

Aus der Universitätsklinik für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde Tübingen

Tübingen

Abteilung Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie

**Entnahmemorbidity beim mikrochirurgisch
anastomosierten Anterior Lateral Thigh (ALT)-Lappen**

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades

der Zahnheilkunde

der Medizinischen Fakultät

der Eberhard Karls Universität

zu Tübingen

vorgelegt von

Weise, Hannes Christoph

2018

Dekan: Professor Dr. I. B. Autenrieth
1. Berichterstatter: Professor Dr. Dr. S. Reinert
2. Berichterstatter: Privatdozent Dr. A. Ateschrang

Tag der Disputation: 21.06.2018

Meinen lieben Eltern und
meiner lieben Frau

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
1.1	Freie Lappenersatzplastiken im Kopf-Hals-Gebiet.....	1
1.2	Anatomie des ALT-Lappens.....	2
1.3	Lappenhebung	3
2	Fragestellung und Zielsetzung	10
3	Patienten und Methodik.....	11
3.1	Patienten.....	11
3.2	Untersuchungsprotokoll	12
3.2.1	Datenschutzerklärung und Einwilligung.....	12
3.2.2	Patientenanamnese und Fragebogen.....	12
3.2.3	Sensibilitätsmessung an der Entnahmestelle	13
3.2.4	Narbenbeurteilung.....	14
3.2.5	Fotodokumentation	16
3.2.6	Messung des Bewegungsumfangs.....	16
3.2.7	Umfangsmessung am Oberschenkel	16
3.2.8	Manuelle Kraftmessung am Oberschenkel.....	16
3.2.9	Isokinetische Kraftdiagnostik	17
4	Ergebnisse.....	21
4.1	Patientendaten	21
4.2	Operationsindikation	21

4.3	Lappentnahmeregion	22
4.4	Wundverschluss Entnahmeregion	23
4.5	Verlauf der Perforatoren	23
4.6	Ergebnisse Patientenanamnese und Fragebogen	23
4.6.1	Schmerzen Entnahmestelle	23
4.6.2	Bewegungseinschränkungen.....	23
4.6.3	Einschränkung im Alltag	24
4.6.4	Ästhetik.....	24
4.7	Narbe	25
4.8	Funktionsmessungen	27
4.8.1	Sensibilitätsmessung.....	27
4.8.2	Umfangmessung am Oberschenkel	27
4.8.3	Bewegungsumfang (Range of motion).....	28
4.8.4	Manuelle Kraftmessung	28
4.8.5	Isokinetische Kraftmessung.....	28
5	Diskussion	35
5.1	Patientenanamnese und Fragebogen	36
5.1.1	Schmerzen an der Entnahmestelle	36
5.1.2	Bewegungseinschränkungen und Einschränkungen im Alltag	37
5.1.3	Ästhetik und Narbe.....	37
5.1.4	Sensibilitätsmessung.....	38
5.1.5	Entnahmemorbidität.....	39

5.1.6	Indikation und Wertung von vergleichbaren Lappenplastiken.....	42
6	Schlussfolgerung.....	44
7	Literaturverzeichnis	45
8	Erklärung zum Eigenanteil der Dissertationsschrift	50
9	Anhang.....	51
9.1	Abbildungsverzeichnis.....	51
9.2	Tabellenverzeichnis	53
10	Danksagung.....	54
11	Curriculum vitae.....	55

Abkürzungsverzeichnis

A.	Arteria
Abb.	Abbildung
ALT-Flap	Anterolateral thigh flap
AO	Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen
AVM	Arterio-venöse Malformation
BRONJ	Bisphosphonate-Related Osteonecrosis of the Jaw
bzw.	beziehungsweise
cm	Zentimeter
EORTC	European Organisation for Research and Treatment of Cancer
et al.	et alii, et aliae
g	Gramm
M.	Musculus
mm	Millimeter
N.	Nervus
Nm	Newtonmeter
ROM	Range of motion
sec	Sekunden
Tab.	Tabelle
VSS	Vancouver Scar Scale

1 Einleitung

1.1 Freie Lappenersatzplastiken im Kopf-Hals-Gebiet

Die Notwendigkeit von Lappenersatzplastiken im Kopf-Hals-Gebiet ergibt sich aus einer Vielzahl von Erkrankungen und Verletzungen. Maligne Erkrankungen stellen dabei die Hauptindikation dar, aber auch Traumen, Entzündungen oder vaskuläre Anomalien können Gründe für die Notwendigkeit eines Gewebetransfers sein. Neben dem primären Ziel der Defektdeckung sind die ästhetische und funktionelle Wiederherstellung beim freien Gewebetransfer von entscheidender Bedeutung [9,14,53].

Als ideale Eigenschaften eines Weichgewebstransplantats für Rekonstruktionen im Kopf-Hals-Bereich gelten neben der Möglichkeit, die Entnahme des Transplantats zeitgleich zur Resektion durchzuführen, eine geringe Entnahmemorbidität, eine gleichbleibende Anatomie als Voraussetzung für eine leichte und sichere Präparation des Lappens, ausreichende Gewebedicke, ein kalibrierstarker und langer Gefäßstiel und die Option, verschiedene Gewebearten in das Transplantat einzubeziehen sowie die Möglichkeit einer sensiblen Reinnervierung [13,20]. Der anterolaterale Oberschenkelappen (ALT-flap), der 1984 von Song et al. beschrieben wurde und der seither vielfach als Gewebeersatz für Weichteildefekte im Kopf-Hals-Gebiet eingesetzt wird, bietet diese Eigenschaften mit Ausnahme der gleichbleibenden Anatomie [13,27,28,50,60].

Der ALT-Lappen kann aufgrund der Anpassung von Transplantatdicke und -volumen an das individuelle Defektausmaß universell als Weichgewebersatz eingesetzt werden [26–28,56,58]. Seit seiner Erstbeschreibung durch Song et al. 1984 hat sich der ALT-Lappen zu einem der bevorzugten freien Transplantate für Weichgewebersatz im Kopf-Hals-Bereich entwickelt [50]. Aufgrund der variablen Gefäßanatomie mit septokutanen und muskulokutanen Perforatoren stellt der ALT-Lappen bei der Präparation eine Herausforderung dar. In vorherigen Studien hat sich gezeigt, dass die überwiegende Mehrheit der Gefäße einen transmuskulären Verlauf nimmt [23,24,26,42,59,60].

1.2 Anatomie des ALT-Lappens

Der ALT-Lappen liegt auf der Achse des intermuskulären Septums, welches den M. rectus femoris und M. vastus lateralis trennt. Die arterielle Versorgung erfolgt durch den R. descendens der A. circumflexa femoris lateralis, die im Trigonum femorale aus der A. profunda femoris entspringt. Die A. circumflexa femoris teilt sich in den R. ascendens, den R. transversus und Ramus descendens. Der R. descendens ist der längste und dickste Ast der A. circumflexa femoris lateralis und zieht tief in das Septum intermusculare zwischen M. rectus femoris und M. vastus lateralis, zum Teil auch in den Musculus rectus femoris. Gemeinsam mit dem R. descendens verlaufen zwei Begleitvenen und ein motorischer Ast des N. femoralis, der den M. vastus lateralis innerviert. Die Perforatoren, die den ALT-Lappen versorgen, gehen aus dem R. descendens der A. circumflexa femoris lateralis hervor und können entweder einen septokutanen oder einen muskulokutanen Verlauf aufweisen. In 80 % der Fälle zeigt sich ein transmuskulärer Verlauf [23]. Bei einem septalen Verlauf der Perforatoren ziehen die Gefäße durch das Septum intermusculare, durchdringen die Fascia lata und versorgen das Subkutangewebe und die Haut am lateralen Oberschenkel. Beim transmuskulären Verlauf durchdringen die Perforatoren den M. vastus lateralis und ziehen dann durch die Oberschenkelfaszie zur Haut. Der Gefäßstiel des ALT-Lappens weist eine Länge von ca. 10 cm auf. Der Durchmesser der Arterie kann zwischen 1 und 2 mm variieren, je nach Höhe der Absetzung des Gefäßstiels. Die Venen weisen einen etwas höheren Innendurchmesser auf. Der Lappen kann durch einen R. cutaneus lateralis des N. femoris sensibel versorgt werden [4,42,59,60].

1.3 Lappenhebung

Zur Orientierung bei der Lappenhebung wird eine Linie zwischen der Spina iliaca anterior superior und dem lateralen Patellarand gezogen. Das Septum musculare, das M. vastus lateralis und M. rectus femoris trennt, und ebenso auch ein Großteil der hautversorgenden Perforatoren verläuft entlang dieser Verbindungslinie in der Tiefe. Medial der Verbindungslinie wird zudem eine Markierung für die Hautinzision angezeichnet (Abb. 1).

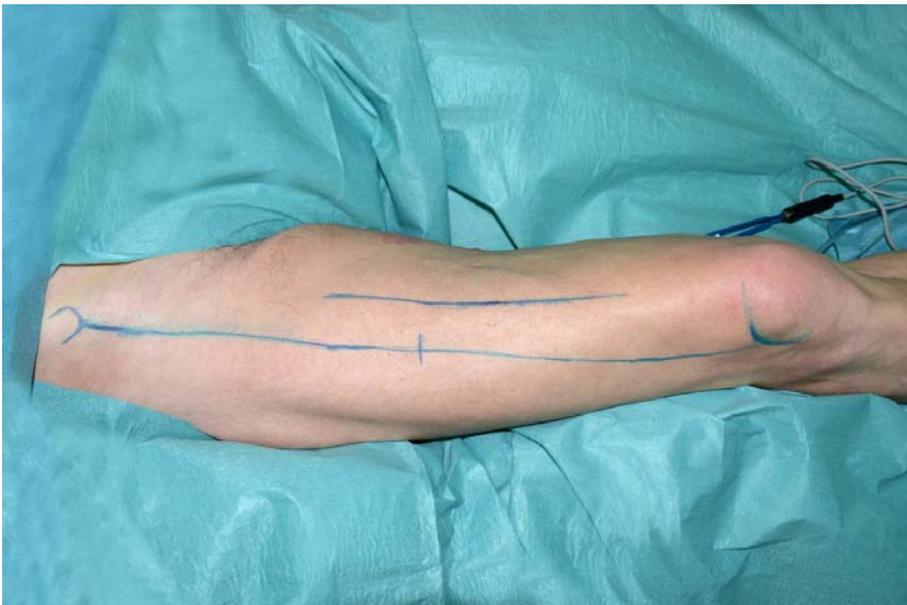


Abbildung 1: Anzeichnung der anatomischen Landmarken

Anschließend wird die Verbindungslinie zur besseren Orientierung gedrittelt. Die Perforatoren, die den ALT-Lappen versorgen, verlaufen in der Regel im medialen Drittel bzw. am Übergang des medialen zum distalen Drittel (Abb. 2). Bei der Lappenhebung muss diesem Gebiet besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden, um die Perforatorgefäße bei der Präparation nicht zu verletzen.



Abbildung 2: Markierung des zu erwartenden Austrittspunktes der Perforatorgefäße, Ansicht von lateral

Die Hautinzision erfolgt medial des Lappenstiels entlang der eingezeichneten Inzisionslinie (Abb.3).



Abbildung 3: Hautinzision, Ansicht von lateral

Im Anschluss daran wird die Fascia lata entlang des M. rectus femoris durchtrennt und es erfolgt die subfasziale Präparation von medial nach lateral mit Identifikation des Perforators (Abb. 4).

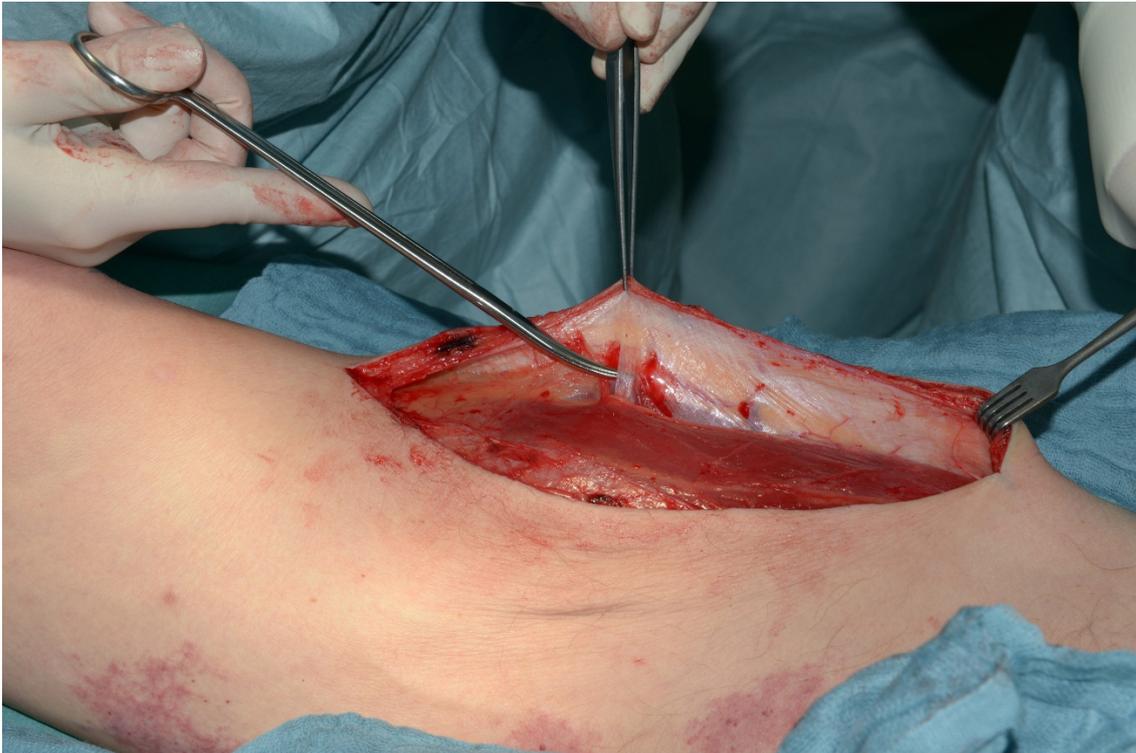


Abbildung 4: subfasziale Präparation, Ansicht von medial

Es folgt sodann die Verlängerung der Schnittführung nach kranial und kaudal, um einen optimalen Zugang zum Gefäßstiel zu erhalten. Danach werden Haltefäden im Bereich des Lappenrandes eingebracht, danach die Hauptperforatoren dargestellt und diese mittels Vessel-Loop markiert (Abb. 5).

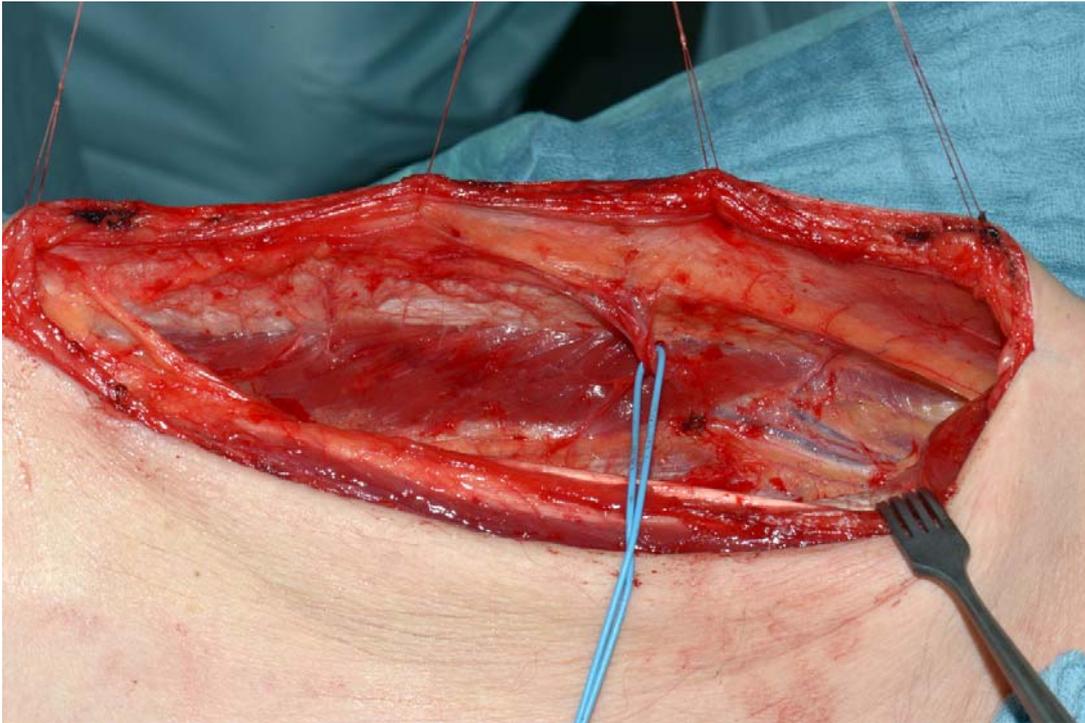


Abbildung 5: Markierung der Perforatorgefäße

Es folgt die stumpfe Separation des M. rectus femoris und des M. tensor fasciae latae. Durch Zurückziehen des M. rectus femoris nach medial wird der Gefäßstiel sichtbar. Das Septum intermusculare wird daraufhin am lateralen Rand des M. rectus femoris eröffnet. Bei myokutanem Verlauf der Perforatoren treten die Gefäße am vorderen Rand des M. vastus lateralis aus diesem heraus. Der Gefäßstiel wird nun weiter in die Tiefe verfolgt (Abb. 6).

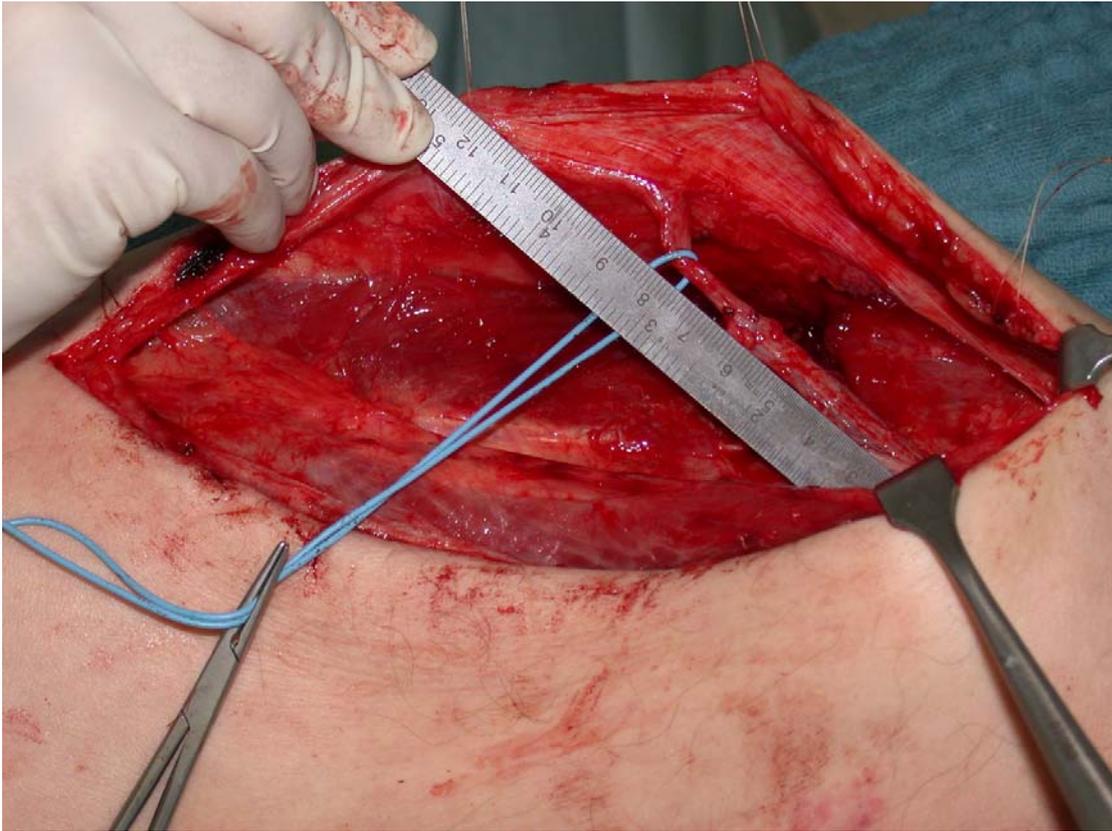


Abbildung 6: Ausmessen der Gefäßstiellänge

Im Falle eines muskulokutanen Verlaufs ist eine Durchtrennung des M. vastus lateralis erforderlich. Nun erfolgt die weitere Präparation des Gefäßes bis zur A. circumflexa lateralis. Aufgrund der engen Lagebeziehung motorischer Äste des N. femoris kann sich bei der Präparation der Gefäße die Notwendigkeit ergeben, Anteile des motorischen Astes zu opfern (Abb. 7). Nach vollständiger Freipräparation des Gefäßstiels erfolgt nun das Umschneiden des Transplantats (Abb. 8 & 9).

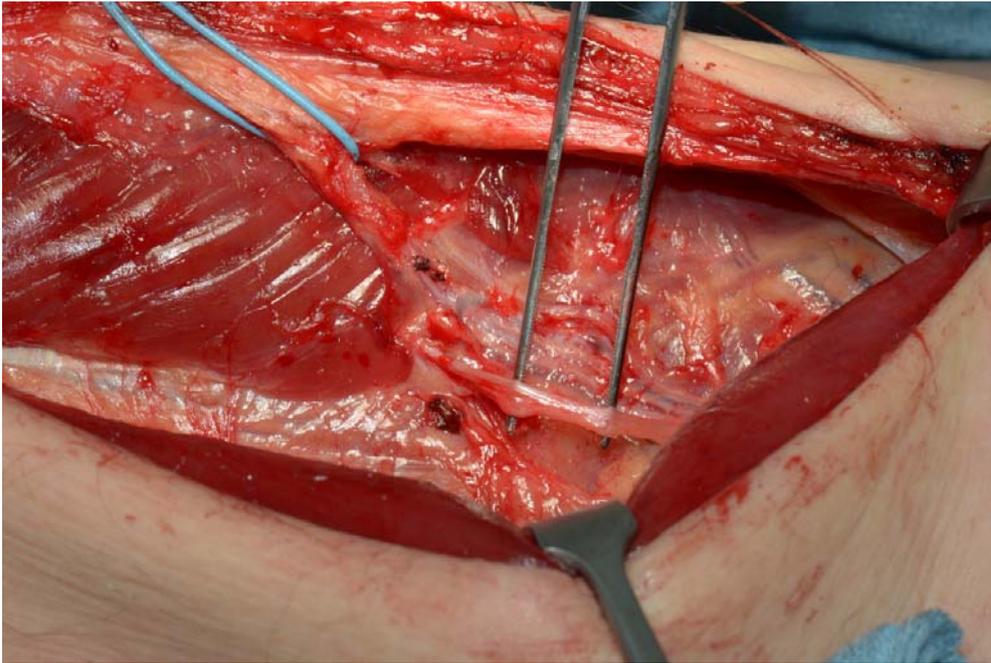


Abbildung 7: Motorischer Ast des N. femoralis

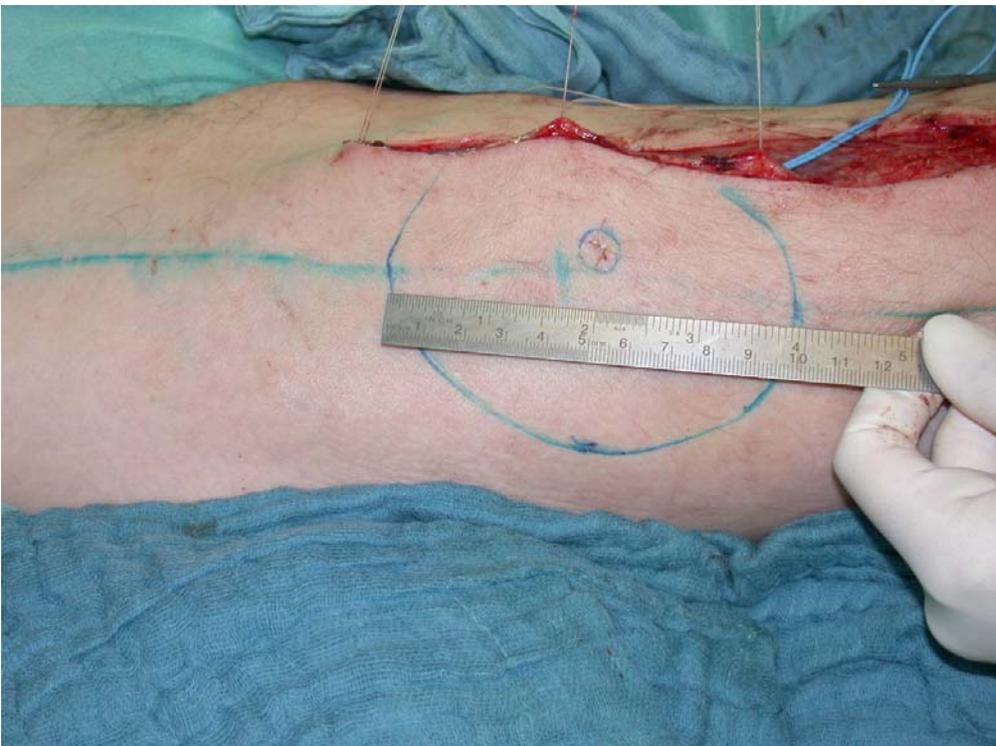


Abbildung 8: Festlegen der Lappengröße

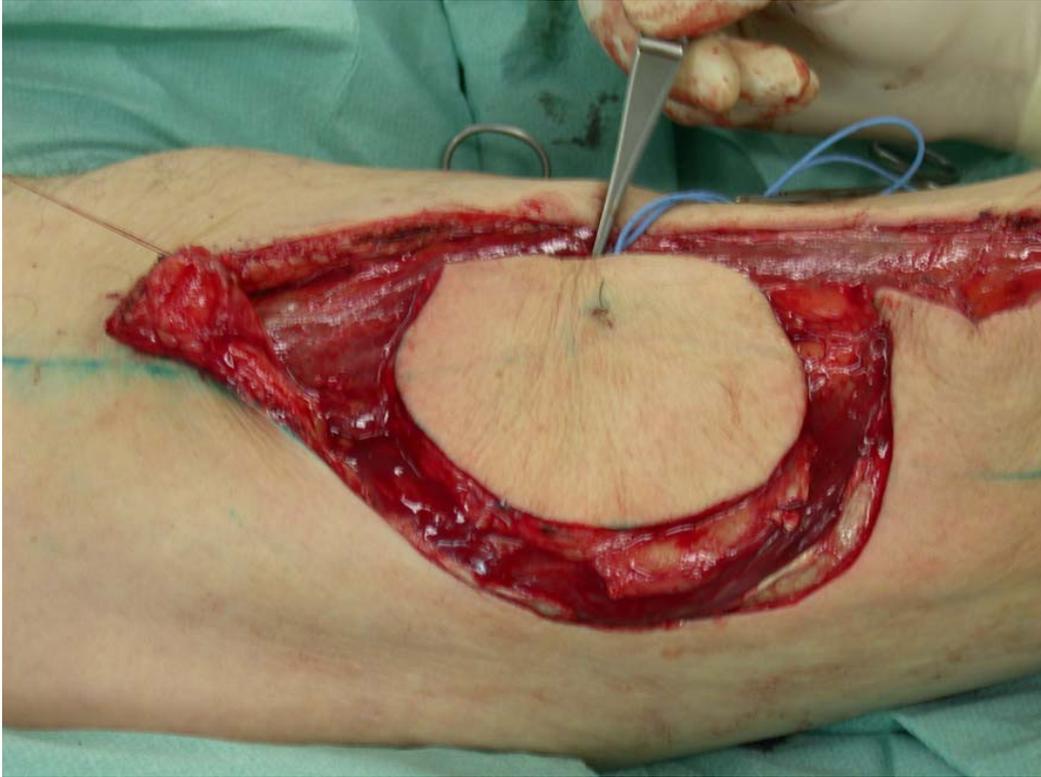


Abbildung 9: Umschneiden des Hautareals

Nach Kontrolle der Lappenperfusion erfolgt das Absetzen des Transplantats. Abhängig von der Defektgröße wird zum Wundverschluss eine Dehnungsplastik durch Mobilisation des randständigen Gewebes bei kleineren Defekten, bei größeren Transplantaten dagegen ein Verschluss mit Spalthautdeckung vorgenommen. Grundsätzlich sind laut Koshima et al Lappengrößen mit einer Länge bis zu 25 cm und einer Breite von bis zu 18 cm möglich [20,44].

2 Fragestellung und Zielsetzung

Ziel dieser Arbeit war es, die Morbidität nach Entnahme eines ALT-Lappens zur Weichteilrekonstruktion im Kopf-Hals-Bereich und deren mögliche Auswirkungen auf den Alltag sowie die Lebensqualität der Patienten zu untersuchen. Dazu wurde eine Evaluation aus Patientensicht anhand von standardisierten Fragebögen zur Entnahmemorbidität und den sich daraus ergebenden Einfluss auf die Lebensqualität der operierten Patienten durchgeführt. Im Anschluss daran wurde bei den Patienten die Entnahmemorbidität mittels einer subtilen klinischen Untersuchung und erstmals einer quantitativ-funktionellen Messung überprüft. In früheren Studien, die sich mit der Morbidität nach Entnahme eines ALT-Lappen beschäftigt haben, wurden in der Regel nur minimale Einschränkungen an der Entnahmestelle und keine Beeinträchtigung der Patienten im Alltag beschrieben [10,22,31,58,59].

3 Patienten und Methodik

3.1 Patienten

Nach einem positiven Votum der Ethik-Kommission an der Medizinischen Fakultät des Universitätsklinikums Tübingen wurden für die Studie sämtliche Patienten erfasst, die zwischen Juli 2006 und Dezember 2015 in der Universitätsklinik für Mund-, Kiefer und Gesichtschirurgie eine Versorgung mit einem anterolateralen Oberschenkellappen (ALT-Lappen) als Weichgewebersatz erhielten. Soweit wie möglich wurden die Patienten zur klinischen Nachuntersuchung einbestellt. Die Untersuchung wurde von einer Person zwischen September 2015 und September 2016 durchgeführt. Bei der klinischen Untersuchung handelte es sich um eine Querschnittsuntersuchung mit prospektiver Datenauswertung. Die Patienten wurden mittels eines standardisierten Fragebogens nach ihrer gesundheitsbezogenen postoperativen Lebensqualität befragt, insbesondere in Bezug auf Beschwerden an der Entnahmestelle sowie auf eine eventuell vorhandene funktionelle oder ästhetische Beeinträchtigung. Ferner erfolgte eine festgelegte, standardisierte, klinisch-wissenschaftliche Nachuntersuchung mittels körperlicher Untersuchung der Entnahmeregion und isokinetischer Kraftbestimmung mittels eines CYBEX® Dynamometers. Die Ergebnisse der klinischen Untersuchung wurden handschriftlich in einem Untersuchungsbogen dokumentiert, die Auswertung der isokinetischen Kraftbestimmung erfolgte mit der Software HUMAC® 2015 Sportware. Die erhobenen Daten wurden in einer EXCEL® (Microsoft, USA) angelegt und dann mittels Statistikprogramm JUMP® (SAS Institute, Inc.) ausgewertet.

3.2 Untersuchungsprotokoll

3.2.1 Datenschutzerklärung und Einwilligung

Allen Patienten wurde vor Beginn der Studie ein Informationsblatt über den Ablauf und das Ziel der Studie vorgelegt. Anhand des Informationsblatts wurde den Patienten erläutert, dass die Teilnahme an der Studie freiwillig ist und jederzeit ohne Angabe von Gründen beendet werden kann. Die Patienten wurden ebenso darüber informiert, dass die in der Studie erhobenen Daten in pseudonymisierter Form bearbeitet und archiviert werden.

3.2.2 Patientenanamnese und Fragebogen

Die Patienten wurden zur Erhebung der Morbidität an der Entnahmestelle mittels eines standardisierten Fragebogens befragt. Die Fragen wurden in Anlehnung an die Quality of Life Questionnaires EORTC QLQ-C30 und EORTC QLQ- H&N 35 der European Organisation for Research and Treatment of Cancer erstellt [1,5]. Weiterhin wurden die Patienten nach Schmerzen, Bewegungseinschränkungen, Einschränkungen im Alltag und nach ästhetischer Beeinträchtigung durch die Narbe befragt. Gemäß dem EORTC QLQ Bewertungssystem wurden als Antwortmöglichkeiten die Abstufungen „überhaupt nicht“, „wenig“, „mäßig“ und „sehr“ herangezogen [34,44].

3.2.3 Sensibilitätsmessung an der Entnahmestelle

Zur Evaluation der Sensibilität an der Entnahmestelle wurden Semmes Weinstein Monofilamente (Baseline® Tactile Monofilaments) in verschiedenen Größen verwendet.

Größe: 2,83 g Kraft: 0,07

Größe: 3,61 g Kraft: 0,4

Größe: 4,31 g Kraft: 2,0

Größe: 4,56 g Kraft: 4,0

Größe: 6,65 g Kraft: 300,0

Die Sensibilitätsmessung wurde an der Entnahmestelle nach einer standardisierten Methode von proximal nach distal vorgenommen. Zur Bestimmung der Sensibilitätsdefizitareale wurde mit dem Filament 2,83 g begonnen, welches einem normalen Sensibilitätsempfinden entspricht. Dabei wird das Semmes-Weinstein-Monofilament senkrecht auf die Haut gedrückt, bis es sich biegt. Bei Wahrnehmung der Berührung liegt eine Normästhesie vor. Bei Ausbleiben einer Reaktion auf das Semmes-Weinstein-Monofilament 2,83 g wird der Test mit der nächsten Größe wiederholt und der Wert des gespürten Monofilaments dokumentiert. Die Einteilung der Empfindungsqualität in Anästhesie, Hypästhesie, Hyperästhesie, Parästhesie und Dysästhesie erfolgte nach den Empfehlungen von Schenk [47].

3.2.4 Narbenbeurteilung

Die Beurteilung der Narbe an der Entnahmestelle erfolgte nach Qualitäten Pigmentation, Nachgiebigkeit, Vaskularität, Höhe und Breite gemäß der modifizierten Vancouver Scar Scale nach Baryza et al. [3]. Die gemessenen Werte wurden entsprechend als Punktwert umgerechnet (Tab. 2) und ein Summenwert erfasst. Die Summenwerte können von 0 bis 18 als Maximalwert einer ungünstigen Narbe reichen. Zudem wurden Narbenlänge und -breite mit einem Lineal gemessen und dokumentiert. Gewertet wurde die jeweils breiteste Stelle der Narbe (Abb. 10).



Abbildung 10: Abbildung einer Narbe an der Entnahmestelle, 14 Monate postoperativ, Ansicht von ventral

Tabelle 1 Modifizierte Vancouver Scar Scale nach Baryza

Qualität	Unterteilung	Punktwert
Pigmentation	Normpigmentation	0
	Hypopigmentation	1
	Gemischt pigmentiert	2
	Hyperpigmentation	3
Nachgiebigkeit	Normal	0
	Minimale Resistenz	1
	Moderate Resistenz	2
	Fest	3
	Narbenstrang	4
	Narbenkontraktur	5
Vaskularität	Normal	0
	Hellrot	1
	Rot	2
	Violett	3
Höhe	0 mm	0
	< 1 mm	1
	1-2 mm	2
	> 2 mm	3
Breite	0 mm	0
	< 1 mm	1
	1-2 mm	2
	2-3 mm	3
	> 3 mm	4

3.2.5 Fotodokumentation

Bei allen nachuntersuchten Patienten wurde die Entnahmestelle und das Sensibilitätsdefizitareal durch einen medizinischen Fotografen mittels digitaler Fotografie (Nikon® D 800, Af S Micro Nikkor 105 mm f 2,8, Af S 24-70 mm f 2,8, Ringblitz Sigma Em 140 DG) dokumentiert.

3.2.6 Messung des Bewegungsumfanges

Die Messung des Bewegungsumfanges im Hüft- und Kniegelenk erfolgte nach der AO-Neutral-0-Methode [6,12,46]. Mit einem in der Orthopädie und Unfallchirurgie genutzten Goniometer der Firma DocCheck, Deutschland, wurden die Bewegungsumfänge bezüglich Adduktion und Abduktion, Flexion und Extension im Hüftgelenk und sowie die Flexion und Extension im Kniegelenk gemessen.

3.2.7 Umfangsmessung am Oberschenkel

Die Messung des Oberschenkelumfangs erfolgte 20 cm kranial der Patella (Basis patellae) mit einem handelsüblichen Messband entsprechend des Untersuchungsprotokolls der AO [46].

3.2.8 Manuelle Kraftmessung am Oberschenkel

Zur groben Quantifizierung der ventralen Oberschenkelmuskulatur wurde nach der Vorgabe von Dahmer und Schenck die Extension im Kniegelenk durchgeführt und die sich daraus ergebene Kraft in sechs Grade eingeteilt (Tab. 1) [11,47]. Die Art der Kraftmessung hat allerdings nur einen orientierenden Charakter, da kleinere Abweichungen von der Norm nicht erkannt werden.

Tabelle 2 Einteilung der Kraftgrade zur Quantifizierung der Muskelkraft nach Dahmer und Schenck

PUNKTWERT	BEDEUTUNG
0	Keine Muskelaktivität; völlige Lähmung
1	Muskelkontraktion ohne Bewegungseffekt
2	Aktive Bewegung nach Ausgleich der Schwerkraft mit Unterstützung
3	Aktive Bewegung oder Haltung eben gegen die Schwerkraft mit Unterstützung
4	Aktive Bewegung oder Haltung eben gegen die Schwerkraft und leichten Widerstand
5	Aktive Bewegung oder Haltung gegen kräftigen Widerstand
6	Normale Muskelkraft

3.2.9 Isokinetische Kraftdiagnostik

Um ein objektivierbares Ergebnis der Muskelkraft der Oberschenkelmuskulatur im Seitenvergleich zu erhalten, wurde ein einheitliches und quantitatives isokinetisches Kraftprotokoll zur Messung der Maximalkraft, und Kraftausdauer festgelegt. Bei der Messung der Maximalkraft ging es um die maximale Kraft, die Muskeln und Nerven gegen einen definierten Widerstand aufbringen können. Ziel der Messung der Kraftausdauer war eine Bewertung der Kraftleistung über einen längeren Zeitraum mit einer höheren Anzahl von Wiederholungen. Die isokinetischen Kraftmessungen wurden alle vom gleichen Untersucher und demselben isokinetischen Testgerät HUMAC CYBEX® Dynamometer (Abb.11) durchgeführt. Es wurde nach einem festgelegten Kraftprotokoll getestet, welches aus einem Testlauf und einer Messung mit 5 Messwiederholungen der Maximalkraft mit Drehpunktmaxima bei 60°/sec (konzentrisch) sowie einem Testlauf und 15 Messwiederholungen der

Kraftausdauer bei 180°/sec (konzentrisch) bestand. Vor den Krafttest wurde der Patient über den Ablauf der Kraftmessungen und die isokinetischen Testmodi aufgeklärt. Im Anschluss daran mussten die Probanden vor Beginn der isokinetischen Kraftmessungen ein 10-minütiges Aufwärmtraining auf dem Fahrradergometer bei einer Belastungsstufe zwischen 70 und 80 Watt absolvieren. Es erfolgte sodann die Anpassung des Dynamometers an die Körpermaße des Probanden. Der Test wurde in sitzender Position durchgeführt und der Proband aufgefordert, mit Gesäß und Rücken ganz nach hinten an die Sitzlehne zu rutschen. Anschließend wurden dem Probanden Sicherheitsgurte angelegt. Das Dynamometer wurde so eingestellt, dass die Drehachse des Dynamometers auf der Beuge- und Streckachse des Kniegelenks lag. Die Fixation des Unterschenkels erfolgte 2 querfingerbreit oberhalb der Malleolen, die Fixation des Oberschenkels 20 cm oberhalb der Patella (Basis patellae). Zunächst wurde mit der gesunden Seite begonnen. Nach Abschluss der Geräteeinstellung, wurde das Bewegungsausmass (Range of Motion = ROM) festgelegt. Von der Neutralstellung (0° Extension) aus betrug dieses 100°. Danach wurden die anatomischen und mechanischen Sicherheitsstopps festgelegt. Somit ergab sich eine standardisierte Einstellung für alle Probanden.



Abbildung 11: HUMAC CYBEX® Dynamometer

Im Anschluss daran wurde mit dem Testlauf zur Eingewöhnung des Probanden auf der gesunden Seite begonnen. Dazu wurden vom Probanden vier Bewegungszyklen bei nicht maximalem Kraftaufwand absolviert. Danach hatte der Proband 5 Bewegungszyklen, bestehend aus Streckung und Beugung bei maximaler Kraft mit Drehpunktmaxima von $60^\circ/\text{sec}$, zu absolvieren. Während des Versuchs wurde auf die richtige Position geachtet und die Kraftausschläge

auf dem Monitor überprüft. Nach abgeschlossenem erstem Test hatte der Proband eine 3minütige Pause. Daran anschließend wurde mit dem Testlauf zur Kraftausdauer bei 180°/sec begonnen, welcher aus 7 Bewegungszyklen zur Eingewöhnung bestand. Die Kraftausdauer wurde sodann in 15 Bewegungszyklen bestehend aus Streckung und Beugung mit mittlerem Widerstand bei 180°/sec gemessen. Auch bei diesem Test wurde auf die korrekte Sitzposition geachtet und die Kraftausschläge auf dem Monitor überprüft.

4 Ergebnisse

4.1 Patientendaten

Von Juli 2006 bis Dezember 2015 wurden insgesamt 138 Patienten, davon 92 männlich (67 %) und 46 weiblich (33 %), mit einem ALT-Lappen versorgt. Das Durchschnittsalter lag bei 61,9 Jahren (\pm 9,2 Jahre). 51 Patienten (37 %) wurden zwischen September 2015 und September 2016 nachuntersucht. Davon waren 35 männlich (67 %) und 16 weiblich (33 %). Die Nachuntersuchung wurde im Median 29 Monate (6 bis 91 Monate) nach erfolgter Operation durchgeführt, frühestens 6 Monate postoperativ. Das Durchschnittsalter der nachuntersuchten Patienten lag bei 57,5 Jahren (\pm 8,9 Jahre). 37 Patienten waren zu Beginn der Studie bereits nachweislich verstorben. Bei 50 Patienten war eine Teilnahme an der Studie nicht möglich oder unerwünscht.

4.2 Operationsindikation

Von den 51 nachuntersuchten Patienten waren 42 an einem Mundhöhlenkarzinom erkrankt. Bei 2 Patienten wurde ein Plattenepithelkarzinom der Haut diagnostiziert, bei einem Patienten ein Basalzellkarzinom. Außerdem gingen in die Studie ein: Ein Patient mit Azinuszellkarzinom der Glandula parotis, ein Patient mit Nasennebenhöhlenkarzinom, ein Patient mit AV-Malformation und 2 Patienten mit Osteoradionekrose sowie ein Patient mit bisphosphonatinduzierter Kiefernekrose des Unterkiefers (BRONJ) (Tab. 3).

Tabelle 3: OP-Indikation des ALT-Lappentransfers bei den nachuntersuchten Patienten

Diagnose	Lokalisation	Anzahl	Prozent
Mundhöhlenkarzinom	Mundboden	19	38 %
	Zunge	10	20 %
	Gaumen	3	6 %
	Alveolarfortsatz	3	6 %
	Intermaxillär	7	14 %
Basalzellkarzinom	Präaurikulär	1	2 %
Plattenepithelkarzinom der Haut	Präaurikulär	2	4 %
Nasennebenhöhlenkarzinom	Sinus maxillaris	1	2
Azinuszellkarzinom	Glandula parotis	1	2 %
Osteoradionekrose	Unterkiefer	1	2 %
Bisphosphonat assoziierte Kiefernekrose (BRONJ)	Unterkiefer	1	2 %
AV-Malformation (AVM)	M. masseter	1	2 %

4.3 Lappenentnahmeregion

Bei den nachuntersuchten Patienten wurde der ALT-Lappen bei 50 Patienten von rechts und bei einem Patienten von links entnommen. Von allen Patienten wurde die rechte Seite als die dominante angegeben.

4.4 Wundverschluss Entnahmeregion

Von den 51 nachuntersuchten Patienten wurde bei 2 Patienten der Wundverschluss mittels Spalthauttransplantat durchgeführt, bei den übrigen 49 Patienten konnte der Wundverschluss mittels Dehnungsplastik vorgenommen werden. Die Lappengröße reichte von 5x3 cm (17,5 cm²) bis ca. 13x17 cm (221 cm²). Die mediane Lappengröße lag bei 70 cm².

4.5 Verlauf der Perforatoren

In Gruppe der nachuntersuchten Patienten wiesen 44 (86 %) einen muskulokutanen Verlauf der Perforatorgefäße auf, bei 7 Patienten (14 %) lag ein septokutaner Verlauf vor. Bei 5 Patienten (10 %) mit muskulokutanem Verlauf der Gefäße, mussten aufgrund der anatomischen Lagebeziehung zum Gefäßstiel motorische Nervenäste des N. femoralis durchtrennt werden.

4.6 Ergebnisse Patientenanamnese und Fragebogen

4.6.1 Schmerzen Entnahmestelle

48 Patienten (94 %) beantworteten die Frage nach Schmerzen an der Entnahmestelle mit „überhaupt nicht“, 2 Patienten (4 %) mit „wenig“ und ein Patient (2%) mit „sehr“.

4.6.2 Bewegungseinschränkungen

Bei der Befragung nach Bewegungseinschränkungen antworteten 39 Patienten (76 %) mit „überhaupt nicht“, 10 Patienten (20 %) mit „wenig“ und 2 Patienten (4 %) mit „mäßig“.

4.6.3 Einschränkung im Alltag

Eine Einschränkung im Alltag aufgrund der Lappenentnahme wurde von 43 (84 %) Patienten mit „überhaupt nicht“, 6 Patienten (12 %) mit „wenig“ und 2 Patienten (4%) mit „mäßig“ beantwortet.

4.6.4 Ästhetik

Das postoperativ vorliegende Erscheinungsbild der Entnahmestelle wurde von 44 Patienten (86 %) als „überhaupt nicht störend“ eingestuft. Lediglich 7 Patienten (14 %) waren mit dem Erscheinungsbild der Narbe am Oberschenkel nicht zufrieden und gaben an, dass diese „sehr“ störend sei. Diejenigen Patienten, die mit dem Erscheinungsbild unzufrieden waren, erreichten auch signifikant höhere Punktwerte bei der Beurteilung der Narbe nach der Vancouver scar scale (t-test $p < 0,0001$) (Abb.12). Eine Korrelation hinsichtlich Lappengröße und der Zufriedenheit mit dem Erscheinungsbild der Entnahmestelle lag hingegen nicht vor.

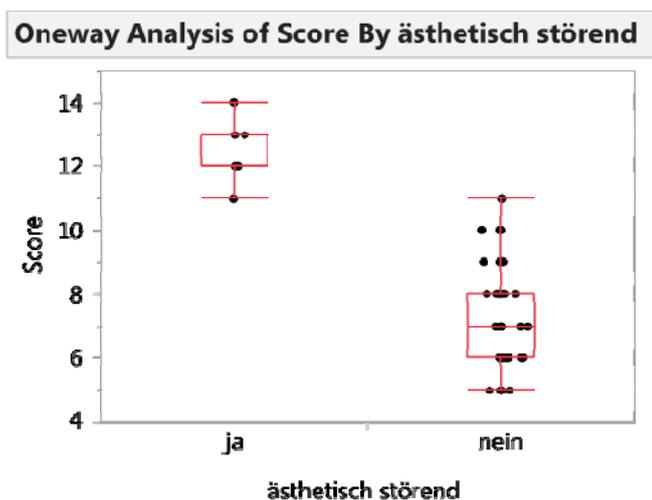


Abbildung 12: One-way Analyse der Vancouver scar scale im Bezug auf ein nicht zufriedenstellendes ästhetisches Erscheinungsbild der ALT-Entnahmeregion, die das ästhetische Erscheinungsbild als störend empfunden haben (ja), wiesen einen signifikant höheren Gesamtpunktwert in der Vancouver Scar Scale auf als diejenigen, die zufrieden mit dem Erscheinungsbild waren (nein).

4.7 Narbe

Bei der Auswertung der Narbe nach der modifizierten Vanouver Scar Scale ergab sich eine mediane Narbenlänge von 230 mm (150 mm – 360 mm) (Abb. 13) und eine mediane Narbenbreite von 9,6 mm (2 mmm bis 25 mm) (Abb. 14). Anhand der Bewertung der Narbe nach der modifizierten Vancouver Scar Scale wurde median ein Summenwert von 8 (5 – 14) (Abb. 15) erreicht. Die Patienten mit einem Intervall zwischen Operation und Nachuntersuchung von mehr als 12 Monaten, wiesen signifikant niedrigere Summenwerte der VSS auf als diejenigen mit einem Nachuntersuchungsintervall von unter 12 Monaten ($p < 0,0001$). Der mediane Summerwert anhand der VSS bei Patienten mit einem Nachuntersuchungsintervall unter 12 Monaten lag bei 10 (6 – 14), bei denjenigen über 12 Monaten bei 7 (5 – 9).

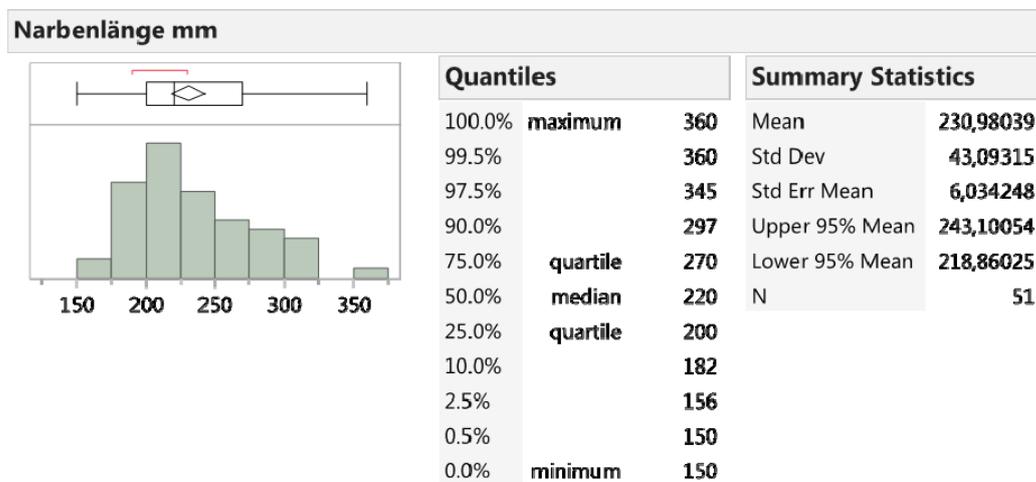


Abbildung 13: Verteilung der Narbenlänge in mm und %

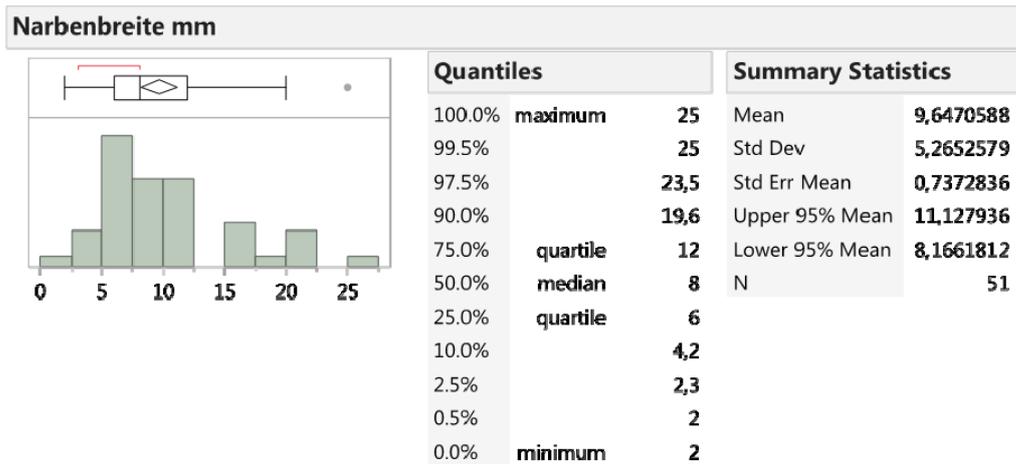


Abbildung 14: Verteilung der Narbenbreite in mm und %

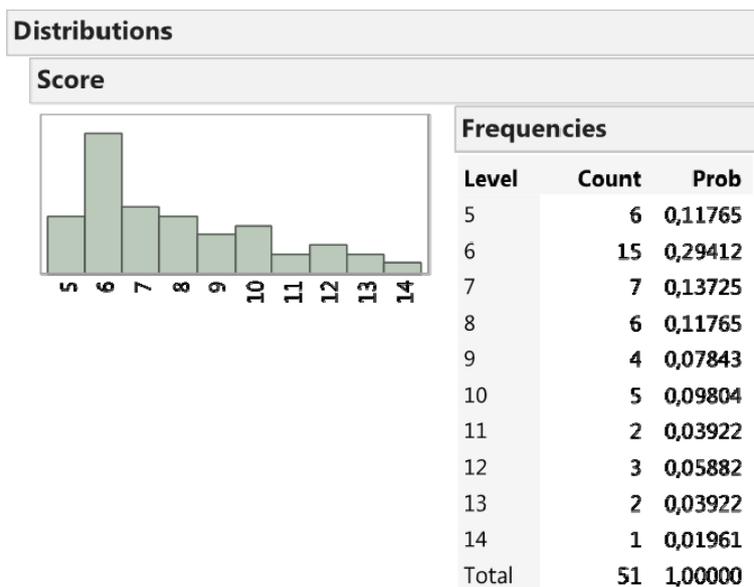


Abbildung 15: Verteilung der Punktwerte nach Beurteilung der Narbe anhand der Vancouver Scar Scale.

4.8 Funktionsmessungen

4.8.1 Sensibilitätsmessung

Bei der Sensibilitätsmessung mittels Semmes-Weinstein-Monofilamenten im Bereich der Entnahmestelle wurde bei 42 Patienten (82 %) eine Hypästhesie festgestellt, bei 8 Patienten (16 %) lag eine Normästhesie vor und bei einem Patienten (2%) eine Hyperästhesie (Abb 16). Die mediane Größe des hypästhetischen Areals lag bei 57,2 cm² (20, 2 cm² – 95,2 cm²). Es zeigt sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Patienten mit einem Nachuntersuchungsintervall über 12 Monaten zu denjenigen unter 12 Monaten.

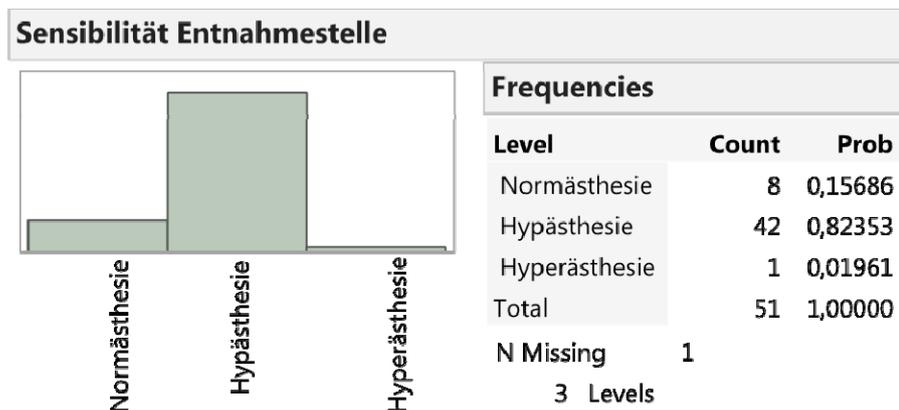


Abbildung 16: Darstellung der Hautsensibilität an der Entnahmestelle

4.8.2 Umfangmessung am Oberschenkel

Bei der Messung des Oberschenkelumfangs 20 cm kranial der Patella (Basis patellae) wies die Entnahmeseite eine durchschnittliche Umfangsminderung auf 98,6 % (90,2 – 99,8 %) der kontralateralen Seite auf.

4.8.3 Bewegungsumfang (Range of motion)

Der Bewegungsumfang des Hüft- und Kniegelenks wurde anhand der Neutral-Null-Methode bestimmt. Nach der Messung der Bewegungsumfänge wurden die erzielten Werte der Entnahmeseite und der kontralateralen Seite ins Verhältnis gesetzt. Die Flexion und Extension im Hüftgelenk der Entnahmeseite ergab eine Beweglichkeit von 97,8 % im Vergleich zur kontralateralen Seite. Im Hinblick auf die Ab- und Adduktion im Hüftgelenk wies die Entnahmeseite einen Bewegungsumfang von 98,1 % zur Gegenseite auf. Bei der Hüftinnenrotation zeigte die Entnahmeseite eine Beweglichkeit von 98,7 % und bei der Hüftaußenrotation von 99,0 % im Vergleich zur kontralateralen Seite. Beim Vergleich der Knieextension und -flexion zeigte sich die größte Beeinträchtigung im Bewegungsumfang mit 96,2 % im Vergleich zur kontralateralen Seite. Bei der Auswertung der Daten fand sich kein signifikanter Unterschied im Hinblick auf den Bewegungsumfang zwischen Patienten mit einem septokutanen und einem muskulokutanen Verlauf der Perforatorgefäße.

4.8.4 Manuelle Kraftmessung

Bei der manuellen Kraftmessung der ventralen Oberschenkelmuskulatur erreichten 2 Patienten (4 %) den Kraftgrad 4, 10 Patienten (20 %) den Kraftgrad 5 und 39 Patienten (76 %) den Kraftgrad 6.

4.8.5 Isokinetische Kraftmessung

Die Messergebnisse der maximalen Drehmomente (konzentrisch) für die Extension im Kniegelenk zeigten im Mittel ein signifikant schlechteres Ergebnis der Entnahmeseite zur kontralateralen Seite (Abb. 17 & 18). Es ergab sich ein durchschnittliches Defizit von 9,75 Nm der Entnahmeseite zur gesunden Seite (Abb. 19).

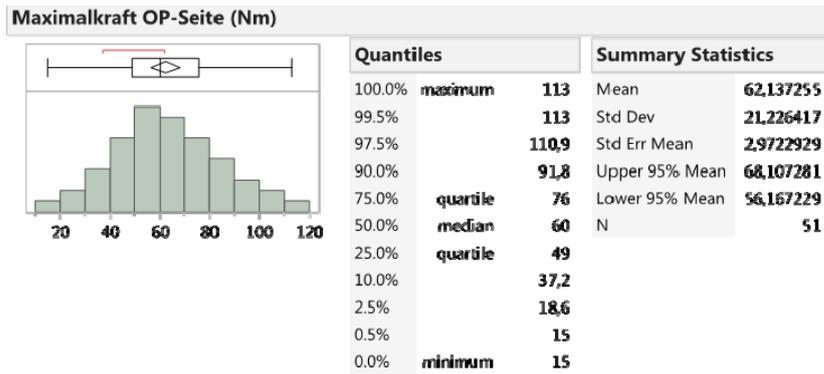


Abbildung 17: Werte der Maximalkraft (Nm) für die Extension auf der Entnahmeseite

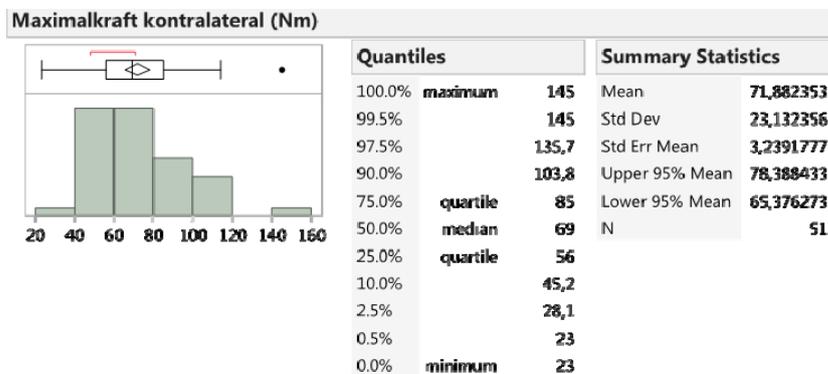


Abbildung 18: Werte der Maximalkraft (Nm) für die Extension auf der kontralateralen Seite

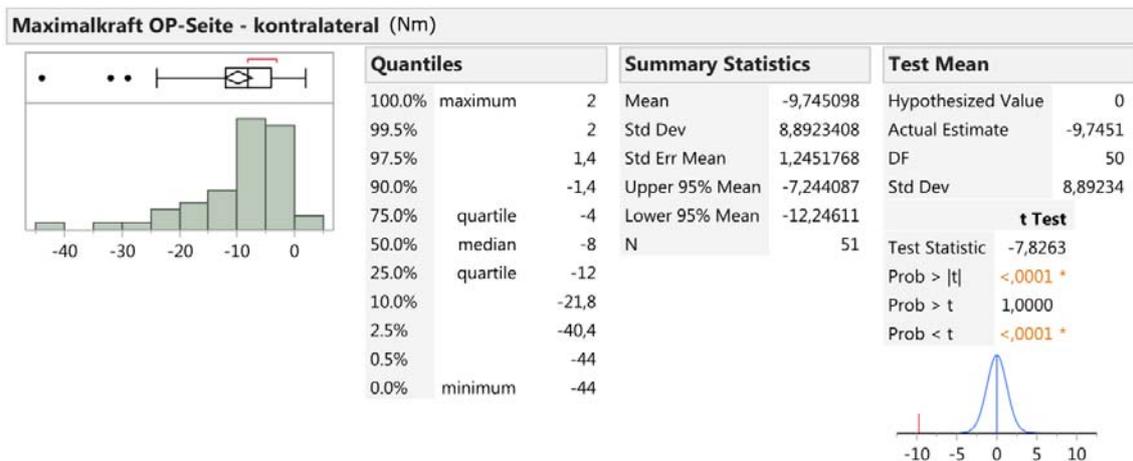


Abbildung 19: Das Balkendiagramm zeigt die Verteilung der Patienten in Bezug auf das gemessene Maximalkraft-Defizit (Nm) bei der Extension im Vergleich der Entnahmestelle zur kontralateralen Seite. Die zusammenfassende Statistik stellt das mittlere Kraftdefizit (Nm) von einem angenommenen Wert 0 (kein Defizit) und seine Standardabweichung dar [54].

Die Messergebnisse der maximalen Drehmomente (konzentrisch) für die Flexion im Kniegelenk verzeichneten im Mittel ebenfalls ein signifikant schlechteres Ergebnis der Entnahmeseite zur kontralateralen Seite (Abb. 20 & 21). Es ergab sich ein durchschnittliches Defizit von 6,32 Nm der Entnahmeseite zur kontralateralen Seite (Abb. 22).

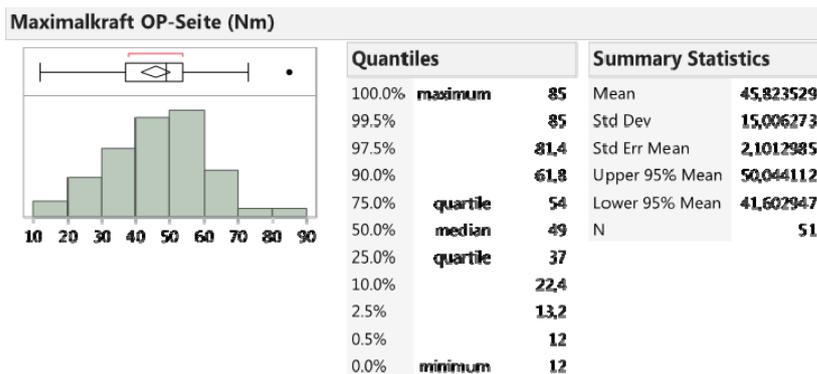


Abbildung 20: Werte der Maximalkraft (Nm) für die Flexion auf der Entnahmeseite

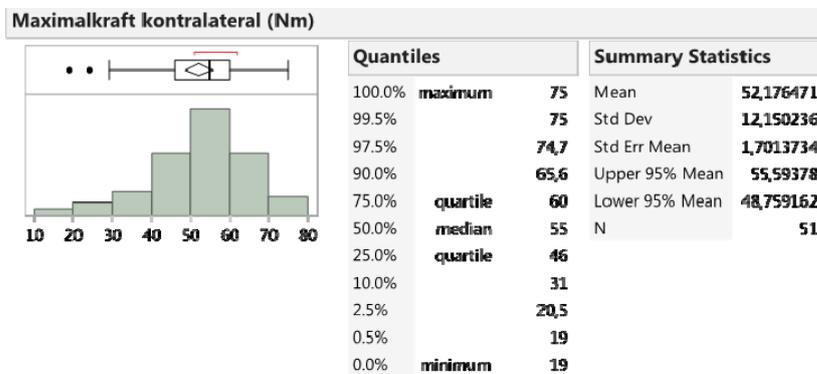


Abbildung 21: Werte der Maximalkraft (Nm) für die Flexion auf der kontralateralen Seite

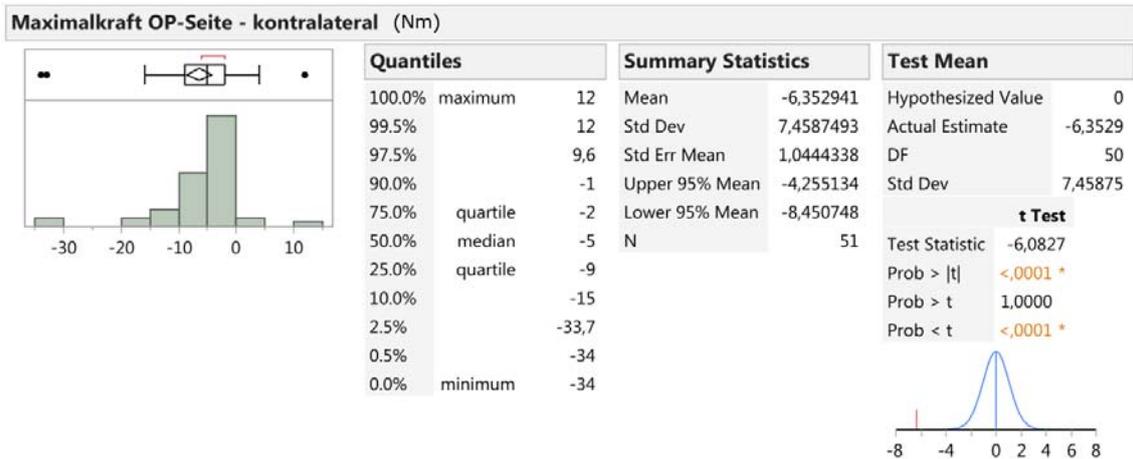


Abbildung 22: Das Balkendiagramm zeigt die Verteilung der Patienten in Bezug auf das gemessene Maximalkraft-Defizit (Nm) bei der Flexion im Vergleich der Entnahmestelle zur kontralateralen Seite. Die zusammenfassende Statistik stellt das mittlere Kraftdefizit (Nm) von einem angenommenem Wert 0 (kein Defizit) und seine Standardabweichung dar [54] .

Die Messergebnisse der Kraftausdauer (konzentrisch) für die Extension im Kniegelenk wiesen im Mittel ebenfalls ein signifikant schlechteres Ergebnis der Spenderseite zur Gegenseite auf (Abb. 23 & 24). Die Messungen erbrachten ein mittleres Defizit von 8,63 Nm der Entnahmeseite zur gesunden Seite (Abb. 25).

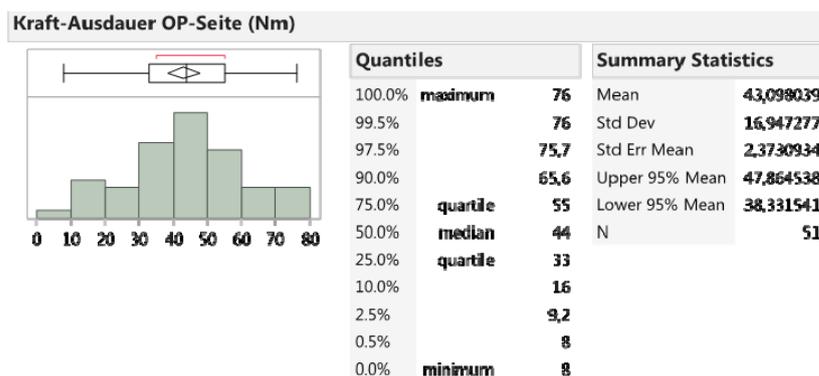


Abbildung 23: Werte der Kraftausdauer (Nm) für die Extension auf der Entnahmeseite

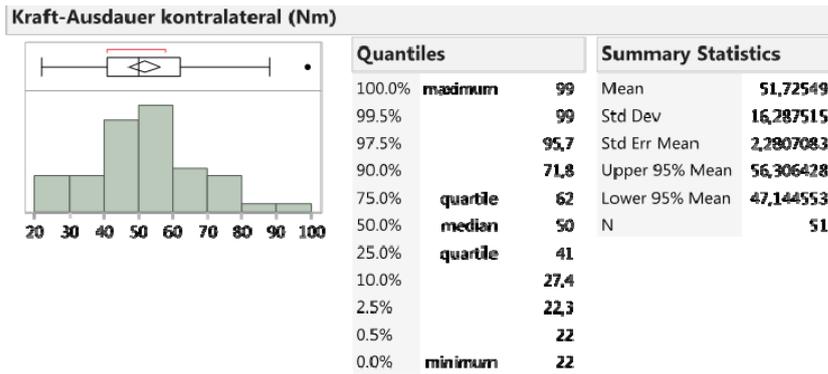


Abbildung 24: Werte der Kraftausdauer (Nm) für die Extension auf der kontralateralen Seite

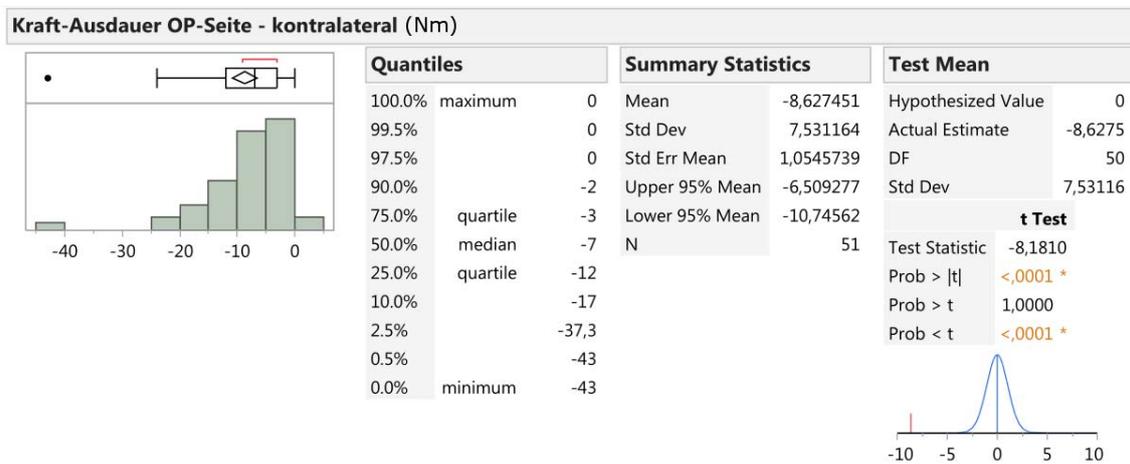


Abbildung 25: Das Balkendiagramm zeigt die Verteilung der Patienten in Bezug auf das gemessene Kraftausdauer-Defizit (Nm) bei der Extension der Entnahmestelle im Vergleich zur kontralateralen Seite. Die zusammenfassende Statistik stellt das mittlere Kraftdefizit (Nm) von einem angenommenem Wert 0 (kein Defizit) und seine Standardabweichung dar [54].

Auch die Messungen der Kraftausdauer (konzentrisch) für die Flexion im Kniegelenk ergaben im Mittel ein signifikant schlechteres Ergebnis der Spenderseite zur Gegenseite (Abb. 26 & 27). Es zeigte sich dabei ein mittleres Defizit von 5,18 Nm der Entnahmeseite zur gesunden Seite (Abb. 28).

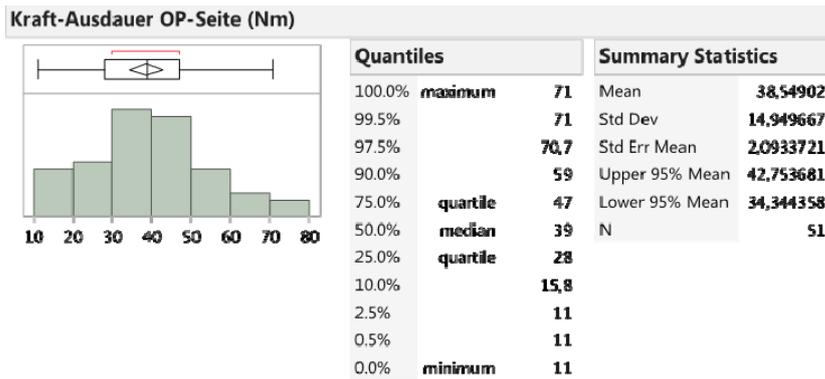


Abbildung 26: Werte der Kraftausdauer (Nm) für die Flexion auf der Entnahmeseite

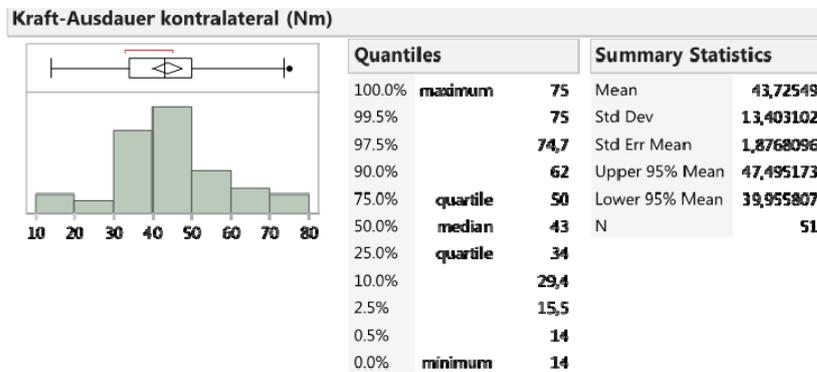


Abbildung 27: Werte der Kraftausdauer (Nm) für die Flexion auf der kontralateralen Seite

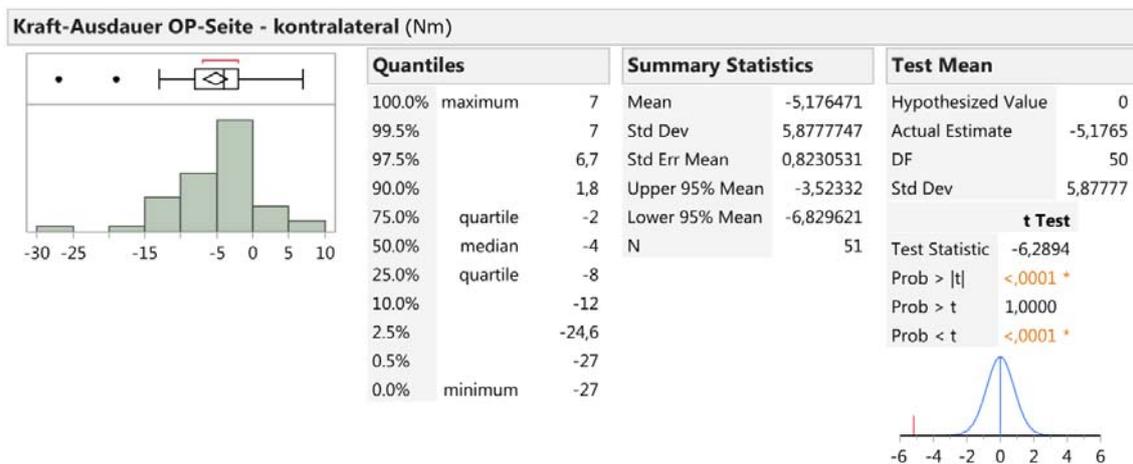


Abbildung 28: Das Balkendiagramm zeigt die Verteilung der Patienten in Bezug auf das gemessene Kraftausdauer-Defizit (Nm) bei der Flexion der Entnahmestelle im Vergleich zur kontralateralen Seite. Die zusammenfassende Statistik stellt das mittlere Kraftdefizit (Nm) von einem angenommenem Wert 0 (kein Defizit) und seine Standardabweichung dar [54] .

Eine Auswertung der funktionellen Kräfteinschränkungen der nachuntersuchten Patienten mit muskulokutanem Verlauf versus septokutanem Verlauf der Perforatorgefäße zeigte ebenfalls ein signifikant höheres Defizit (Maximalkraft und Kraftausdauer) in der Extension bei den Patienten mit muskulokutanem Perforator-Verlauf. So ergab sich ein Maximalkraft-Defizit von 6,43 Nm und ein Kraftausdauer-Defizit von 5,42 Nm bei der Extension.

5 Diskussion

Der ALT-Lappen hat sich bei der Weichteilrekonstruktion im Kopf- und Halsbereich bewährt und wird daher häufig verwendet. Er erfüllt viele Anforderungen, die an ein Lappentransplantat gestellt werden. Durch die Möglichkeit große Hautinseln zu heben, können mit dem ALT-Lappen zum einen ausgedehnte Weichteildefekte gedeckt werden, zum anderen kann er aufgrund seiner vielseitigen Verwendbarkeit zur Defektdeckung an unterschiedlichen Regionen des Körpers eingesetzt werden. Ein weiterer entscheidender Vorteil gegenüber anderen Lappenplastiken ist die Möglichkeit, dass 2 OP-Teams simultan operieren können, ohne dass eine Umlagerung von Nöten ist und sich somit die OP-Dauer verkürzt. Ferner kommt dem kaliberstarken und langen Gefäßstiel mit einer Länge von 8 bis 12 cm eine große Bedeutung zu [7,13,16,22,27,37,39,53].

Im Regelfall kann nach Hebung eines ALT-Lappens ein Wundverschluss mittels Dehnungsplastik vorgenommen werden. Nur bei sehr großen Lappen mit einer Breite von mehr als ca. 9 cm ist der Verschluss mit einem Spalthauttransplantat notwendig [57].

Ein Nachteil des ALT-Lappens ist die Variabilität im Verlauf der Perforatorgefäße. Diese können einen muskulokutanen oder einen septokutanen Verlauf aufweisen. Die relativ hohe Zahl an muskulokutanen Verläufen stellt insofern einen Nachteil dar, als bei der Präparation des Gefäßstiels Teile des M. vastus lateralis gelegentlich auch motorische Äste des N. femoralis durchtrennt werden müssen [24]. Trotz dieser Variation im Gefäßverlauf wird in der einschlägigen Literatur ein relativ sicheres Heben des Lappens beschrieben [27]. Dies wird durch eigene Erfahrungen bestätigt. Im Beobachtungszeitraum musste nur bei einem Patienten die ALT-Lappenhebung abgebrochen werden. Der Defekt wurde in diesem Fall mit einem lateralen Oberarmlappen versorgt.

Die Lebensqualität der Patienten kann einerseits durch Einschränkungen an der Empfängerregion, aber auch durch eine erhöhte Morbidität der Entnahmestelle

beeinträchtigt sein. Vorangegangene Studien, die sich mit der Entnahmemorbidity beim ALT-Lappen befasst haben, stellen diese als sehr gering ausgeprägt dar. In einer Übersichtsarbeit von Collins et al. wurden 42 Arbeit mit insgesamt 2324 Patienten ausgewertet und die häufigsten Komplikationen beim Heben des ALT-Lappens zusammengefasst. Dabei stellten Parästhesien im Bereich der Entnahmestelle der erfassten Patienten mit 24 % die mit Abstand häufigste unerwünschte Folge dar. Weitere Komplikationen, die in der Übersichtsarbeit von Collins et al. beschrieben wurden, waren zum Beispiel funktionelle muskuloskelettale Beeinträchtigungen (4,8 %), Narbenhypotrophie (4,8 %), Schmerzen an der Entnahmestelle (3,3 %), Wundinfektion (2,2 %), Kompartmentsyndrom (0,09 %) und Muskelnekrose (0,09 %). Somit sind schwerwiegende Komplikationen äußerst selten. [10,22,30,31,37,48,49,52,58,59].

5.1 Patientenanamnese und Fragebogen

5.1.1 Schmerzen an der Entnahmestelle

In der Literatur werden Schmerzen an der Entnahmestelle mit 3,3 % bei insgesamt 2324 erfassten Patienten als eine seltene postoperative Komplikation beschrieben [10,16,36,41]. Unsere Messergebnisse zeigen ein ähnliches Bild: Insgesamt gaben 40 Patienten Schmerzen an der Entnahmestelle an. 38 Patienten antworteten auf die Frage nach Schmerzen an der Spenderseite mit „überhaupt nicht“, ein Patient (2%) mit „wenig“. Lediglich ein Patient (2%) antwortete mit „mäßig“. Bei diesem Patienten war ein Spalthauttransplantat nötig, um den Defekt am Oberschenkel nach Lappenhebung zu decken. Ferner lag die Operation zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung erst 7 Monate zurück [54].

5.1.2 Bewegungseinschränkungen und Einschränkungen im Alltag

In der Studie von Kimata et. al wird beschrieben, dass die Bewegungseinschränkungen auf der Spenderseite stark von der Schädigung des M. vastus lateralis abhängig sind. Unter den Patienten mit muskulototalem Verlauf der Perforatorgefäße gaben 75 % an, Bewegungseinschränkungen zu haben. Selbst bei Patienten mit septokutanem Verlauf der Gefäße klagten 35 % über Bewegungseinschränkungen. Nichtsdestotrotz waren lediglich 14 % der Patienten dadurch im Alltag eingeschränkt [24].

Im Vergleich dazu waren bei den von uns nachuntersuchten Patienten die subjektiv empfundenen Bewegungseinschränkungen mit 2 Patienten (4 %), die über „mäßige“ und 10 Patienten (20 %), die über „wenig“ Bewegungseinschränkungen klagten, relativ selten. Bei unserer Untersuchung fühlten sich die meisten Patienten (84 %) nicht im Alltag eingeschränkt [54].

5.1.3 Ästhetik und Narbe

Mureau et al. berichten in ihrer Studie, dass bei Befragung 64 % der Patienten mit dem Erscheinungsbild der Entnahmestelle sehr zufrieden waren, 14 % gaben an, dass es ihnen gleichgültig sei und 21 % beklagten, äußerst unzufrieden zu sein. Genauere Aussagen über das Erscheinungsbild der Narbe werden in dieser Studie nicht getroffen [37]. In unserer Studie zeigte sich, dass sich bei den Patienten mit hypertrophen Narben nach der modifizierten Vancouver Scar Scale eine signifikant höhere Unzufriedenheit mit dem Erscheinungsbild der Entnahmestelle ergab. Insgesamt äußerten 14 % unseres Patientenkollektivs, dass das Erscheinungsbild der Entnahmestelle „sehr“ störend sei [54]. Die Mehrzahl der Patienten zeigte sich mit dem Ergebnis zufrieden. Ähnlich wie bei Kimata et al äußerten sich Frauen mit 32 % kritischer und generell unzufriedener mit dem Erscheinungsbild als Männer mit 6 %. In der Übersichtsarbeit von Collins et al. wird beschrieben, dass nur 4,8 % der Patienten eine hypertrophe Narbe aufweisen. Genauere Kriterien, ab wann eine Narbe als hypertroph anzusehen ist, werden nicht erwähnt [10,36,48,55]. In der

Studie von Kimata et al. wird von 18,8 % hypertropher Narben bei den untersuchten Patienten gesprochen. Nach einer Untersuchung von Li-Tsang et al. kann ab einem Punktwert von 4 in der modifizierten Vancouver Scar Scale von einer hypertrophen Narbe gesprochen werden [35]. Unter Einbeziehung der Narbenbreite, die von Li-Tsang et al. nicht berücksichtigt wird, ergab sich für unsere Nachuntersuchung unter Anwendung der modifizierten Vancouver Scar Scale nach Baryza ein Summenwert von 5. Der Anteil der hypertrophen Narben läge in unserer Studie gemäß dieser Definition bei 100 %. Es zeigte sich in unserer Untersuchung ein signifikanter Unterschied bei den Summenwerten je nach Zeitpunkt der Nachuntersuchung. Patienten mit einem Nachuntersuchungsintervall von mehr als 12 Monaten erreichten signifikant niedrigere Summenwerte als Patienten mit einem Nachuntersuchungsintervall über 12 Monaten [54]. Eine mögliche Erklärung für die ausgeprägten Summenwerte könnten ausgeprägter Narbenzug und entsprechende Narbenspannung sein, die durch Spannung beim Wundverschluss, aber auch durch mechanische Belastung beim Gehen entstehen kann. Li-Tsang et al. gehen davon aus, dass durch eine ständige mechanische Belastung eine übermäßige Kollagensynthese induziert wird, die somit zur hypertrophen Narbenbildung beiträgt [35]. In der Literatur lässt sich bisher keine Definition finden, ab welchem Summenwert eine Narbe nach der Vancouver Scar Scale als hypertroph gilt [51].

5.1.4 Sensibilitätsmessung

Die Auswertung der 42 Studien, die sich mit der Entnahmemorbidität beim ALT-Lappen befasst haben, ergab, dass Parästhesien mit einer Prävalenz von 24 % die am häufigsten vorkommende unerwünschte Folge darstellen [10]. Kimata et al. fanden bei ihrer Nachuntersuchung in 87,5 Prozent eine Hypästhesie oder Anästhesie mit einem medianen Defizitareal von 64,3 cm² an der Entnahmestelle. Parästhesien werden dort nicht genannt [24]. In der Studie von Collins et al. wurden die Patienten mit Hypästhesie/Anästhesie aus der Studie von Kimata et al. ebenfalls zu denjenigen mit Parästhesien gezählt [10]. Es

wurde in der Übersichtsarbeit also keine genauere Differenzierung der Empfindungsqualität in Anästhesie, Hypästhesie, Hyperästhesie, Parästhesie und Dysästhesie vorgenommen, wie dies in unserer Studie der Fall war. Mureau et al. erwähnen Sensibilitätsstörungen bei 86 % der Patienten. Auch hier wird keine genauere Unterteilung der Empfindungsqualität vorgenommen [37]. Unsere Auswertung ergab eine Hypästhesie bei 82 % mit einem medianen sensiblen Defizitareal von 57,2 cm² der nachuntersuchten Patienten und deckt sich somit ungefähr mit den Ergebnissen von Mureau et al. und Kimata et al.. Bei 16 % lag eine Normästhesie vor. Eine Parästhesie wurde von keinem Patienten empfunden. Eine Erklärung für die hohe Prävalenz der Hypästhesie ist die anatomische Lage des medialen Asts der N. cutaneus femoris lateralis. Bei der Lappenhebung kommt es häufig zu einer Durchtrennung des medialen Asts dieses Nerven. Man kann somit schlussfolgern, dass eine Hyp- oder Anästhesie im Bereich der Entnahmestelle keine Komplikation, sondern eine zu erwartende Folge bei einer ALT Lappenhebung darstellt [54].

5.1.5 Entnahmemorbidity

Die Morbidity an der Entnahmestelle wird durch verschiedene Faktoren, wie den Verlauf der Perforatorgefäße (kutan, fasziokutan, muskulokutan), die Lappengröße, die Art des Defektverschlusses und die anatomische Variation des Gefäßverlaufs entscheidend beeinflusst. Der R. descendens der A. circumflexa femoris lateralis bildet den arteriellen Teil im Gefäßstiel des ALT-Lappens. Diese Arterie verläuft durch das Septum zwischen M. rectus femoris und M. vastus lateralis in die Tiefe und steigt in der Mitte des proximalen Oberschenkeldrittels nach oben. Die Hautinsel des ALT-Lappens wird durch Perforatorgefäße versorgt, die einen muskulokutanen oder einen septokutanen Verlauf aufweisen können. Nach Kimata et al sind 73,7 % der Verläufe muskulokutan und 26,3 % septokutan. In einer Studie von Wei et al. wurden 672 Patienten dokumentiert, bei denen ein ALT-Lappen gehoben wurde. Bei 87,1 % war der Verlauf der Perforatorgefäße muskulokutan und bei 12,9 % septokutan [53]. In unserer Studie zeigten sich in Bezug auf den Verlauf der

Perforatoren annähernd deckungsgleiche Ergebnisse mit einem muskulokutanen Verlauf bei 44 (86 %) und einem septokutanem Verlauf bei 7 Patienten (14 %). Ein muskulokutaner Verlauf der Perforatoren bedingt eine zumindest partielle Durchtrennung des M. vastus lateralis [33,42,52,54].

Der M. quadriceps femoris setzt sich aus 4 Muskeln zusammen: dem M. rectus femoris, dem M. vastus medialis, dem M. vastus intermedius und dem M. vastus lateralis. Von diesen 4 Muskeln hat der M. vastus lateralis die größte Muskelmasse und spielt bei der Extension des Kniegelenks eine entscheidende Rolle. Die Schädigung des Muskels kann zu einer Instabilität der Patella, Kraftminderung im Oberschenkel und Bewegungseinschränkungen in Form von verminderter Extension im Kniegelenk führen. In früheren Studien wurde bereits gezeigt, dass die Entnahmemorbidity am Oberschenkel in Korrelation mit dem Grad der Schädigung des M. vastus lateralis beim Heben des Lappens steht [24,31,33,42,52].

Die topographische Beziehung motorischer Äste des N. femoralis zum Gefäßstiel des ALT-Lappens bereitet bei dessen Präparation weitere Schwierigkeiten. Im ungünstigsten Fall laufen motorische Äste des N. femoralis mit dem Gefäßstiel des ALT-Lappens und sind von diesem nicht separierbar. Dies kommt nach einer Studie von Rozen et al. in 28 % der Fälle vor [45]. Sollte bei der Präparation zur Schädigung bzw. Durchtrennung dieser Nervenäste kommen bzw. sollte dies im Zuge der Lappenstielpräparation nicht vermeidbar sein, kann dies zu einer verminderten Extension im Kniegelenk führen [8,23,33]. Von den 51 nachuntersuchten Patienten in unserer Studie mussten bei 5 Patienten (10 %) motorische Nervenäste des N. femoralis durchtrennt werden, da diese durch den Gefäßstiel des Lappens liefen. Es zeigte sich allerdings bei der Auswertung der isokinetischen Kraftmessungen kein signifikant größeres Kraftdefizit für Maximalkraft und Kraftausdauer, als bei den Patienten, bei denen diese ungünstige anatomische Variation nicht vorlag [54].

In den Studien von Lipa et al. und Kimura et al. kamen diese zu der Schlussfolgerung, dass eine Schädigung der Fascia lata bei der Präparation für eine persistierende Kraftminderung im Oberschenkel ausschlaggebender ist als

der Verlauf der Perforatorgefäße und eine sich daraus ergebende Durchtrennung des M. vastus lateralis beim muskulokutanen Verlauf [25,33].

Kimata et al. berichten in Ihrer Studie, dass Patienten, bei denen ein Spalthauttransplantat zum Wundverschluss an der Entnahmestelle notwendig war, eine signifikant höhere Bewegungseinschränkung aufwiesen als diejenigen, bei denen ein primärer Wundverschluss vorgenommen wurde. So zeigten Patienten mit einem Spalthauttransplantat in 60 % der Fälle Bewegungseinschränkungen, bei Patienten mit primärem Wundverschluss war das lediglich bei 3,1 % der Fall. Kimata et al. geben dafür eine Adhäsion des Spalthauttransplantats mit der darunterliegenden Faszie an. Ferner wird davon ausgegangen, dass sich die Entnahmemorbidität bei einem sehr breiten Lappen und bei knienaher Lappenhebung erhöht [24]. Bei unserem nachuntersuchten Patientenkollektiv war in zwei Fällen ein Wundverschluss mit Spalthauttransplantat nötig. Es zeigten sich jedoch in dieser Gruppe keine signifikanten Unterschiede im Bewegungsumfang zu der Gruppe mit Wundverschluss mittels Dehnungsplastik.

Durch die von uns durchgeführte isokinetische Untersuchung konnten wir unter standardisierten Bedingungen eine Einschätzung der neuromuskulären Funktion der Oberschenkelmuskulatur vornehmen. Ferner war eine objektive Einordnung des Messergebnisses der antagonistischen Muskulatur (Flexoren-Extensoren-Verhältnis) und der kontralateralen Seite möglich. Bei allen Patienten wurde die rechte Seite als die dominante Seite angegeben, die Lappenentnahme erfolgte in 98 % der Fälle von rechts. Die ermittelten Kraftdefizite auf der Entnahmeseite sind deshalb umso aussagekräftiger. Die ischiocruralen Muskeln sind die Knieflexoren und setzen sich zusammen aus M. semitendinosus, M. semimembranosus und M. biceps femoris. M. quadriceps femoris und ischiocrurale Muskulatur arbeiten antagonistisch bei der Flexion und Extension im Kniegelenk und unterstützen die passiven Stabilisatoren wie vorderes und hinteres Kreuzband bei der Vermeidung einer Schubladebewegung. Angesichts der Feststellung, dass bei den von uns nachuntersuchten Patienten auch die Beugemuskulatur am betroffenen

Oberschenkel ein signifikantes Kraftdefizit gegenüber der kontralateralen Seite aufwies, müssen Ursachen dafür diskutiert werden. Theoretisch kann es an einer Veränderung der Balance der Muskelarbeit der antagonistischen Muskelgruppen (Flexoren/Extensoren) liegen, was bedeuten würde, dass durch die Schädigung des M. vastus lateralis und dem damit verbundenen Kraftdefizit des M. quadriceps femoris, auch die Muskelarbeit der Beugergruppe verringert wird. Es kann außerdem diskutiert werden, ob es reflektorisch zu einer nervalen Störung der Beugemuskulatur (im Speziellen des M. quadriceps femoris) kommt oder ob die Spenderseite von den Patienten im Alltag generell weniger belastet wird. Die Klärung dieses Sachverhaltes sollte Gegenstand weiterer Untersuchungen sein [54].

5.1.6 Indikation und Wertung von vergleichbaren Lappenplastiken

Von der Indikation her kommen alternativ zum ALT-Lappen auch der Latissimus dorsi-Lappen, der Rectus abdominis-Lappen und der laterale Oberarm-Lappen in Frage.

In einer Übersichtsarbeit von Lee et al., die sich mit der Entnahmemorbidity bei Latissimus dorsi-Lappen beschäftigt, wurden 21 Arbeiten mit insgesamt 644 Patienten ausgewertet. In insgesamt 8 Arbeiten wurden standardisierte Fragebögen erhoben: Von 232 Patienten gaben 92 (41 %) an, dass sie Beschwerden an der Entnahmestelle in Form von kleineren Einschränkungen bei der Bewältigung von Alltagsaufgaben und erhebliche Beeinträchtigungen bei sportlicher Betätigung hätten. Zudem werden Bewegungseinschränkungen im Schultergelenk und Kraftminderung beschrieben. Gerade bei ausgedehnten Latissimus dorsi Lappen zeigen sich erhebliche funktionelle Beeinträchtigungen [32]. Ein entscheidender Nachteil des Latissimus dorsi-Lappens gegenüber dem ALT-Lappen ist die Notwendigkeit einer intraoperativen Umlagerung des Patienten zur Lappenhebung.

Der Rectus abdominis-Lappen ist für den Einsatz im Kopf-Hals-Bereich aufgrund seines häufig ausgeprägten Volumens nur bedingt geeignet. Darüber

hinaus weisen Rectus abdominis-Lappen eine ausgeprägte Entnahmemorbidität in Form von Bauchwandschwächung und Gefahr von Hernienbildung auf. Kroll et al beschreiben zudem, dass es bei Patienten zu einer Verschlechterung der Lungenfunktion nach Hebung eines Rectus abdominis-Lappens kam [13,22,29,38]. Der Rectus-abdominis-Lappen zeigt somit eine deutlich erhöhte Entnahmemorbidität im Vergleich zum ALT-Lappen und hat deshalb im Kopf-Hals-Bereich nicht den Status eines „Arbeitspferdes“ (workhorse) erreicht.

Die Indikation zur Verwendung des lateralen Oberlappens liegt laut Amin et al. zwischen dem ALT-Lappen und dem Radialis-Lappen [2]. Die Entnahmemorbidität beim lateralen Oberarmlappen wird in verschiedenen Arbeiten als äußerst gering beschrieben [15,18,43]. Eine erhöhte Entnahmemorbidität von 27 % der Patienten beschreiben Graham et al. lediglich bei Patienten, bei denen ein Defektverschluss an der Entnahmestelle mit Spalthaut vorgenommen wurde [17]. Es wurden darüber hinaus Schmerzen im Ellenbogengelenk, Bewegungseinschränkungen im Ellenbogengelenk und Hypästhesie am Unterarm beschrieben [17–19,40]. I-Chen et al. sehen ein begrenztes Anwendungsgebiet des lateralen Oberarmlappens aufgrund einer begrenzten Gefäßstiellänge und -breite. Zudem wird die Möglichkeit einer Verlängerung des Gefäßstiels durch eine Extension der Präparation nach proximal mit einer erhöhten Entnahmemorbidität beschrieben [21]. Die relativ geringe Entnahmemorbidität zeigt, dass der laterale Oberarmlappen als Alternative zum ALT-Lappen in Frage kommt, jedoch Grenzen in Bezug auf die Lappengröße und -dicke bestehen.

6 Schlussfolgerung

Der ALT-Lappen hat sich seit der Erstbeschreibung 1984 durch Song et al zu einem vielfach genutzten Transplantat zur Deckung von Defekten im Kopf-Hals-Bereich, aber auch zur Rekonstruktion anderer anatomischer Strukturen entwickelt. Die Morbidität an der Entnahmestelle bei freien Transplantaten kann neben der Morbidität an der Empfängerregion einen entscheidenden Einfluss auf die Lebensqualität der Patienten haben. In unserer Studie konnte gezeigt werden, dass es durch die Transplantatentnahme neben den fast unvermeidbaren Folgen beim Heben des Lappens in Form von Hypästhesie am lateralen Oberschenkel auch zu einer signifikanten Schwächung sämtlicher Muskelgruppen im Oberschenkel (M. quadriceps femoris und ischiocrurale Muskulatur) kommen kann. Trotz dieser deutlichen Schwächung der Muskulatur fühlten sich die meisten Patienten allerdings im Alltag nicht beeinträchtigt, sodass die entstandene Morbidität nicht zu einer Verminderung der Lebensqualität führt [54].

7 Literaturverzeichnis

1. Aaronson et al.: The European Organization for Research and Treatment of Cancer QLQ-C30: a quality-of-life instrument for use in international clinical trials in oncology. *J Nat Cancer Inst* 1993: 365-376
2. Amin AA et al.: Fasciocutaneous free flaps for hypopharyngeal reconstruction. *J Reconstr Microsurg* 2002: 1-15
3. Baryza MJ, Baryza GA: The Vancouver Scar Scale: an administration tool and its interrater reliability. *J Burn Care Rehabil* 1995: 535-538
4. Begue T et al.: Anatomical basis of the anterolateral thigh flap. *Surg Radiol Anat* 1990: 311-313
5. Bjordal et al.: Quality of life in head and neck cancer patients: validation of the European Organization for Research and Treatment of Cancer Quality of Life Questionnaire-H&N35. *J Clin Oncol* 1999: 1008-1017
6. Cave EF, Roberts SM: A method of measuring and recording joint function. *J Bone Joint Surg* 1936: 455-466
7. Chana JS, Wei FC: A review of the advantage of the anterolateral thigh flap in head and neck reconstruction. *Br J Plast Surg* 2004: 603-609
8. Chen CM et al.: Anterolateral thigh flaps for reconstruction of head and neck defects. *J Oral Maxillofac Surg* 2005: 948-952
9. Chen HC, Tang YB: Anterolateral thigh flap: an ideal soft tissue flap. *Clin Plast Surg* 2003: 283-401
10. Collins J et al.: A systemic review of anterolateral thigh flap donor site morbidity. *Can J Plast Surg* 2012 2012: 17-23
11. Dahmer J: Anamnese und Befund. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York 2006
12. Debrunner HU: Gelenkmessung (Neutral-O-Methode), Längenmessung, Umfangmessung. *AO Bulletin* 1971
13. Demirkan F et al.: The versatile anterolateral thigh flap: a musculocutaneous flap in disguise in head and neck reconstruction. *Br J Plast Surg* 2000: 30-36
14. Gal TJ, Futran ND: Outcome research in head and neck reconstruction. *Fac Plas Surg* 2002: 113-117
15. Gehrking E et al.: Klinischer Vergleich zwischen Radialis- und lateralem Oberarmtransplantat. *Laryngo Rhino Otol* 1997: 162-168

16. Genden EM, Jacobsen AS: The role of the anterolateral thigh flap for pharyngoesophageal reconstruction. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2005: 796-799
17. Graham B et al.: Complications and morbidity after lateral arm flap with skin paddle extending over the elbow joint. *Br J Plast Surg* 1992: 189-192
18. Hamdi M, Coessens BC: Evaluation of donor site morbidity after lateral arm flap with skin paddle extending over the elbow joint. *Br J Plast Surg*: 215-219
19. Harpf C et al.: The lateral arm flap: review of 72 cases and technical refinements. *J Reconstr Surg* 1998: 39-48
20. Hayden RE: Microvascular free flaps for soft tissue defects. *Otolaryngol Clin N Am* 1991: 1343-1359
21. I-Chen C et al.: The extended lateral arm flap in head and neck reconstruction. *J Chin Med Assac* 2003: 544-550
22. Kimata Y et al.: Versatility of the free anterolateral thigh flap for reconstruction of head and neck defects. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1997: 1325-1331
23. Kimata Y et al.: Anatomic variations and technical problems of the anterolateral thigh flap: A report of 74 cases. *Plast Reconstr Surg* 1998: 1517-1523
24. Kimata Y et al.: Anterolateral thigh flap donor-site complications and morbidity. *Plast Reconstr Surg* 2000: 584-589
25. Kimura N, Satoh K: Consideration of a thin flap as an entity and clinical applications of the thin anterolateral thigh flap. *Plast Reconstr Surg* 1996: 985-992
26. Koshima I et al.: The anterolateral thigh flap: variations in its vascular pedicle. *Br J Plast Surg* 1989: 260-262
27. Koshima I et al.: Free anterolateral thigh flap for reconstruction of head and neck defects. *J Plast Reconstr Surg* 1993: 421-428
28. Koshima I et al.: Free combined composite flaps using the lateral circumflex femoral system for repair of massive defects of the head and neck regions: an introduction of the chimeric flap principle. *Plastic and Reconstructive Surgery* 1993: 411-420
29. Kroll SS et al.: Choice of flap and incidence of free flap success. *Plast Reconstr Surg* 1996: 459-463

30. Kuo Y et al.: Anterolateral thigh flap donor-site complications and morbidity. *Plast Reconstr Surg* 2000: 584-589
31. Kuo Y et al.: Free anterolateral thigh flap for extremity reconstruction: Clinical experience and functional assessment of donor site. *Plast Reconstr Surg* 2001: 1766-1771
32. Lee KT, Mun GH: A systematic review of functional donor-site morbidity after latissimus dorsi muscle transfer. *Plast Reconstr Surg* 2014: 303-314
33. Lipa JE et al.: Patient-reported donor-site morbidity following anterolateral thigh free flaps. *J Reconstr Microsurg* 2005: 365-370
34. List MA, Bilir SP: Functional outcomes in head and neck cancer. *Semin Radiat Oncol* 2004: 178-189
35. Li-Tsang CW et al.: Prevalence of hypertrophic scar formation and its characteristics among the chinese population. *Burns* 2005: 610-616
36. Mosahebi A et al.: Extended anterolateral thigh flap in oncological reconstruction. *Plast Reconstr Surg* 2008: 492-496
37. Mureau M et al.: Anterolateral thigh flap reconstruction of large external facial skin defects: A follow-up study on functional and aesthetic recipient- and donor-site outcome. *Plast Reconstr Surg* 2004: 1077-1085
38. Nakatsuka T et al.: Versatility of a free inferior rectus abdominis flap for head and neck reconstruction: analysis of 200 cases. *Plast Reconstr Surg* 1994: 446-450
39. Nakayama B et al.: Role of the anterolateral thigh flap in head and neck reconstruction: advantages of moderate skin and subcutaneous thickness. *J Reconstr Microsurg* 2002: 141-146
40. Ninkovic M et al.: The lateral arm flap. *Clin Plast Surg*: 367-373
41. Novak CB et al.: Comparison of anterolateral thigh and radial forearm free flap donor site morbidity. *Microsurg* 2007: 651-654
42. Pribaz JJ et al.: Anterolateral thigh flap. *Ann Plast Surg* 1995: 585-592
43. Reinert S: The free revascularized lateral upper arm flap in maxillofacial reconstruction following ablative tumor surgery. *J Cran Maxillofac Surg* 2000: 69-73
44. Rogers SN et al.: Quality of life 5-10 years after primary surgery for oral and oropharyngeal cancer. *J Cran Maxillofac Surg* 1999: 187-191

45. Rozen et al.: The unfavorable anatomy of the vastus lateralis motor nerves: A cause of donor-site morbidity after anterolateral thigh flap harvest. *Plast Reconstr Surg* 2009: 1505-1509
46. Ryf C Weymann A: Range of motion - AO Neutral-0 Method. Measurement and Documentation. Thieme 1999
47. Schenk E: Neurologische Untersuchungsmethoden. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York 1992
48. Shieh SJ et al.: Free anterolateral thigh flap for reconstruction of head and neck defects following cancer ablation. *Plast Reconstr Surg* 2000: 2358-2360
49. Shieh SJ et al.: Patient-reported donor-site morbidity following anterolateral thigh free flaps. *J Reconstr Microsurg* 2005: 365-370
50. Song YG et al.: The free thigh flap: a new free flap concept based on the septocutaneous artery. *Br J Plast Surg* 1984: 149-159
51. Thompson CM et al.: What score on the Vancouver Scar Scale constitutes a hypertrophic scar? Results from a survey of North American burn-care providers. *Burns* 2015: 1442-1448
52. Tsuji N et al.: Functional evaluation of anterolateral thigh donor sites: Isokinetic torque comparisons for knee function. *Microsurg* 2008: 233-237
53. Wei FC et al.: Have we found an ideal soft-tissue flap? An experience with 672 anterolateral thigh flaps. *Plast Reconstr Surg* 2002: 2219-2226
54. Weise H et al.: Donor site morbidity of the anterolateral thigh flap. *J Cran Maxillofac Surg* 2017: 2105-2108
55. Wen G et al.: Analysis of donor-site complications of the anterolateral thigh flap. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi* 2009: 1177-1179
56. Wolff KD GA: The free vastus lateralis flap: An anatomic study with case reports. *Plast Reconstr Surg* 1992: 469-475
57. Wolff KD HF: Raising of microvascular flaps. A systematic approach. Springer 2005
58. Wolff KD et al.: The anterolateral thigh as a universal donor site for soft tissue reconstruction on maxillofacial surgery. *J Cran Maxillofac Surg* 2006: 323-331
59. Xu DC et al.: Applied anatomy of the anterolateral femoral flap. *Plast Reconstr Surg* 1988: 305-310

60. Zhou G et al.: Clinical experience and surgical anatomy of 32 anterolateral thigh flap transplantations. Br J Plast Surg 1991

8 Erklärung zum Eigenanteil der Dissertationsschrift

Die Arbeit wurde in der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie des Universitätsklinikums Tübingen unter der Betreuung von Herrn Prof. Dr. Dr. Siegm. Reinert durchgeführt.

Die Konzeption der Studie erfolgte durch Prof. Dr. Dr. Siegm. Reinert und durch mich.

Sämtliche Untersuchungen und Test wurden von mir selbständig durchgeführt.

Die statistische Auswertung erfolgte in Zusammenarbeit mit Herrn Dr. Gunnar Blumenstock vom Institut für medizinische Biometrie des Universitätsklinikums Tübingen.

Ich versichere, das Manuskript selbständig verfasst zu haben und keine weiteren als die von mit angegebenen Quellen verwendet zu haben.

Teile der Arbeit wurden im Journal of Cranio Maxillofacial Surgery durch mich publiziert. Die entsprechenden Teile wurden von mir in der Dissertationsschrift im Literaturverzeichnis gekennzeichnet,

Tübingen, den 12.02.2018

Hannes Christoph Weise

9 Anhang

9.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Anzeichnung der anatomischen Landmarken	3
Abbildung 2: Markierung des zu erwartenden Austrittspunktes der Perforatorgefäße, Ansicht von lateral	4
Abbildung 3: Hautinzision, Ansicht von lateral.....	4
Abbildung 4: subfasziale Präparation, Ansicht von medial	5
Abbildung 5: Markierung der Perforatorgefäße	6
Abbildung 6: Ausmessen der Gefäßstiellänge.....	7
Abbildung 7: Motorischer Ast des N. femoralis.....	8
Abbildung 8: Festlegen der Lappengröße	8
Abbildung 9: Umschneiden des Hautareals	9
Abbildung 10: Abbildung einer Narbe an der Entnahmestelle, 14 Monate postoperativ, Ansicht von ventral.....	14
Abbildung 11: HUMAC CYBEX® Dynamometer	19
Abbildung 12: One-way Analyse der Vancouver scar scale im Bezug auf ein nicht zufriedenstellendes ästhetisches Erscheinungsbild der ALT-Entnahmeregion, die das ästhetische Erscheinungsbild als störend empfunden haben (ja), wiesen einen signifikant höheren Gesamtpunktwert in der Vancouver Scar Scale auf als diejenigen, die zufrieden mit dem Erscheinungsbild waren (nein).	24
Abbildung 13: Verteilung der Narbenlänge in mm und %.....	25
Abbildung 14: Verteilung der Narbenbreite in mm und %.....	26

Abbildung 15: Verteilung der Punktwerte nach Beurteilung der Narbe anhand der Vancouver Scar Scale.....	26
Abbildung 16: Darstellung der Hautsensibilität an der Entnahmestelle	27
Abbildung 17: Werte der Maximalkraft (Nm) für die Extension auf der Entnahmeseite	29
Abbildung 18: Werte der Maximalkraft (Nm) für die Extension auf der kontralateralen Seite	29
Abbildung 19: Das Balkendiagramm zeigt die Verteilung der Patienten in Bezug auf das gemessene Maximalkraft-Defizit (Nm) bei der Extension im Vergleich der Entnahmestelle zur kontralateralen Seite. Die zusammenfassende Statistik stellt das mittlere Kraftdefizit (Nm) von einem angenommenen Wert 0 (kein Defizit) und seine Standardabweichung dar [54]	29
Abbildung 20: Werte der Maximalkraft (Nm) für die Flexion auf der Entnahmeseite	30
Abbildung 21: Werte der Maximalkraft (Nm) für die Flexion auf der kontralateralen Seite	30
Abbildung 22: Das Balkendiagramm zeigt die Verteilung der Patienten in Bezug auf das gemessene Maximalkraft-Defizit (Nm) bei der Flexion im Vergleich der Entnahmestelle zur kontralateralen Seite. Die zusammenfassende Statistik stellt das mittlere Kraftdefizit (Nm) von einem angenommenem Wert 0 (kein Defizit) und seine Standardabweichung dar [54]	31
Abbildung 23: Werte der Kraftausdauer (Nm) für die Extension auf der Entnahmeseite	31
Abbildung 24: Werte der Kraftausdauer (Nm) für die Extension auf der kontralateralen Seite	32

Abbildung 25: Das Balkendiagramm zeigt die Verteilung der Patienten in Bezug auf das gemessene Kraftausdauer-Defizit (Nm) bei der Extension der Entnahmestelle im Vergleich zur kontralateralen Seite. Die zusammenfassende Statistik stellt das mittlere Kraftdefizit (Nm) von einem angenommenem Wert 0 (kein Defizit) und seine Standardabweichung dar [54].	32
Abbildung 26: Werte der Kraftausdauer (Nm) für die Flexion auf der Entnahmeseite	33
Abbildung 27: Werte der Kraftausdauer (Nm) für die Flexion auf der kontralateralen Seite	33
Abbildung 28: Das Balkendiagramm zeigt die Verteilung der Patienten in Bezug auf das gemessene Kraftausdauer-Defizit (Nm) bei der Flexion der Entnahmestelle im Vergleich zur kontralateralen Seite. Die zusammenfassende Statistik stellt das mittlere Kraftdefizit (Nm) von einem angenommenem Wert 0 (kein Defizit) und seine Standardabweichung dar [54].	33

9.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Modifizierte Vancouver Scar Scale nach Baryza	15
Tabelle 2 Einteilung der Kraftgrade zur Quantifizierung der Muskelkraft nach Dahmer und Schenck	17
Tabelle 3: OP-Indikation des ALT-Lappentransfers bei den nachuntersuchten Patienten	22

10 Danksagung

Mein besonderer Dank gilt meinem Doktorvater Herrn Professor Dr. Dr. Siegmar Reinert für das Vertrauen und die Möglichkeit, die Arbeit durchzuführen.

Sehr herzlich möchte ich mich auch bei Herrn Stefan Hofer von der Abteilung EAP der BGU Tübingen für seine Unterstützung bei der isokinetischen Untersuchung der Patienten bedanken.

Bei dieser Arbeit wurde die methodische Beratung des Instituts für Klinische Epidemiologie und angewandte Biometrie der Universität Tübingen in Anspruch genommen. Für die große Unterstützung möchte ich mich bei Herrn Dr. Gunnar Blumenstock sehr herzlich bedanken.

Von tiefstem Herzen bedanke ich mich bei meinen lieben Eltern, denen ich diese Arbeit widme, die mir das Studium der Human- und Zahnmedizin ermöglicht haben und ohne die die Erstellung dieser Arbeit nicht möglich gewesen wäre. Ganz besonderer Dank gilt auch meiner Frau Christina, die mir immer zur Seite stand.

11 Curriculum vitae

Persönliche Daten

Name	Hannes Christoph Weise
Geburtsdatum/ -ort	25.10.1982 in Tübingen
Familienstand	verheiratet
Staatsangehörigkeit	Deutsch

Schulbildung

1989 – 1993	Grundschule Winkelwiese/ Waldhäuser-Ost
1993 – 2002	Uhland-Gymnasium Tübingen
25.06.2002	Abitur

Zivildienst

09/2002 – 06/2003	Zivildienst im Rettungsdienst des DRK Tübingen
07/2003 – 03/2004	Tätigkeit als Rettungssanitäter beim DRK Tübingen

Studium und Beruf

09/2004 – 07/2009	Studium der Humanmedizin an der PMU Salzburg
23.07.2009	Abschluss Studium der Humanmedizin und Promotion zum Dr. med. univ. an der PMU Salzburg
07/2009	Approbation als Arzt
10/2010 – 04/2015	Studium der Zahnmedizin an der EK Universität Tübingen.
10.04.2015	Staatsexamen Zahnmedizin
23.04.2015	Approbation als Zahnarzt
Seit 02/2010	Arzt in Weiterbildung in der Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Universitätsklinikum Tübingen