie*. 22. April 2016;154(02):140–7.
4. Hendry J, Biant LC, Breusch SJ. Abductor mechanism tears in primary total hip arthroplasty. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*. November 2012;132(11):1619–23.
5. Bunker TD, Esler CN, Leach WJ. Rotator-cuff tear of the hip. *J Bone Joint Surg Br*. Juli 1997;79(4):618–20.
6. Müller M, Tohtz S, Springer I, Dewey M, Perka C. 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. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*. Februar 2011;131(2):179–89.
7. Rosenlund S, Broeng L, Overgaard S, Jensen C, Holsgaard-Larsen A. The efficacy of modified direct lateral versus posterior approach on gait function and hip muscle strength after primary total hip arthroplasty at 12months follow-up. An explorative randomised controlled trial. *Clinical Biomechanics*. November 2016;39:91–9.
8. Whiteside LA, Roy ME. Incidence and treatment of abductor deficiency during total hip arthroplasty using the posterior approach. *The Bone & Joint Journal*. 31. Mai 2019;101-B(6_Supple_B):116–22.
9. Winther SB, Husby VS, Foss OA, Wik TS, Svenningsen S, Engdal M, Haugan K, Husby OS. Muscular strength after total hip arthroplasty: A prospective comparison of 3 surgical approaches. *Acta Orthopaedica*. 2. Januar 2016;87(1):22–8.
10. Hersche O. Diagnostik und Therapie von Funktionsstörungen der Hüftmuskulatur nach Totalendoprothese. *Der Orthopäde*. Juni 2011;40(6):506–12.

11. Williams BS, Cohen SP. Greater Trochanteric Pain Syndrome: A Review of Anatomy, Diagnosis and Treatment: *Anesthesia & Analgesia*. Mai 2009;108(5):1662–70.
12. Domb BG, Botser I, Giordano BD. Outcomes of Endoscopic Gluteus Medius Repair With Minimum 2-Year Follow-up. *Am J Sports Med*. 1. Mai 2013;41(5):988–97.
13. Drexler M, Dwyer T, Kosashvili Y, Chakraverty R, Abolghasemian M, Gollish J. Acetabular Cup Revision Combined With Tensor Fascia Lata Reconstruction for Management of Massive Abductor Avulsion After Failed Total Hip Arthroplasty. *The Journal of Arthroplasty*. 1. Mai 2014;29(5):1052–7.
14. 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. *Joint Bone Spine*. 1. Juli 2008;75(4):458–64.
15. Voos JE, Shindle MK, Pruett A, Asnis PD, Kelly BT. Endoscopic Repair of Gluteus Medius Tendon Tears of the Hip. *Am J Sports Med*. 1. April 2009;37(4):743–7.
16. Beck M, Leunig M, Ellis T, Ganz R. Advancement of the vastus lateralis muscle for the treatment of hip abductor discontinuity¹¹No benefits or funds were received in support of this study. *The Journal of Arthroplasty*. 1. Juni 2004;19(4):476–80.
17. Chandrasekaran S, Darwish N, Vemula SP, Lodhia P, Suarez-Ahedo C, Domb BG. Outcomes of Gluteus Maximus and Tensor Fascia Lata Transfer for Primary Deficiency of the Abductors of the Hip ,
Outcomes of Gluteus Maximus and Tensor Fascia Lata Transfer for Primary Deficiency of the Abductors of the Hip. *HIP International*. 1. November 2017;27(6):567–72.
18. Kohl S, Evangelopoulos DS, Siebenrock KA, Beck M. Hip Abductor Defect Repair by Means of a Vastus Lateralis Muscle Shift. *The Journal of Arthroplasty*. 1. April 2012;27(4):625–9.
19. Whiteside LA. Surgical technique: Transfer of the anterior portion of the gluteus maximus muscle for abductor deficiency of the hip. *Clin Orthop Relat Res*. Februar 2012;470(2):503–10.
20. Drenckhahn D, Benninghoff A, Waschke J, Herausgeber. *Taschenbuch Anatomie*. 2. Aufl. München: Elsevier, Urban & Fischer; 2014. 582 S.
21. Paulsen F, Waschke J, Sobotta J, Herausgeber. *Allgemeine Anatomie und*

- Bewegungsapparat. 24. Auflage. München: Elsevier, Urban & Fischer; 2017. 469 S. (Sobotta - Atlas der Anatomie).
22. Netter FH, Herausgeber. Atlas der Anatomie. 6. Auflage. München: Elsevier, Urban & Fischer; 2015. 550 S.
23. Tsutsumi M, Nimura A, Akita K. The Gluteus Medius Tendon and Its Insertion Sites: An Anatomical Study with Possible Implications for Gluteus Medius Tears. *The Journal of Bone and Joint Surgery*. Januar 2019;101(2):177–84.
24. Pfirrmann CWA, 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*. November 2001;221(2):469–77.
25. Pauwels F. Atlas zur Biomechanik der gesunden und kranken Hüfte: Prinzipien, Technik und Resultate einer kausalen Therapie. Berlin: Springer Berlin Heidelberg; 2013.
26. Tschauer C, Aigner RM, Wirth C-J, Herausgeber. Becken, Hüfte: 114 Tabellen. Stuttgart: Thieme; 2004. 558 S. (Orthopädie und orthopädische Chirurgie [: das Standardwerk für Klinik und Praxis]).
27. Aumüller G, Aust G, Engele J, Kirsch J, Maio G, Mayerhofer A, Mense S, Reißig D. Anatomie. 2017.
28. Kagan A. Rotator cuff tears of the hip. *Clin Orthop Relat Res*. November 1999;(368):135–40.
29. Gottschalk F, Kourosch S, Leveau B. The functional anatomy of tensor fasciae latae and gluteus medius and minimus. 1989;11.
30. Akagi R, Takai Y, Ohta M, Kanehisa H, Kawakami Y, Fukunaga T. Muscle volume compared to cross-sectional area is more appropriate for evaluating muscle strength in young and elderly individuals. *Age and Ageing*. 1. September 2009;38(5):564–9.
31. Tonson A, Ratel S, Fur YL, Cozzone P, Bendahan D. Effect of Maturation on the Relationship between Muscle Size and Force Production: *Medicine & Science in Sports & Exercise*. Mai 2008;40(5):918–25.
32. Vadalà AP, Mazza D, Desideri D, Iorio R, Fedeli G, Scrivano M, Serlorenzi P,

Ferretti A. Could the tendon degeneration and the fatty infiltration of the gluteus medius affect clinical outcome in total hip arthroplasty? *International Orthopaedics* [Internet]. 18. Dezember 2019 [zitiert 2. Januar 2020]; Verfügbar unter: <http://link.springer.com/10.1007/s00264-019-04468-x>

33. Amaro A, Amado F, Duarte J, Appell H-J. Gluteus Medius Muscle Atrophy is Related to Contralateral and Ipsilateral Hip Joint Osteoarthritis. *International Journal of Sports Medicine*. Dezember 2007;28(12):1035–9.

34. Grimaldi A, Richardson C, Stanton W, Durbridge G, Donnelly W, Hides J. The association between degenerative hip joint pathology and size of the gluteus medius, gluteus minimus and piriformis muscles. *Manual Therapy*. Dezember 2009;14(6):605–10.

35. Lung K, Lui F. Anatomy, Abdomen and Pelvis, Superior Gluteal Nerve. In: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2020 [zitiert 30. April 2020]. Verfügbar unter: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK535408/>

36. Statistik zu Hüftoperationen nach Ländern [Internet]. Statista. [zitiert 30. April 2020]. Verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/182669/umfrage/hueftgelenksoperationen-in-ausgewaehlten-oecd-laendern/>

37. Post ZD, Orozco F, Diaz-Ledezma C, Hozack WJ, Ong A. Direct Anterior Approach for Total Hip Arthroplasty: Indications, Technique, and Results. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. September 2014;22(9):595–603.

38. Torklus D von, Hermann B. *Atlas operativer Zugangswege: Orthopädie & Unfallchirurgie*. 6. Aufl. München: Elsevier, Urban & Fischer; 2013. 280 S.

39. Martin CT, Pugely AJ, Gao Y, Clark CR. A Comparison of Hospital Length of Stay and Short-term Morbidity Between the Anterior and the Posterior Approaches to Total Hip Arthroplasty. *The Journal of Arthroplasty*. Mai 2013;28(5):849–54.

40. Matharu G, Thomas A, Pynsent P. Hip abductor re-attachment audited using a wire marker. *Acta Orthop Belg*. August 2011;77(4):494–6.

41. Pfirrmann CWA, Notzli HP, Dora C, Hodler J, Zanetti M. Abductor Tendons and Muscles Assessed at MR Imaging after Total Hip Arthroplasty in Asymptomatic and Symptomatic Patients. *Radiology*. Juni 2005;235(3):969–76.

42. Killampalli VV, Reading AD. Late instability of bilateral metal on metal hip resurfacings due to progressive local tissue effects. *Hip Int.* September 2009;19(3):287–91.
43. Dishkin-Paset JG, Salata MJ, Gross CE, Manno K, Shewman EF, Wang VM, Bush-Joseph CA, Nho SJ. A Biomechanical Comparison of Repair Techniques for Complete Gluteus Medius Tears. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery.* Oktober 2012;28(10):1410–6.
44. Bewyer D, Chen J. Gluteus medius tendon rupture as a source for back, buttock and leg pain: case report. *Iowa Orthop J.* 2005;25:187–9.
45. 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: *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation.* Oktober 2004;83(10):806–9.
46. Niethard FU, Pfeil J, Biberthaler P, Hoffmann M, Gusta M, Gusta P, Solodkoff C von, Solodkoff M von. *Orthopädie und Unfallchirurgie: 1135 Abbildungen.* 8., unveränderte Auflage. Stuttgart: Thieme; 2017. 670 S. (Duale Reihe).
47. Rath B, Eschweiler J, Beckmann J, Migliorini F, Alrawashdeh W, Tingart M. Revisionsendoprothetik der Hüfte. *Orthopäde.* 1. April 2019;48(4):315–21.
48. Rüdiger HA, Guillemin M, Latypova A, Terrier A. Effect of changes of femoral offset on abductor and joint reaction forces in total hip arthroplasty. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery.* November 2017;137(11):1579–85.
49. Dorn U, Landauer F, Hofstaedter T. Gluteussehnensyndrom. *Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie.* 28. Juni 2016;154(03):307–20.
50. Neumann A. Liefert das Röntgenbild Hinweise auf Tendinopathien der Hüftabduktoren im MRT? *Radiologe.* 1. März 2011;51(3):167–8.
51. Engelken F, Wassilew GI, Köhlitz T, Brockhaus S, Hamm B, Perka C, Diederichs G. Assessment of Fatty Degeneration of the Gluteal Muscles in Patients With THA Using MRI: Reliability and Accuracy of the Goutallier and Quartile Classification Systems. *The Journal of Arthroplasty.* Januar 2014;29(1):149–53.
52. Hoffmann A, Pfirrmann CWA. The hip abductors at MR imaging. *European Journal*

of Radiology. Dezember 2012;81(12):3755–62.

53. Caviglia H, Cambiaggi G, Vattani N, Landro ME, Galatro G. Lesion of the hip abductor mechanism. SICOT-J. 2016;2:29.

54. Rao BM, Kamal TT, Vafaye J, Taylor L. Surgical repair of hip abductors. A new technique using Graft Jacket[®] allograft acellular human dermal matrix. International Orthopaedics (SICOT). 1. Oktober 2012;36(10):2049–53.

55. Whiteside LA. Surgical technique: Gluteus maximus and tensor fascia lata transfer for primary deficiency of the abductors of the hip. Clin Orthop Relat Res. Februar 2014;472(2):645–53.

56. Whiteside LA, Nayfeh T, Katerberg BJ. Gluteus maximus flap transfer for greater trochanter reconstruction in revision THA. Clin Orthop Relat Res. Dezember 2006;453:203–10.

57. Fehm MN, Huddleston JI, Burke DW, Geller JA, Malchau H. Repair of a Deficient Abductor Mechanism with Achilles Tendon Allograft After Total Hip Replacement: The Journal of Bone and Joint Surgery-American Volume. Oktober 2010;92(13):2305–11.

58. Di Martino A, Geraci G, Stefanini N, Perna F, Mazzotti A, Ruffilli A, Faldini C. Surgical repair for abductor lesion after revision total hip arthroplasty: a systematic review. HIP International. 28. November 2019;112070001988886.

59. Missouri Bone & Joint Research Foundation - Staff [Internet]. [zitiert 1. April 2020]. Verfügbar unter: <https://www.mobojo.org/index.php?display=staff>

60. Deutsche Schmerzgesellschaft, Kopf A, Herausgeber. Basisbuch Q14 Schmerzmedizin: Lehrbuch für das Querschnittfach Schmerzmedizin nach der neuen AO ; (für die Adhoc Kommission Studienordnungen der Deutschen Schmerzgesellschaft e.V.). Beschlossen am 29.09.2015 durch das Präsidium der Deutschen Schmerzgesellschaft e.V. Berlin: Deutsche Schmerzgesellschaft; 2015. 163 S.

61. Harris W. Traumatic Arthritis of the Hip after Dislocation and Acetabular Fractures: Treatment by Mold Arthroplasty AN END-RESULT STUDY USING A NEW METHOD OF RESULT EVALUATION. The Journal of Bone & Joint Surgery. Juni 1969;51(4):737–55.

62. Nilsson A, Bremander A. Measures of hip function and symptoms: Harris Hip Score (HHS), Hip Disability and Osteoarthritis Outcome Score (HOOS), Oxford Hip Score

(OHS), Lequesne Index of Severity for Osteoarthritis of the Hip (LISOH), and American Academy of Orthopedic Surgeons (AAOS) Hip and Knee Questionnaire. *Arthritis Care & Research*. 1. November 2011;63(S11):S200–7.

63. Gänsslen A, Müller M, Nerlich M, Herausgeber. *Azetabulumfrakturen* [Internet]. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2016 [zitiert 7. Mai 2020]. Verfügbar unter: <http://www.thieme-connect.de/products/ebooks/book/10.1055/b-003-128233>

64. Rand Health Care. 36-Item Short Form Survey from the RAND Medical Outcomes Study [Internet]. [zitiert 25. August 2019]. Verfügbar unter: https://www.rand.org/health-care/surveys_tools/mos/36-item-short-form.html

65. Stewart AL, Ware JE, Herausgeber. *Measuring functioning and well-being: the medical outcomes study approach*. Durham: Duke University Press; 1992. 449 S.

66. Segen's Medical Dictionary. Medical outcomes study | definition of medical outcomes study by Medical dictionary [Internet]. [zitiert 25. August 2019]. Verfügbar unter: <https://medical-dictionary.thefreedictionary.com/medical+outcomes+study>

67. Bellach B-M, Ellert U, Radoschewski M. Der SF-36 im Bundes-Gesundheitssurvey. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz*. 15. März 2000;43(3):210–6.

68. Taft C, Karlsson J, Sullivan M. Do SF-36 summary component scores accurately summarize subscale scores? *Quality of Life Research*. 1. Juni 2001;10(5):395–404.

69. Stieglitz R-D, Bullinger, M. & Kirchberger, I. (1998). SF-36. Fragebogen zum Gesundheitszustand. Göttingen: Hogrefe. Preis DM 298,-. *Zeitschrift für Klinische Psychologie und Psychotherapie*. April 1999;28(2):143–5.

70. Ware JE, Sherbourne CD. The MOS 36-Item Short-Form Health Survey (SF-36): I. Conceptual Framework and Item Selection. *Medical Care*. Juni 1992;30(6):473–83.

71. Reiser M, Bartenstein P, Herausgeber. *Radiologie: 110 Tabellen*. 3., vollst. überarb. und erw. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2011. 728 S. (Duale Reihe).

72. The Medical Imaging Interaction Toolkit (MITK) - mitk.org [Internet]. [zitiert 1. Januar 2020]. Verfügbar unter: [http://mitk.org/wiki/The_Medical_Imaging_Interaction_Toolkit_\(MITK\)](http://mitk.org/wiki/The_Medical_Imaging_Interaction_Toolkit_(MITK))

73. Goutallier D, Postel JM, Bernageau J, Lavau L, Voisin MC. Fatty muscle degeneration in cuff ruptures. Pre- and postoperative evaluation by CT scan. Clin Orthop Relat Res. Juli 1994;(304):78–83.
74. Bortz J, Lienert GA. Kurzgefasste Statistik für die klinische Forschung: Leitfaden für die verteilungsfreie Analyse kleiner Stichproben ; mit 97 Tabellen sowie zahlreichen Formeln. 3., aktualisierte und bearb. Aufl. Heidelberg: Springer Medizin; 2008. 458 S. (Springer-Lehrbuch Bachelor, Master).
75. Korrelation nach Bravais-Pearson [Internet]. Universität Zürich; [zitiert 16. Mai 2020]. Verfügbar unter: https://www.methodenberatung.uzh.ch/de/datenanalyse_spss/zusammenhaenge/korrelation.html
76. Cohen J. A power primer. Psychological Bulletin. 1992;112(1):155–9.
77. Ricciardi BF, Henderson PW, McLawhorn AS, Westrich GH, Bostrom MP, Gayle LB. Gluteus Maximus Advancement Flap Procedure for Reconstruction of Posterior Soft Tissue Deficiency in Revision Total Hip Arthroplasty. Orthopedics. 1. Mai 2017;40(3):e495–500.
78. Boettner F, Cross MB, Nam D, Kluthe T, Schulte M, Goetze C. Functional and Emotional Results Differ After Aseptic vs Septic Revision Hip Arthroplasty. HSS Journal ®. Oktober 2011;7(3):235–8.
79. Ethgen O, Bruyère O, Richy F, Dardennes C, Reginster J-Y. Health-Related Quality of Life in Total Hip and Total Knee Arthroplasty: A Qualitative and Systematic Review of the Literature. JBJS [Internet]. 2004;86(5). Verfügbar unter: https://journals.lww.com/jbjsjournal/Fulltext/2004/05000/Health_Related_Quality_of_Life_in_Total_Hip_and.12.aspx
80. Rietbergen L, Kuiper JWP, Walgrave S, Hak L, Colen S. Quality of Life after Staged Revision for Infected Total Hip Arthroplasty: A Systematic Review. HIP International. 25. Juli 2016;26(4):311–8.

6. Anhang

Case Report Form – Whiteside-Plastik

Identifikationsnummer: _____

Datum: __.__.____

Nachname, Vorname: _____

Geburtsdatum: __.__.____

Geschlecht: m w

Größe: ____ cm

Gewicht: ____ kg

Welche Seite wurde operiert ? rechts links

Wie oft wurden Sie an der betroffenen Hüfte operiert ? ____

Schmerzen: (Bitte setzen Sie für jede Frage nur ein Kreuz)

Schmerzen in den letzten 7 Tagen anhand der NRS (Numerische Rating Skala):

keine Schmerzen 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 stärkste vorstellbare Schmerzen

Wie stark sind Ihre Schmerzen ?

- keine oder ignorierbare Schmerzen
- schwach, selten auftretend, ohne Einschränkungen im Alltag
- gering, gelegentliche Einnahme von Schmerzmedikamenten, ohne Einschränkung im Alltag
- erträglich, häufige Einnahme von Schmerzmedikamenten, Einschränkung im Alltag
- stark, erhebliche Einschränkung im Alltag
- sehr stark, Schmerzen in Ruhe (z.B. im Bett)

Wann haben Sie Schmerzen ?

(mehrere Nennungen möglich)

- beim Treppenabsteigen
- beim Treppenaufsteigen
- Ruheschmerz
- Anlaufschmerz

ADL (Aktivitäten des täglichen Lebens): (Bitte setzen Sie für jede Frage nur ein Kreuz)

Wie können Sie Treppen steigen ?

- normal, ohne Benutzung eines Geländers
- mit Benutzung eines Geländers
- nur mit Hilfsmitteln (z.B. Handstock oder Gehstütze)
- nicht möglich

Wie können Sie sitzen ?

- bequem für eine Stunde
- bequem für 30 Minuten auf einem hohen Stuhl
- bequemes Sitzen ist nicht möglich

Wie ist Ihnen das Anziehen von Schuhen und Strümpfen möglich ?

- leicht möglich
- schwierig möglich
- nicht möglich

Können Sie öffentliche Verkehrsmittel nutzen ?

- Ja
- Nein

Wie weit können Sie gehen ?

- unbegrenzt
- 2 Kilometer
- 200 bis 500 Meter
- nur in der Wohnung
- nur zwischen Bett und Stuhl

Wie weit können Sie ohne Schmerzen Gehen ?

- unbegrenzt
- 2 Kilometer
- 200 bis 500 Meter
- nur in der Wohnung
- nur zwischen Bett und Stuhl

Welche Hilfsmittel benutzen Sie beim Gehen ?

- kein Hilfsmittel
- ein Handstock für lange Gehstrecken
- ein Handstock für die meiste Zeit
- eine Unterarmgehstütze
- zwei Handstöcke oder Rollator
- zwei Unterarmgehstützen oder gehunfähig

allgemeiner Gesundheitszustand: (Bitte setzen Sie für jede Frage nur ein Kreuz)**Wie würden Sie Ihren Gesundheitszustand im Allgemeinen beschreiben ?**

- ausgezeichnet
- sehr gut
- gut
- weniger gut
- schlecht

Im Vergleich zum vergangenen Jahr, wie würden Sie Ihren derzeitigen Gesundheitszustand beschreiben ?

- viel besser als vor einem Jahr
- etwas besser als vor einem Jahr
- etwa wie vor einem Jahr
- etwas schlechter als vor einem Jahr
- viel schlechter als vor einem Jahr

Hatten Sie in den vergangenen 4 Wochen auf Grund Ihrer körperlichen Gesundheit irgendwelche Schwierigkeiten bei der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause ?

Schwierigkeiten:	Ja	Nein
Ich konnte nicht so lange wie üblich tätig sein	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich habe weniger geschafft als ich wollte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich konnte nur bestimmte Dinge tun	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich hatte Schwierigkeiten bei der Ausführung (z.B. musste ich mich besonders anstrengen)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Hatten Sie in den vergangenen 4 Wochen auf Grund seelischer Probleme irgendwelche Schwierigkeiten bei der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause (z.B. weil Sie sich niedergeschlagen oder ängstlich fühlten) ?

Schwierigkeiten:	Ja	Nein
Ich konnte nicht so lange wie üblich tätig sein	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich habe weniger geschafft als ich wollte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich konnte nicht so sorgfältig wie üblich arbeiten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Sind Sie durch Ihren derzeitigen Gesundheitszustand bei den folgenden Tätigkeiten eingeschränkt ?

Tätigkeiten:	Ja, stark eingeschränkt	Ja, etwas eingeschränkt	Nein, gar nicht eingeschränkt
anstrengende Tätigkeit, z.B. schnell laufen, schwere Dinge heben, anstrengenden Sport treiben	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
mittelschwere Tätigkeiten, z.B. einen Tisch verschieben, staubsaugen, kegeln, Golf	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Einkaufstaschen heben/tragen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
mehrere Treppenabsätze Steigen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
einen Treppenabsatz steigen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
sich beugen, knien, bücken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
mehr als 1 km zu Fuß gehen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
mehrere Straßenkreuzungen weit zu Fuß gehen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
eine Straßenkreuzung weit zu Fuß gehen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
sich baden oder anziehen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Wie sehr haben Ihre körperliche Gesundheit oder seelischen Probleme in den vergangenen 4 Wochen Ihre normalen Kontakte zu Familienangehörigen, Freunden, Nachbarn oder zum Bekanntenkreis beeinträchtigt ?

- überhaupt nicht
- etwas
- mäßig
- ziemlich
- sehr

Wie stark waren Ihre Schmerzen in den vergangenen 4 Wochen ?

- keine Schmerzen
- sehr leicht
- leicht
- mäßig
- stark
- sehr stark

Inwieweit haben die Schmerzen Sie in den vergangenen 4 Wochen bei der Ausübung Ihrer Alltagstätigkeiten zu Hause und im Beruf behindert ?

- überhaupt nicht
- ein bisschen
- mäßig
- ziemlich
- sehr

In diesen Fragen geht es darum, wie Sie sich fühlen und wie es Ihnen in den vergangenen 4 Wochen gegangen ist. Wie oft waren Sie in den vergangenen 4 Wochen...

Befinden:	Immer	meistens	ziemlich oft	manchmal	selten	nie
...voller Schwung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
...sehr nervös	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
...so niedergeschlagen, dass Sie nichts aufheitern konnte ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
...ruhig und Gelassen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
...voller Energie ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
...entmutigt und traurig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
...erschöpft	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
...glücklich	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
...müde	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Wie häufig haben Ihre körperliche Gesundheit oder seelischen Probleme in den vergangenen 4 Wochen Ihre Kontakte zu anderen Menschen (Besuche bei Freunden, Verwandten etc.) beeinträchtigt ?

- immer
- meistens
- manchmal
- selten
- nie

Wie würden Sie Ihren derzeitigen Gesundheitszustand beschreiben ?

- sehr gut
- gut
- mittelmäßig
- schlecht
- sehr schlecht

Inwieweit trifft jede der folgenden Aussagen auf Sie zu ?

Aussagen:	trifft ganz zu	trifft weitgehend zu	weiß nicht	trifft weitgehend nicht zu	trifft überhaupt nicht zu
Ich scheine etwas leichter als andere krank zu werden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich bin genauso gesund wie alle anderen, die ich kenne	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich erwarte, dass meine Gesundheit nachlässt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich erfreue mich ausgezeichneter Gesundheit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Patientenzufriedenheit:

Wie zufrieden sind Sie mit dem Ergebnis (Bewertung mit Schulnoten) ?

1 2 3 4 5

Würden Sie die OP ein zweites Mal machen lassen ?

- Ja Nein

Klinische Untersuchung: (wird vom Studienarzt ausgefüllt)

Gangbild des Patienten:

- kein Hinken
- leichtes Hinken
- mäßiges Hinken
- schweres Hinken oder gehunfähig

Beinlängendifferenz:

_____ cm

aktive ROM:

Extension/Flexion ___/___/___
Abduktion/Adduktion ___/___/___
Innenrotation/Außenrotation ___/___/___

Trendelenburg-Zeichen:

- positiv negativ

Gehstrecke ohne Hinken:

_____ m

Druckschmerz über Trochanter major:

- Ja Nein

passive ROM:

___/___/___
___/___/___
___/___/___

Kraftgrade nach Janda (Hüftabduktion):

- 0/5 (keine erkennbare Muskelkontraktion)
- 1/5 (erkennbare Reaktion, keine Bewegung)
- 2/5 (Bewegung in vollem Umfang ohne Schwerkraft)
- 3/5 (Bewegung in vollem Umfang gegen die Schwerkraft)
- 4/5 (Bewegung in vollem Umfang gegen einen leichten Widerstand)
- 5/5 (Bewegung in vollem Umfang gegen einen starken Widerstand)

Nebenerkrankungen:

Sonstiges:

7. Eidesstattliche Versicherung

„Ich, Katrin Theobald, versichere an Eides statt durch meine eigenhändige Unterschrift, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema: „Klinisches Outcome nach Whiteside-Plastik zur Therapie der pelvitrochanteren Insuffizienz; Clinical outcome of the gluteus maximus flap transfer by L.A. Whiteside in the therapy of abductor deficiency“ selbstständig und ohne nicht offengelegte Hilfe Dritter verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel genutzt habe.

Alle Stellen, die wörtlich oder dem Sinne nach auf Publikationen oder Vorträgen anderer Autoren/innen beruhen, sind als solche in korrekter Zitierung kenntlich gemacht. Die Abschnitte zu Methodik (insbesondere praktische Arbeiten, Laborbestimmungen, statistische Aufarbeitung) und Resultaten (insbesondere Abbildungen, Graphiken und Tabellen) werden von mir verantwortet.

Meine Anteile an etwaigen Publikationen zu dieser Dissertation entsprechen denen, die in der untenstehenden gemeinsamen Erklärung mit dem/der Erstbetreuer/in, angegeben sind. Für sämtliche im Rahmen der Dissertation entstandenen Publikationen wurden die Richtlinien des ICMJE (International Committee of Medical Journal Editors; www.icmje.org) zur Autorenschaft eingehalten. Ich erkläre ferner, dass ich mich zur Einhaltung der Satzung der Charité – Universitätsmedizin Berlin zur Sicherung Guter Wissenschaftlicher Praxis verpflichte.

Weiterhin versichere ich, dass ich diese Dissertation weder in gleicher noch in ähnlicher Form bereits an einer anderen Fakultät eingereicht habe.

Die Bedeutung dieser eidesstattlichen Versicherung und die strafrechtlichen Folgen einer unwahren eidesstattlichen Versicherung (§§156, 161 des Strafgesetzbuches) sind mir bekannt und bewusst.“

Datum, Unterschrift der Doktorandin

8. Lebenslauf

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.

9. Danksagung

Ich bedanke mich bei Herrn PD Dr. med. Matthias Pumberger und Herrn Univ.-Prof. Dr. med. Carsten Perka für die Überlassung des Themas und Möglichkeit zur Bearbeitung einer wissenschaftlichen Problematik. Besonders Herrn PD Dr. med. Matthias Pumberger möchte ich auch für die wissenschaftliche Unterstützung bei der Umsetzung dieser Arbeit danken.

Weiterhin möchte ich mich bei dem Team des Centrums für Muskuloskeletale Chirurgie, insbesondere bei Herrn Dr. med. Sebastian Hardt für die herzliche und hilfsbereite Betreuung sowie bei Herrn Dr. med. Paul Ruckstuhl für die konstruktive Unterstützung und stetige Motivation zur kritischen Auseinandersetzung mit meiner wissenschaftlichen Arbeit bedanken.

Mein weiterer Dank gilt der Klinik für Radiologie, insbesondere Herrn Dr. med. Günther Engel, für die Hilfestellung bei der Auswertung der radiologischen Parameter und die kollegiale Zusammenarbeit.

Zudem möchte ich mich bei dem Team der orthopädischen Ambulanz bedanken, das mich tatkräftig bei der Organisation der Patient*innen unterstützt hat.

Weiterhin bedanke ich mich auch bei allen Patient*innen für die Zeit und ihr Entgegenkommen im Zusammenhang mit der durchgeführten Studie.

Mein besonderer Dank gilt meinen Eltern für den bedingungslosen Rückhalt und die kontinuierliche Unterstützung, die mir einen freiheitlichen Lebensweg und die sorgenfreie Umsetzung dieser Arbeit ermöglicht hat.

Zuletzt möchte ich meinem ständigen Wegbegleiter für den kontinuierlichen medizinischen Austausch und den emotionalen Rückhalt zutiefst danken.

10. Bescheinigung des Statistikers



CharitéCentrum für Human- und Gesundheitswissenschaften

Charité | Campus Charité Mitte | 10117 Berlin

Institut für Biometrie und Klinische Epidemiologie (iBikE)

Direktor: Prof. Dr. Geraldine Rauch

Postanschrift:
Charitéplatz 1 | 10117 Berlin
Besucheranschrift:
Reinhardtstr. 58 | 10117 Berlin

Tel. +49 (0)30 450 562171
geraldine.rauch@charite.de
<https://biometrie.charite.de/>



Name, Vorname: Theobald, Katrin
Matrikelnummer:
PromotionsbetreuerIn: PD. Dr. med. Matthias Pumberger
**Promotionsinstitution/Klinik: Klinik für Orthopädie/CMSC -
Centrum für muskuloskeletale Chirurgie**

Bescheinigung

Hiermit bescheinige ich, dass Frau Katrin Theobald innerhalb der Service Unit Biometrie des Instituts für Biometrie und Klinische Epidemiologie (iBikE) bei mir eine statistische Beratung zu einem Promotionsvorhaben wahrgenommen hat. Folgende Beratungstermine wurden wahrgenommen:

- Termin 1: 02.08.2019
- Termin 2: 08.11.2019

Folgende wesentliche Ratschläge hinsichtlich einer sinnvollen Auswertung und Interpretation der Daten wurden während der Beratung erteilt:

- Graphische Darstellung der Individualdaten.
- Verwendung und Interpretation nicht-parametrischer Tests aufgrund der geringen Fallzahl.

Diese Bescheinigung garantiert nicht die richtige Umsetzung der in der Beratung gemachten Vorschläge, die korrekte Durchführung der empfohlenen statistischen Verfahren und die richtige Darstellung und Interpretation der Ergebnisse. Die Verantwortung hierfür obliegt allein dem Promovierenden. Das Institut für Biometrie und Klinische Epidemiologie übernimmt hierfür keine Haftung.

Datum: 02.12.2019

Name des Beraters: Dario Zocholl



Unterschrift BeraterIn, Institutsstempel