

# Die Verpflanzung des Musculus latissimus dorsi bei Ruptur der Rotatorenmanschette

Sergio R. Thomann, Charles E. Dumont, Christian Gerber<sup>1</sup>

## Zusammenfassung

### Operationsziel

Verbesserung der Beweglichkeit und Kraft des Armes im Schultergelenk.  
Schmerzlinderung.

### Indikationen

Irreparable Rotatorenmanschettenruptur.

### Kontraindikationen

Läsion des Musculus subscapularis oder des Musculus deltoideus.  
Fortgeschrittene Omarthrose.

### Operationstechnik

Präparation eines gestielten Muskellappens aus dem Musculus latissimus dorsi. Akromioplastik bei kaudalem Akromionsporn. Resektion des Akromioklavikulargelenks bei entsprechender Symptomatologie. Mobilisation der restlichen Rotatorenmanschette. Tenotomie und Tenodese der langen Bizepssehne. Schwenken der Sehne des Muskellappens zwischen dorsalem Musculus deltoideus und dorsokranieller Rotatorenmanschette auf den Defektbereich und Einnähen an/mit gesundem Gewebe der Restmanschette.

### Weiterbehandlung

Anlegen einer Abduktionsschiene in 45° Außenrotation und 45° Abduktion. Passive Mobilisation aus der Schiene während 6 Wochen. Anschließend zunehmend aktive Bewegungsübungen. Kraftübungen nach 3 Monaten.

## Ergebnisse

Zwischen 1986 und 1989 wurden 16 Patienten (eine Frau, 15 Männer) operiert und nach einem durchschnittlichen Zeitraum von 33 Monaten nachuntersucht. Das Durchschnittsalter lag bei 60 (39–75) Jahren. Postoperativ zeigten sich eine deutliche Schmerzreduktion und eine Verbesserung der aktiven Schultergelenkfunktion. Der alterskorrigierte Constant-Score betrug postoperativ 73 (35–97) Punkte.

Postoperativ wurde ein Patient wegen Bildung eines sterilen Seroms in der Axilla punktiert. Ein anderer Patient mit repariertem Musculus subscapularis musste wegen persistierender Schmerzen und Insuffizienz des Musculus subscapularis erneut operiert werden. Bei einem Patienten musste das Akromioklavikulargelenk wegen anhaltender Schmerzen reseziert werden.

## Schlüsselwörter

Latissimus-dorsi-Verpflanzung · Rotatorenmanschettenruptur

Operat Orthop Traumatol 2001;13:159–69

Orthop Traumatol 2001;9:149–58

DOI 10.1007/s00064-001-1016-1

<sup>1</sup> Abteilung Obere Extremität, Orthopädische Universitätsklinik Balgrist, Zürich, Schweiz.

## The Latissimus Dorsi Transfer for the Treatment of Massive Rotator Cuff Tears

### Abstract

#### Objective

Improvement of shoulder mobility and of strength of the upper limb.

Alleviation of pain.

#### Indications

Massive tears not amenable to repair by suture.

#### Contraindications

Tendinous defect of subscapularis.

Loss of function of deltoid.

Advanced osteoarthritis of glenohumeral joint.

#### Surgical Technique

Preparation of a pedicled muscle flap of the latissimus dorsi. Acromioplasty in presence of a caudally pointing spur. Resection of the acromioclavicular joint, if indicated. Mobilization of the remaining medial stump of the rotator cuff. Tenotomy and tenodesis of the long head of the biceps. The tendon of the muscle flap is passed between posterior part of deltoid and posterocranial part of the

cuff into the defect area and sutured to healthy tissue of the remaining cuff.

#### Results

Between 1986 and 1989 we performed this technique in 16 patients (one woman, 15 men) and followed them up for an average of 33 months. The patients' average age was 60 (39–75) years. Postoperatively, a marked reduction in pain was noted as well as an improvement of shoulder function; the age-adjusted Constant score amounted to 73 (35–97) points.

Aspiration of a sterile fluid collection became necessary in one patient. In another patient in whom a torn subscapularis had been repaired, a revision surgery had to be performed on account of persisting pain and insufficiency of the subscapularis muscle. A further patient needed a subsequent resection of the acromioclavicular joint due to persistent pain.

#### Key Words

Latissimus dorsi transfer · Rotator cuff tear

### Operationsprinzip und -ziel

Verbesserung der Außenrotations-, Elevations-, Abduktionsbeweglichkeit und Kraft durch Verpflanzung des Musculus latissimus dorsi auf den Humeruskopf. Gleichzeitig Humeruskopfdepression und Schmerztherapie.

Der verpflanzte Muskel fungiert als

- Ersatz für die irreparable Rotatorenmanschette,
- Interponat und Muskelersatz bei großem Defekt der Rotatorenmanschette,
- Augmentation einer atrophien, fettig degenerierten Rotatorenmanschette.

### Vorteile

- Gutes funktionelles Resultat bei korrekter Indikationsstellung.
- Gute Schmerzbefreiung.
- Wenig Komplikationen

### Nachteile

- Technisch schwieriges Verfahren.
- Postoperativ muss für 6 Wochen eine Abduktionschiene getragen werden.

### Indikationen

- Irreparable Rotatorenmanschettenruptur mit funktionell starker Einschränkung der Schulterbeweglichkeit auch bei nur geringen Schmerzen.
- Betrifft vorwiegend ältere, körperlich aktive Patienten.

Die zwei Hauptkriterien zur präoperativen Unterscheidung einer irreparablen von einer reparablen Ruptur sind:

- *Humeruskopfhochstand*  $\leq 7$  mm im konventionellen anterior-posterioren Röntgenbild bei Neutralrotation. Der Hochstand

erzeugt ein subakromiales Impingement und vermindert die Abduktionskraft des Musculus deltoideus;

- fortgeschrittene *fettige Degeneration* und *Muskelatrophie* (Tabelle 1), welche mittels CT oder MRT nachgewiesen werden kann [7, 10].

Die endgültige Diagnose einer irreparablen Rotatorenmanschettenruptur kann allerdings erst intraoperativ gestellt werden [5].

### Kontraindikationen

- Sehnenläsion des Musculus subscapularis; sie wird klinisch durch den „lift-off“-Test [4] festgestellt.
- Ausfall des Nervus axillaris oder Funktionsverlust der Deltoideusmuskulatur [8].
- Einschränkung der passiven Schultergelenkbeweglichkeit oder Schultersteife.
- Fortgeschrittene Omarthrose.
- Nicht kooperativer Patient.

### Patientenaufklärung

- Der Eingriff wird bei Patienten mit fehlender Außenrotation sowie Elevations- und Abduktionschwäche durchgeführt. Er führt zu einem Schmerzurückgang und einer Zunahme der Außenrotation bei adduziertem Arm. Es lässt sich nicht voraussagen, wie umfangreich und kräftig Überkopfbewegungen postoperativ durchgeführt werden können und wie stark die Schmerzreduktion ausfallen wird.
- Allgemeine Operationsrisiken.
- Parese des Nervus axillaris oder Nervus radialis.
- Bewegungseinschränkung bis hin zur Schultersteife.
- Primäre oder sekundäre Transplantatinsuffizienz.
- Muskellappennekrose.
- 6-wöchiges Tragen einer Abduktions-Außenrotations-Schiene.
- Mindestens 3-monatige Physiotherapie (dreimal wöchentlich).
- Rehabilitationsdauer 6–9 Monate.

### Operationsvorbereitungen

- Die passive Beweglichkeit des Glenohumeralgelenks muss weitgehend wiederhergestellt sein.
- Röntgenaufnahmen der Schulter anteroposterior, seitlich und axial.
- Dokumentation der Läsion mittels MRT.
- Klinische und photographische Dokumentation des Bewegungsumfangs.
- Desinfektion des Operationsgebiets am Vorabend.
- Rasur des Operationsgebiets unmittelbar vor dem Eingriff.

**Tabelle 1**

Semiquantitative Stadieneinteilung nach Goutallier et al. [7].

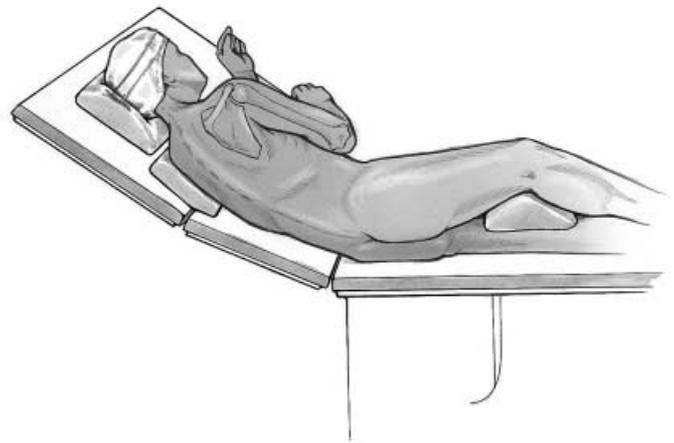
Stadium 0	Kein Fett
Stadium 1	Feine Fettstreifen
Stadium 2	Weniger Fett als Muskel
Stadium 3	Gleich viel Fett wie Muskel
Stadium 4	Mehr Fett als Muskel

### Instrumentarium und Implantate

- Klingenmeißel, 10 mm breit.
- Oszillierende Säge für die Akromioplastik.
- 2,0 mm dicker Bohrer.
- Schuldersprezzange.
- Titanplättchen (Firma Stratec, 4436 Oberdorf, Schweiz).
- Ethibond-Fäden Stärke 3 und PDS II Stärke 0 (Firma Ethicon, 22851 Norderstedt).

### Anästhesie und Lagerung

- Allgemeinnarkose. Zusätzlich empfiehlt sich eine „patientenkontrollierte“ Skalenusanästhesie, um eine frühe postoperative Schultermobilisation zu erleichtern [1].
- Seitenlage mit aufgerichtetem Oberkörper, um einen superioren und posterioren Zugang zu ermöglichen (Abbildung 1). Gesamter Arm frei beweglich.
- Kopf fixiert auf Kopfstütze.



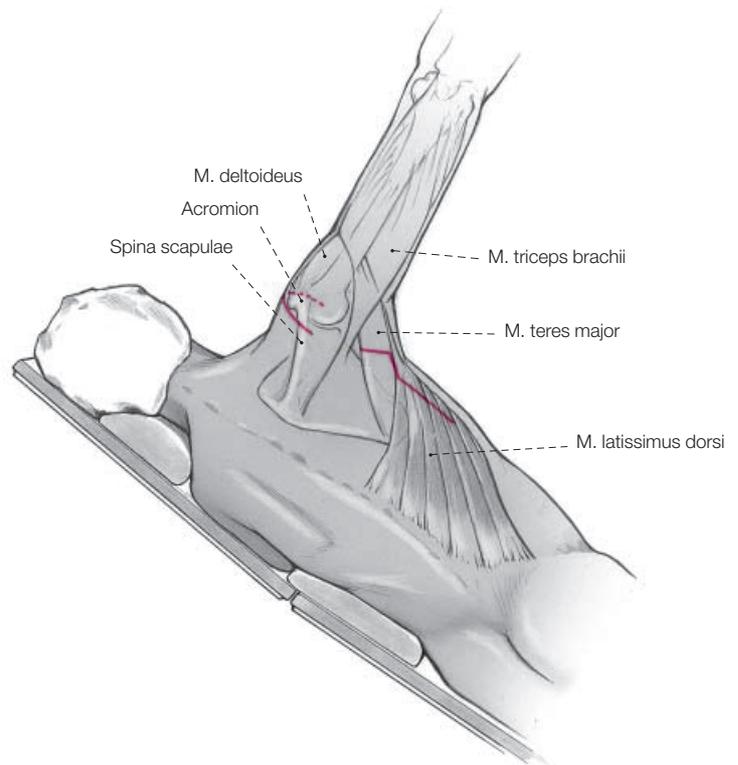
**Abbildung 1**  
Lagerung des Patienten.

## Operationstechnik

Abbildungen 2 bis 12

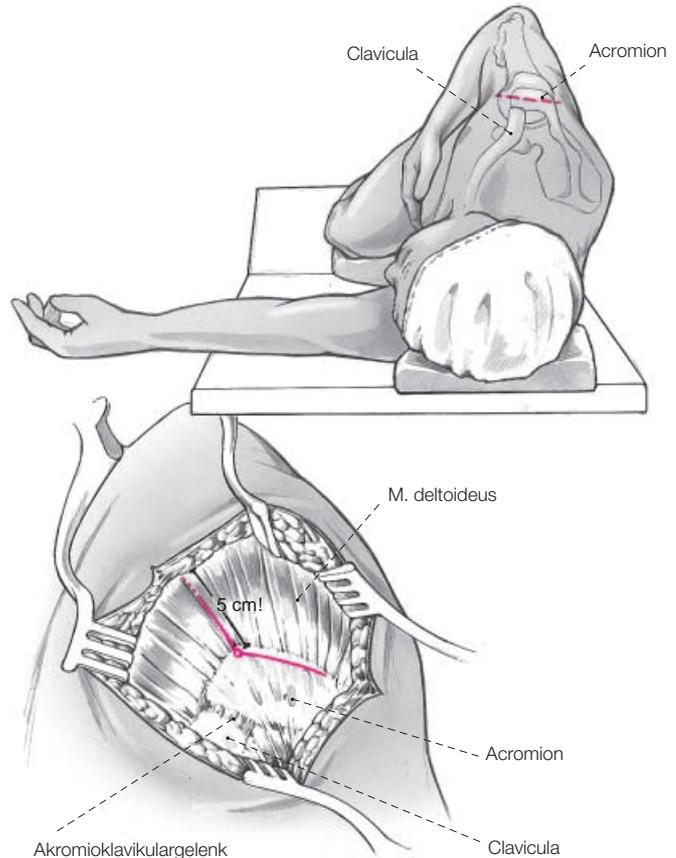
### Abbildung 2

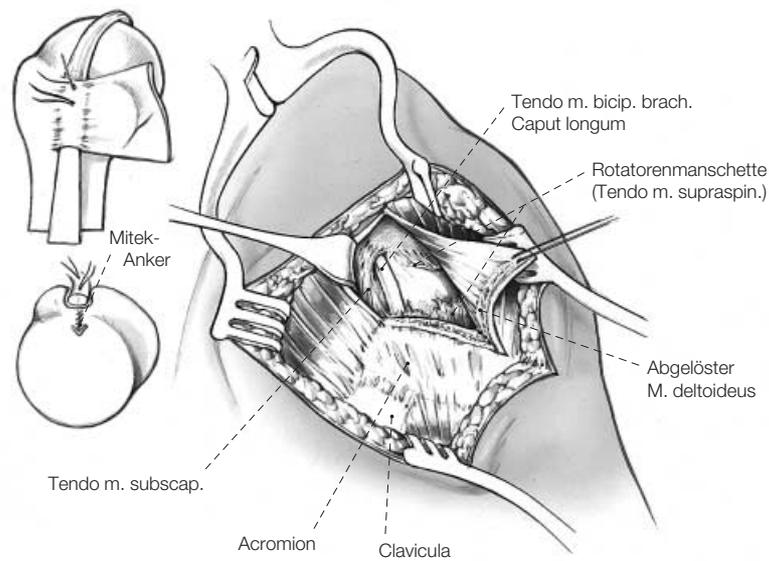
Vor Anbringen der antiseptischen Klebefolie werden beide Inzisionslinien markiert. 12 cm lange Inzision zwischen Akromioklavikulargelenk und lateralem Akromion. Die Inzision verläuft parallel zum lateralen Akromion und beginnt bei der Spina scapulae (superolateraler Zugang).



### Abbildung 3

Ablösen des Musculus deltoideus mit einer dünnen Knochenschuppe (Klingenmeißel) als Voraussetzung für eine stabile Reinsertion. Die scharfe Deltoideusaufteilung zwischen den Muskelfasern des vorderen und lateralen Muskelanteils sollte vom vorderen Akromionneck nicht weiter als 5 cm nach distal ausgedehnt werden, um den Nervus axillaris nicht zu gefährden (s.a. Abbildung 5). Nach Exzision der subakromialen Bursa wird bei Vorhandensein eines anterioren Akromionsporns eine Akromioplastik durchgeführt. Resektion des Akromioklavikulargelenks bei entsprechender Symptomatik.

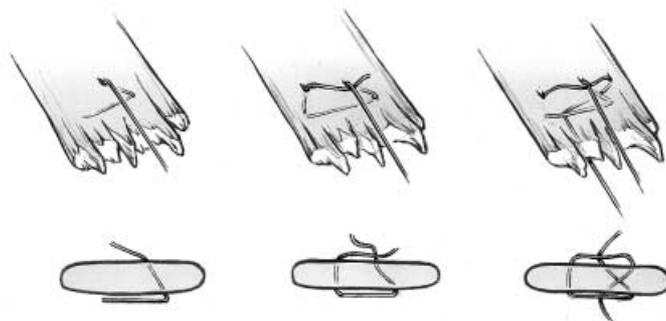




**Abbildung 4**

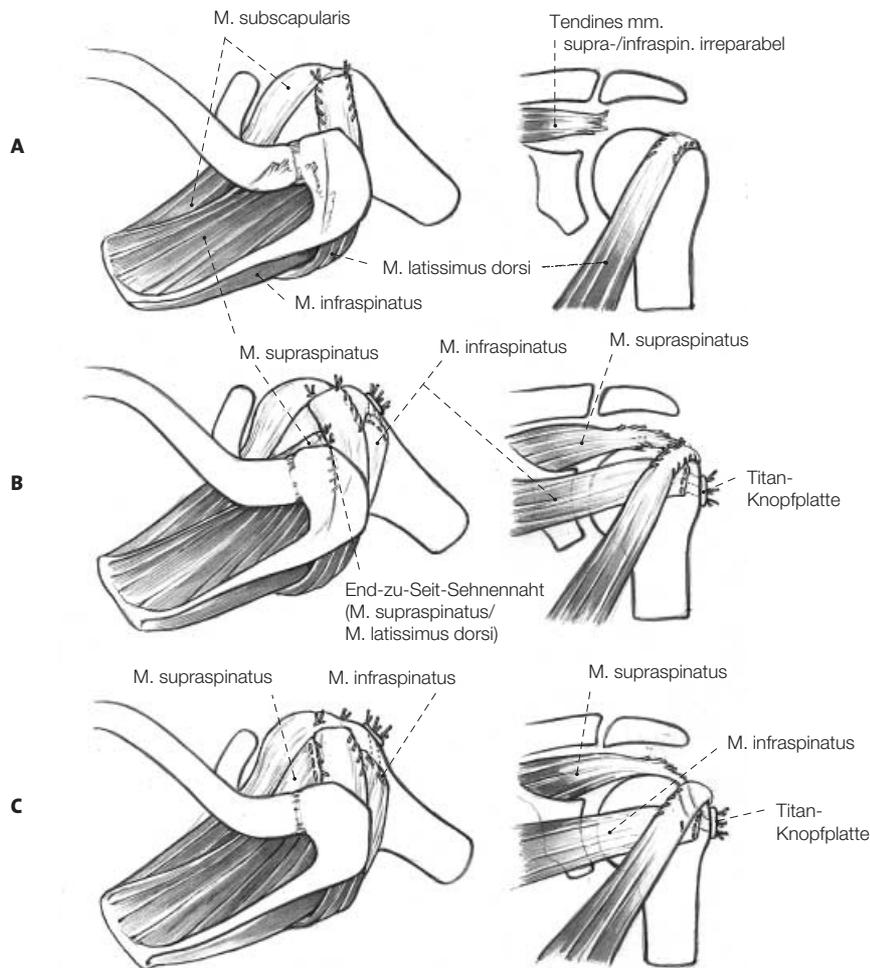
Routinemäßig wird eine Bizepsstenodese durchgeführt, und zwar wegen der Gefahr der Beweglichkeitsbehinderung der meist freiliegenden langen Bizepssehne durch die Fixation des verpflanzten Muskels im Bereich des Tuberculum majus und der kranialen Sehne des Musculus subscapularis (nicht abgebildet).

Oberflächliches Release der Muskel-Sehnen-Übergänge der Musculi supra- und infraspinatus. Obere und hintere Kapsulotomie. Release der Unterfläche beider Muskeln nicht weiter als 1,5 cm medial des Glenoidrandes, um den Nervus suprascapularis nicht zu gefährden [9].



**Abbildung 5**

Nach Débridement der Sehnenstümpfe werden mehrere Ethibond-3-Fäden nach der modifizierten Mason-Allen-Nahttechnik vorgelegt [6].



**Abbildung 6**

Ein Ziel der Muskelverpflanzung ist es, die Rotatorenmanschette über dem Humeruskopf refixieren zu können.

Drei Situationen sind denkbar:

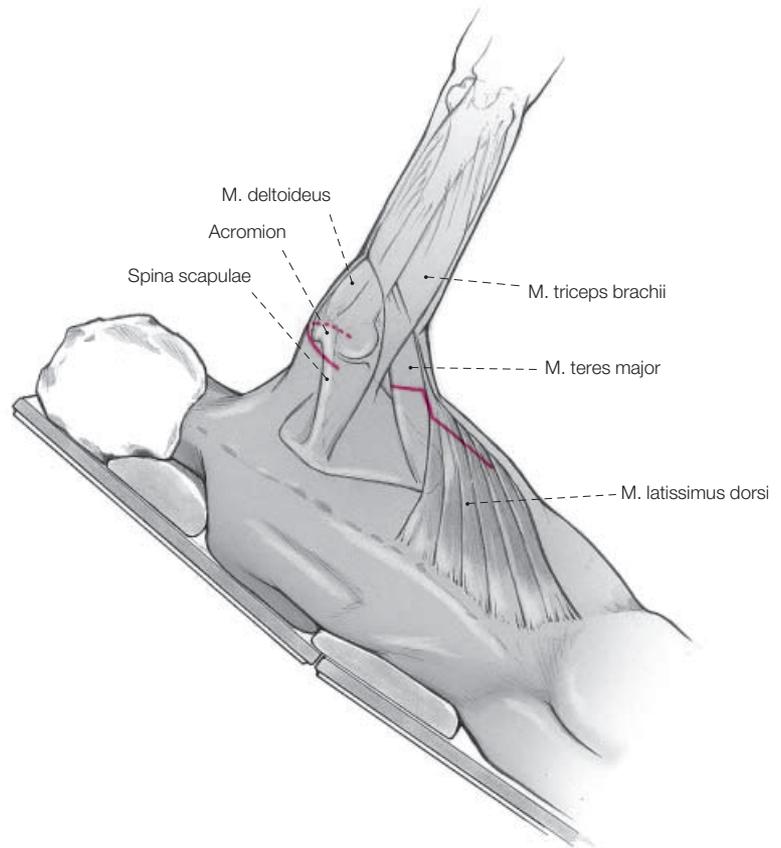
A) Die Rekonstruktion der Musculi supra- und infraspinatus ist unmöglich. Nur der Musculus latissimus dorsi wird über dem Tuberculum majus fixiert und wirkt als Humeruskopfdepressor und aktiver Außenrotator.

B) Bei reinseriertem Musculus infraspinatus (bei < 45° Abduktion) und partiell oder nicht reinseriertem Musculus supraspinatus fungiert die Sehne des Musculus latissimus dorsi zusätzlich als vaskularisiertes Interponat zur Rekonstruktion der Sehne des Musculus supraspinatus.

C) Eine Refixation beider Sehnenstümpfe auf dem Tuberculum majus ist möglich. Bei bestehender Muskelatrophie und fettiger Degeneration > Stadium 2 nach Goutallier et al. [7] (s. Tabelle 1) ist eine Ruptur oder ein Fehlen der Muskelregeneration wahrscheinlich, so dass eine Verpflanzung des Musculus latissimus dorsi als Sehnaugmentation und zur Erhöhung der Außenrotationskraft empfohlen wird.

**Abbildung 7**

Arm vollständig gestreckt. 20–25 cm lange Inzision: Sie beginnt 7 cm distal der oberen Inzision am vorderen Rand des Musculus latissimus dorsi, verläuft zur hinteren Axillarfalte und wird in Verlängerung der proximalen Inzision weiter nach distal geführt. Die drei Schenkel des axillären Zugangs werden durch 60°-Winkel gebrochen, um Narbenstrikturen zu verhindern.



**Abbildung 8**

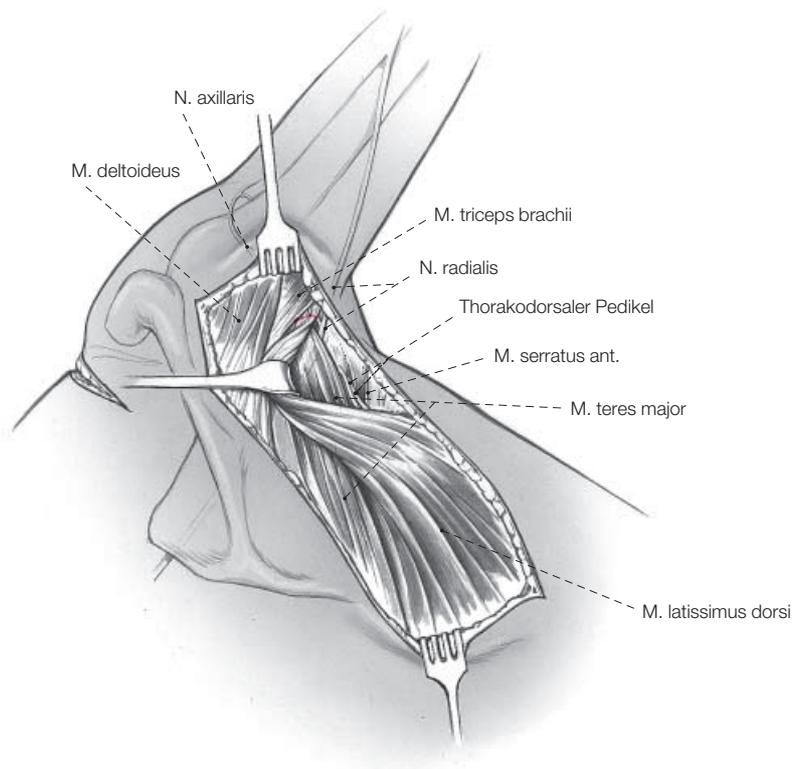
Etwa 15 cm des oberen Muskel- und Sehnenanteils des Latissimus dorsi müssen freipräpariert werden, um eine ausreichende Elastizität und Verschieblichkeit des verpflanzten Muskels zu ermöglichen.

Subkutanes Freipräparieren der Muskeleoberfläche.

Separieren des Muskels vom Musculus teres major.

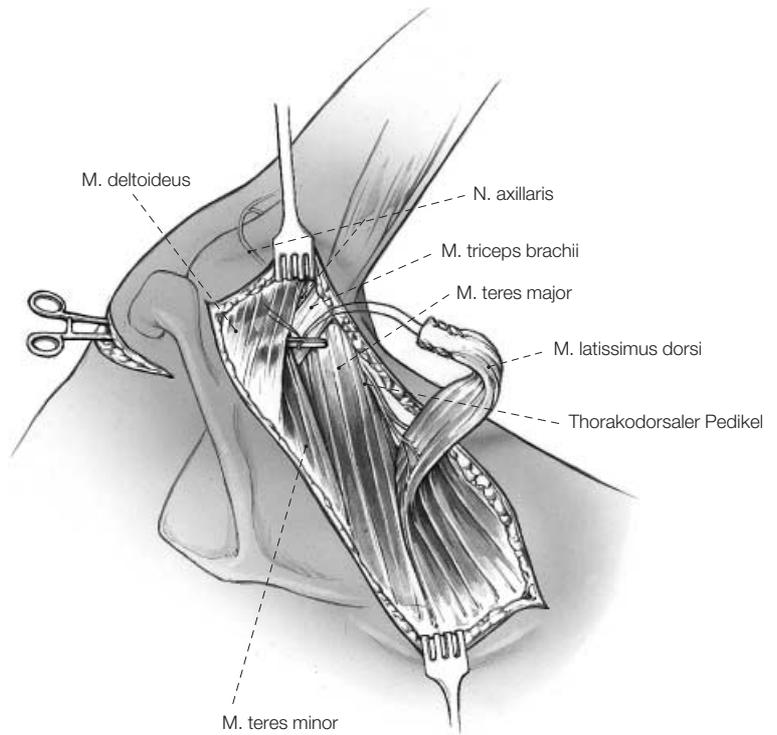
Absetzen der Sehne am Humerus unter Schonung des Nervus radialis.

Trennen des vordersten Muskelanteils vom Musculus serratus anterior bis zum neurovaskulären Pedikel.



**Abbildung 9**

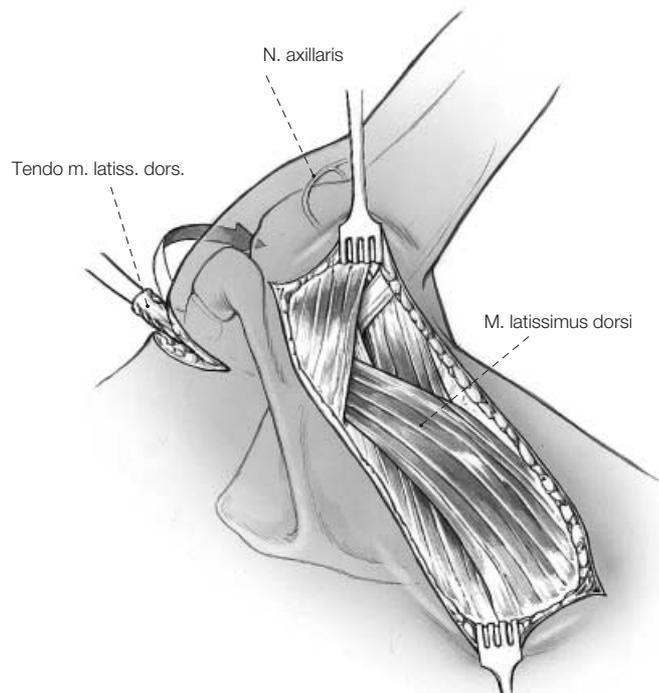
Am Sehnenstumpf werden spiralförmig zwei Ethibond-3-Fäden angebracht. Identifikation des Zwischenraumes zwischen dorsalem Anteil des Musculus deltoideus und langem Kopf des Musculus triceps brachii mediallyseits, um eine Gefährdung des Nervus axillaris zu vermeiden. Präparation des Zwischenraumes zwischen dorsalem Musculus deltoideus und Rotatorenmanschette durch Spreizen mit der Schere, bis die Schere durch die obere Inzision sichtbar wird. Durch diesen Zwischenraum wird nun eine Klemme von der oberen Inzision nach distal geführt.

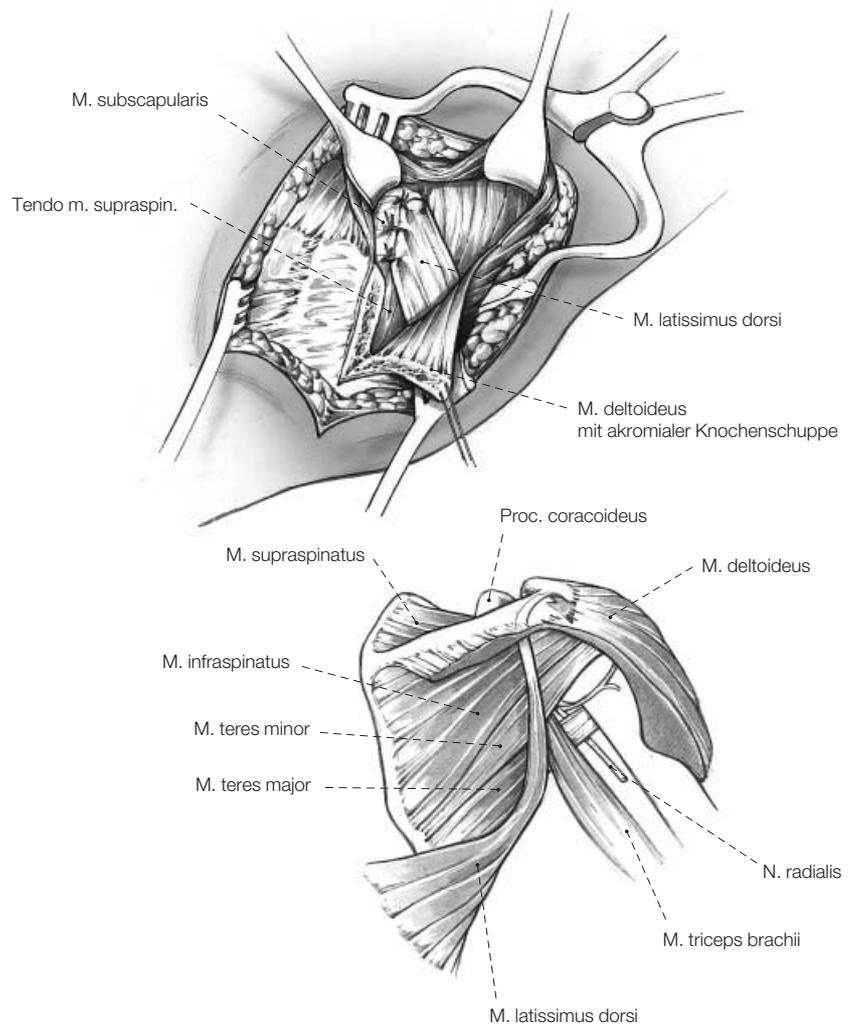


**Abbildung 10**

Die Sehne des Latissimus dorsi wird gefasst und zum Humeruskopf geführt. Sicherstellen, dass genügend Platz für ein freies Durchgleiten bleibt.

Transossäre Fixation der Rotatorenmanschettennähte (bei Optionen B und C über einem Titanplättchen zur Kortikalisverstärkung, s. Abbildung 6).





**Abbildung 11**

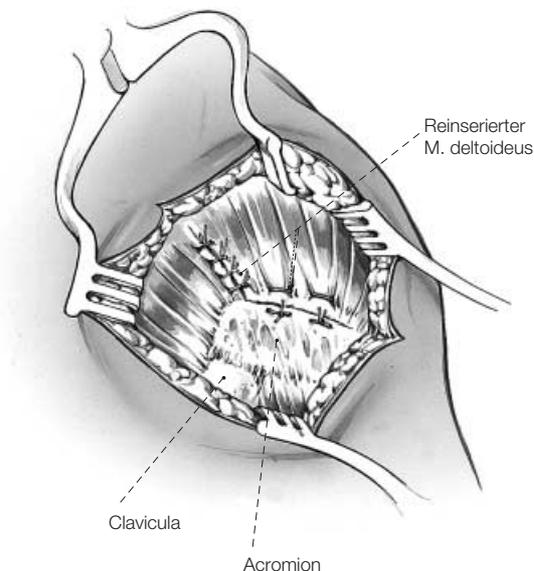
Das Ende der Sehne des Musculus latissimus dorsi wird in ca. 45° Abduktion und Außenrotation des Armes an den Musculus subscapularis genäht. Bei Option B (s. Abbildung 6) wird die Sehne des Musculus supraspinatus mit PDS II o an den medialen Rand der verpflanzten Sehne des Latissimus dorsi genäht.

**Abbildung 12**

Reinsertion des abgelösten Musculus deltoideus an das laterale Akromion mit zwei Ethibond-3-Fäden.

Verschluss der oberflächlichen Faszie des Musculus deltoideus mit PDS II o.

Einlegen von ein bis zwei Redon-Drainagen und Hautverschluss.



### Postoperative Behandlung

- Entfernen der Redon-Drainagen 24–48 h postoperativ. Fadenentfernung nach 2 Wochen.
- Tragen einer Abduktionsschiene (z.B. Abductor von Laboratoire Sober, 38920 Crolles, Frankreich, oder Atroswing, Firma Ormed, 79100 Freiburg) in 45° Abduktion und 45° Außenrotation während 6 Wochen.
- Passive Elevationübungen aus der Schiene und isometrische Kontraktionsübungen des Musculus deltoideus sollten ab dem 1. postoperativen Tag unter physiotherapeutischer Anleitung in Kombination mit Wassertherapie durchgeführt werden (30 min Wassertherapie, dann 30 min trocken, dreimal wöchentlich), wobei der Arm in 45° Außenrotation gehalten werden muss.
- Progressive aktive Außenrotation und Abduktion sowie passive Innenrotationsübungen werden nach 6 Wochen begonnen (dreimal pro Woche).
- Kräftigungsübungen frühestens 3 Monate postoperativ.
- Rehabilitationsdauer 6–9 Monate.
- CPM-Behandlung in einstellbaren Bewegungssektoren möglich.

### Fehler, Gefahren, Komplikationen

- Parese des Nervus axillaris: Hypästhesie im entsprechenden Dermatom an der lateralen Schulter, Schwäche des Musculus deltoideus: Verlauf abwarten. Isometrische Kontraktionsübungen, Elektrostimulation.
- Paralyse des Nervus axillaris: Anästhesie im entsprechenden Dermatom an der lateralen Schulter, Ausfall des Musculus deltoideus: Elektrophysiologische Untersuchung, Operative Revision, ggf. Nervennaht unter mikrochirurgischen Bedingungen.
- Parese oder Paralyse des Nervus radialis: Dorsalseitige Unterarmhypästhesie bzw. -anästhesie. Abschwächung bzw. Ausfall der Handgelenks- und Fingerextensoren: Vorgehen analog zu Parese bzw. Paralyse des Nervus axillaris.
- Tiefe Wundinfektion: Eröffnen der Wunde, Débridement, Drainage, Antibiotogramm und gezielte Antibiotikagabe.
- Schultersteife: Schmerzhaft eingeschränkte passive Schulterbeweglichkeit: Gute Schmerztherapie und Mobilisation unter physiotherapeutischer Kontrolle während 4–6 Monaten. Bei Therapieresistenz arthroskopische Kapsulotomie.

- Nahtdehiszenz des verpflanzten Muskels: Im Fall einer Nahtinsuffizienz oder erneuten Ruptur aufgrund ungenügender Verankerung oder zu hoher Weichteilspannung, evtl. in Zusammenhang mit einem Trauma: Versuch der Refixation des Muskelappens angezeigt.
- Muskellappennekrose: Subfebrile Temperaturen und zunehmende Schmerzsymptomatik. Sekundäres Infektgeschehen möglich: Frühzeitige operative Revision mit vollständiger Exzision des nekrotischen Gewebes und des Fadenmaterials. Postoperativer Antibiotikashutz unter Kontrolle der Entzündungsparameter.

### Ergebnisse

Zwischen 1986 und 1989 wurden eine Frau und 15 Männer mit einer Masseneruptur der Rotatorenmanschette operiert [3, 5]. Der Altersdurchschnitt betrug 60 (39–75) Jahre. Die dominante Seite war 15-mal betroffen. Hauptindikationen zur Operation waren Schmerzen und Funktionsbeeinträchtigungen (Tabellen 3 bis 5). Intraoperativ wurden vier Zwei-, sieben Drei- und fünf Viersehnenrupturen beobachtet. Der Musculus subscapularis war bei fünf Patienten komplett gerissen, bei zwei partiell. Bei drei Patienten konnte der Defekt nicht geschlossen werden (Option A, s. Abbildung 6). Die durchschnittliche Nachuntersuchungszeit betrug 33 (26–41) Monate. Sämtliche Patienten konnten klinisch nachkontrolliert werden.

Die Schulterfunktion wurde prä- und postoperativ mit dem Score von Constant & Murley [2] dokumentiert. Bei diesem 100-Punkte-Scoresystem werden 35 Punkte zugunsten der subjektiven Evaluation und 65 Punkte zugunsten der objektiven Befunde vergeben (Tabelle 2).

Das Operationsergebnis korrelierte stark mit einer assoziierten Läsion des Musculus subscapularis und einer präoperativen glenohumeralen Arthrose. Bei vorhandener guter Funktion des Musculus subscapularis erreichten die Patienten gemäß Constant-Score [2] 82% einer normalen Schulterfunktion. Der durchschnittliche postoperative Gewinn betrug 52° Flexion, 50° Abduktion und 13° Außenrotation. Die Schmerzreduktion in Ruhe beurteilten 94%, in Bewegung 81% der Patienten als gut bis sehr gut. Die subjektive Zufriedenheit war bei acht Patienten ausgezeichnet, bei fünf gut, bei zwei mäßig und bei einem schlecht. 13 Patienten werteten das Resultat als starke Verbesserung, zwei als Verbesserung. Ein Patient blieb subjektiv unverändert. 15 Patienten würden sich bei gleicher Ausgangslage erneut dieser Operation unterziehen.

**Tabelle 2**  
Score nach Constant & Murley [2].

<b>Subjektiv</b>	
Schmerzfreiheit	0 (stark) – 15 (keine) Punkte
Fähigkeit zu Alltagsaktivitäten	0–4 Punkte
Fähigkeit zu beruflichen Aktivitäten	0–4 Punkte
Ungestörte Nachtruhe	0–2 Punkte
Arbeitshöhe für den Arm	0 (keine) – 10 (Überkopf) Punkte
<b>Objektiv</b>	
Mobilität (Flexion, Abduktion, Außenrotation, Innenrotation)	
Mobilität oberer Bereich	
Mobilität unterer Bereich	Bis zu 40 Punkte
Kraftmessung	Bis zu 25 Punkte
<b>Maximalwert</b>	<b>100 Punkte</b>

**Tabelle 3**  
Ruheschmerzen prä- und postoperativ (n = 16).

Ruheschmerzen	Präoperativ	Postoperativ
Stark, nachts, regelmäßig Analgetika	13	–
Mäßig, gelegentlich nachts, gelegentlich Analgetika	2	1
Gelegentlich, gelegentlich nachts, keine Analgetika	1	2
Keine	–	13

**Tabelle 4**  
Schmerzen während der Arbeit prä- und postoperativ (n = 16).

Schmerzen während der Arbeit	Präoperativ	Postoperativ
Stark, nachts, regelmäßig Analgetika	12	1
Mäßig, gelegentlich nachts, gelegentlich Analgetika	3	2
Gelegentlich, gelegentlich nachts, keine Analgetika	1	7
Keine	–	6

**Tabelle 5**  
Aktive Beweglichkeit prä- und postoperativ (n = 16).

Aktive Beweglichkeit	Präoperativ	Postoperativ
Flexion	83° (20–170°)	135° (85–170°)
Abduktion	72° (20–170°)	122° (55–180°)
Außenrotation	10° (–20–35°)	23° (10–35°)
Innenrotation	D12: 5 Patienten L3: 7 Patienten Sakrum: 4 Patienten	D12: 5 Patienten L3: 7 Patienten Sakrum: 4 Patienten

Postoperativ kam es zu keinen Infektionen und neurovaskulären Komplikationen. Ein Patient wurde wegen Bildung eines sterilen Seroms in der Axilla punktiert. Ein anderer Patient mit repariertem Musculus subscapularis musste wegen persistierender Schmerzen und Insuffizienz des Musculus subscapularis erneut operiert werden. Bei einem weiteren Patienten musste das Akromioklavikulargelenk in einer zweiten Operation wegen anhaltender Schmerzen reseziert werden. Es wurde keine Ruptur des verpflanzten Muskels beobachtet, wahrscheinlich dank der guten Mobilisation des Transplantats und des freipräparierten Intervalls zwischen Musculus deltoideus und Rotatorenmanschette.

Das Operationsergebnis hängt stark davon ab, ob der Patient die Abduktionsschiene zuverlässig trägt und bei der frühen passiven Mobilisation gut mitarbeitet.

### Literatur

- Borgeat A, Tewes E, Biasca N, Gerber C. Patient-controlled interscalene analgesia with ropivacaine after major shoulder surgery: PCIA vs PCA. *Br J Anaesth* 1998;81:603–5.
- Constant CR, Murley AH. A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin Orthop* 1987;214:160–4.
- Gerber C. Latissimus dorsi transfer for the treatment of irreparable tears of the rotator cuff. *Clin Orthop* 1992;275:152–60.
- Gerber C, Krushell RJ. Isolated rupture of the tendon of the subscapularis muscle. Clinical features in 16 cases. *J Bone Joint Surg Br* 1991;73:389–94.
- Gerber C, Vinh TS, Hertel R, Hess CW. Latissimus dorsi transfer for the treatment of massive tears of the rotator cuff. A preliminary report. *Clin Orthop* 1988;232:51–61.
- Gerber C, Schneeberger AG, Beck M, Schlegel U. Mechanical strength of repairs of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Br* 1994;76:371–80.
- 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* 1994;304:78–83.
- Hertel R, Lambert SM, Ballmer FT. The deltoid extension lag sign for diagnosis and grading of axillary nerve palsy. *J Shoulder Elbow Surg* 1998;7:97–9.
- Warner IP, Krushell RJ, Masquelet AC, Gerber C. Anatomy and relationships of the suprascapular nerve: anatomical constraints to mobilization of the supraspinatus and infraspinatus muscles in the management of massive rotator-cuff tears. *J Bone Joint Surg Am* 1992;74:36–45.
- Zanetti M, Gerber C, Hodler J. Quantitative assessment of the muscles of the rotator cuff with magnetic resonance imaging. *Invest Radiol* 1998;33:163–70.

### Korrespondenzanschrift

Prof. Dr. Christian Gerber  
Klinikdirektor  
Orthopädische Universitätsklinik Balgrist  
Forchstraße 340  
8008 Zürich  
Schweiz  
Telefon/Fax (+41/01) 386  
E-Mail: cgerber@balgrist.unizh.ch