

Diplomarbeit

Planung einer DIEP-Lappenplastik mit Hilfe einer präoperativen kontrastmittelverstärkten MRA zur Evaluierung der Perforatorgefäße der Bauchwand

eingereicht von

Johannes Gessl

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor der gesamten Heilkunde

(Dr. med. univ.)

an der

Medizinischen Universität Graz

ausgeführt an der

Klinischen Abteilung für Plastische, Ästhetische und

Rekonstruktive Chirurgie

unter der Anleitung von

Univ. Prof. Dr. med. Lars-Peter Kamolz, MSc

Univ. Ass. Dr. med. Daryousch Parvizi

Ass. Prof.ⁱⁿ Dr.ⁱⁿ med. Manuela Aschauer

Graz, am 23.12.2016

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am 23.12.2016

Johannes Gessl eh

Danksagungen

Eingangs bedanke ich mich herzlich bei Herrn Univ. Prof. Dr. med. Lars-Peter Kamolz, MSc und Herrn Univ. Ass. Dr. med. Daryousch Parvizi vom Team der Plastischen, Ästhetischen und Rekonstruktiven Chirurgie der Univ. Klinik für Chirurgie Graz. Beide standen mir, bei plastisch-chirurgischen Fragen, stets helfend zur Seite. Ein weiterer besonderer Dank gilt Frau Ass. Prof.ⁱⁿ Dr.ⁱⁿ med. Manuela Aschauer von der Univ. Klinik für Radiologie Graz. Sie stand mir während der gesamten Zeit immer mit Rat und Tat zur Seite und setzte immer wieder neue Impulse, welche die Arbeit vorantrieben. Ohne die große Hilfe meiner drei Betreuer wäre die Umsetzung meiner Diplomarbeit niemals möglich gewesen. Auch die Hilfe seitens der RadiologietechnologInnen rund um Frau Amtsrätin Sabine Pfandl war äußerst wichtig, dafür bedanke ich mich.

An dieser Stelle bedanke ich mich auch bei all jenen Menschen, die mich während meiner gesamten Studienzeit unterstützt und begleitet haben.

Zusammenfassung

Hintergrund der Arbeit

Die Brustrekonstruktion im Rahmen der Behandlung von Brustkrebs ist wichtig für viele Patientinnen. Mit der adäquaten präoperativen Bildgebung der Perforatoren, ist es möglich eine gute Durchblutung des späteren Lappens zu gewährleisten. Aufgrund der variablen Anatomie der A. epigastrica inferior, ist es oft schwierig die optimalen Gefäße zur Lappenversorgung zu identifizieren. Um einen Lappen planen zu können, benötigt man Kenntnis über verschiedenste, die Gefäße betreffende, Parameter. Ziel dieser Arbeit war es, ein neu entwickeltes MRA-Protokoll anzuwenden, um die Gefäße optimal zu charakterisieren und so die Arbeit für die Chirurgin bzw. den Chirurgen zu erleichtern.

Material und Methoden

Zehn Frauen durchliefen das Studienprotokoll im Zeitraum von Juni 2015 bis Juli 2016 unter Einsatz eines Siemens 3-T Magnetom Prisma-Fit®. Durchschnittliches Alter: 50,2 Jahre (36-70). Die präoperative Bildgebung erfolgte in Bauchlage unter Atemhaltung. Vor der Aufnahme wurde ein gadoliniumhaltiges Kontrastmittel appliziert. Gadobutrol (0,1 ml/kg Körpergewicht), 20 ml NaCl 0,9%, mit einer Flussrate von 2ml/s. Folgende Parameter wurden für die MRA-Sequenz verwendet: repetition time (TR)/echo time (TE)/flip = 2,9/1,0/24.0 degrees. Bandwidth 645 kHz. Slice thickness 1,1 mm. Acquisition matrix 352/238. Start der Aufnahme nach individueller Analyse der Transitzeit des Kontrastmittels zum optimalen Timing.

Die Befundung der MRA-Sequenzen erfolgte anhand des Studienprotokolls. Vor der Operation wurden die MRA Bilder, sowie der MRA Befund von der Chirurgin bzw. vom Chirurgen gesichtet. Die besten Perforatoren wurden ausgewählt und am Tag vor der Operation am Abdomen der Patientin markiert. Im Operationsbericht hielt die Chirurgin bzw. der Chirurg fest, ob eine Korrelation zwischen MRA Befund und intraoperativen Gegebenheiten bestand oder nicht.

Ergebnisse

Während der Studie kam es zu keinerlei Komplikationen. Die Perforatorgefäße konnten in jedem Fall identifiziert werden. Alle notwendigen Parameter zur Gefäßcharakterisierung konnten erhoben werden. In 7 (70%) von 10 Fällen zeigte sich eine exakte Übereinstimmung zwischen präoperativer MRA und den intraoperativen Gegebenheiten. In 1 (10%) von 10 Fällen zeigte sich keine exakte Übereinstimmung und in 2 (20%) von 10 Fällen fehlte im OP Bericht die Bezugnahme auf die präoperative MRA. Eine signifikante Verkürzung der Operationsdauer konnte nicht nachgewiesen werden.

Konklusion

Auch wenn die MR-Angiographie relativ kostenintensiv und noch nicht flächendeckend verfügbar ist, glauben wir, dass dieser Methode die Zukunft der präoperativen Evaluation der Perforatorgefäße der A. epigastrica inferior bei geplanter DIEP-Flap Brustrekonstruktion gehören wird. Hauptsächlich, weil auf ionisierende Strahlung und jodhaltige Kontrastmittel verzichtet werden kann. Es sind jedoch weitere Studien notwendig bis die MR-Angiographie tatsächlich der Goldstandard auf diesem Gebiet sein wird.

Abstract

Background

Breast reconstruction is important in the treatment for breast cancer patients. With appropriate preoperative imaging of the perforator vessels, it is possible to ensure the optimal vascularization of the flap. The anatomy of the inferior epigastric artery is highly variable, this makes it difficult to identify the best vessels providing the flap. For ideal flap planning the origin of the vessel, anatomical variations, vessel diameter, anatomical course and the location, relative to the umbilicus is needed. The usage of contrast enhanced MRA for preoperative planning prior to DIEP flap is still hardly recognized by today and little literature is available on this particular subject. The goal of this study was to test a new developed MRA-protocol to identify and describe arteries of the anterior abdominal wall.

Material and Methods

Ten women underwent our standardised protocol from June 2015 to January 2016 with a Siemens 3-T Magnetom Prisma-Fit®. The mean age was 50,2 years (36-70). Preoperative imaging was performed in prone position under breath hold as long as possible after intravenous injection of gadolinium-based contrast agent. The injection consisted of Gadobutrol, single dose 0,1 ml/kg body weight, 30 mL NaCl 0,9% at a flow rate of 2 ml/s. The Sequence was acquired with the following parameter: repetition time (TR)/echo time (TE)/flip = 2,9/1,0/24,0 degrees. Bandwidth was 645 kHz. Slice thickness was 1,1 mm. Acquisition matrix was 352/238. Start of series after individual analysis of contrast medium transit time to determine the most ideal timing for arterial imaging the perforator vessels.

The radiologist identified the largest perforators and collected all important parameter. Prior surgery, the surgeon reviewed the MRA images and the radiology report. The most suitable vessels were selected for each patient. On the day before the surgery, perforators were marked on the abdomen. In the surgical report, the surgeon stated whether the MRA images correlated with the intraoperative findings or not.

Results

No complications occurred during the whole study. Arteries and veins were identified in every case. All necessary parameters were collected. In 7 (70%) out of 10 cases intraoperative findings correlated with the preoperative MRA. In 1 (10%) out of 10 cases there was no correlation and in 2 (20%) out of 10 cases the correlation was not mentioned in the surgical report. A significant reduction of the surgery time could not be proven.

Conclusion

Although preoperative MRA is rather expensive, we think it will be the gold standard to evaluate perforator vessels prior to DIEP-flap breast reconstruction. Mainly because there is no ionising radiation and there are no iodine-containing contrast agents needed. Nonetheless, further studies are necessary in this field.

Inhaltsverzeichnis

Danksagungen	ii
Zusammenfassung	iii
Abstract	v
Inhaltsverzeichnis	vii
Glossar und Abkürzungen	ix
Abbildungsverzeichnis	x
Tabellenverzeichnis	xv
1 Einleitung	1
1.1 Hintergrund und Kernfrage der Arbeit	1
2 Heranführung an das Thema	1
2.1 Anatomie der ventrolateralen Bauchwand	1
2.1.1 Allgemeiner Aufbau und wichtige Strukturen	1
2.1.2 Leitungsbahnen der ventrolateralen Bauchwand	5
2.2 Anatomie der weiblichen Brust	8
2.2.1 Form und Aufbau	8
2.2.2 Gefäße und Nerven	9
2.3 Grundlagen der Brustrekonstruktion	13
2.3.1 Geschichte der Brustrekonstruktion	13
2.3.2 Aktuelle Verfahren zur Brustrekonstruktion	14
3 Möglichkeiten der präoperativen Evaluierung der Perforatorgefäße bei geplanter DIEP-Flap Brustrekonstruktion	24
3.1 Sonografie	24
3.2 CT-Angiographie (CTA)	28
3.3 MR-Angiographie (MRA)	32
4 Material und Methoden	35
4.1 Studiendesign	35
4.2 Patientinnenkollektiv	35
4.3 Magnetresonanztomographie (MRA)	36
4.3.1 Kontrastmittel	37
4.3.2 MRA Auswertung	38
5 Ergebnisse – Resultate	42
5.1 OP-Dauer	42
5.2 Korrelation zwischen MRA und intraoperativen Gegebenheiten	44

5.3 MR-Angiographie	45
6 Diskussion	46
6.1 Methodische Schwächen	48
7 Konklusion	48
8 Literaturverzeichnis.....	49
Anhang – Case Report Forms.....	56

Glossar und Abkürzungen

A.	Arteria
Aa.	Arteriae
bzw.	beziehungsweise
CT	Computertomographie
d.h.	das heißt
DIEP- Flap	Deep Inferior Epigastric Perforator- Flap
engl.	Englisch
ICR	Intercostalraum
i.d.R.	in der Regel
inf.	inferior
Lig.	Ligamentum
Ligg.	Ligamenta
M.	Musculus
MAK	Mamillen-Areola-Komplex
Mm.	Musculi
MRA	Magnetresonanztomographie
NAC	Nipple-Areola-Complex
Proc.	Processus
R.	Ramus
Rr.	Rami
sog.	sogenannt
St.p.	Status post
sup.	superior
TRAM- Lappen	Transverser Rectus Abdominis Musculocutaneus-Lappen
Tub.	Tuberculum
V.	Vena
v.a.	vor allem
Vv.	Venae
WHO	World Health Organisation

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Regionen des Bauches (2).....	2
Abbildung 2: Schichten der Bauchwand (2)	3
Abbildung 3: (a) Darstellung der Rektusscheide oberhalb der Linea arcuata (11) .	4
Abbildung 4: (b) Darstellung der Rektusscheide unterhalb der Linea arcuata (11)	4
Abbildung 5: Aufzweigungsverhalten der A. epigastrica inferior. a: ein Hauptstamm bzw. zwei Hauptstämme. b: drei Hauptstämme (10).....	6
Abbildung 6: Gefäße und Nerven der Bauchwand (2).....	8
Abbildung 7: Aufbau der Brustdrüse (11)	9
Abbildung 8 a: Arterielle Versorgung der Brustdrüse (A) Äste der A. mammaria interna, (B) A. thoracica lateralis, (C) Äste der Intercostalararterien. b: (1) oberflächliches Gefäßsystem, (2) tiefes Gefäßsystem, (3) submamillärer Plexus (12).....	10
Abbildung 9: a: oberflächliches venöses Gefäßsystem. b: venöses Gefäßsystem der Brust: (1) oberflächliches System, (2) tiefes System, (3) submamillärer Plexus (12).....	11
Abbildung 10: Lymphknoten und Lymphbahnen der Brustdrüse und der Achselhöhle (2)	12
Abbildung 11: sensible nervale Versorgung der Brust: (A) supraklavikuläre Äste, (B) Rr. anteriores der Intercostalnerven, (C) Rr. laterales der Intercostalnerven (12)	13
Abbildung 12: Submuskuläre Implantatlage (12).....	15
Abbildung 13: Illustration Latissimus-Flap (18).....	17
Abbildung 14: Illustration des Muscle Sparing Free TRAM-Flap (21).....	19
Abbildung 15: Hebestelle und bereits präpariertes Zielgebiet (19).....	20
Abbildung 17: Illustration DIEP-Flap (22)	21
Abbildung 16: Lappen mit dem angeschlungenen Perforatorgefäß (19)	21
Abbildung 18: Illustration einer Nippelrekonstruktion mittels sog. C-V-Flap (35)..	23
Abbildung 19: Identifikation des Durchtrittspunktes eines Perforatorgefäßes durch die Faszie mittels Sonografie (42).....	26
Abbildung 20: Schematische Darstellung des Koordinatensystems zur Markierung der Perforatorgefäße (42).....	26
Abbildung 21: Markierung der Perforatorgefäße auf der Haut der Patientin (43) .	27
Abbildung 22: CTA MIP-Rekonstruktion zur Messung der Kaliberstärke (47)	30

Abbildung 23: Virtuelles Koordinatensystem zur Markierung der Perforatoren (47)	30
Abbildung 24: CTA - Darstellung des intramuskulären Verlaufs (47)	31
Abbildung 25: MRA MIP-Rekonstruktion zur Messung der Kaliberstärke (47)	33
Abbildung 26: Virtuelles Koordinatensystem zur Markierung der Perforatoren (47)	33
Abbildung 27: MRA - Darstellung des intramuskulären Verlaufs (47)	34
Abbildung 28: MR-Angiographie in Bauchlage	37
Abbildung 29: präoperative MR-Angiographie der Bauchwand. Markierung des Nabels in 3 Raumebenen (roter Pfeil), A: frontal, B: sagittal und C: horizontal.	39
Abbildung 30: präoperative MR-Angiographie der Bauchwand. Ursprung der A. epigastrica inferior aus der A. iliaca externa	39
Abbildung 31: MR-Angiographie der Bauchwand. Aufzweigungsverhalten der A. epigastrica inferior	40
Abbildung 32: präoperative MR-Angiographie der Bauchwand. Bestimmung des Gefäßdurchtritts durch den M. rectus abdominis rechts. A: frontal, B: Vergrößerung, C: sagittal und D: horizontal.	40
Abbildung 33: präoperative MR-Angiographie der Bauchwand – Messprozess, rechts.	41
Abbildung 34: Boxplott zur durchschnittlichen Operationszeit einer einseitigen sekundären DIEP-Flap Brustrekonstruktion	44
Abbildung 35: 47 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand. Markierung des Nabels in 3 Raumebenen (roter Pfeil), A: frontal, B: sagittal und C: horizontal. Die Position des Nabels dient den späteren Messungen sowie der allgemeinen Orientierung.	57
Abbildung 36: 47 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.	57
Abbildung 37: 47 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.	58
Abbildung 38: 47 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.	58
Abbildung 39: 47 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.	59

Abbildung 40: 53 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand. Markierung des Nabels in 3 Raumebenen (roter Pfeil), A: frontal, B: sagittal und C: horizontal. Die Position des Nabels wird für die späteren Messungen benötigt.....	61
Abbildung 41: 53 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.	61
Abbildung 42: 53 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.	62
Abbildung 43: 53 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.	62
Abbildung 44: 53 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.	63
Abbildung 45: 51 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand. Markierung des Nabels in 3 Raumebenen (roter Pfeil), A: frontal, B: sagittal und C: horizontal. Die Position des Nabels wird für die späteren Messungen benötigt.....	65
Abbildung 46: 51 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.	65
Abbildung 47: 53 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.	66
Abbildung 48: 53 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.	66
Abbildung 49: 53 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.	67
Abbildung 50: 43 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand. Markierung des Nabels in 3 Raumebenen (roter Pfeil), A: frontal, B: sagittal und C: horizontal. Die Position des Nabels wird für die späteren Messungen benötigt.....	69
Abbildung 51: 43 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.	69
Abbildung 52: 43 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.	70
Abbildung 53: 43 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.	70

Abbildung 54: 43 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.	71
Abbildung 55: 56 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand. Markierung des Nabels in 3 Raumebenen (roter Pfeil), A: frontal, B: sagittal und C: horizontal. Die Position des Nabels wird für die späteren Messungen benötigt.	73
Abbildung 56: 56 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.	74
Abbildung 57: 56 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.	74
Abbildung 58: 56 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.	75
Abbildung 59: 56 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.	75
Abbildung 60: 39 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand. Markierung des Nabels in 3 Raumebenen (roter Pfeil), A: frontal, B: sagittal und C: horizontal. Die Position des Nabels wird für die späteren Messungen benötigt.	77
Abbildung 61: 39 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.	77
Abbildung 62: 39 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.	78
Abbildung 63: 39 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.	78
Abbildung 64: 39 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.	79
Abbildung 65: 46 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand. Markierung des Nabels in 3 Raumebenen (roter Pfeil), A: frontal, B: sagittal und C: horizontal. Die Position des Nabels wird für die späteren Messungen benötigt.	81
Abbildung 66: 46 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.	81
Abbildung 67: 46 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.	82

Abbildung 68: 47 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.	82
Abbildung 69: 47 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.	83
Abbildung 70: 70 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand. Markierung des Nabels in 3 Raumebenen (roter Pfeil), A: frontal, B: sagittal und C: horizontal. Die Position des Nabels wird für die späteren Messungen benötigt.	86
Abbildung 71: 70 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.	86
Abbildung 72: 70 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.	87
Abbildung 73: 70 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.	87
Abbildung 74: 70 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.	88
Abbildung 75: 36 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand. Markierung des Nabels in 3 Raumebenen (roter Pfeil), A: frontal, B: sagittal und C: horizontal. Die Position des Nabels wird für die späteren Messungen benötigt.	90
Abbildung 76: 36 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.	90
Abbildung 77: 36 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.	91
Abbildung 78: 36 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.	91
Abbildung 79: 36 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.	92

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Möglichkeiten der MAK-Rekonstruktion (23)	22
Tabelle 2: Demographische Daten der Studienteilnehmerinnen	36
Tabelle 3: Parameter des MRA-Protokolls	37
Tabelle 4: Übersicht – DIEP- und TRAM-Flaps LKH-Univ. Klinik Graz 2014- 02/2016	43
Tabelle 5: Operationsdauer mit und ohne präoperative MR-Angiographie.....	43
Tabelle 6: Korrelation zwischen MRA-Befund und intraoperativen Gegebenheiten	45
Tabelle 7: Überblick über das Aufzweigungsverhalten der A. epigastrica inferior	46

1 Einleitung

1.1 Hintergrund und Kernfrage der Arbeit

Die Brustrekonstruktion im Rahmen der Behandlung von Brustkrebs ist wichtig für viele Patientinnen. Mit der adäquaten präoperativen Bildgebung der sog. Perforatorgefäße der A. epigastrica inferior, ist es möglich, eine gute Auswahl der Gefäße zu treffen und so eine gute Durchblutung des späteren Lappens zu gewährleisten. (1)

Aufgrund der äußerst variablen Anatomie der A. epigastrica inferior, ist es oft schwierig die optimalen Gefäße zur Lappenversorgung zu identifizieren. Um einen Lappen optimal planen zu können, benötigt man Kenntnis über verschiedene Details der Gefäße. Der Einsatz der kontrastmittelverstärkten MRA für diesen Zweck erscheint äußerst sinnvoll. Ziel dieser Arbeit war es, ein neu entwickeltes MRA-Protokoll anzuwenden, um die Gefäße der Bauchwand so gut wie möglich zu charakterisieren und so die Arbeit für die Chirurgin bzw. den Chirurgen zu erleichtern.

2 Heranführung an das Thema

2.1 Anatomie der ventrolateralen Bauchwand

Die Kenntnis über die Anatomie der ventrolateralen Bauchwand ist für die Durchführung von Brustrekonstruktionen mittels DIEP- oder TRAM-Flap von großer Bedeutung.

2.1.1 Allgemeiner Aufbau und wichtige Strukturen

Der Bauch beginnt kranial am Rippenbogen bzw. Xiphoid und reicht nach kaudal bis an das Lig. inguinale und das Becken. Zur Hinterwand des Abdomens gibt es keine fassbare Begrenzung. Die Bauchwand wird in 9 Regionen eingeteilt (Abbildung 1 gibt einen Überblick über diese Regionen). Für diese Arbeit sind vor allem die Regio umbilicalis, die Regiones laterales dextra und sinistra, die Regio pubica und die Regiones inguinales dextra und sinistra von Bedeutung. Die

Bauchform an sich ist äußerst variabel und abhängig vom Ernährungszustand, dem Alter, Geschlecht und der Konstitution der betreffenden Person. (2,3)

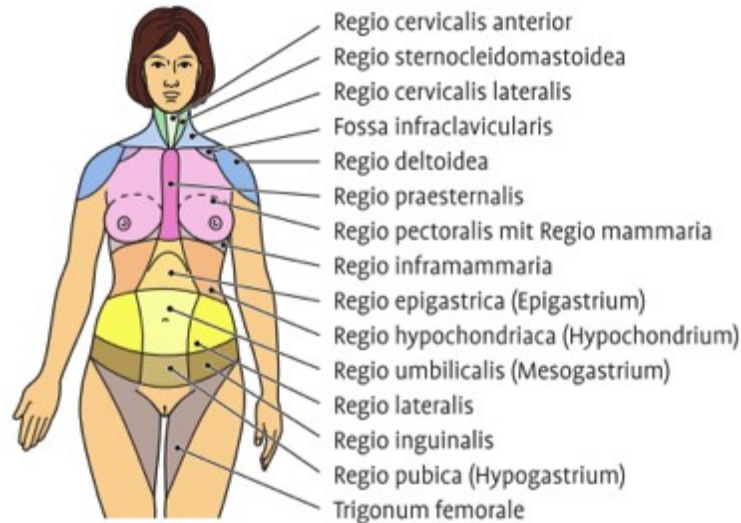


Abbildung 1: Regionen des Bauches (2)

Von außen nach innen wird die ventrolaterale Bauchwand in 6 Schichten unterteilt (nach (2)):

- Cutis
- Tela subcutanea bestehend aus Panniculus adiposus abdominis (Camper-Faszie) und Stratum membranosum abdominis (Scarpa-Faszie)
- Fascia abdominis externus (Rektusscheide)
- Mm. abdominis
 - Mm. obliquii externus und internus abdominis
 - M. transversus abdominis
 - M. quadratus lumborum
 - M. psoas major
 - M. psoas minor (variabel)
- Fascia transversalis, welche den M. transversus abdominis und das hintere Blatt der Rektusscheide bedeckt
- Peritoneum (Bauchfell)

Abbildung 2 zeigt einen Überblick über diese Schichten.

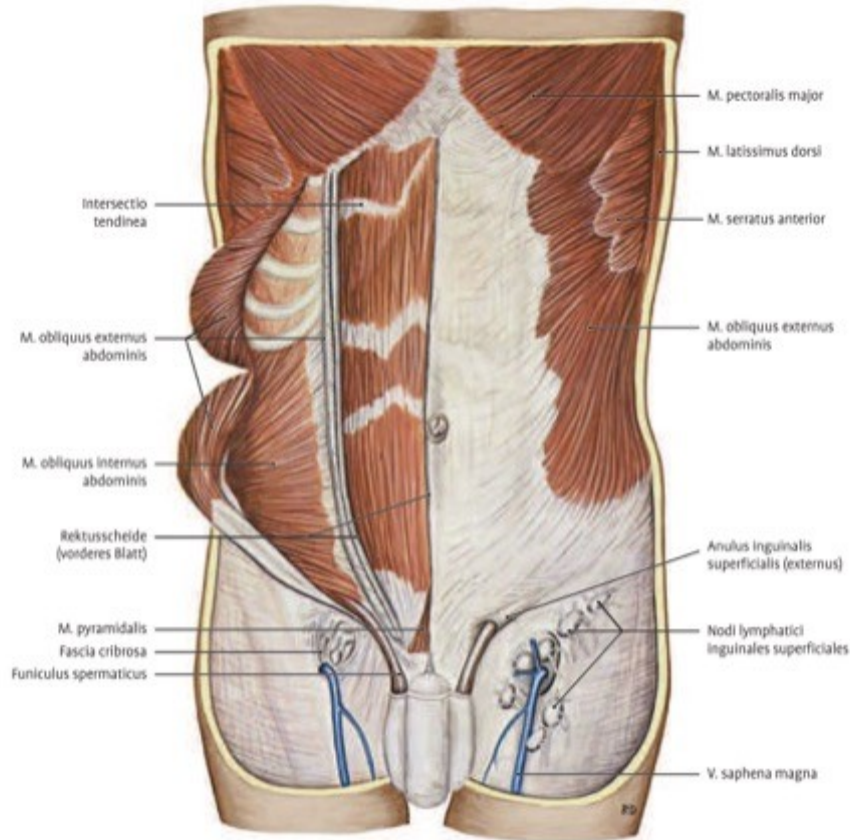


Abbildung 2: Schichten der Bauchwand (2)

Da dem M. rectus abdominis bei der Brustrekonstruktion mittels sog. TRAM-Flap große Bedeutung zukommt, soll er hier hervorgehoben werden. Er findet seinen Ursprung am Brustkorb und zieht nach kaudal bis zur Symphyse, neben der er, in Form einer Sehnenplatte, ansetzt. (3)

Auch die Rektusscheide spielt bei den später beschriebenen chirurgischen Verfahren eine große Rolle. Sie wird durch die Aponeurosen verschiedener Bauchmuskeln geformt. Durch die des M. transversus abdominis und durch die der Mm. obliquii externus und internus abdominis. Sie lässt sich in eine vordere und eine hintere Lamelle unterteilen. Innerhalb der Rektusscheide gibt es einige Variationen. Oberhalb der sog. Linea arcuata besteht die Rektusscheide aus zwei Lamellen, einer vorderen und einer hinteren, welche den M. rectus abdominis umschließen, daher der Name – Rektusscheide. Die vordere Lamelle bilden die Aponeurose des M. obliquus externus und der vordere Anteil der Aponeurose des M. obliquus internus. Die Aponeurose des M. transversus abdominis und der hintere Anteil der Aponeurose des M. obliquus internus bilden die hintere Lamelle.

In der Mitte des Bauches treffen sie sich in Form der sog. Linea alba. Unterhalb der Linea arcuata liegen die Aponeurosen aller drei Muskeln vor dem M. rectus abdominis. (4) Die folgenden zwei Abbildungen zeigen den Aufbau der Rektusscheide.

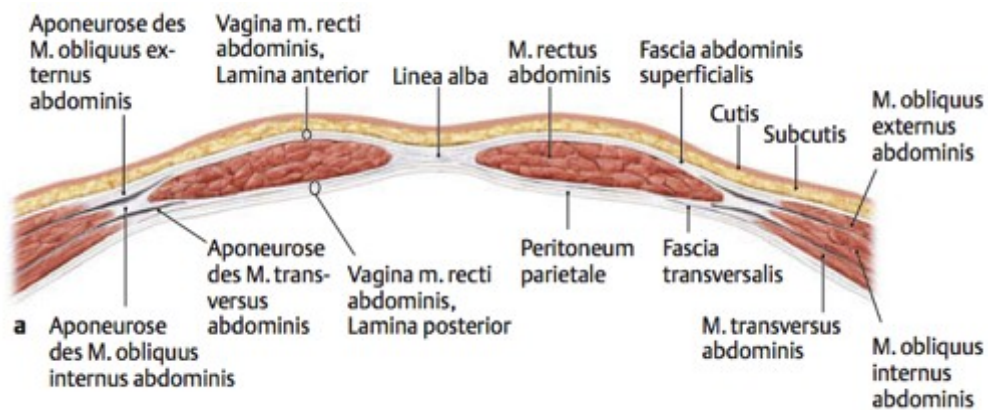


Abbildung 3: (a) Darstellung der Rektusscheide oberhalb der Linea arcuata (11)

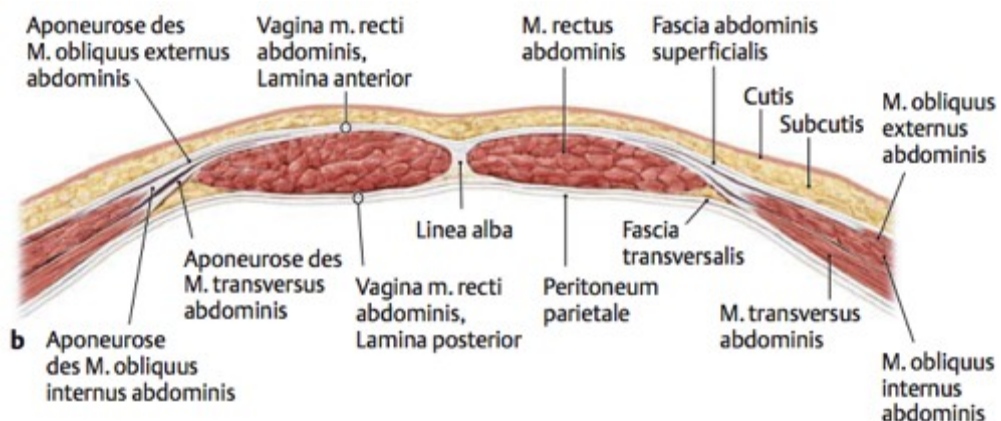


Abbildung 4: (b) Darstellung der Rektusscheide unterhalb der Linea arcuata (11)

Die Fascia transversalis oder auch Fascia abdominis interna genannt, stellt die innerste Schichte dar (3). Sie ist dem Peritoneum zugewandt und bedeckt den M. transversus abdominis und setzt sich kranial fort in die Fascia diaphragmatica, nach kaudal in die Fascia pelvis, welche die Beckenwand überzieht und nach dorsal in die Lamina profunda der Fascia thoracolumbalis und die Fascia iliaca auf dem M. iliopsoas. Am Nabel verdichtet sie sich in die Fascia umbilicalis. Mit dem Peritoneum parietale ist sie locker verbunden und bildet so die Tela subserosa der Peritonealhöhle. (2)

Zwischen der Fascia transversalis und dem Peritoneum parietale befinden sich die sog. Plicae umbilicales. Sie werfen Falten des Peritoneums auf und ziehen nabelwärts. (Ausführungen nach (2))

- Plica umbilicalis mediana
- Plica umbilicalis medialis
- Plica umbilicalis lateralis

Diese Plicae haben gemeinsam mit den Peritonealbuchten, welche zwischen den Plicae liegen, große Bedeutung bei Hernien im Leisten- und Nabelbereich.

- Fossa supramesocolica
- Fossa inguinalis medialis (Durchtrittsstelle von direkten Leistenbrüchen)
- Fossa inguinalis lateralis (Durchtrittsstelle von indirekten Leistenbrüchen)

Das Lig. interfoveolare stellt eine Verstärkung der Bauchwand dar, es befindet sich im sog. Hesselbach Dreieck und wird von den Sehnenfasern des M. transversus abdominis und M. obliquus internus gebildet. Diese Sehnenfasern ziehen zur A. und V. epigastrica inferior und zurück zum Leistenband. (2)

2.1.2 Leitungsbahnen der ventrolateralen Bauchwand

Arterien

Zur Versorgung der ventrolateralen Bauchwand mit arteriellem Blut dienen zwei große Gefäßgruppen unter denen ausgeprägte Anastomosierungen bestehen. Von dorsal erfolgt die Durchblutung ausgehend von der Aorta thoracica bzw. abdominalis, welche die Aa. intercostales posteriores, die A. subcostalis und ventrale Äste von 4 bis 5 Aa. lumbales abgibt.

Von ventral wird die Blutversorgung durch 3 Quellen gesichert, einerseits durch die A. thoracica interna, sie gibt die A. musculophrenica und die A. epigastrica superior ab, welche im M. rectus abdominis verläuft. Weiters durch die A. iliaca externa, welche die A. epigastrica inferior und die A. circumflexa ilium profunda abgibt. Da die A. epigastrica inferior in dieser Arbeit von größter Bedeutung ist, soll sie an dieser Stelle genauer beschrieben werden. Sie entspringt oberhalb des

Leistenbandes, dorsal vom Lig. interfoveolare zieht sie zwischen Peritoneum und Fascia transversalis mit ihren zwei Begleitvenen nach medial. Sie verläuft dann auf der Rückseite des M. rectus abdominis nabelwärts, wo sie nach dem Eintritt in den Muskel mit der A. epigastrica superior anastomosiert. Milloy et al. zeigen in einer Studie, dass die A. epigastrica inferior meist im mittleren Drittel in den M. rectus abdominis Eintritt (78%) (5). Die A. epigastrica inferior folgt i.d.R. einem von drei Aufzweigungsmustern, es gibt entweder einen, zwei oder drei Hauptstämme von denen jeweils kleinere Äste abzweigen (6). A. epigastrica inferior und A. epigastrica superior geben kleine Äste für die Versorgung der Subcutis und Cutis durch den M. rectus abdominis ab, die sog. Perforatorgefäße (im Durchschnitt 5 (7)). Studien von Kikuchi et al. (8) und Heitmann et al. (9) zeigen, dass sich die meisten Gefäße etwa zwischen 2 cm cranial und 6 cm caudal bzw. 1 bis 6 cm um den Nabel herum finden. Als dritte Versorgungsquelle dient die A. femoralis, welche die A. epigastrica superficialis und die A. circumflexa ilium superficialis für die Versorgung der Haut und Unterhaut abgibt. (2,3,10)

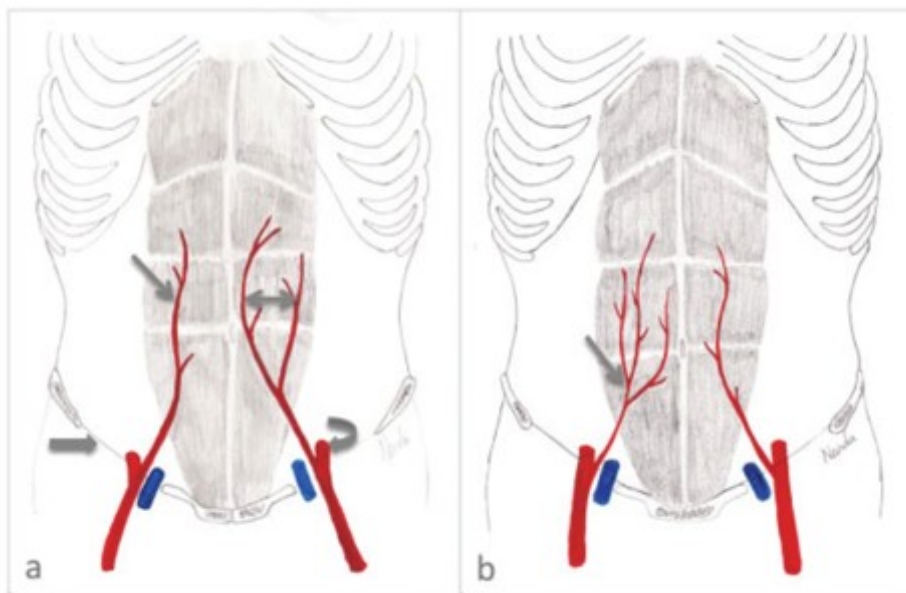


Abbildung 5: Aufzweigungsverhalten der A. epigastrica inferior. **a:** ein Hauptstamm bzw. zwei Hauptstämme. **b:** drei Hauptstämme (10)

Venen

Die venöse Versorgung wird von den Begleitvenen der Arterien sichergestellt. Einzige Ausnahme bilden die Vv. paraumbilicales, sie stellen Anastomosenketten zwischen Vv. cavae superior und inferior bzw. V. portae dar (sog. kavokavale und portokavale Anastomosen). (2) Diese kleinen Venen verbinden Bauchwand und Leber, welche bei Pathologien im Pfortaderkreislauf von großer Bedeutung sind. (3)

Lymphgefäße

Die obere Hälfte der Subcutis drainiert in die Lnn. axillares, die untere in die Lnn. inguinales superficiales. Zusätzlich bestehen Verbindungen zu den Lnn. intercostales und den Lnn. sternales. Die tiefen Lymphgefäße folgen den Venen und drainieren in die Lnn. iliaci und lumbales einerseits und die Lnn. sternales andererseits. (3)

Nerven

Nervös wird die ventrolaterale Bauchwand durch die Rr. cutanei der Intercostal- und Lumbalnerven versorgt. Die Nn. intercostales geben ihrerseits Rr. cutanei laterales und anteriores ab. Lediglich die untere Bauchhaut wird von Lumbalnerven innerviert, durch die Nn. iliohypogastricus und ilioinguinalis. Eine strikte Zuordnung eines Nervens zu einem bestimmten Gebiet ist nicht möglich. Auch die Bauchmuskulatur wird durch Äste der oben genannten Nerven innerviert. (3)

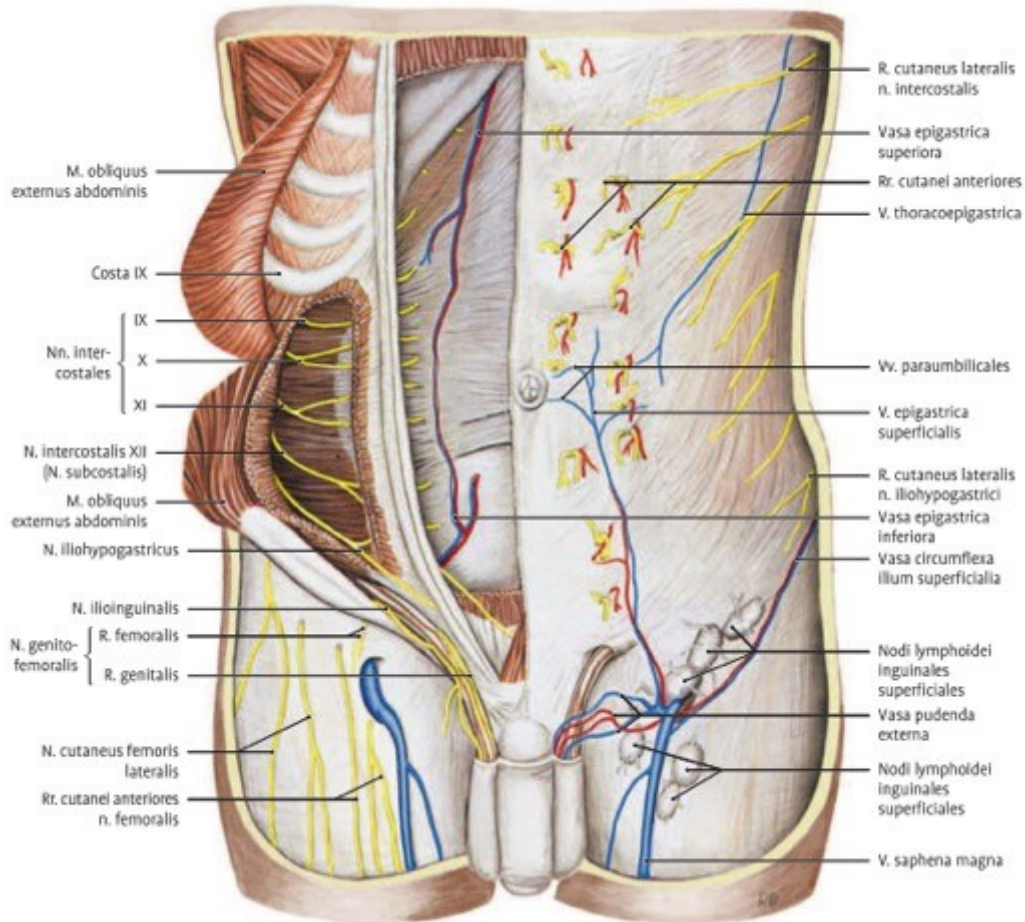


Abbildung 6: Gefäße und Nerven der Bauchwand (2)

2.2 Anatomie der weiblichen Brust

2.2.1 Form und Aufbau

Die Brustdrüse (Mamma) ist ein Organ der Subcutis, die Haut über ihr ist dünn und gut verschieblich. Sie liegt der Faszie des M. pectoralis major auf und ist durch bindegewebige Septen, sog. Cooper-Septen, an der Fascia pectoralis superficialis befestigt. Dies gewährleistet eine gewisse Stabilität der Brustdrüse. Durch Lockerung und Veränderung dieser Septen kann es jedoch zur Senkung der Mamma kommen. Bei der geschlechtsreifen Frau reicht die Mamma von kranial nach kaudal ungefähr von der 3. bis zur 6. Rippe und von medial nach lateral von der Parasternallinie bis zur vorderen Axillarlinie. Hier gibt es jedoch in Abhängigkeit der jeweiligen Körperkonstitution erhebliche Unterschiede. Linke und rechte Mamma sind durch den Sinus mammarum voneinander getrennt. Von ventral sind der Warzenvorhof (Areola mammae) und die Brustwarze (Papilla

mammae) zu erkennen. Auch ihre Lage variiert abhängig von Alter, Funktionszustand, Konstitution und Körperlage relativ stark. Am Warzenvorhof zeigen sich kleine Höcker, die sog. Glandulae areolares, sowie Talg- und Schweißdrüsen, welche allesamt beim Saugakt von großer Bedeutung sind. (2,3,11)

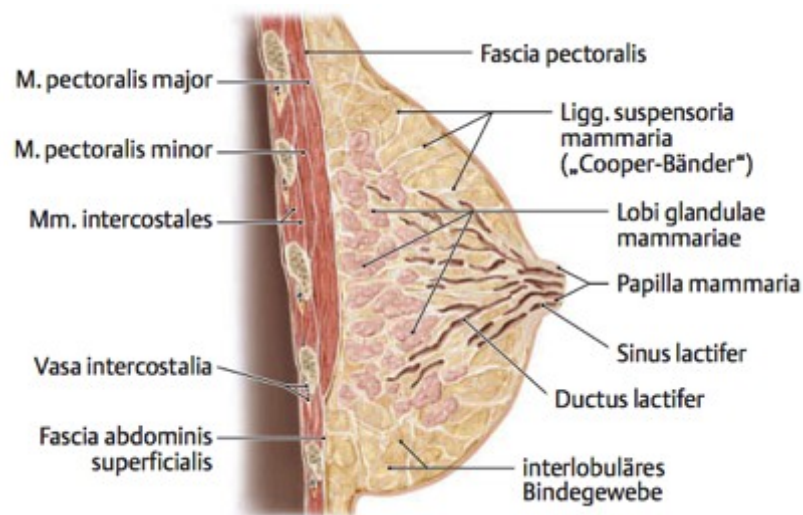


Abbildung 7: Aufbau der Brustdrüse (11)

Vom Aufbau lassen sich grundsätzlich zwei Hauptbestandteile unterscheiden. Zum einen findet man den Drüsenkörper (Parenchym) und zum anderen einen Fettkörper. Der Drüsenkörper ist von Fett durchsetzt, und besteht aus ungefähr 15-24 Läppchen. Diese Läppchen kommen vor allem unterhalb des Warzenvorhofes und der Brustwarze vor. In der Peripherie nimmt ihre Häufigkeit ab. Jeder Lappen entsendet einen Ausführungsgang (Ductus lactiferus), welcher an der Papilla mammae mündet und direkt unterhalb von ihr zum Sinus lactiferi erweitert ist. Die Drüsenläppchen sind von bindegewebigem Stroma umgeben, so kann der Drüsenkörper vollständig aus dem Fettkörper herausgelöst werden. (2,3,11)

2.2.2 Gefäße und Nerven

Die arterielle Versorgung der Brustdrüse erfolgt von medial durch die Rami mammarii mediales, welche aus der A. thoracica interna oder aus den Aa.

intercostales anteriores 2 und 3 stammen. Von lateral wird die Brustdrüse durch Äste der A. thoracica lateralis und A. thoracodorsalis versorgt, durch die Rr. mammarii laterales. Zusätzlich dazu findet man Rr. mammarii aus den Aa. intercostales posteriores 4 und 5. Die Haut über der Brustdrüse wird medial durch Rr. perforantes der A. thoracica interna und lateral durch Rr. cutanei laterales aus den Aa. intercostales posteriores, der A. thoracica lateralis und A. thoracodorsalis arteriell durchblutet. (2,3,11)

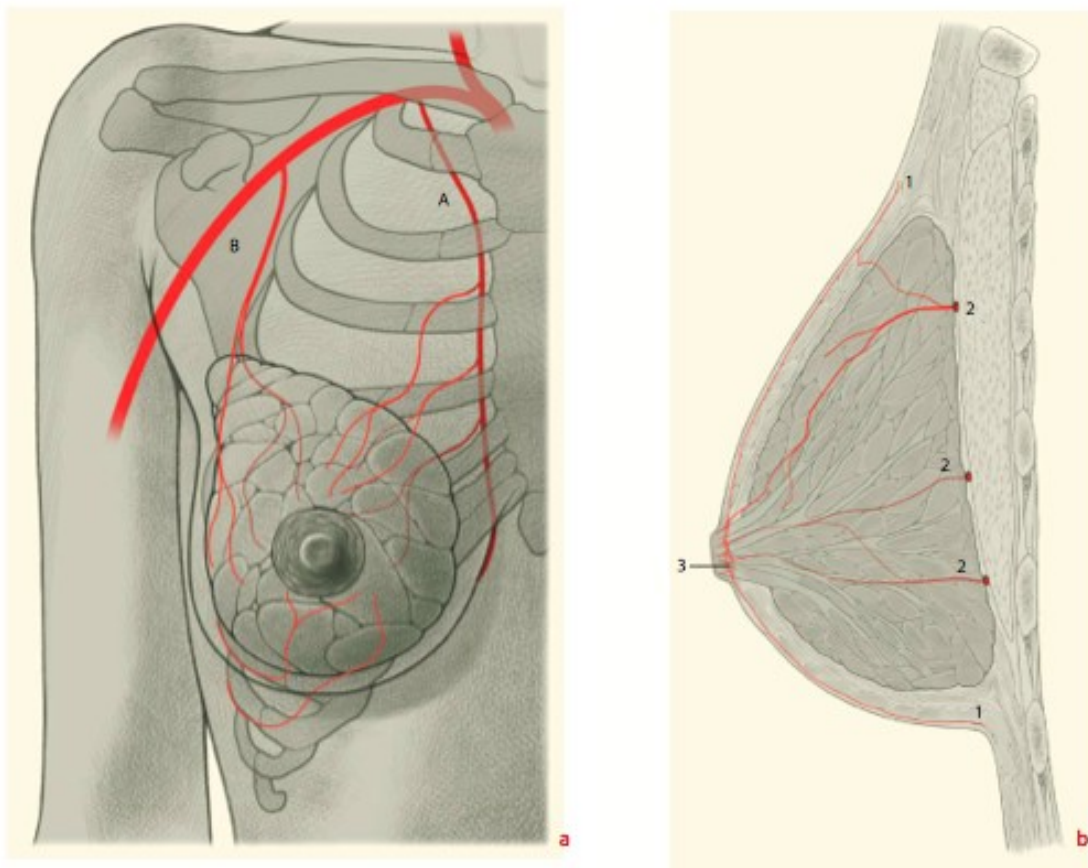


Abbildung 8 a: Arterielle Versorgung der Brustdrüse (A) Äste der A. mammaria interna, (B) A. thoracica lateralis, (C) Äste der Intercostalarterien. **b:** (1) oberflächliches Gefäßsystem, (2) tiefes Gefäßsystem, (3) submamillärer Plexus (12)

Beim Venensystem unterscheidet man ein oberflächliches und tiefes Gebiet. Die oberflächlichen Venen bilden ein weites Netz, welches durch die Haut durchschimmern kann. Es verdichtet sich um den Warzenvorhof zum Plexus venosus areolaris. Die oberflächlichen Venen fließen hauptsächlich über die Vv. thoracica lateralis und interna ab und zusätzlich über Venen der Bauchwand und über die Vv. cephalica und jugularis externa. Das tiefe Venensystem mündet in die

Vv. intercostales posteriores. Die hautversorgenden Venen finden ihren Abfluss in den Begleitvenen der Arterien und in der V. thoracoepigastrica sowie der V. jugularis externa. (2,3)

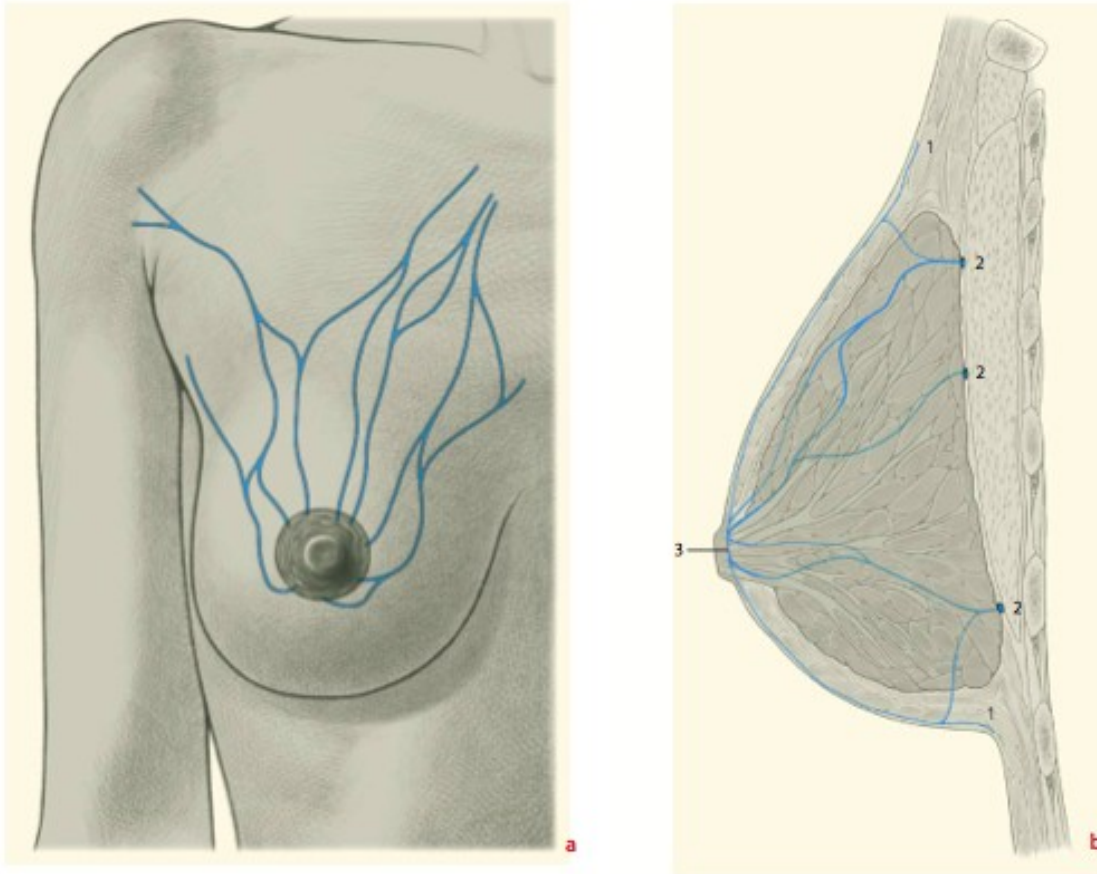


Abbildung 9: a: oberflächliches venöses Gefäßsystem. b: venöses Gefäßsystem der Brust: (1) oberflächliches System, (2) tiefes System, (3) submammillärer Plexus (12)

Von größter Bedeutung ist der Lymphabfluss der Brustdrüse. Hier können 3 Lymphplexus voneinander abgegrenzt werden: (2,3)

1. Plexus areolaris (intramammär)
2. Plexus subareolaris (im Drüsenkörper)
3. Plexus submammarius (auf der Faszia der Mm. pectorales)

Aus den drei Plexus bildet sich der Hauptlymphstrom der in die Achselhöhle drainiert. Auch unterscheidet man drei große Abflussbahnen voneinander: (2,3)

1. Axilläre Abflussbahn mit den Nodi lymphoidei pectorales sive anteriores, welche in die Nodi lymphoidei centrales am Boden der Achselhöhle und weiter in die Nodi lymphoidei apicales an der Spitze der Axilla drainieren.

Aus den Lnn. apicales gehen beidseits die Trunci lymphatici hervor, rechts mündet dieser mit der V. subclavia in den Venenwinkel, links in den Ductus thoracicus.

2. Parasternaler Abfluss mit den Nodi lymphoidei paramammarii und den Nodi lymphoidei parasternales, welche in die Trunci lymphatici drainieren.
3. Intermuskulärer Abfluss mit den Nodi lymphoidei interpectoriales und Nodi lymphoidei axillares apicales und supraclaviculares.

Klinisch sind vorallem die axilläre und intermuskuläre Abflussbahn sehr wichtig, da Mammakarzinome vorwiegend in diese drainieren. (3)

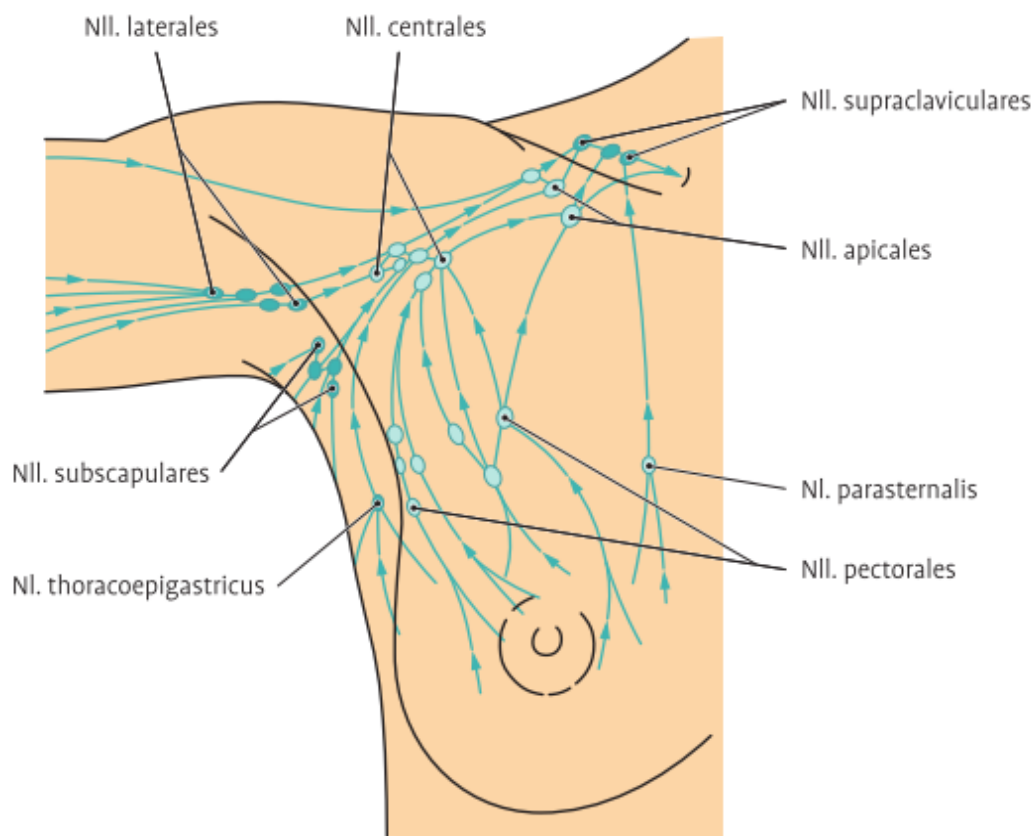


Abbildung 10: Lymphknoten und Lymphbahnen der Brustdrüse und der Achselhöhle (2)

Die nervale Versorgung der Brustdrüse erfolgt über Äste der Intercostalnerven, nämlich durch Rr. mammarii laterales und mediales. Die Haut wird sensibel durch Äste der Nn. supraclaviculares und Intercostalnerven versorgt. (2,3)

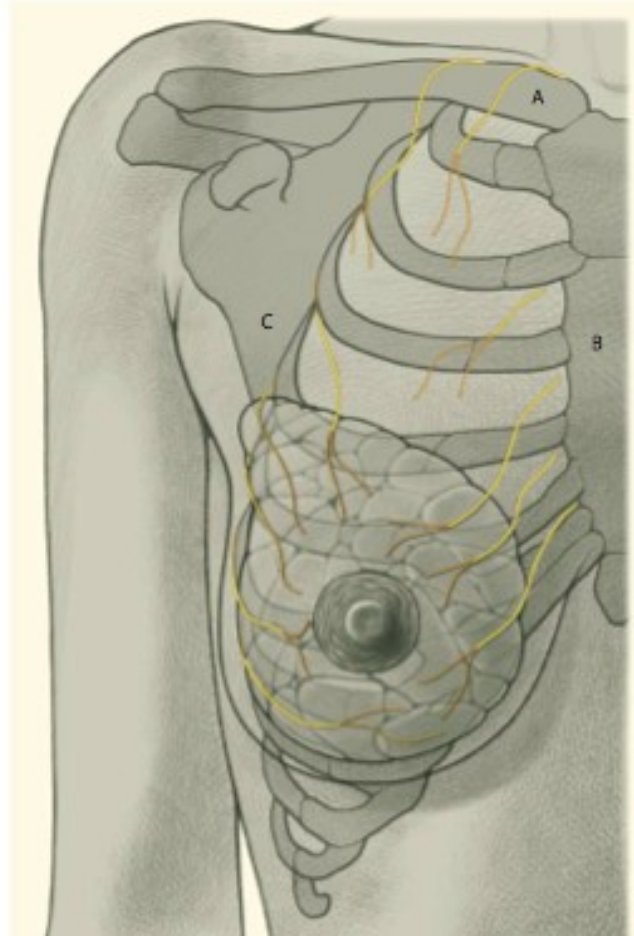


Abbildung 11: sensible nervale Versorgung der Brust: (A) supraklavikuläre Äste, (B) Rr. anteriores der Interkostalnerven, (C) Rr. laterales der Interkostalnerven (12)

2.3 Grundlagen der Brustrekonstruktion

2.3.1 Geschichte der Brustrekonstruktion

Die Geschichte Brustchirurgie bei Mammakarzinom reicht zurück in das 18. Jahrhundert. Der Chirurg William Halsted führte 1889 die erste radikale Mastektomie durch. Er vertrat den Standpunkt, dass eine Rekonstruktion mitunter sogar schädlich sein könnte und lehnte diese deswegen ab. Die erste definitive Brustrekonstruktion führte der Heidelberger Chirurg Vincent Czerny 1895 durch. Er rekonstruierte die Brust nach Mastektomie mit einem Lipom aus der Flanke der Patientin. 1896 verwendete der italienische Chirurg Iginio Tansini erstmals einen Haut-Muskel-Lappen. Er transferierte einen gestielten Latissimus-Lappen in den Mastektomiebereich. Andere Chirurgen experimentierten auch mit Paraffininjektionen und alkoholgetränkten Schwämmen. Diese Methoden waren jedoch gänzlich unbrauchbar und wurden rasch verworfen. Weiters verwendete

man im 20. Jahrhundert Teile der gesunden Brust oder auch Bauchlappen zur Rekonstruktion. Die größten Probleme der damaligen Zeit waren die vielen Eingriffe, die nötig waren und die damit verbundenen oft großen Narben. Später prägten Claude Lassus und Madeleine Lejour die Geschichte der Mammarekonstruktion mit ihren Techniken zur Narbenreduzierung. In weiterer Folge waren die Chirurgen Hohler und Bohmert die Pioniere der Brustchirurgie, sie entwickelten ein zweizeitiges Verfahren zur Brustrekonstruktion und etablierten den Einsatz von Prothesen. 1961 wurde erstmals der Einsatz eines Silikonimplantats durch Thomas Cronin und Frank Gerow durchgeführt. (13,14)

2.3.2 Aktuelle Verfahren zur Brustrekonstruktion

Die Möglichkeiten und Methoden zur Brustrekonstruktion haben sich über die vergangenen Jahrzehnte hinweg stark weiterentwickelt. Diagnostik und Therapie des Mammakarzinoms sind heutzutage multidisziplinär. (12) Um den Rahmen dieser Diplomarbeit nicht zu sprengen, sollen hier lediglich einige wenige Möglichkeiten der Brustrekonstruktion besprochen.

Nach Zeitpunkt der Brustrekonstruktion unterscheidet man die primäre (engl. immediate) von der sekundären (engl. delayed) Rekonstruktion. Heutzutage versucht man idR. eine primäre, also Sofortrekonstruktion anzustreben. Sekundäre Rekonstruktionen finden ihren Einsatz hauptsächlich nach Bestrahlung oder nach adjuvanter Chemotherapie. (12)

Neben dem richtigen Zeitpunkt ist es wichtig, das verwendete Verfahren speziell an die Bedürfnisse der Patientin anzupassen. Als Hauptziele einer Brustrekonstruktion können nach (12) definiert werden:

- Ausgleich des Hautdefizites
- Wiederherstellung der Brustkontur
- Wiederherstellung der vorderen Axillarfalte bei Verlust des M. pectoralis major
- Rekonstruktion der Brustwarze und des Warzenvorhofes
- Symmetrie und Angleichung der Gegenseite

Rekonstruktion mit Implantaten

Die Brustrekonstruktion mit Silikonimplantaten kann angestrebt werden, wenn nach Mastektomie die gesamte Muskulatur erhalten geblieben ist. Das Implantat wird bei dieser Methode submuskulär platziert und kommt unter dem M. pectoralis major, dem M. obliquus externus, dem M. serratus anterior und der Faszie des M. rectus abdominis zu liegen. (12)

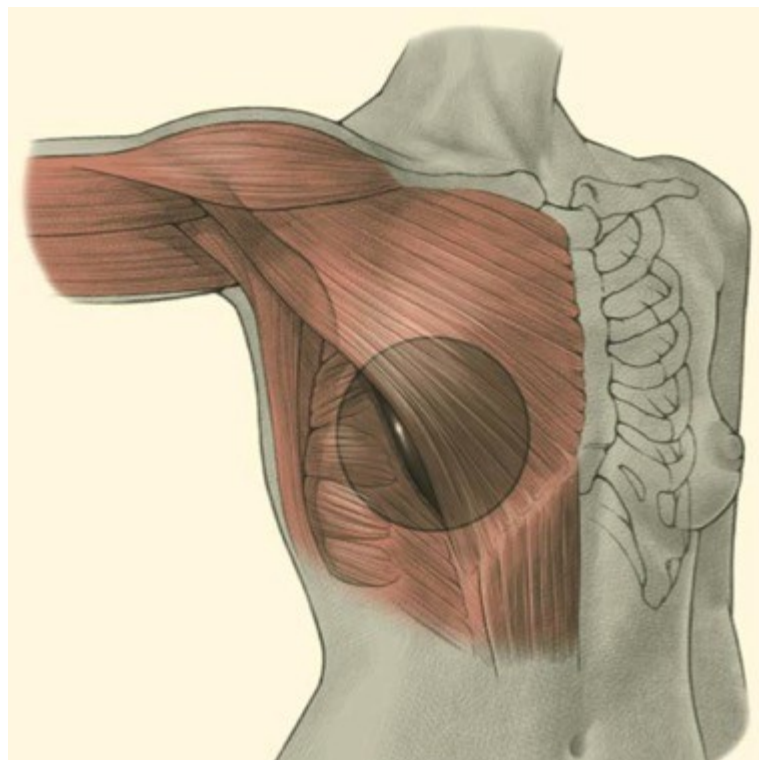


Abbildung 12: Submuskuläre Implantatlage (12)

Der größte Vorteil der Rekonstruktion mit Implantaten ist die Einfachheit der Methode selbst, darüber hinaus die kurze OP-Dauer, die kurze Hospitalisation und die schnellere Genesung. Ein weiterer Vorteil ist der relativ einfache Implantatwechsel, dies birgt jedoch gleichzeitig einen Nachteil – die Reoperation, mit allen Risiken die damit verbunden sind. Silikonimplantate bleiben für den Körper jedoch stets Fremdmaterial und er versucht dieses abzustößen. Es kann sich so Narbengewebe um das Implantat bilden und zur sog. Kapselkontraktur bzw. Kapselfibrose kommen. Die rekonstruierte Brust kann dadurch hart werden und schmerzen, was einen Tausch der Implantate nötig macht. Ein äußerst

herausfordernder Aspekt der Brustrekonstruktion mittels Silikonimplantaten ist es, die Brust wieder derart herzustellen, dass sie der Gegenseite gleicht. (15)

Rekonstruktion mit Latissimus-Flap

Der Latissimus-Flap ist ein Haut-Muskel-Lappen, der v.a. nach radikaler (hierbei wird auch der M. pectoralis major komplett entfernt) oder modifiziert-radikaler Mastektomie (bei diesem Verfahren werden zusätzlich zur Brustdrüse auch Lymphknoten in der Axilla entfernt) zur Brustrekonstruktion eingesetzt wird. Aufgrund der Tatsache, dass der M. latissimus dorsi dem M. pectoralis major in seiner Form und Gestalt sehr ähnlich ist, ist er ein sehr guter Ersatz für diesen. V.a. eignet er sich durch seinen langen und dicken Gefäßstiel besonders für diesen Einsatz. Hauptsächlich setzt man diese Technik bei adipösen Patientinnen und Patientinnen über 65 Jahren ein. Diese Methode der Brustrekonstruktion kann nicht eingesetzt werden, wenn der Muskel bei Voroperationen, beispielsweise einer Thorakotomie, bereits durchtrennt oder wenn sein Gefäß-Nerven-Bündel im Rahmen der radikalen Mastektomie verletzt wurde. (12,15,16)

Präoperativ erfolgt die Anzeichnung an der stehenden Patientin, die Größe des Lappens ist von verschiedenen Faktoren abhängig, u.a. natürlich von der erwünschten Brustgröße. Während der Operation wird das Gefäß-Nerven-Bündel dargestellt und gesichert, der Muskel wird disseziert, über einen Tunnel durch die Axilla in den Brustraum transferiert und zu einer Brust geformt. Sehr oft verwendet man diese Methode der Rekonstruktion gemeinsam mit einem Silikonimplantat um ein zufriedenstellendes Ergebnis zu erzielen. Bei Frauen mit kleinerer Brust, kann der Haut-Muskel-Lappen alleine ausreichend sein. (17)

Die Vorteile dieses Verfahrens nach (15) sind:

- Verwendung von Silikonimplantaten nicht zwingend notwendig
- Brustform und Brustqualität sind sehr ähnlich der natürlichen Brust
- Im Vergleich zum TRAM-Flap eine einfachere und schnellere Regeneration
- Keine mikrovaskuläre Anastomose notwendig

Nachteile nach (15) sind:

- Narben im Donorgebiet

- Formung der neuen Brust gegenüber anderen Verfahren schwieriger
- Oft relativ wenig Gewebe zur Verfügung, ein zusätzliches Implantat wird notwendig
- Langwierige operative Nachsorge, Drainagen für längere Zeit

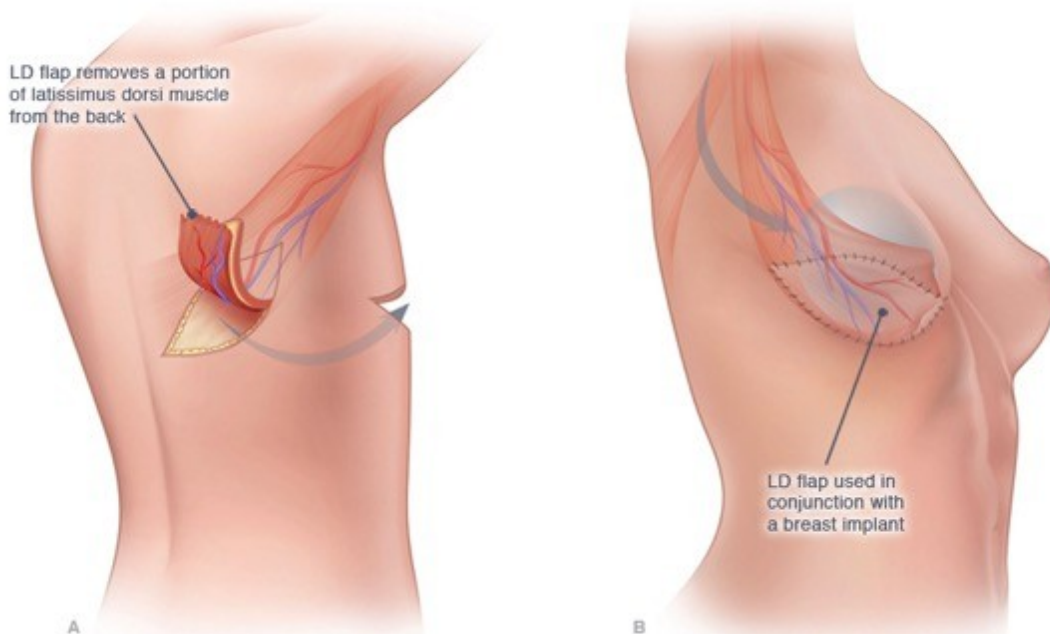


Abbildung 13: Illustration Latissimus-Flap (18)

Rekonstruktion mit TRAM-Flap

TRAM-Flap steht für Transversus Rectus Abdominis Myocutaneus - Flap, hier wird also der M. rectus abdominis zur Brustrekonstruktion verwendet.

Prinzipiell unterscheidet man den freien vom gestielten TRAM-Flap. Die gestielte Variante überzeugt durch eine einfachere OP-Technik und günstigere Nachsorge. Der freie Lappen zeigt jedoch eine bessere Blutversorgung als der gestielte Lappen, außerdem lässt sich die Brust leichter formen und es kann eine muskelsparende Technik angewendet werden. So wird die Schwächung der Bauchdecke äußerst gering gehalten. Eine Variation des konventionellen TRAM-Flaps ist der doppelseitig gestielte TRAM-Flap. Vor allem bei Nikotinabusus in der Anamnese rückt der Vorteil der doppelseitigen Blutversorgung in den Vordergrund. Jedoch erhöht sich natürlich die Schädigung des Donorgebietes (das Gebiet von dem der Lappen abgehoben wird) und es kommt zu einer

größeren Schwächung der Bauchwand. Heute setzt man diese Methode nur noch selten ein. Frauen mit lockerer Bauchdecke und reichlich subkutanem Gewebe kommen am ehesten in Frage für dieses Verfahren, daraus ergibt sich, dass es für junge Frauen, welche noch nicht geboren haben, eher ungeeignet ist, da es zu starken Spannungsgefühlen im Bereich des Abdomens kommen kann. (12,15,19)

Der TRAM-Flap kann sowohl zur Sofort- als auch zur Sekundärrekonstruktion eingesetzt werden. Der freie TRAM-Flap wird von lateral nach medial präpariert und reicht vom Nabel bis zum Schambeinoberrand. Nach Inzision der Rektusscheide wird der M. rectus abdominis gespalten um die in der präoperativen Untersuchung ausgewählten Gefäße aufzusuchen. Diese werden dann nach kaudal bis zu ihrem Ursprung dargestellt. Wie zuvor erwähnt, bedient man sich heute meist einem muskelsparenden Verfahren (engl. Muscle-Sparing Free TRAM-Flap). Hierbei wird nur der gefäßstielumgebende Muskel für den Lappen verwendet, der Rest des Muskels bleibt komplett erhalten. Wurde die Perfusion des Lappens überprüft und für adäquat befunden, kann dieser abgesetzt werden und in die zuvor präparierte Tasche an der Brust implantiert werden. Mikrochirurgisch verbindet man im Zielgebiet die Lappengefäße mit der A. und V. mammaria. Anschließend erfolgen die Formung der neuen Brust und der Wundverschluss. Eine kleine Hautinsel, oft auch als Monitorlappen bezeichnet, dient der schnellen Erkennung von Perfusionsdefiziten. Der Hebedefekt am Abdomen wird im Sinne einer Abdominoplastik verschlossen. (19)

Der Vorteil dieser Methode ist die Schaffung einer neuen Brust die der natürlichen Brust äußerst nahe kommt. Sowohl in Größe und Form, als auch in Kontur und Konsistenz. Weitere positive Aspekte sind der Verzicht auf Silikonimplantate, was die Anzahl der Korrekturoperationen minimiert. Und nicht zuletzt die Bauchstraffung als Nebeneffekt. (12)

Nachteile sind die Schwächung der Bauchwand und die damit verbundenen Komorbiditäten, wie z.B. Bauchwandhernien. Manchmal kommt es aufgrund einer zu schwachen Blutversorgung zu Lappennekrosen, wodurch Revisionen nötig werden können. (15) Außerdem können Asymmetrien im Bauchbereich auftreten. (20)

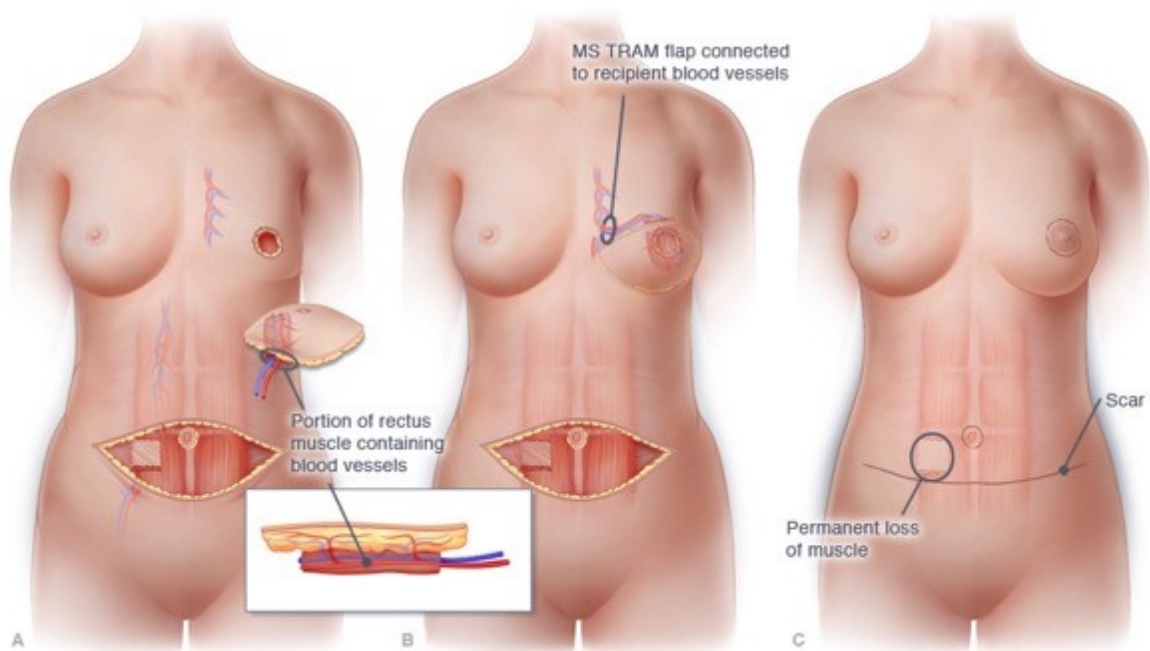


Abbildung 14: Illustration des Muscle Sparing Free TRAM-Flap (21)

Rekonstruktion mit DIEP-Flap

Die Brustrekonstruktion mittels DIEP-Flap wird heutzutage immer öfters durchgeführt und hat den TRAM-Flap vielerorts bereits abgelöst. Bei dieser Art der Brustrekonstruktion verwendet man lediglich Haut und Fettgewebe und keinen Muskel. Als Lappengefäße dienen die sogenannten Perforatorgefäße, Äste der A. epigastrica inferior. Der große Vorteil dieser Operationstechnik ist die Schonung der Bauchmuskulatur und somit die Verringerung der Komplikationen wie man sie beim TRAM-Flap sieht (20). Dennoch muss erwähnt werden, dass diese Methode komplizierter und meist langwieriger als andere Methoden ist. Deswegen ist hier die richtige präoperative Vorbereitung besonders wichtig. (19) Dazu gehören u.a. eine ausführliche Anamnese und Durchuntersuchung, sowie die präoperative Bildgebung zur Identifikation der Perforatorgefäße.

Am Tag vor der Operation erfolgt die Anzeichnung des Lappens, sowie der ausgewählten Perforatorgefäße auf der Haut der Patientin. Der Lappen reicht vom Schambein bis kurz oberhalb des Nabels. I.d.R. geht man bei dieser Operation in zwei Teams vor, ein Team präpariert den Lappen, das andere die Zielgefäße in der Brust. Die Hebung des Lappens erfolgt von lateral nach medial, die

Perforatorgefäße werden bei ihrem Durchtritt durch die Faszie aufgesucht, ihre Größe und Lokalisation werden festgehalten. Das größte Perforatorgefäß wird ausgewählt und nach kaudal bis zum Ursprung aus der A. iliaca externa verfolgt. Dazu wird die Rektusfaszie eröffnet und das Gefäß aus dem intramuskulären Verlauf herauspräpariert. Die Seitenäste werden im Verlauf ligiert. Finden sich lediglich kleinere Perforatorgefäße, können mehrere für die Lappenversorgung verwendet werden. Ist eine gute Durchblutung des Lappens gesichert, kann dieser abgesetzt und im Zielgebiet mikrochirurgisch wieder an den Blutkreislauf angeschlossen werden. Bevorzugt verwendet man hier die A. und V. mammaria interna. Es folgen die Formung der neuen Brust und der Verschluss der Wunde. Dazu wird die Patientin aufgesetzt um eine gute Symmetrie erzeugen zu können. Danach wird die Rektusfaszie vernäht und der Wundverschluss am Abdomen erfolgt im Sinne einer Abdominoplastik. Eine kleine Hautinsel an der Brust dient der raschen Erkennung von Perfusionsdefiziten, außerdem kann eine Dopplersonografie zur Durchblutungskontrolle des Lappens eingesetzt werden. (7,19)

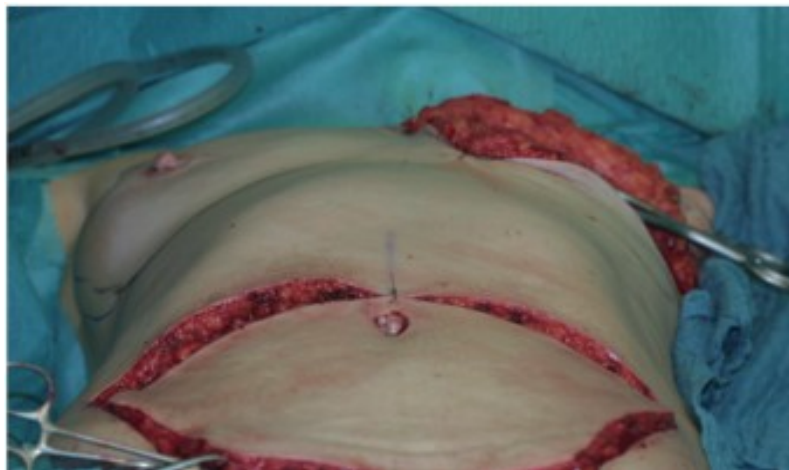


Abbildung 15: Hebestelle und bereits präpariertes Zielgebiet (19)

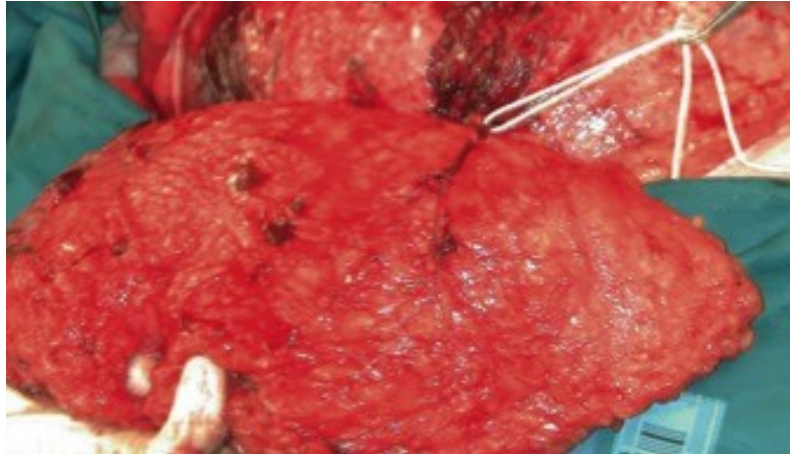


Abbildung 16: Lappen mit dem angeschlungenen Perforatorgefäß (19)

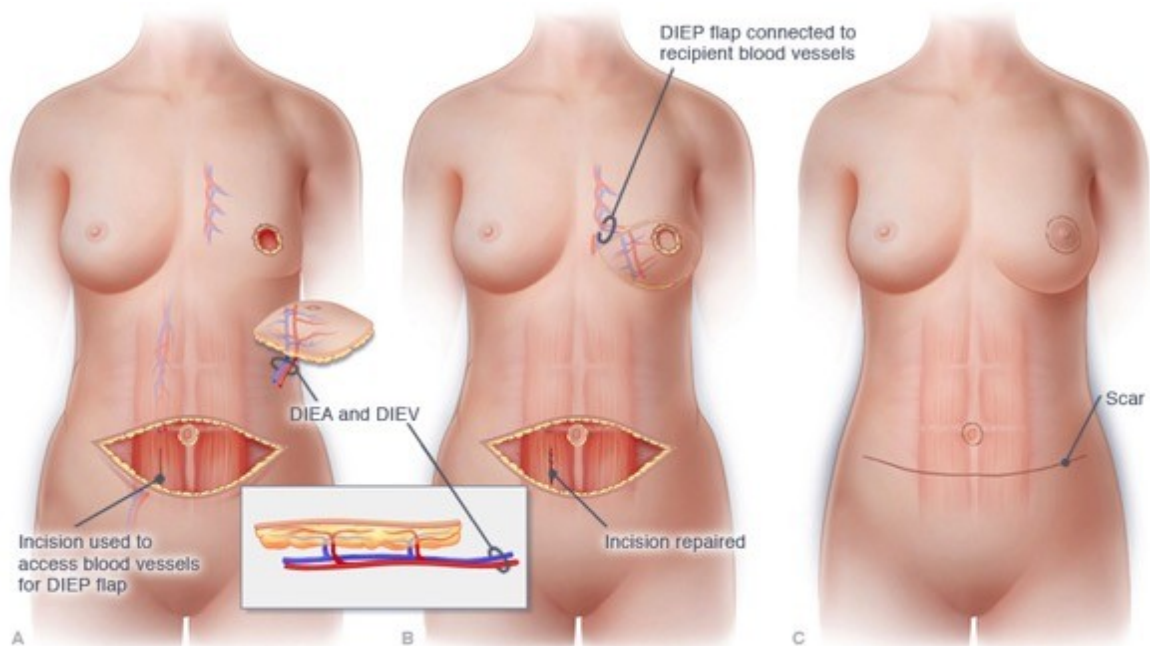


Abbildung 17: Illustration DIEP-Flap (22)

Rekonstruktion des Mamillen-Areola-Komplexes (MAK)

Die Rekonstruktion des MAK entwickelte sich gemeinsam mit der Brustrekonstruktion in den 1940er Jahren. Mittlerweile gibt es viele verschiedene Methoden sowohl die Mamille, als auch die Areola zu rekonstruieren (23). Ziel einer MAK Rekonstruktion ist v.a. die Schaffung von Symmetrie. Position, Form, Farbe, Textur und Projektion sollen dem ursprünglichen MAK so nah wie möglich

kommen. Rekonstruktionen des MAK haben oft einen hohen psychologischen Erfolg für die betroffenen Patientinnen (24). In der Regel ist die MAK-Rekonstruktion der letzte Schritt der Brustrekonstruktion und sollte ca. 3-5 Monate nach der eigentlichen Brustrekonstruktion durchgeführt werden (25–28).

	Beispiele
Vitales Transplantat	N/A
Lokaler Lappen	Zentraler Lappen Subdermaler gestielter Lappen Subdermaler doppelt gestielter Lappen Pull-out/purse-string Lappen
Lappen mit autologem Gewebe zur Vergrößerung der Mamille	Knorpel Transplantat Fett Transplantat
Lappen mit alloplastischem Gewebe zur Vergrößerung der Mamille	Silikongel Hyaluronsäure Kalziumhydroxylapatit (Radiesse™) Künstliche Knochensubstanz (Cerattice™) Polytetrafluoroethylen (PTFE)
Lappen mit Allotransplantat zur Vergrößerung der Mamille	AlloDerm™

Tabelle 1: Möglichkeiten der MAK-Rekonstruktion (23)

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Möglichkeiten der MAK-Rekonstruktion. Beim vitalen Transplantat wird ein Teil der gesunden Mamille der Gegenseite transplantiert. Diese Methode ist gut für Patientinnen mit hypertrophen Mamillen geeignet (29). Lokale Lappen werden sehr gerne zur MAK-Rekonstruktion eingesetzt und über die Jahre haben sie sich stark weiterentwickelt. Oft verwendet man den sog. Star Flap, ein gestielter subdermaler Lappen, und seine Variationen (23). Bei der Rekonstruktion durch Lappen mit autologem Gewebe zur Mamillenvergrößerung verspricht man sich eine gute und beständige Projektion (30,31). Man benutzte früher Ohrknorpel (32), heute meist Rippenknorpel (33).

Auch die Verwendung von Lappen mit alloplastischem Gewebe hat das Ziel einer zufriedenstellenden Projektion. Heute verwendete Materialien sind hauptsächlich Hyaluronsäure, Kalziumhydroxylapatit und künstliche Knochensubstanz. Die Gefahr bei diesen Methoden ist v.a. eine mögliche Infektion (23). AlloDerm™ ist eine azelluläre Dermis, welche erstmals von Nahabedian (2005) zur Mamillenrekonstruktion eingesetzt wurde (34). Gängige Lappen die zur MAK-Rekonstruktion verwendet werden, sind der zuvor erwähnte Star Flap, der sog. C-V Flap und der Skate Flap. Zur Areolarekonstruktion verwendet man heute hauptsächlich Hauttransplantate, Tattoos und / oder Kombinationen davon. Hauttransplantate stammen hierbei idR. von der Areola der gesunden Brust, der inneren Oberschenkelregion oder überschüssiger Haut der betroffenen Brust. Die größte Herausforderung hierbei ist es eine natürlich Pigmentierung und Textur zu erzeugen (23).

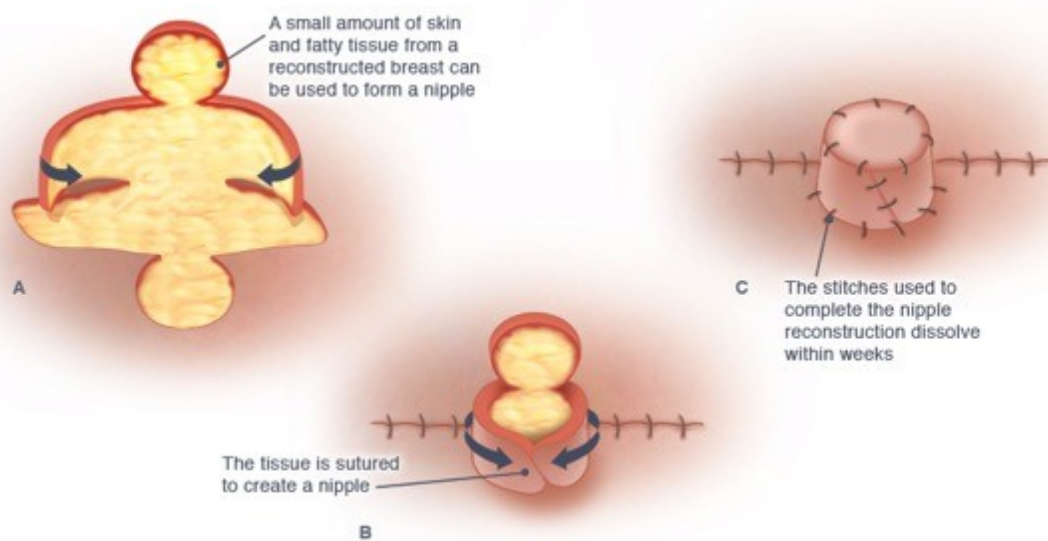


Abbildung 18: Illustration einer Nippelrekonstruktion mittels sog. C-V-Flap (35)

3 Möglichkeiten der präoperativen Evaluierung der Perforatorgefäße bei geplanter DIEP-Flap Brustrekonstruktion

Die präoperative Untersuchung der Perforatorgefäße ist auf verschiedene Wege möglich. Etabliert haben sich heutzutage einerseits die Sonografie, andererseits die CT-Angiographie oder die MR-Angiographie. Der simultane Einsatz verschiedener bildgebender Verfahren hat sich mittlerweile in der plastischen Chirurgie durchgesetzt, v.a. in der Chirurgie der Perforatorlappen. Grund dafür ist v.a. der immer steigende Anspruch an die rekonstruktive Chirurgie (36–38).

3.1 Sonografie

Grundlagen

Die Sonografie ist ein bildgebendes Verfahren, bei dem Ultraschallwellen zum Einsatz kommen um ein Schnittbild zu erzeugen. Die hierbei verwendeten Schallwellen liegen über der menschlichen Hörschwelle von >20kHz (39). In der Diagnostik bedient man sich Frequenzen von 1-40 MHz (40). Die Grundlage der Sonographie stellt die Auslotung akustischer Grenzflächen dar, um ein Bild zu erzeugen sind akustische Impedanzunterschiede zwei benachbarter Medien von größter Bedeutung (41).

Sendet man Schwallwellen durch ein Gewebe werden sie durch verschiedene physikalische Prozesse abgeschwächt:

- Reflexion
- Brechung
- Streuung
- Absorption
- Divergenz

Alle diese Prozesse sind maßgeblich an der Bildgebung beteiligt. Absorption entsteht dadurch, dass Reibung in Wärme umgewandelt wird, wodurch wiederum die Amplitude der Schwallwellen abnimmt. Generell gilt, niedrige Frequenz besitzt hohe Eindringtiefe, hohe Frequenz besitzt hohe Ortsauflösung und vice versa.

Grundlage der Bilderzeugung ist der piezoelektrische Effekt. Piezokristalle entsenden kurze Schallimpulse und nehmen danach deren Echo wahr. So kann durch die Analyse der unterschiedlichen Amplituden eine genaue Ortskodierung stattfinden. Unterschiedliche Gewebe schwächen diese Schallimpulse abhängig von ihrer Dichte unterschiedlich stark ab. Am geringsten ist diese Abschwächung in Wasser, am höchsten in Knochen. Dadurch ergeben sich die Begriffe von echoarm / hyporeflektiv / hypoechogen – isogen – echoreich / hyperreflektiv / hyperechogen wenn man Gewebe beschreibt. Der zweite wichtige Faktor bei der Bilderzeugung ist die Reflexion. D.h. wie viel Zeit verstreicht vom Aussenden des Impulses bis zum Empfang des Echos. Je tiefer das zu untersuchende Gewebe liegt, umso länger die Reflexionszeit. (39,41)

Im Laufe der Zeit entwickelten sich verschiedene Ultraschallverfahren. Erstmals nutzte man Schallwellen in der medizinischen Diagnostik 1942 zur Untersuchung des Gehirns, A-Mode (eindimensional). Zum Nachweis von Strömungen innerhalb von Gefäßen entwickelte man 1950 die Doppler-Sonographie. 1952 entstand der B-Mode (zweidimensional). Zur Signalverstärkung kamen 1965 erstmals Kontrastmittel zum Einsatz. (41)

Zur Beurteilung der Arterien verwendet man hauptsächlich die sog. Duplexsonografie. Hier können sowohl der Verlauf und die Weite des Gefäßes als auch die Strömungsrichtung und Strömungsveränderungen beurteilt werden. Es besteht dann zusätzlich die Möglichkeit Flussinformationen mit Hilfe einer Farbskala zu codieren und darzustellen (farbkodierte Duplexsonografie = FKDS). (39)

Durchführung der Untersuchung

Zur präoperativen Beurteilung der Perforatorgefäße kann sowohl die einfache Duplexsonografie als auch die aufwändigere farbkodierte Duplexsonografie zum Einsatz kommen. Man orientiert sich mit Hilfe eines Koordinatensystems, das seinen Ursprung im Nabel findet. Innerhalb dieses Koordinatensystems werden dann die mittels Sonografie identifizierten Perforatorgefäße auf der Haut markiert. Anhand dieser Markierungen werden intraoperativ die Gefäße aufgesucht. Mit Hilfe des Ultraschalls lassen sich, je nach verwendetem Verfahren,

Gefäßdurchmesser, Durchflussrate und Gefäßeigenschaften darstellen und festhalten. (42,43)

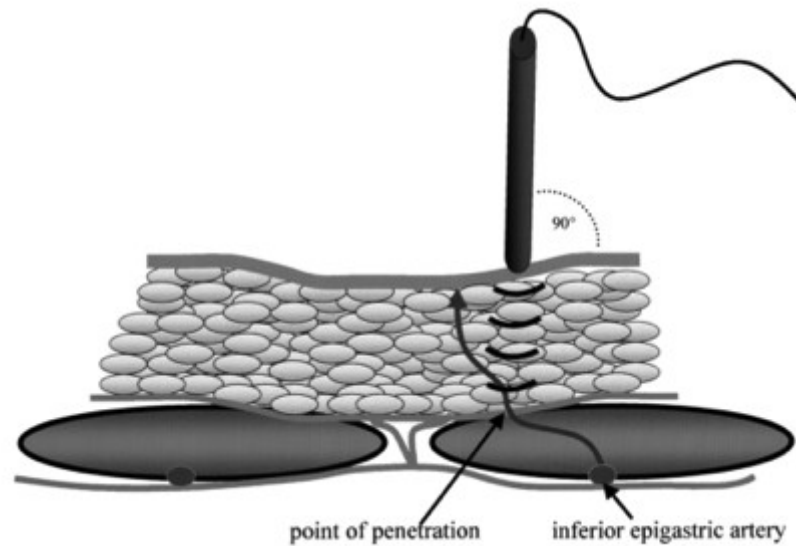


Abbildung 19: Identifikation des Durchtrittspunktes eines Perforatorgefäßes durch die Faszie mittels Sonografie (42)

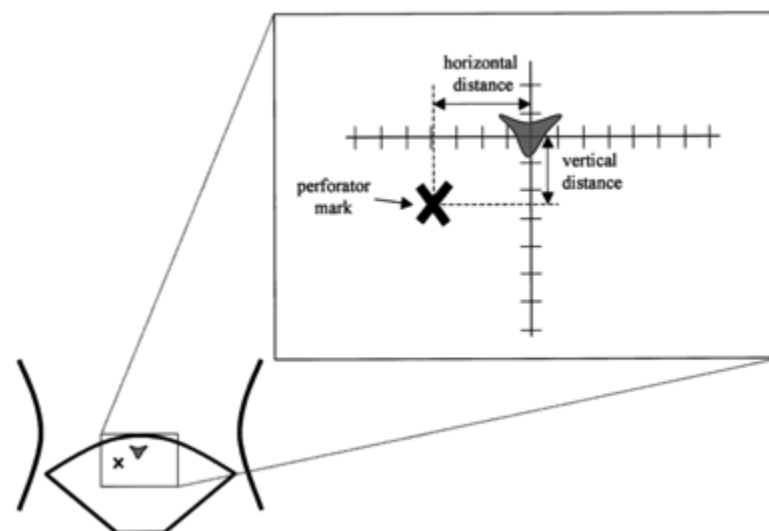


Abbildung 20: Schematische Darstellung des Koordinatensystems zur Markierung der Perforatorgefäße (42)

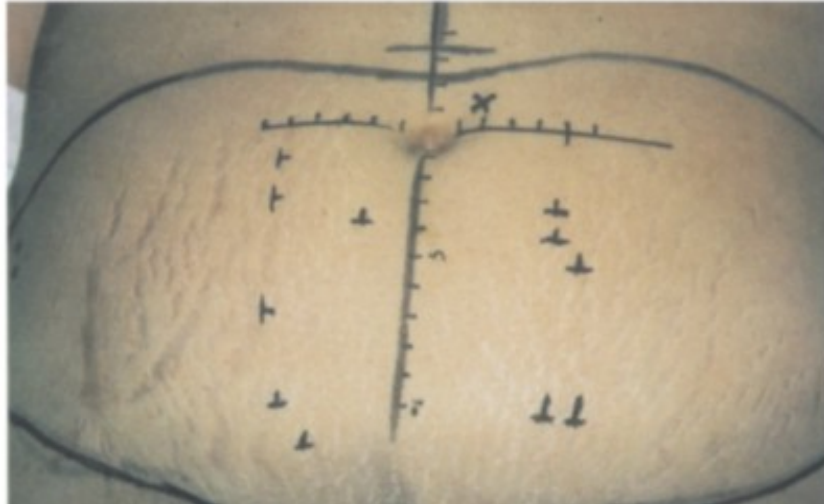


Abbildung 21: Markierung der Perforatorgefäße auf der Haut der Patientin (43)

Vorteile

Ultraschalluntersuchungen sind schmerzlos und nach heutigem Wissensstand für den Menschen unschädlich, da es zu keinerlei Strahlenexposition kommt und keine Kontrastmittel verwendet werden. Außerdem sind Ultraschallgeräte heutzutage sehr weit verbreitet und haben relativ geringe Anschaffungs- und Betriebskosten verglichen mit CT und MRT-Geräten. (40) Die Ultraschalluntersuchung ist schnell durchführbar und relativ einfach zu erlernen. Ein weiterer großer Vorteil ist der mögliche intraoperative Einsatz zur Kontrolle des Blutflusses während der Operation. Verwendet man eine Color-Duplex-Sonografie können auch der Gefäßdurchmesser, die Flussgeschwindigkeit und der anatomische Verlauf der Arterie dokumentiert werden. (10)

Limitationen und Nachteile

Die Ultraschalluntersuchung weist eine äußerst hohe Interobserver-Variabilität auf. Limitiert ist die Aussagekraft der Sonografie vor allem bei adipösen Personen, da hier eine größere Eindringtiefe zur Beurteilung der Organe und Gewebe notwendig ist und mit der Tiefe der zu untersuchenden Gewebe die Auflösung sinkt. Auch ist die Beurteilung gasgefüllter Organe schwer, da Gas die Schallausbreitung ähnlich wie Knochen verhindert. (39,40) Mit dem einfachen unidirektionalen Doppler-Ultraschall können nur Gefäße > 1,5 mm Durchmesser erkannt werden. Ein weiterer Limitationsfaktor ist die Tatsache, dass diese Untersuchung manchmal äußerst Zeitaufwändig sein kann, in Abhängigkeit von der Erfahrung der untersuchenden Person. (10)

Studien zeigen keine signifikante OP-Zeit Verkürzung unter Verwendung anderer präoperativen Untersuchungsmethoden, jedoch ist das sog. vaskuläre Mapping, also das Darstellen des genauen Verlaufs der Arterien mit Hilfe anderer Verfahren besser möglich. Öfters kann es zu falsch positiven Befunden kommen, da sich Perforans-Gefäße intraoperativ als zu kaliberschwach herausstellen um als Stielgefäße zu dienen. Überhaupt eingeschränkt einsetzbar ist die Sonografie bei voroperierten Patientinnen, hier ist ein anderes bildgebendes Verfahren zu bevorzugen. Außerdem braucht es sehr gut geschultes Personal um eine exakte Voruntersuchung durchzuführen und die Untersuchungszeit kann oft relativ lange dauern. Setzt man nicht die farbkodierte Duplexsonografie ein, können obendrein weder Durchmesser und Durchflussrate, noch kongenitale Abnormalitäten oder anatomische Variationen diagnostiziert werden. (42–45)

3.2 CT-Angiographie (CTA)

Grundlagen

Die Computertomographie (CT) ist ein Schnittbildverfahren, bei dem Gewebe und Organe transversal abgebildet werden. Kernelement bei der CT ist die Röntgenröhre, sie rotiert um die Patientin bzw. den Patienten. Detektoren messen die Intensitätsunterschiede bzw. den Grad der Schwächung der die Patientin bzw. den Patienten durchdringenden Strahlen und wandeln sie in elektrische Signale um. So wird die Bildrekonstruktion ermöglicht (39). Der Schwächungskoeffizient wird auf Wasser bezogen und in Hounsfield-Einheiten (HE) angegeben. Wasser hat hierbei den Wert 0 HE. Im Körper reichen die HE von ca. -1000 (Luft) bis +1000 (Compacta) (46).

Bei der Spiral-CT sind Röntgenröhren-Detektor-Einheit und stationärer Rechner über Schleifringe verbunden, dadurch wird eine beliebige Anzahl an 360° Rotationen ermöglicht und der Patiententisch kann kontinuierlich bewegt werden. Der Name kommt von der Tatsache, dass der Fokus der Röntgenröhre eine spiralförmige Bahn um den Patienten beschreibt. Vorteil dieser Technik ist die lückenlose volumetrische Erfassung des Körpervolumens und die kurze Aufnahmezeit. Letztere ermöglicht den Einsatz der CT zur CT-Angiographie und

spezieller Untersuchungsprotokolle, wie die Darstellung unterschiedlicher Kontrastmittelphasen (z.B. arterielle und venöse Phase). (46)

Bei der CT-Angiographie verwendet man jodhaltiges Kontrastmittel um Gefäße besser darstellen zu können. Durch das Kontrastmittel wird der Dichteunterschied erhöht. Man bedient sich der oben erwähnten Spiral-CT um in der arteriellen Bolusphase die notwendigen Informationen zu erfassen. Die dabei erzeugten Schichtbilder werden zur Bildverarbeitung verwendet. Folgende Verfahren werden häufig angewendet:

- Maximum-Intensity-Projektion (MIP), bei der CTA haben Blutgefäße eine hohe Signalintensität und können mit diesem Verfahren gut dargestellt werden.
- 3D-Oberflächenrekonstruktion, hier werden die Gefäße über sog. Segmentation vom Hintergrund getrennt.
- Volumen-Rendering-Technik (VRT), mittels Zuordnung von Transparenz- und Helligkeitswerten werden die zu untersuchenden Strukturen hervorgehoben.

(39,46)

Durchführung der Untersuchung

Eine CT-Angiographie wird in Rückenlage durchgeführt und dauert etwa zehn Minuten. Das Aufnahmefeld zur Untersuchung der A. epigastrica inferior und ihrer Äste reicht von ca. 3 cm über dem Nabel bis zum Oberschenkel. Ein venöser Zugang ermöglicht die Injektion des Kontrastmittels. Die Aufnahme erfolgt unter Atemanhaltung und während der Verabreichung des Kontrastmittels.

Die Befundung der erhobenen Daten erfolgt meist unter Einsatz des MIP-Verfahrens. Es werden Kaliberstärke, intramuskulärer Verlauf und andere wichtige Parameter ermittelt. Auf der Haut der Patientin wird analog zur vorherig beschriebenen Ultraschalluntersuchung ein Koordinatensystem aufgezeichnet und die Perforatoren darauf markiert. Dieser Schritt kann jedoch auch virtuell erfolgen.

(47)

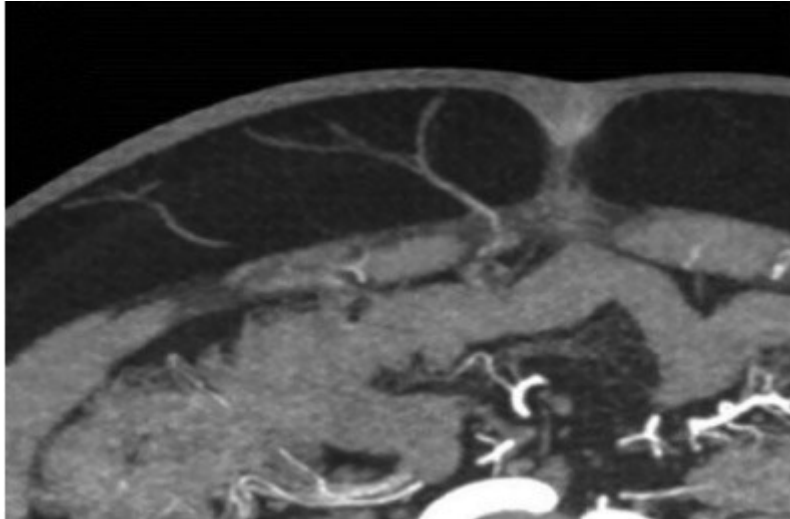


Abbildung 22: CTA MIP-Rekonstruktion zur Messung der Kaliberstärke (47)

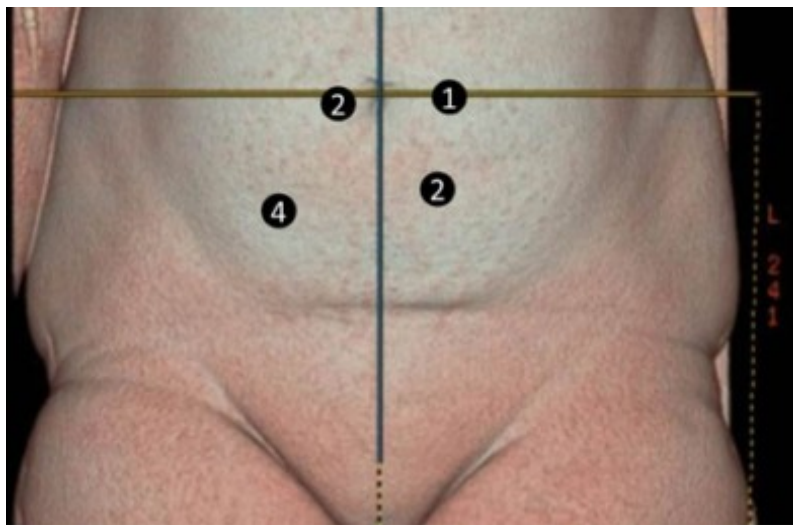


Abbildung 23: Virtuelles Koordinatensystem zur Markierung der Perforatoren (47)



Abbildung 24: CTA - Darstellung des intramuskulären Verlaufs (47)

Vorteile

Eine CT-Angiographie ist einfach und schnell durchzuführen und wenig abhängig von der körperlichen Konstitution der Patientin bzw. des Patienten. Alle notwendigen Parameter können bei richtiger Durchführung exakt dokumentiert werden. (10) Die CT-Angiographie benötigt im Vergleich zur Katheterangiografie keine invasive Arterienpunktion und ist mit hoher Auflösung durchführbar. Darüber hinaus ermöglicht sie eine dreidimensionale Abbildung der Gefäße (39). Die Perforatoren können in ihrem Verlauf innerhalb der Muskulatur sehr gut dargestellt werden (45).

Limitationen und Nachteile

Ein Nachteil der CT-Angiographie ist der Einsatz von jodhaltigem Kontrastmittel, mit allen damit verbundenen Risiken und möglichen Nebenwirkungen. Je höher der Jodgehalt im Kontrastmittel, umso häufiger treten unerwünschte Wirkungen auf, die zum Teil sehr schwer ausfallen können (48). Ein weiterer Nachteil ist die Anwendung von ionisierender Strahlung, die bei der CT-Angiographie der Perforatorgefäße bis zu 70 mSv betragen kann (49). Zusätzlich dazu ist der im Vergleich zur Sonografie hohe Kostenfaktor als Nachteil zu nennen.

3.3 MR-Angiographie (MRA)

Grundlagen

Grundlage der MRT ist die Tatsache, dass Atomkerne mit ungerader Nukleonenzahl einen Kernspin erzeugen. Im Speziellen nutzt man bei der MRT den Kernspin von H⁺ Ionen (Protonen) aus. Der Kernspin erzeugt ein winziges Magnetfeld, welches im menschlichen Körper ungeordnet vorliegt. Mittels einem starken äußeren Magnetfeld, i.d.R. 1,5 bis 3,0 Tesla, richtet man die H⁺ Ionen feldparallel aus. Es wird sodann ein hochfrequenter Radioimpuls eingestrahlt, wodurch die Atomkerne ausgekippt werden. Wird der Impuls abgeschaltet, kehren die Atomkerne innerhalb einer bestimmten Zeit in ihren Ausgangszustand zurück. Hierbei entsteht elektrische Energie, welche mittels eines Kernspintomographen gemessen und in ein verarbeitbares Signal umgewandelt wird. Die Stärke des Signals ist abhängig von der Relaxationszeit und der Zahl der angeregten Atomkerne. Das Signal ist meist sehr klein, so müssen die Protonen mehrmals angeregt werden und die Signale werden danach gemittelt (sog. averaging). Die Folge mehrerer Impulse nennt man Pulssequenz. „Die Zeit zwischen Impulsen heißt Repetitionszeit (TR), die zwischen Anregung und Signalaufnahme Echozeit (TE).“ (39) Man unterscheidet T1- und T2-Relaxationszeit, abhängig von strukturechemischen oder molekularen Parametern. Die T1-gewichtete Sequenz zeichnet sich durch kurze TR und TE aus. Gewebe mit kurzer T1 erscheinen hyperintens (hell), mit langer T1 hypointens (dunkel). Umgekehrt dazu verhält sich die T2-gewichtete Sequenz, also lange TR und TE. Gewebe mit langer T2 erscheinen hell, welche mit kurzer, dunkel. (39,50)

Die Magnetresonanzangiographie (MRA) erlaubt durch Herausfiltern der umgebenden anatomischen Strukturen eine dreidimensionale Gefäßdarstellung. Man bedient sich der sog. Time-of-Flight-MRA, hierbei verwendet man eine schnelle Folge von Einzelimpulsen, konstante anatomische Strukturen geben dabei nur ein schwaches Signal, der Blutfluss gibt ein starkes Signal. So entsteht ein hoher Kontrast zwischen blutdurchströmten Gefäßen und unverändertem Hintergrund. Zusätzlich verwendet man heute Kontrastmittel um die Gefäßdarstellung weiter zu verbessern. So kann außerdem die Untersuchungszeit verkürzt werden. (39)

Durchführung der Untersuchung

Eine MR-Angiographie zur Befundung der A. epigastrica inferior und ihrer Äste wird in Rückenlage oder Bauchlage durchgeführt und dauert ca. dreißig Minuten. Das Aufnahmegebiet zur Untersuchung entspricht dem der CT-Angiographie. Ein venöser Zugang ermöglicht auch hier die Injektion eines Kontrastmittels. Die Aufnahme erfolgt unter Atemanhaltung in der arteriellen Bolusphase. Die Befundung der erhobenen Daten erfolgt wie bei der CT-Angiographie unter Einsatz des MIP-Verfahrens. Ein Koordinatensystem dient auch hier der Markierung der Perforatoren. (47)

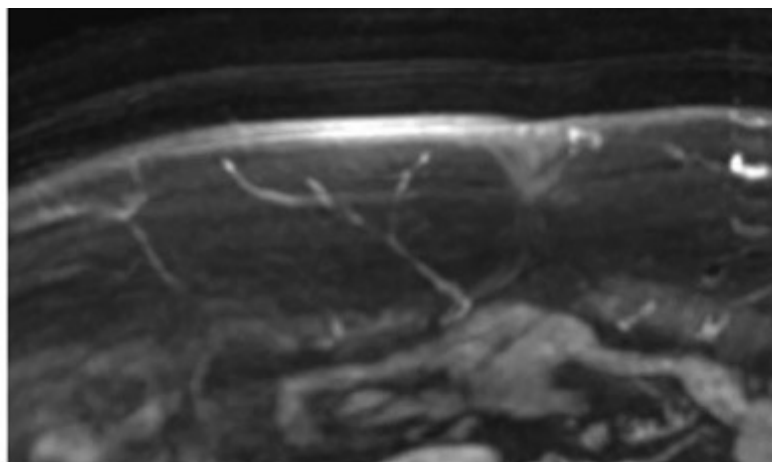


Abbildung 25: MRA MIP-Rekonstruktion zur Messung der Kaliberstärke (47)

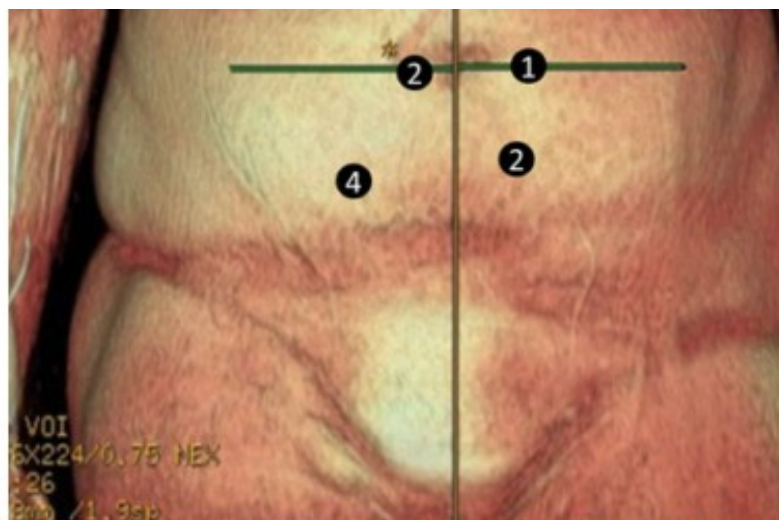


Abbildung 26: Virtuelles Koordinatensystem zur Markierung der Perforatoren (47)

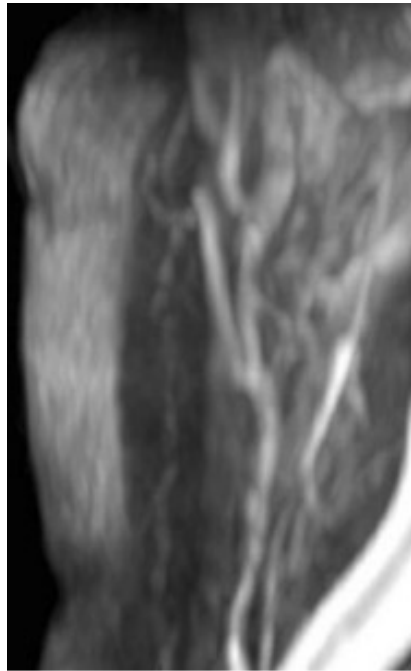


Abbildung 27: MRA - Darstellung des intramuskulären Verlaufs (47)

Vorteile

Die Vorteile der Untersuchung mittels MR-Angiographie sind v.a. der hohe Weichteilkontrast und die Vermeidung von Röntgenstrahlung. Ebenso ist der Einsatz von gadoliniumhaltigem Kontrastmittel mit weniger Komplikationen vergesellschaftet (51). Auch hier können, wie bei der CT-Angiographie, bei richtiger Durchführung alle notwendigen Parameter festgehalten werden. Ein weiterer Vorteil ist die Möglichkeit, Bilder von mehreren Regionen in einer Sitzung zu erhalten. (10)

Limitationen und Nachteile

Absolute Kontraindikationen für eine MR-Angiographie sind nicht MR-taugliche Herzschrittmacher und Cochlea-Implantate. Als relative Kontraindikationen sind Herzklappen, Clips, Kava-Schirme (abhängig vom Material), Granatsplitter (je nach Lage), Frühschwangerschaft und Klaustrophobie zu nennen. Limitationen der Untersuchung sind die Darstellung der Knochenkortikalis, die Darstellung von Verkalkungen und der apparative Aufwand. Außerdem dauert die Untersuchung im Vergleich zur CT-Angiographie länger. (10,52)

4 Material und Methoden

4.1 Studiendesign

Ziel dieser prospektiven klinischen Studie war es, ein MRA-Protokoll zu entwickeln um die Perforatorgefäße der Bauchwand optimal darzustellen und charakterisieren zu können. Die dabei erhobenen Befunde wurden zur Planung einer Brustrekonstruktion mittels DIEP-Flap herangezogen. Im Rahmen der Studie wurden 10 Patientinnen zwischen Juni 2015 und Juli 2016, an der Universitätsklinik für Radiologie und an der Abteilung für Plastische, Ästhetische und Rekonstruktive Chirurgie des LKH Univ. Klinikum Graz untersucht. Tabelle 2 zeigt die demographischen Details der Studienteilnehmerinnen.

Die benötigten Daten wurden aus den OP- und Ambulanzberichten via openMedocs bezogen. Die Ergebnisse der MR-Angiographie wurden gemeinsam mit der Universitätsklinik für Radiologie, LKH Univ. Klinikum Graz, erhoben.

4.2 Patientinnenkollektiv

In die Studie wurden Frauen ab 18 Jahren mit dem Wunsch einer Brustrekonstruktion durch körpereigenes Gewebe eingeschlossen. Voraussetzung zur Teilnahme war darüber hinaus das Vorhandensein einer entsprechenden Menge an subkutanem Fettgewebe am Abdomen. Eine bekannte Kontrastmittelunverträglichkeit, große Voroperationen im Bauchbereich, eine bestehende Schwangerschaft, nicht MR-taugliche Endoprothesen und andere Kontraindikationen für die MR-Angiographie waren die Ausschlusskriterien. Alle Daten, die Rückschlüsse auf die Identität der Patientinnen erlauben, wurden anonymisiert.

Demographische Daten (%)	
Alter, Jahre	
Mittelwert	50,2
Range	36-70
BMI	
Durchschnitt	26,85
Range	21,51-39,79
Nikotinabusus	2 (20)
Diabetes-Erkrankung	0
Hypertension in der Anamnese	2 (20)

Tabelle 2: Demographische Daten der Studienteilnehmerinnen

4.3 Magnetresonanzangiographie (MRA)

Alle MRA Serien wurden mit einem 3 Tesla Siemens Magnetom Prisma fit (©Siemens medical solutions, Erlangen, Deutschland) anhand des festgelegten Studienprotokolls akquiriert. Tabelle 3 liefert eine Übersicht über die Parameter des Studienprotokolls. Die Aufnahmen der Bilder erfolgten in Bauchlage (siehe Abbildung 28), um Bewegungsartefakte zu vermindern. In der vertikalen Ebene reichte das Sichtfeld (englisch field of view) von etwa 7 cm oberhalb des Nabels bis zum Oberschenkel, in der horizontalen Ebene etwa bis Thoraxmitte. Der Start der Aufnahme erfolgte nach individueller Analyse der Transitzeit des Kontrastmittels zum optimalen Timing. Die Aufnahmen erfolgten unter Atemanhaltung. Befundet wurden die Bilder an einem syngo MR Workplace D13D unter der Softwareversion Numaris/4 (©Siemens medical solutions, Erlangen, Deutschland).

TR (ms)	2,87
TE (ms)	0,95
Flipwinkel (°)	24
Matrix	352 x 238
Schichtdicke (mm)	1,1
Bandwidth (kHz)	645
Field of view	Vertikal: 7 cm oberhalb des Nabels bis zum Oberschenkel Horizontal: etwa bis Thoraxmitte

Tabelle 3: Parameter des MRA-Protokolls

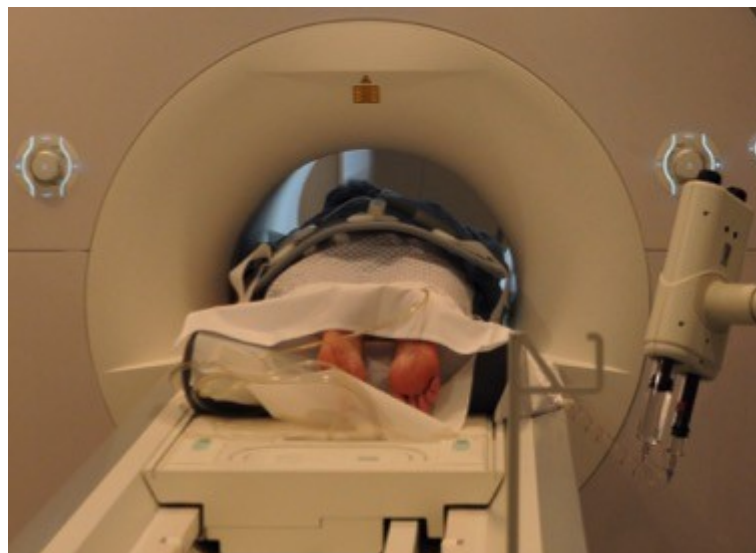


Abbildung 28: MR-Angiographie in Bauchlage

4.3.1 Kontrastmittel

Es wurde eine gadoliniumhaltiges Kontrastmittel, Gadobutrol (Gadovist®), mit einer Dosis von 0,1 ml/kg Körpergewicht für die Studie verwendet. Gegenüber jodhaltigen Kontrastmitteln, welche bei der CT-Angiographie verwendet werden, bietet diese Art von Kontrastmittel gewisse Vorteile. Akute allergische Reaktionen treten bei jodhaltigen Kontrastmitteln mit weit größerer Häufigkeit auf (etwa 3%), bei gadoliniumhaltigen Kontrastmitteln liegt die Rate an akuten allergischen Reaktionen hingegen nur bei 0,07% (51,53). Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass diese Art von Kontrastmittel auch bei Nierenschwachen Patientinnen und

Patienten verwendet werden kann (54,55). Die Applikation des Kontrastmittels erfolgte mittels eines Kontrastmittelinjektors, danach folgte die Injektion von 30 ml NaCl 0,9% mit einer Flussrate von 2 ml/s. Die Kontrastmittelmenge betrug im Durchschnitt 8,5 ml.

4.3.2 MRA Auswertung

Zu Beginn wurde der Nabel in allen drei Raumebenen aufgesucht und markiert. Der Ursprung der A. epigastrica inferior aus der A. iliaca externa am Lig. inguinale wurde bds. festgehalten. Die Arterien wurden nach kranial verfolgt und deren Aufzweigungsverhalten beurteilt und beschrieben. Die Lage der Aufzweigung, in Bezug auf den Nabel der Patientin, wurde in einem Koordinatensystem notiert. Gefäße, welche in die Subcutis eintreten wurden aufgesucht und markiert. Ihre Lage zum Nabel wurde ebenfalls dokumentiert. Die Abbildungen 24 bis 28 geben einen Überblick über die Befundung der MRA-Serien und sollen als Beispiel dienen. Case Report Forms zu jeder Patientin finden sich im Anhang.

Präoperativ wurden die MRA-Bilder, sowie der MRA-Befund von der Chirurgin bzw. vom Chirurgen gesichtet. Die besten Perforatoren wurden ausgewählt und am Tag vor der Operation am Abdomen der Patientin angezeichnet. Im Operationsbericht hielt die Chirurgin bzw. der Chirurg fest, ob eine Korrelation zwischen MRA Befund und intraoperativen Gegebenheiten bestand oder nicht. Fragestellung: Konnten die Gefäße an zuvor angezeichneter Position aufgefunden werden und waren diese für die Lappenversorgung geeignet.

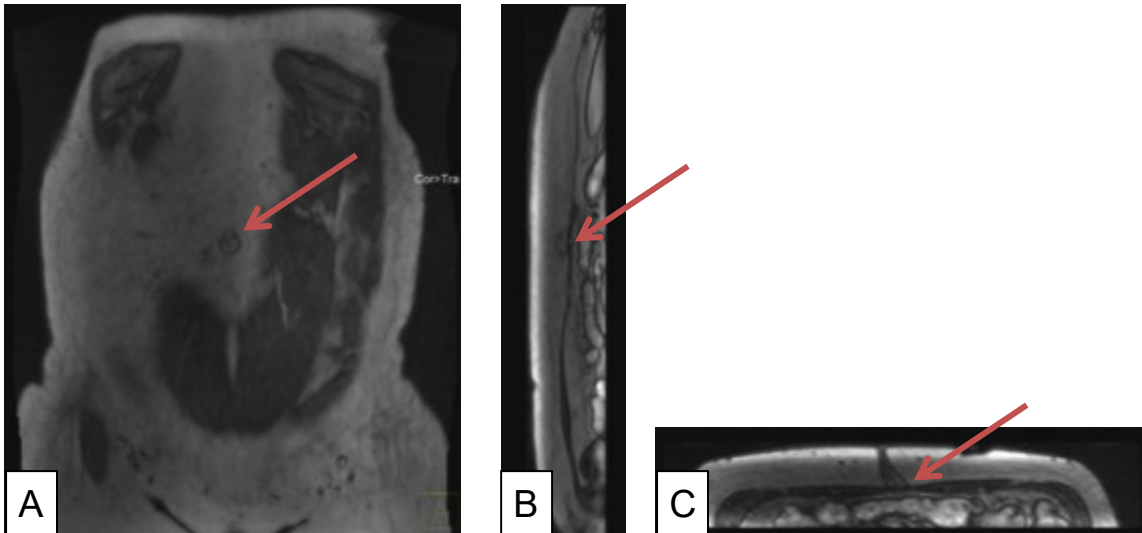


Abbildung 29: präoperative MR-Angiographie der Bauchwand. Markierung des Nabels in 3 Raumebenen (roter Pfeil), **A:** frontal, **B:** sagittal und **C:** horizontal.

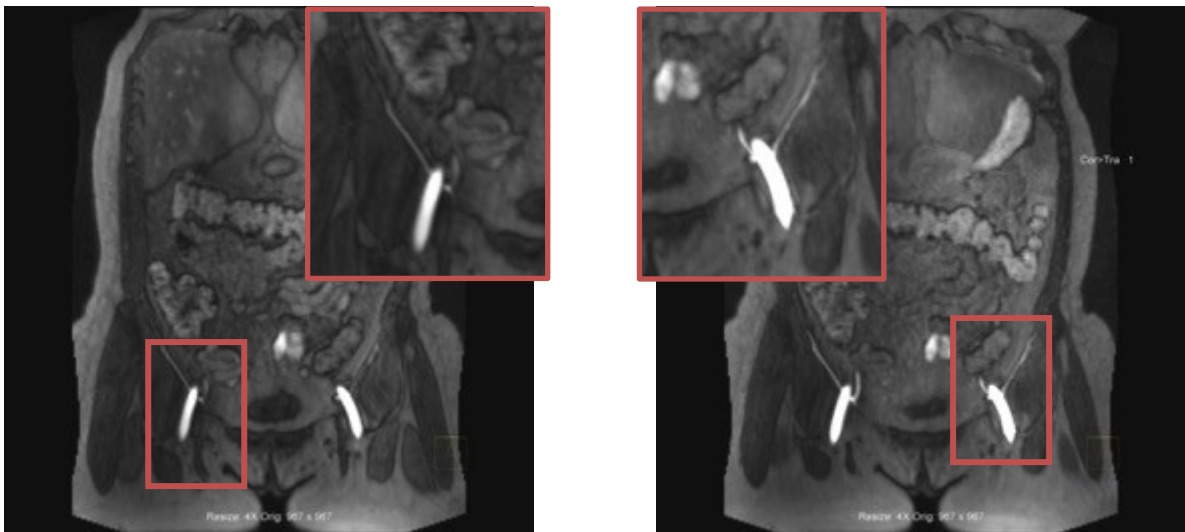


Abbildung 30: präoperative MR-Angiographie der Bauchwand. Ursprung der A. epigastrica inferior aus der A. iliaca externa

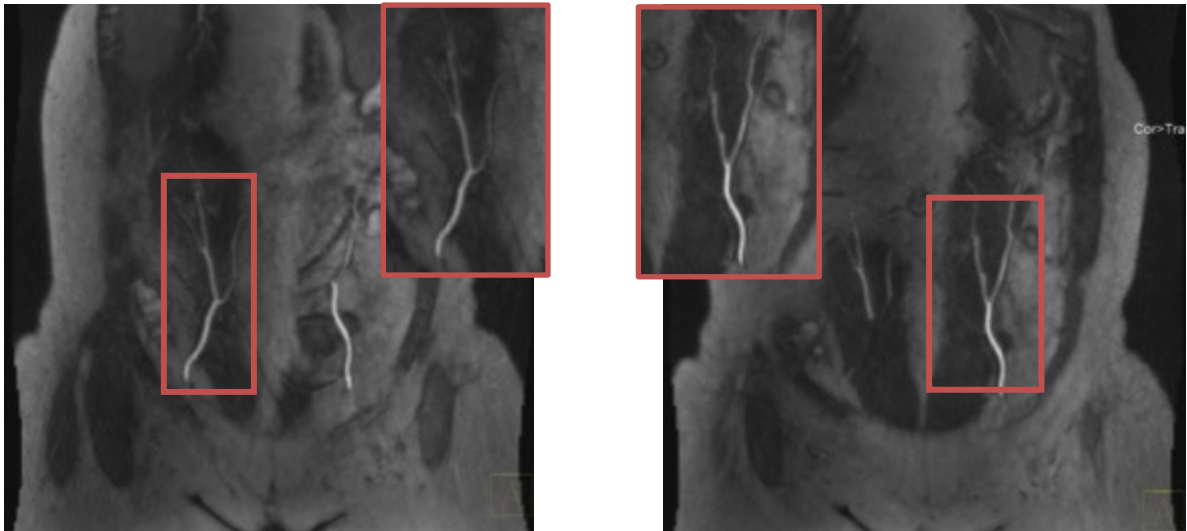


Abbildung 31: MR-Angiographie der Bauchwand. Aufzweigungsverhalten der A. epigastrica inferior

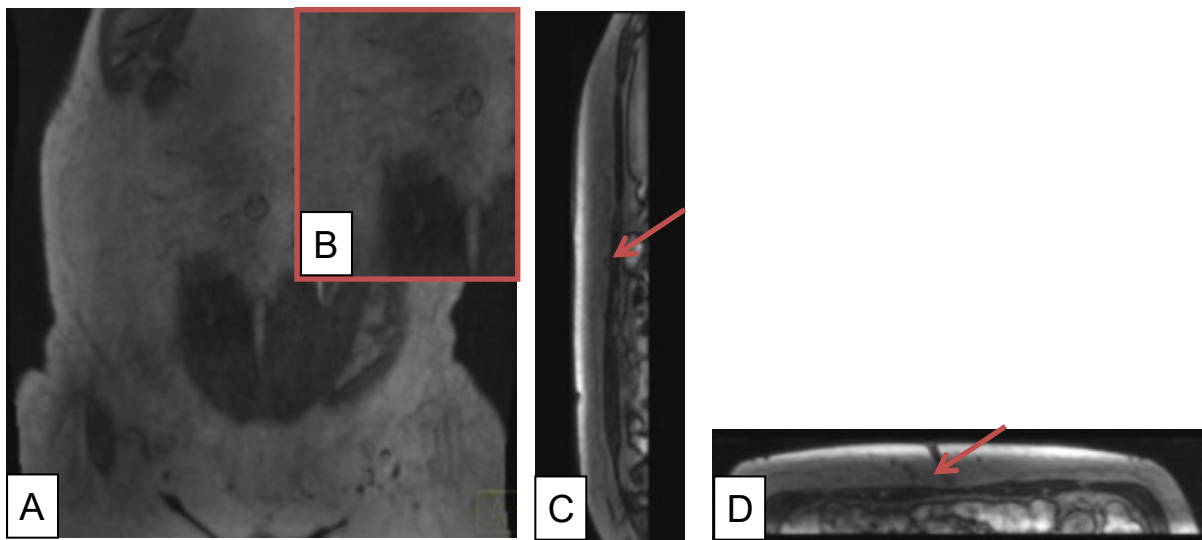


Abbildung 32: präoperative MR-Angiographie der Bauchwand. Bestimmung des Gefäßdurchtritts durch den M. rectus abdominis rechts. **A:** frontal, **B:** Vergrößerung, **C:** sagittal und **D:** horizontal.

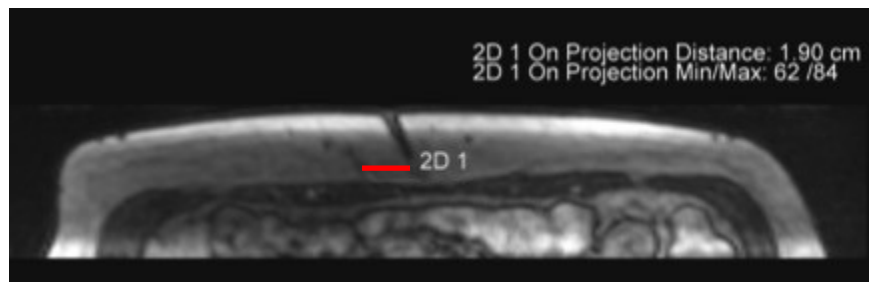
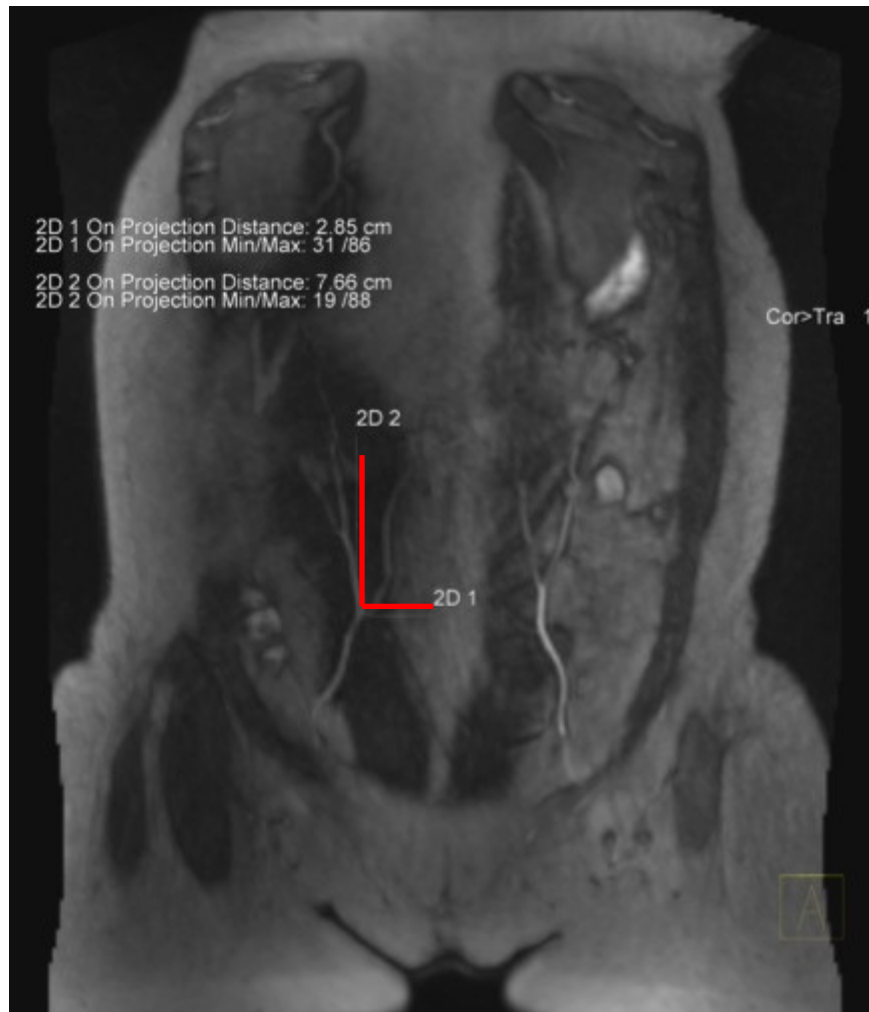


Abbildung 33: präoperative MR-Angiographie der Bauchwand – Messprozess, rechts.

5 Ergebnisse – Resultate

5.1 OP-Dauer

Durch die präoperative MR-Angiographie zur Planung einer DIEP-Flap Brustrekonstruktion erwartet man sich eine Verkürzung der tatsächlichen Operationsdauer verglichen mit Operationen ohne vorherige MR-Angiographie (56). Als Operationszeit wurde die Zeit vom ersten Schnitt bis zur letzten Naht herangezogen. Verglichen wurden alle Operationszeiten der am LKH Graz durchgeführten DIEP- und TRAM-Flap Brustrekonstruktionen von 2014 bis einschließlich Februar 2016. Es wurden 10 Patientinnen mit präoperativer MRA und 31 Patientinnen ohne präoperative MRA operiert. 3 Patientinnen mit präoperativer MRA mussten aus der Studie ausgeschlossen werden, da diese einen TRAM-Flap erhalten hatten. 10 Patientinnen ohne präoperative MRA mussten ebenfalls ausgeschlossen werden, weil bei diesen ebenfalls eine TRAM-Flap Brustrekonstruktion durchgeführt wurde. So wurden also die Daten von 7 Patientinnen mit und 21 Patientinnen ohne präoperative MRA in die Studie eingeschlossen.

Tabelle 5 gibt einen Überblick über die durchschnittliche Operationszeit bei DIEP-Flap Brustrekonstruktion. Wichtig ist, zwischen einseitiger bzw. beidseitiger und primärer bzw. sekundärer Brustrekonstruktion zu unterscheiden.

Die Patientinnengruppe mit präoperativer MRA und einseitiger sekundärer Brustrekonstruktion (n=5) zeigt eine durchschnittliche Operationszeit von 417 Minuten (\pm 89,7 Minuten), die Gruppe ohne präoperative MRA und einseitig sekundärer Rekonstruktion (n=17) 364 Minuten (\pm 123,7 Minuten). Der Unterschied von 53 Minuten ist statistisch nicht signifikant (T-test) und das Konfidenzintervall von 95% liegt zwischen -71,7 und 178,2. In der Gruppe ohne präoperative MRA zeigt sich außerdem eine weitere Streuung im Vergleich zur Gruppe mit präoperativer MR-Angiographie. Bei einseitig primärer Rekonstruktion ohne MR-Angiographie (n=3) lag die durchschnittliche Operationszeit bei 350 min (\pm 291-397). Hier gibt es keinen Vergleich zu einer Gruppe mit präoperativer MR-Angiographie. In der Gruppe der beidseitigen primären Brustrekonstruktion mit präoperativer MR-Angiographie (n=2) zeigt sich eine durchschnittliche OP-Zeit von

482 min (\pm 326-628). Ein Vergleich zu einer Gruppe ohne präoperativer MR-Angiographie ist nicht möglich. Bei einer Patientin (n=1) wurde eine sekundäre beidseitige Brustrekonstruktion durchgeführt, die OP-Zeit lag bei 610 min.

Flaps	Mit präoperativer MRA	Ohne präoperative MRA
Total	10	31
DIEP	7	21
TRAM	3	10

Tabelle 4: Übersicht – DIEP- und TRAM-Flaps LKH-Univ. Klinik Graz 2014-02/2016

	Anzahl	<u>Operationsdauer (min)</u>	
		Mittelwert	Range
Mit präoperativer MRA			
Einseitig	5		
Primär	n/a	n/a	n/a
Sekundär	5	417	326-533
Mittelwert		417	
Beidseitig			
Primär	2	482	326-628
Sekundär	n/a	n/a	n/a
Mittelwert		482	
Ohne präoperative MRA			
Einseitig	20		
Primär	3	350	291-397
Sekundär	17	364	230-677
Mittelwert		357	
Beidseitig	1		
Primär	n/a	n/a	n/a
Sekundär	1	610	n/a
Mittelwert		610	

Tabelle 5: Operationsdauer mit und ohne präoperative MR-Angiographie

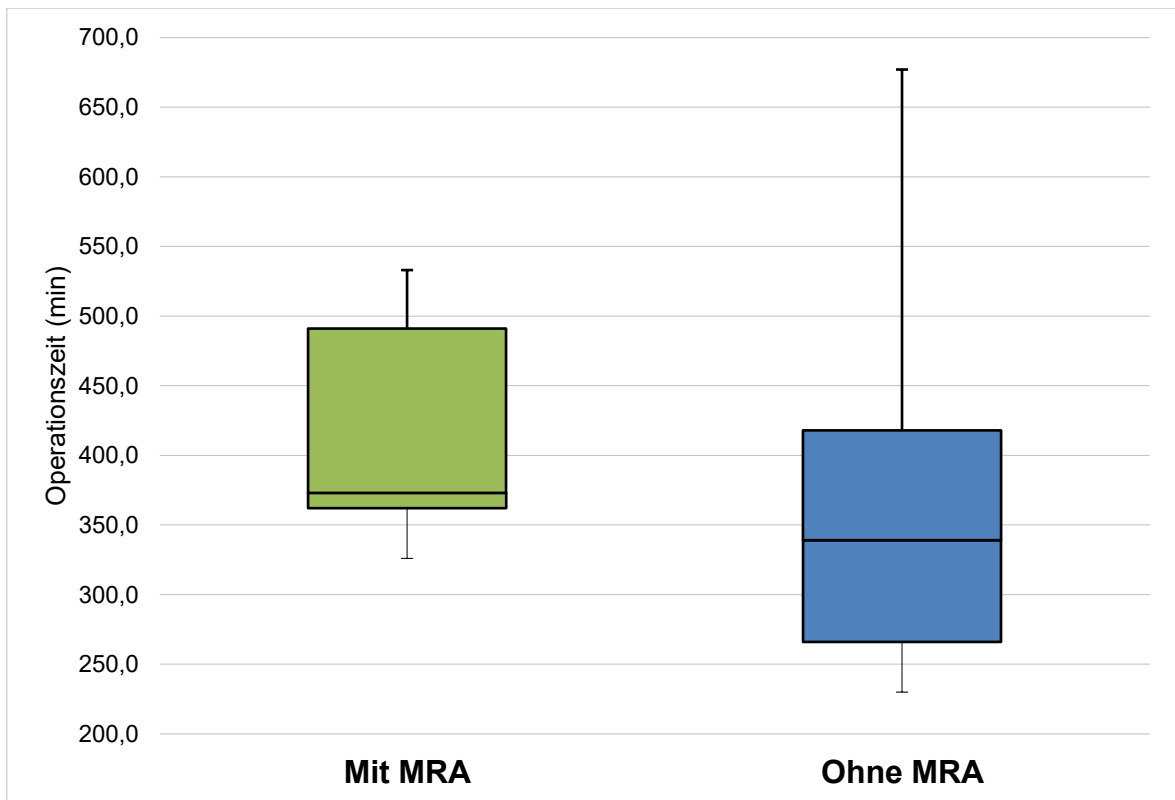


Abbildung 34: Boxplot zur durchschnittlichen Operationszeit einer einseitigen sekundären DIEP-Flap Brustrekonstruktion

5.2 Korrelation zwischen MRA und intraoperativen Gegebenheiten

Ziel der Studie war es außerdem festzuhalten, ob die intraoperativen Gegebenheiten mit den MRA-Befunden übereinstimmen oder nicht. Einerseits vermerkte die operierende Chirurgin bzw. der operierende Chirurg dazu in seinem OP Bericht, ob die Lokalisation der Gefäße, welche mittels MR-Angiographie identifiziert wurden, stimmt. Andererseits wurde festgehalten, ob die identifizierten Gefäße für die Lappenversorgung geeignet waren. In sieben von zehn Fällen stimmten der MRA-Ergebnisse und der intraoperative Befund exakt überein. Die Gefäße konnten wie angezeichnet aufgefunden und für den Lappen verwendet werden. In einem von zehn Fällen stimmten MRA-Befund und intraoperative Gegebenheiten nicht überein. Die Perforatorgefäße konnten nicht wie vermutet lokalisiert werden, auch waren die Gefäße sehr zart. Aus diesen Gründen konnte in diesem Fall keine DIEP-Flap Brustrekonstruktion realisiert werden und man entschied sich die Rekonstruktion mittels TRAM-Flap durchzuführen. In zwei von

zehn Fällen wurde die Korrelation nicht von der Chirurgin bzw. vom Chirurgen im OP-Bericht dokumentiert.

	Anzahl (%)
Exakte Übereinstimmung	7 (70)
Keine Übereinstimmung	1 (10)
Nicht im OP-Bericht erwähnt	2 (20)

Tabelle 6: Korrelation zwischen MRA-Befund und intraoperativen Gegebenheiten

5.3 MR-Angiographie

Ziel der Studie war es, ein MRA-Protokoll zu erstellen mit dem die Gefäße der vorderen Bauchwand, insbesondere die A. epigastrica inferior und deren Äste präzise dargestellt und interpretiert werden können. Während der Untersuchung der 10 Patientinnen im Rahmen der Studie traten keinerlei Komplikationen auf. Die A. epigastrica inferior und ihre Äste konnten in jedem Fall dargestellt und interpretiert werden. Eine Verfolgung der Gefäße, sowie die Dokumentation des Aufzweigungsverhaltens und des Durchtrittspunktes in die Subcutis war in jeder Sequenz möglich. In zwei von zehn Fällen (20%) wurden nur äußerst kaliberzarte Perforatorgefäße im MRA-Befund dokumentiert. Aufgrund dieser suboptimalen Gefäßsituation entschied man sich bei einer Patientin (10%) präoperativ eine TRAM-Flap Brustrekonstruktion durchzuführen. Im Falle von zwei Patientinnen (20%) entschied die Chirurgin bzw. der Chirurg intraoperativ eine TRAM-Flap Brustrekonstruktion bei ursprünglich geplanter DIEP-Flap Brustrekonstruktion durchzuführen. Grund dafür, auch hier eine nicht zufriedenstellende Gefäßsituation. In einem der beiden Fälle stimmte die Lokalisierung der Perforatorgefäße nicht und die Gefäße waren zu kaliberschwach. Bei der zweiten Patientin zeigten sich intraoperativ ebenfalls zu zarte Gefäße um eine DIEP-Flap Brustrekonstruktion zu realisieren. Tabelle 7 gibt einen Überblick über das Aufzweigungsverhalten der A. epigastrica inferior. Es zeigt sich, dass zwei Hauptäste deutlich am häufigsten vorkommen.

Hauptäste (Anzahl)	Rechts (%)	Links (%)
1	2 (22,2)	1 (11,1)
2	5 (55,6)	6 (66,7)
3	2 (22,2)	2 (22,2)

Tabelle 7: Überblick über das Aufzweigungsverhalten der A. epigastrica inferior

6 Diskussion

Im Jahr 2012 gab es insgesamt 5594 Brustkrebs-Neuerkrankungen in Österreich. Davon betroffen waren 5521 Frauen und 73 Männer. Bei Frauen ist der Brustkrebs bei weitem die häufigste Krebsform in Österreich. 2012 verstarben letztlich 1548 Menschen in Österreich an Brustkrebs, 1528 Frauen und 20 Männer. (57,58) Diese Statistik zeigt die Bedeutung und Präsenz des Brustkrebs in unserer Gesellschaft.

Im Vergleich zu den anderen möglichen Untersuchungstechniken, im Speziellen zur CT-Angiographie und zum Ultraschall, bringt die MR-Angiographie, wie bereits erwähnt, gewisse Vorteile mit sich. So kann hier, im Vergleich zur CT-Angiographie, sowohl auf ionisierende Strahlung, wie auch auf jodhaltige Kontrastmittel verzichtet werden. Und dies, ohne wesentlichen Qualitätsverlust betreffend die Gefäßdarstellung (47). Im Vergleich zum Ultraschall zeigt sich eine weniger ausgeprägte Interobserver-Variabilität (59). Die präoperative Evaluation der Perforatorgefäße mittels Ultraschall hat aber auch einige nicht zu vernachlässigende Vorteile. Sie ist kostengünstiger, präzise und ungefährlich für die Patientinnen. Der größte Nachteil ist aber wohl die Unmöglichkeit den genauen Verlauf der Gefäße zu dokumentieren. (44)

Es konnte durch die MRA-Untersuchungen ein wertvoller Beitrag zum Planungsprozess bei DIEP-Flap Brustrekonstruktionen geleistet werden. Die zu untersuchenden Gefäße konnten in jedem Fall dargestellt und anhand unseres Protokolls charakterisiert werden. Der Ursprung der Gefäße, deren Aufzweigungsverhalten, sowie der Durchtritt durch die Faszie wurden dokumentiert und ausgemessen. Wie bei Moon et al. (60) zeigte sich auch bei unserer Studie die Aufzweigung in zwei Hauptäste am öftesten. Auch der anatomische Verlauf der Gefäße wurde begutachtet, dieser ist jedoch laut

Greenspun et al. (1) eher als zweitrangig zu betrachten. Das Gefäß, welches leichter präpariert werden kann, soll für den Lappen verwendet werden. Bevorzugt wird also ein eher kurzer intramuskulärer Verlauf um die Schädigung des M. rectus abdominis bei der Gefäßpräparation so gering wie möglich zu halten.

De Frene et al. (61) konnten einen weiteren Vorteil der präoperativen Untersuchung der Perforatorgefäße zeigen. So konnten Patientinnen, welche anamnestisch Voroperationen im Bauchbereich hatten und so primär von einer DIEP-Flap Brustrekonstruktion ausgeschlossen worden wären, nach entsprechender Bildgebung doch dieser Operationsmethode zugeführt werden.

Die Tatsache, dass die Operationszeit in unserer Studie in der Gruppe der Patientinnen mit präoperativer MR-Angiographie länger als in der Gruppe ohne war, ist vermutlich der geringen Anzahl der Studienteilnehmerinnen und somit einer nicht optimalen Vergleichbarkeit, geschuldet. Vergleichsstudien zeigen jedenfalls eine signifikante Reduktion der Operationszeit aufgrund einer präoperativen Bildgebung verglichen mit Operationszeiten ohne diese. Unabhängig davon, ob diese durch Ultraschall, CT-Angiographie oder MR-Angiographie erfolgt ist. (45,56,62)

Die Erstellung und Umsetzung eines neuen MRA-Protokolls braucht natürlich Zeit und stetige Anpassungen um es zu perfektionieren. Es gibt verschiedene Vergleichsstudien mit unterschiedlichen MRA-Protokollen. Vasile et al. (63) bevorzugen es, die Aufnahmen in Bauchlage durchzuführen um Bewegungsartefakte zu reduzieren und so die Bildqualität zu steigern. Auch wir haben uns aus diesem Grund für die Aufnahme in Bauchlage entschieden. Cina et al. (47) vertreten die Meinung, es sei besser die MR-Angiographie in Rückenlage durchzuführen. Denn dies entspricht der Position während der späteren Operation und es kommt zu keinen Verdrehungen und / oder Verschiebungen des Abdomens. Masia et al. (64) berichten sogar über gute Ergebnisse der MR-Angiographie ohne Kontrastmittelverstärkung.

Während der Studie zeigten sich in der MR-Angiographie kein falsch negativer und nur ein falsch positiver Befund. Eine Vergleichsstudie von Masia et al. (65)

hatte keine falsch positiven und keine falsch negativen Resultate. Eine andere Studie von Rozen et al. (66) kam auf jeweils einen falsch positiven und einen falsch negativen Befund. Beide Studien wurden mittels CT-Angiographie durchgeführt. Die Vergleichsstudie durch Greenspun et al. (1), durchgeführt mittels MR-Angiographie, zeigte keine falsch positiven und zwei falsch negative Ergebnisse.

6.1 Methodische Schwächen

Aufgrund der geringen Anzahl der bis dato untersuchten Patientinnen ist unser MR-Protokoll derzeit noch nicht voll ausgereift und muss jedenfalls noch weiter adaptiert werden. Außerdem muss bei den folgenden Patientinnen auch der Gefäßdurchmesser gemessen werden, da für eine DIEP-Flap Brustrekonstruktion i.d.R. nur Perforatorgefäße mit einem Durchmesser $> 0,9$ mm verwendet werden können. (47)

In zwei von zehn Fällen wurde im OP-Bericht die präoperative MR-Angiographie in keinsten Weise erwähnt. Dies soll keinesfalls passieren, an der exakten und gewissenhaften Dokumentation muss weiter gearbeitet werden. Durch das Fehlen ebendieser zwei Befunde wurde der Umfang der verwertbaren Daten nochmals kleiner, wodurch fundierte Aussagen nur schwer zu treffen sind. Durch weitere Anpassungen und Änderungen an unserem Studienprotokoll könnten in Zukunft aussagekräftigere Ergebnisse erzielt werden.

7 Konklusion

Auch wenn die MR-Angiographie relativ kostenintensiv und noch nicht flächendeckend verfügbar ist, glauben wir, dass dieser Methode die Zukunft der präoperativen Evaluation der Perforatorgefäße der A. epigastrica inferior bei geplanter DIEP-Flap Brustrekonstruktion gehören wird. Hauptsächlich, weil auf ionisierende Strahlung und jodhaltige Kontrastmittel verzichtet werden kann. Es sind jedoch weitere Studien notwendig bis die MR-Angiographie tatsächlich der Goldstandard auf diesem Gebiet sein wird.

8 Literaturverzeichnis

1. Greenspun D, Vasile J, Levine JL, Erhard H, Studinger R, Chernyak V, et al. Anatomic imaging of abdominal perforator flaps without ionizing radiation: Seeing is believing with magnetic resonance imaging angiography. *J Reconstr Microsurg.* 2010;26(1):37–44.
2. Anderhuber F, Pera F, Streicher J. *Waldeyer – Anatomie des Menschen.* Berlin/Boston: De Gruyter; 2012. 147-189 p.
3. Hafferl A, Neu bearbeitet von Walter Thiel. *Lehrbuch der topographischen Anatomie, 3.Auflage.* Berlin - Heidelberg - New York: Springer-Verlag; 1969. 299-308, 393-434 p.
4. Wikipedia-Contributors. Rectus sheath [Internet]. 12 July 2016. [cited 2016 Sep 6]. Available from: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Rectus_sheath&oldid=729433016
5. Milloy F, Anson B, McAfee D, et al. The rectus abdominis muscle and the epigastric arteries. *Surg Gynecol Obs.* 1960;110:293–302.
6. Moon HK, Taylor GI. The vascular anatomy of rectus abdominis musculocutaneous flaps based on the deep superior epigastric system. *Plast Reconstr Surg [Internet].* 1988;82(5):815–32. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2971981>
7. Hamdi M, Rebecca A. The Deep Inferior Epigastric Artery Perforator Flap (DIEAP) in Breast Reconstruction. *Semin Plast Surg.* 2006;20(2):95–102.
8. Kikuchi N, Murakami G, Kashiwa H, Homma K, Sato TJ, Ogino T. Morphometrical study of the arterial perforators of the deep inferior epigastric perforator flap. *Surg Radiol Anat.* 2001;23(6):375–81.
9. Heitmann C, Felmerer G, Durmus C, Matejic B, Ingianni G. Anatomical features of perforator blood vessels in the deep inferior epigastric perforator flap. *Br J Plast Surg.* 2000;53(3):205–8.
10. Agrawal MD, Thimmappa ND, Vasile J V., Levine JL, Allen RJ, Greenspun DT, et al. Autologous Breast Reconstruction: Preoperative Magnetic Resonance Angiography for Perforator Flap Vessel Mapping. *J Reconstr Microsurg.* 2014;31(1):1–11.
11. Aumüller G, Aust G, Engele J, et al. *Anatomie. 3. Auflage.* Stuttgart, New York, Delhi, Rio: Thieme Verlagsgruppe; 2014. 314, 1277-78 p.
12. Berger AHR. *Plastische Chirurgie: Mamma. Stamm. Genitale.* 2006. 92-94,

- 175-202 p.
13. Uroskie TW, Colen LB. History of breast reconstruction. *Semin Plast Surg.* 2004;18(2):65–9.
 14. Champaneria MC, Wong WW, Hill ME, Gupta SC. The Evolution of Breast Reconstruction: A Historical Perspective. *World J Surg* [Internet]. 2012;36(4):730–42. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s00268-012-1450-2>
 15. Kroll SS. *Breast reconstruction with autologous tissue : art and artistry.* New York: Springer-Verlag; 2000. 7-16, 83-131, 161-177 p.
 16. Wikipedia-Autoren. Mastektomie [Internet]. 10 May 2016. [cited 2016 Aug 31]. Available from: <https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Mastektomie&oldid=154253071>
 17. Højvig JB, Bonde CT. Breast reconstruction using a latissimus dorsi flap after mastectomy. *DAN MED J* [Internet]. 2015;62(12)(December). Available from: http://www.danmedj.dk/portal/page/portal/danmedj.dk/dmj_forside/PAST_ISSUE/2015/DMJ_2015_12/A5155
 18. Greenspun D. LD FLAP BREAST RECONSTRUCTION [Internet]. 2016 [cited 2016 Aug 26]. Available from: http://www.davidgreenspunmd.com/restorative_techniques/other_surgical_options/muscle_flaps/ld_flap_lat_flap/
 19. Vogt PM. *Praxis der Plastischen Chirurgie.* Springer-Verlag Berlin Heidelberg; 2011. 636-646 p.
 20. Blondeel PN, Vanderstraeten GG, Monstrey SJ, Van Landuyt K, Tonnard P, Lysens R, et al. The donor site morbidity of free DIEP flaps and free TRAM flaps for breast reconstruction. *Br J Plast Surg.* 1997;50(5):322–30.
 21. Greenspun D. MS TRAM FLAP BREAST RECONSTRUCTION [Internet]. 2016 [cited 2016 Aug 26]. Available from: http://www.davidgreenspunmd.com/restorative_techniques/other_surgical_options/muscle_flaps/muscle_sparing_tram/
 22. Greenspun D. DIEP FLAP BREAST RECONSTRUCTION [Internet]. 2016 [cited 2016 Aug 26]. Available from: http://www.davidgreenspunmd.com/restorative_techniques/perforator_flap_reconstruction/flap_procedures/diep_flap/

23. Nimboriboonporn A, Chuthapisith S. Nipple-areola complex reconstruction. *Gland Surg* [Internet]. 2014;3(1):35–42. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=4115772&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
24. Evans KK, Rasko Y, Lenert J, Olding M. The use of calcium hydroxylapatite for nipple projection after failed nipple-areolar reconstruction: early results. *Ann Plast Surg* [Internet]. 2005;55(1):25–9; discussion 29. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15985787>
25. Hartrampf CR, Culbertson JH. A dermal-fat flap for nipple reconstruction. *Plast Reconstr Surg* [Internet]. 1984;73(6):982–6. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6728951>
26. Gruber RP. Nipple-areola reconstruction: a review of techniques. *Clin Plast Surg*. 1979;6(1):71–83.
27. Bosch G, Ramirez M. Reconstruction of the nipple: a new technique. *Plast Reconstr Surg*. 1984;73:977–81.
28. Little J 3rd. Nipple-areola reconstruction. *Clin Plast Surg*. 1984;11:351–64.
29. Farhadi J, Maksvytyte G, Schaefer D, et al. Reconstruction of the nipple-areola complex: an update. *J Plast Reconstr Aesthetic Surg*. 2006;59(1):40–53.
30. Collis N, Garrido A, Fourie LR. Maintenance of nipple projection using auricular cartilage. *Plast Reconstr Surg*. 2000;105(6):2276–7.
31. Norton S, Akhavani MA, Kang N. The “Hamburger” technique for harvesting cartilage grafts in nipple reconstruction. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2007;60(8):957–9.
32. Brent B, Bostwick J. Nipple-areola reconstruction with auricular tissues. *Plast Reconstr Surg*. 1977;60(3):353–61.
33. Guerra AB, Khoobehi K, Metzinger SE, Allen RJ. New technique for nipple areola reconstruction: arrow flap and rib cartilage graft for long-lasting nipple projection. *Ann Plast Surg* [Internet]. 2003;50(1):31–7. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12545106>
34. Nahabedian MY. Secondary Nipple Reconstruction Using Local Flaps and AlloDerm. *Plast Reconstr Surg* [Internet]. 2005;115(7):2056–61. Available from: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an>

=00006534-200506000-00034

35. Greenspun D. NIPPLE RECONSTRUCTION [Internet]. 2016 [cited 2016 Aug 26]. Available from:
http://www.davidgreenspunmd.com/restorative_techniques/related_breast_procedures/nipple_restoration/
36. Blondeel PN, Van Landuyt KHI, Monstrey SJM, Hamdi M, Matton GE, Allen RJ, et al. The “Gent” consensus on perforator flap terminology: preliminary definitions. *Plast Reconstr Surg*. 2003;112(5):1378-1383, 1516-1387.
37. Smit JM, Klein S, Werker PMN. An overview of methods for vascular mapping in the planning of free flaps. *Journal of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgery*. 2010. p. 674–82.
38. Hijjawi JB, Blondeel PN. Advancing deep inferior epigastric artery perforator flap breast reconstruction through multidetector row computed tomography: An evolution in preoperative imaging. *Journal of Reconstructive Microsurgery*. 2010. p. 11–20.
39. Reiser M, Kuhn F-P, Debus J. *Duale Reihe - Radiologie*. 3. Auflage. Stuttgart: Georg Thieme Verlag KG; 2011. 73-89, 387-389 p.
40. Wikipedia-Autoren. Sonografie [Internet]. 4 January 2016. [cited 2016 Sep 6]. Available from:
<https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Sonografie&oldid=149783779>
41. Medizinische Universität Graz Univ. Klinik für Radiologie Graz. Ultraschall (US) [Internet]. Available from:
https://vmc.medunigraz.at/moodle/pluginfile.php/14860/mod_resource/content/2/US.pdf
42. Giunta RE, Geisweid a, Feller a M. The value of preoperative Doppler sonography for planning free perforator flaps. *Plast Reconstr Surg*. 2000;105(7):2381–6.
43. Blondeel PN, Beyens G, Verhaeghe R, Landuyt K Van, Tonnard R, Monstrey SJ, et al. Doppler flowmetry in the planning of perforator flaps Doppler flowmeters. *Bjps*. 1998;(January 1994):202–9.
44. Klasson S, Svensson H, Malm K, Wasselius J, Velandar P. Preoperative CT angiography versus Doppler ultrasound mapping of abdominal perforator in DIEP breast reconstructions A randomized prospective study. *J Plast Reconstr Aesthetic Surg* [Internet]. 2015;782–6. Available from:

- <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1748681515000698>
45. Kuekrek H, Paepke S, Dobritz M, Giunta RE, Muller D, Paepke S, et al. Präoperative CT Angiografie zur Planung freier Perforans-Lappenplastiken (DIEP-Flaps) zur Brustrekonstruktion. *Handchir Mikrochir Plast Chir.* 2011;43(2):88–94.
 46. Medizinische Universität Graz Univ. Klinik für Radiologie Graz. Computertomographie (CT) [Internet]. Available from: https://vmc.medunigraz.at/moodle/pluginfile.php/14858/mod_resource/content/2/CT.pdf
 47. Cina A, Barone-Adesi L, Rinaldi P, Cipriani A, Salgarello M, Masetti R, et al. Planning deep inferior epigastric perforator flaps for breast reconstruction: A comparison between multidetector computed tomography and magnetic resonance angiography. *Eur Radiol.* 2013;23(8):2333–43.
 48. Singh J, Daftary A. Iodinated contrast media and their adverse reactions. *J Nucl Med Technol.* 2008;36(2):69-74-77.
 49. Zou Z, Kate Lee H, Levine JL, Greenspun DT, Allen RJ, Vasile J, et al. Gadofosveset trisodium-enhanced abdominal perforator MRA. *J Magn Reson Imaging.* 2012;35(3):711–6.
 50. Medizinische Universität Graz Univ. Klinik für Radiologie Graz. Magnetresonanz (MR) [Internet]. Available from: https://vmc.medunigraz.at/moodle/pluginfile.php/14859/mod_resource/content/1/Magnetresonanz_uebung.pdf
 51. Dillman JR, Ellis JH, Cohan RH, Strouse PJ, Jan SC. Frequency and severity of acute allergic-like reactions to gadolinium-containing IV contrast media in children and adults. *Am J Roentgenol.* 2007;189(6):1533–8.
 52. Kardiovaskuläre und Interventionelle Radiologie - AKH Wien. MR-Angiographie [Internet]. [cited 2016 Aug 24]. Available from: <http://www.intervent-akhwien.at/content.aspx?id=30>
 53. Katayama H, Yamaguchi K, Kozuka T, Takashima T, Seez P, Matsuura K. Adverse reactions to ionic and nonionic contrast media. A report from the Japanese Committee on the Safety of Contrast Media. *Radiology* [Internet]. Radiological Society of North America; 1990 Jun 1;175(3):621–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1148/radiology.175.3.2343107>
 54. Parfrey P. The Clinical Epidemiology of Contrast-Induced Nephropathy.

- Cardiovasc Intervent Radiol [Internet]. 2005;28(2):S3–11. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s00270-005-0196-8>
55. Niendorf HP, Alhassan A, Geens VR, Clauss W. Safety review of gadopentetate dimeglumine. Extended clinical experience after more than five million applications. Invest Radiol [Internet]. 1994;29(29):179–82. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7928222>
 56. Schaverien M V, Ludman CN, Neil-Dwyer J, Perks GB, Akhtar N, Rodrigues JN, et al. Contrast-enhanced magnetic resonance angiography for preoperative imaging in DIEP flap breast reconstruction. Plast Reconstr Surg [Internet]. 2011;128(1):56–62. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21701321>
 57. Statistik Austria. Brust (C50) - Krebsinzidenz (Neuerkrankungen pro Jahr), Österreich ab 1983 [Internet]. 29 October 2015. [cited 2016 Aug 26]. Available from: http://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/gesundheit/krebserkrankungen/brust/021696.html
 58. Statistik Austria. Brust (C50) - Krebsmortalität (Sterbefälle pro Jahr), Österreich ab 1983 [Internet]. 29 October 2015. [cited 2016 Aug 26]. Available from: http://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/gesundheit/krebserkrankungen/brust/021697.html
 59. Imai R, Matsumura H, Tanaka K, Uchida R, Watanabe K. Comparison of Doppler sonography and multidetector-row computed tomography in the imaging findings of the deep inferior epigastric perforator artery. Ann Plast Surg [Internet]. 2008;61(1):94–8. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18580158>
 60. Moon HK, Taylor GI. The vascular anatomy of rectus abdominis musculocutaneous flaps based on the deep superior epigastric system. Plast Reconstr Surg. 1988;82(5):815–32.
 61. De Frene B, Van Landuyt K, Hamdi M, Blondeel P, Roche N, Voet D, et al. Free DIEAP and SGAP flap breast reconstruction after abdominal/gluteal liposuction. J Plast Reconstr Aesthetic Surg. 2006;59(10):1031–6.
 62. Cina A, Salgarello M, Barone-Adesi L, Rinaldi P, Bonomo L. Planning Breast Reconstruction with Deep Inferior Epigastric Artery Perforating Vessels:

- Multidetector CT Angiography versus Color Doppler US. *Radiology*. 2010;255(3):979–87.
63. Vasile J V, Newman TM, Prince MR, Rusch DG, Greenspun DT, Allen RJ, et al. Contrast-enhanced magnetic resonance angiography. *Clin Plast Surg* [Internet]. 2011;38(2):263–75. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21620151>
 64. Masia J, Navarro C, Clavero JA, Alomar X. Noncontrast Magnetic Resonance Imaging for Preoperative Perforator Mapping. *Clinics in Plastic Surgery*. 2011. p. 253–61.
 65. Masia J, Clavero JA, Larrañaga JR, Alomar X, Pons G, Serret P. Multidetector-row computed tomography in the planning of abdominal perforator flaps. *J Plast Reconstr Aesthetic Surg*. 2006;59(6):594–9.
 66. Rozen WM, Ashton MW, Stella DL, Phillips TJ, Grinsell D, Taylor GI. The accuracy of computed tomographic angiography for mapping the perforators of the deep inferior epigastric artery: a blinded, prospective cohort study. *Plast Reconstr Surg* [Internet]. 2008;122(4):1003–9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18827630>

Anhang – Case Report Forms

Patientin 1

Anamnese

Eine 47 jährige Patientin präsentiert sich mit st. p. In-situ-Karzinom der rechten Mamma. St. p. Tumorektomie und Sentinel-Node-Biopsie 03/2012. Histologie: DCIS G3. Stadium: pTis pN0 (sn) R0. St. p. adjuvante Radiotherapie 4-5/2012. St. p. radikaler Mastektomie 08/2014 mit Sofortrekonstruktion durch Silikonimplantat bei DCIS-Rezidiv. 11/2014 Entfernung des Silikonimplantates bei chronischem Implantatinfekt.

MRA der Beckengefäße

Die MR-Angiographie wurde entsprechend unseres Studienprotokolls präoperativ 06/2015 durchgeführt. Aufgrund einer anamnestischen Reaktion auf ProHance erfolgt die Vorbereitung mit Glucocorticoid. Die Patientin zeigt ein Hitzegefühl und Mundtrockenheit nach Applikation des Kontrastmittels. Nach Gabe von 250 mg Glucocorticoid und 4 mg Fenistil i.v. vollständige Regredienz der Symptome.

Therapie und individueller Verlauf

23/06/2015: Rekonstruktion mittels DIEP-Flap, Wundverschluss an der Hebestelle im Sinne einer Abdominoplastik, Operation erfolgte in Allgemeinanästhesie. Die mittels MRA identifizierten Gefäße konnten für die Lappenversorgung verwendet werden. OP-Dauer: 8 Stunden 11 Minuten.

Der unmittelbare post- und perioperative Verlauf stellt sich komplikationslos dar. In der Nachsorge zeigt sich 07/2015 eine oberflächliche Nekrose (5x1 cm, 1 mm tief) an der Abdominoplastiknarbe und eine kleine Wunddehiszenz an der Brust (1 mm). Die Wundheilungsstörung am Abdomen bessert sich in den darauffolgenden Wochen. Im weiteren Verlauf entwickeln sich blande Narbenverhältnisse. 4/2016 Narbenkorrektur an Brust und Abdomen mit Rekonstruktion des Mamillen-Areola-Komplexes rechts durch ein Vollhauttransplantat aus der Leiste, sowie angleichende Mastopexie links. 5/2016 allseits reizfreie Narbenverhältnisse und zufriedenstellendes Gesamtergebnis.

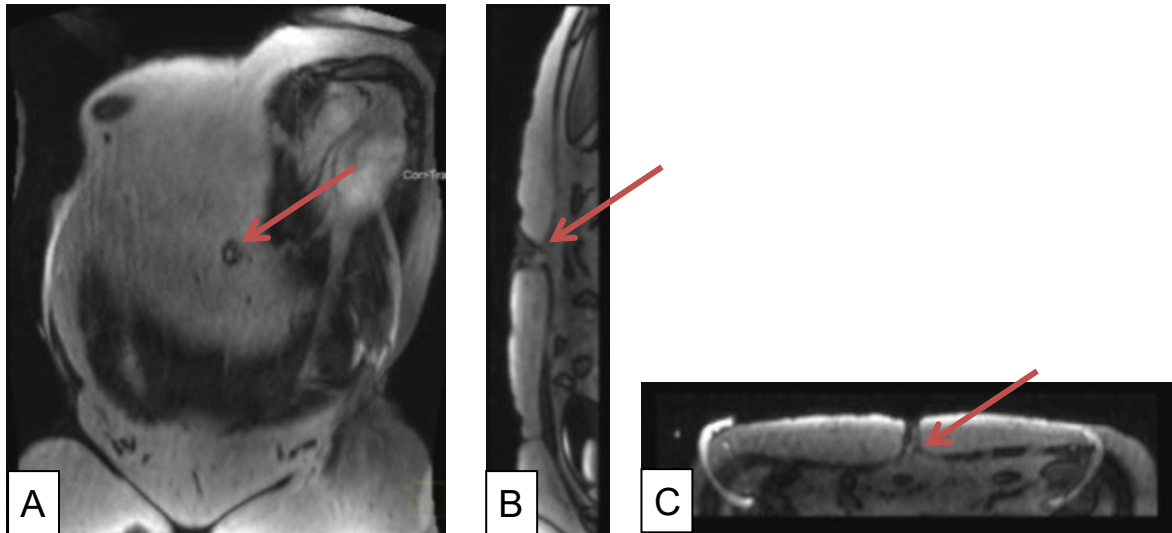
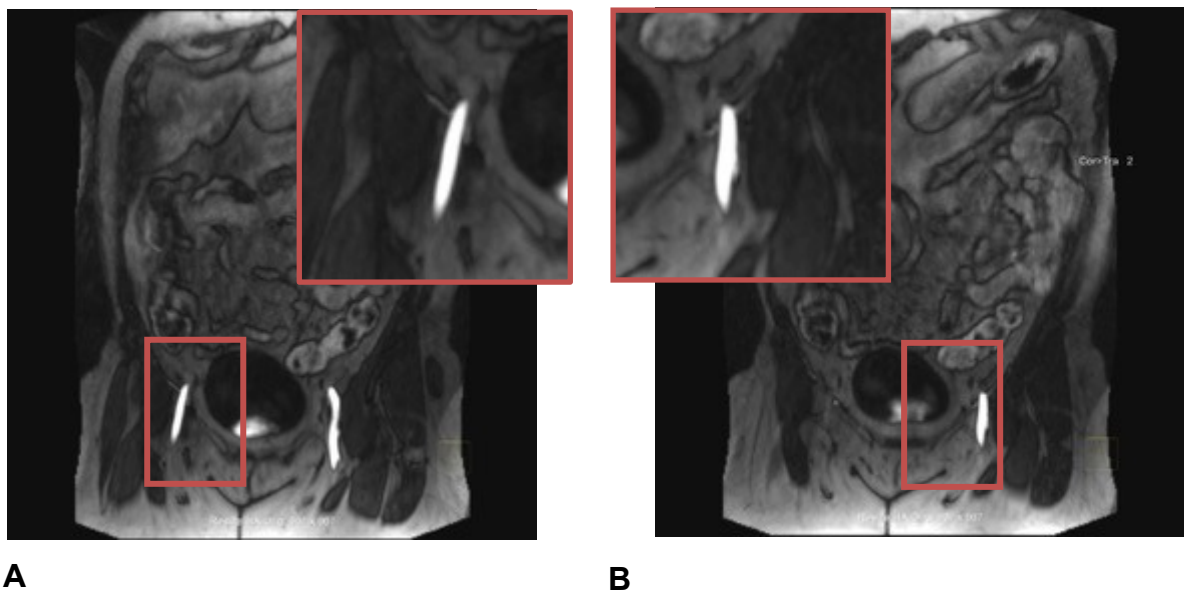


Abbildung 35: 47 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand. Markierung des Nabels in 3 Raumebenen (roter Pfeil), **A:** frontal, **B:** sagittal und **C:** horizontal. Die Position des Nabels dient den späteren Messungen sowie der allgemeinen Orientierung.



A **B**
Abbildung 36: 47 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.
A: Regelrechter Ursprung der A. epigastrica inferior dexter aus der A. iliaca externa dextra unmittelbar am Lig. Inguinale. **B:** Regelrechter Ursprung der A. epigastrica inferior sinister aus der A. iliaca externa sinistra unmittelbar am Lig. Inguinale.

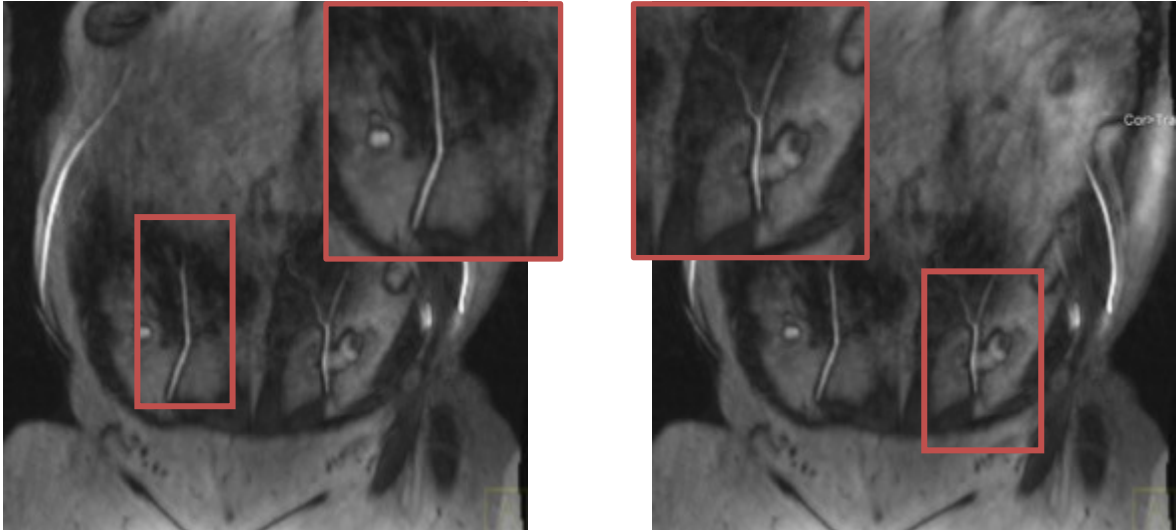


Abbildung 37: 47 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.

Links: Aufzweigungsverhalten der rechten A. epigastrica inferior in drei Stämme.

Rechts: Aufzweigungsverhalten der linken A. epigastrica inferior in zwei Stämme.

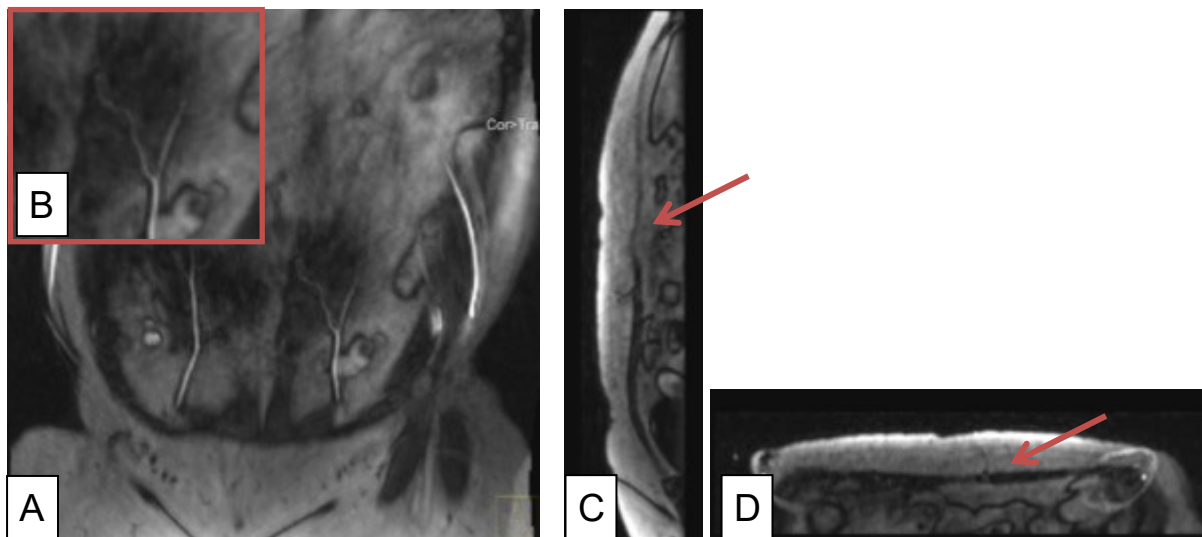


Abbildung 38: 47 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.

A: Bestimmung des Gefäßdurchtritts durch den M. rectus abdominis links (medialer Gefäßast). **B:** zeigt eine Vergrößerung vom Durchtritt des Gefäßes durch den Muskel. **C:** zeigt den Gefäßdurchtritt in (roter Pfeil) in frontaler Ebene. **D:** zeigt den Gefäßdurchtritt (roter Pfeil) in horizontaler Ebene.

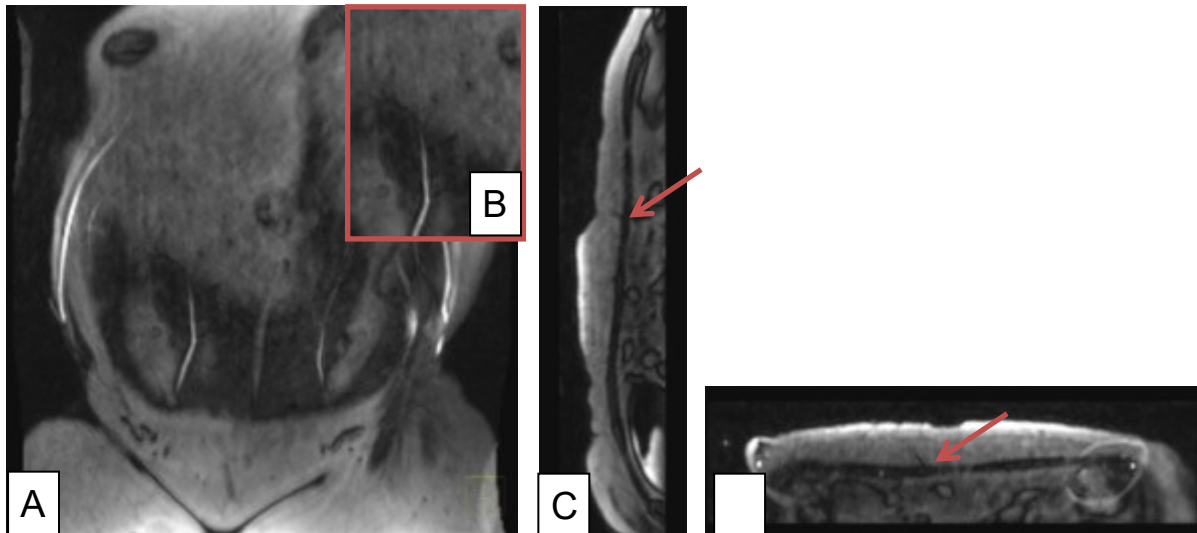


Abbildung 39: 47 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.

A: Bestimmung des Gefäßdurchtritts durch den M. rectus abdominis rechts. **B:** zeigt eine Vergrößerung vom Durchtritt des Gefäßes durch den Muskel. Der Nabel dient hier der Orientierung. **C:** zeigt den Gefäßdurchtritt in (roter Pfeil) in frontaler Ebene. **D:** zeigt den Gefäßdurchtritt (roter Pfeil) in horizontaler Ebene.

Patientin 2

Anamnese

Eine 53 jährige Patientin präsentiert sich mit st. p. mittelgradig differenziertem invasivem lobulärem Mammakarzinom rechts. Histologie: G-2, PT-1c, PN-0 (0 von 10), L-0, R-0. St. p. Ablatio mammae dext. und axillärer Lymphadenektomie rechts 01/2014.

MRA der Beckengefäße

Die dichotome Aufteilung in einen medialen und lateralen Hauptast erfolgt bds. etwa 8 cm kranial des Ursprungs. Rechts, die Aufteilung 3,4 cm lateral der Mittellinie und 7 cm kaudal des Nabels. Der mediale Ast kaliberkräftiger mit Perforation der Subcutis etwa 1 cm lateral der Mittellinie und in Nabelhöhe. Der laterale Hauptast zeigt ein perforierendes Gefäß in die Subcutis etwa 3,9 cm lateral der Mittellinie und 2,3 cm kaudal des Nabels. Links zeigt sich ein perforierendes Gefäß in die Subcutis vom medialen Hauptast ausgehend etwa 4,7 cm lateral der Mittellinie und 2,5 cm kaudal des Nabels. Alle perforierenden Gefäße jedoch nicht besonders kaliberstark.

Therapie und individueller Verlauf

Die zu Beginn geplante Mammarekonstruktion mittels DIEP-Flap wurde aufgrund einer nicht zufriedenstellenden Gefäßsituation, welche durch die MR-Angiographie gezeigt wurde, unmöglich. Deswegen 08/2015 Mammarekonstruktion mittels freiem TRAM-Flap rechts und Verschluss der Hebestelle im Sinne einer Abdominoplastik. OP-Dauer: 7 Stunden 2 Minuten. Der unmittelbare peri- und postoperative Verlauf völlig komplikationslos. Die Wunden in den Nachkontrollen bland, der Lappen vital und gut eingeeilt. 5/2016 Narbenkorrektur an der Brust und zeitgleiche Rekonstruktion des Mamillen-Areola-Komplexes, sowie angleichende Mastopexie links in Allgemeinanästhesie. 6/2016 die Patientin beschwerdefrei, die Brust bds. weich und mit gutem symmetrischem Resultat.

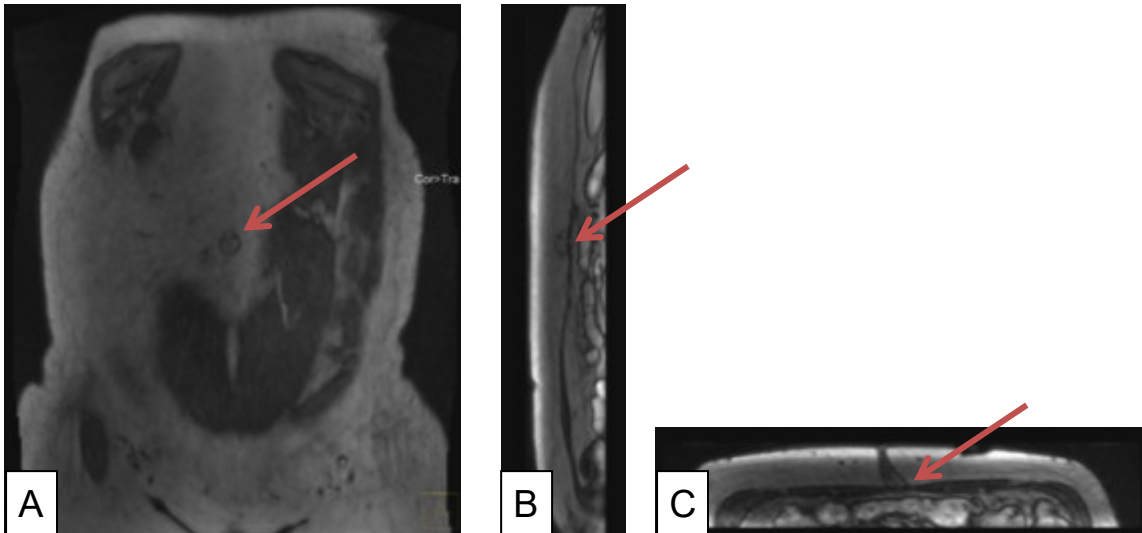


Abbildung 40: 53 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand. Markierung des Nabels in 3 Raumebenen (roter Pfeil), **A:** frontal, **B:** sagittal und **C:** horizontal. Die Position des Nabels wird für die späteren Messungen benötigt.

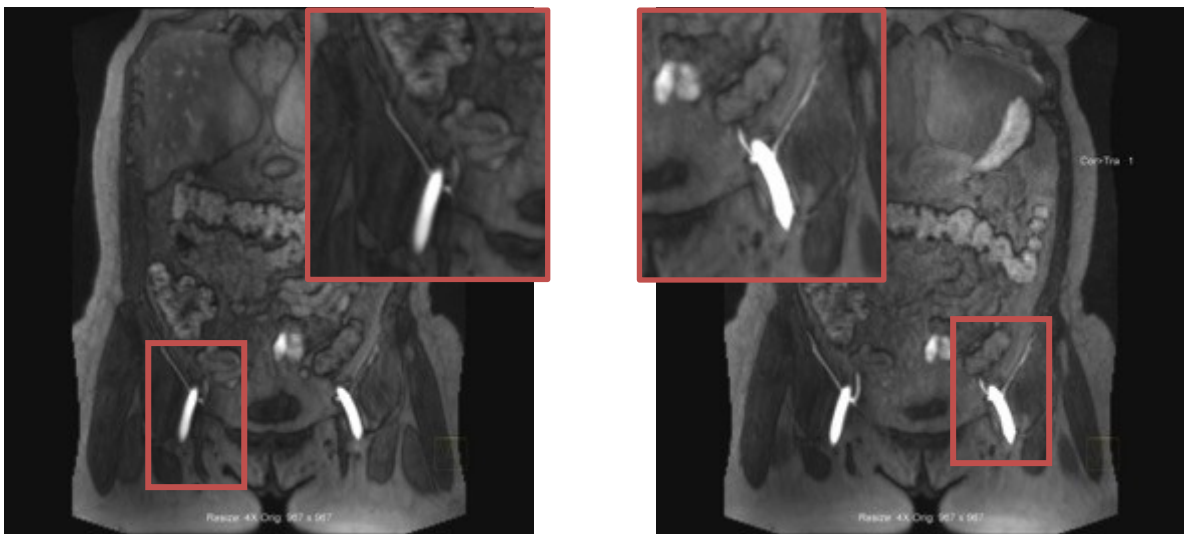


Abbildung 41: 53 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.
A: Regelrechter Ursprung der A. epigastrica inferior dexter aus der A. iliaca externa dextra unmittelbar am Lig. Inguinale. **B:** Regelrechter Ursprung der A. epigastrica inferior sinister aus der A. iliaca externa sinistra unmittelbar am Lig. Inguinale.

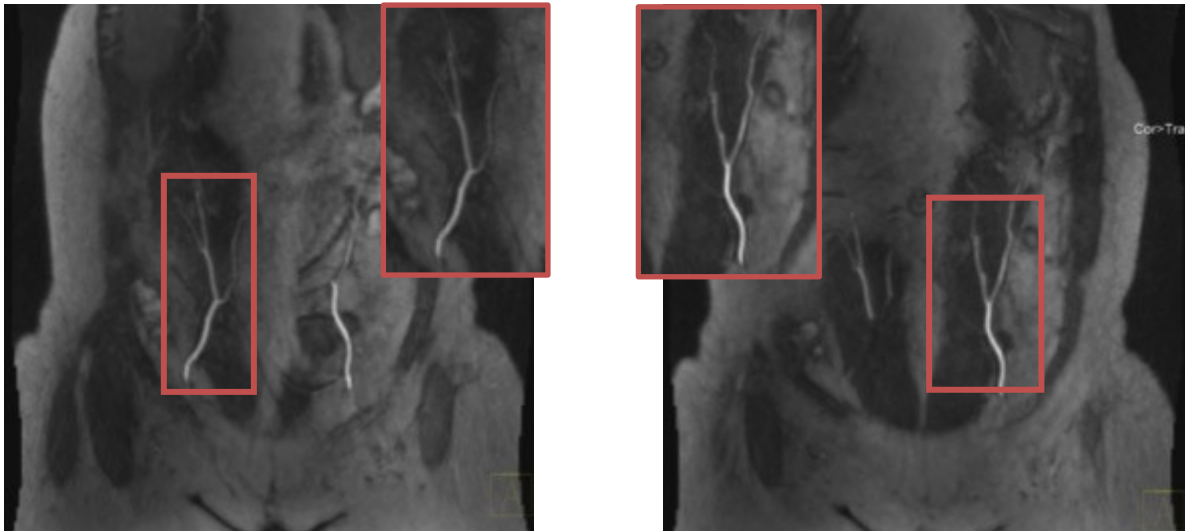


Abbildung 42: 53 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.

A: Aufzweigungsverhalten der rechten A. epigastrica inferior - drei Stämme.

B: Aufzweigungsverhalten der linken A. epigastrica inferior - zwei Stämme.

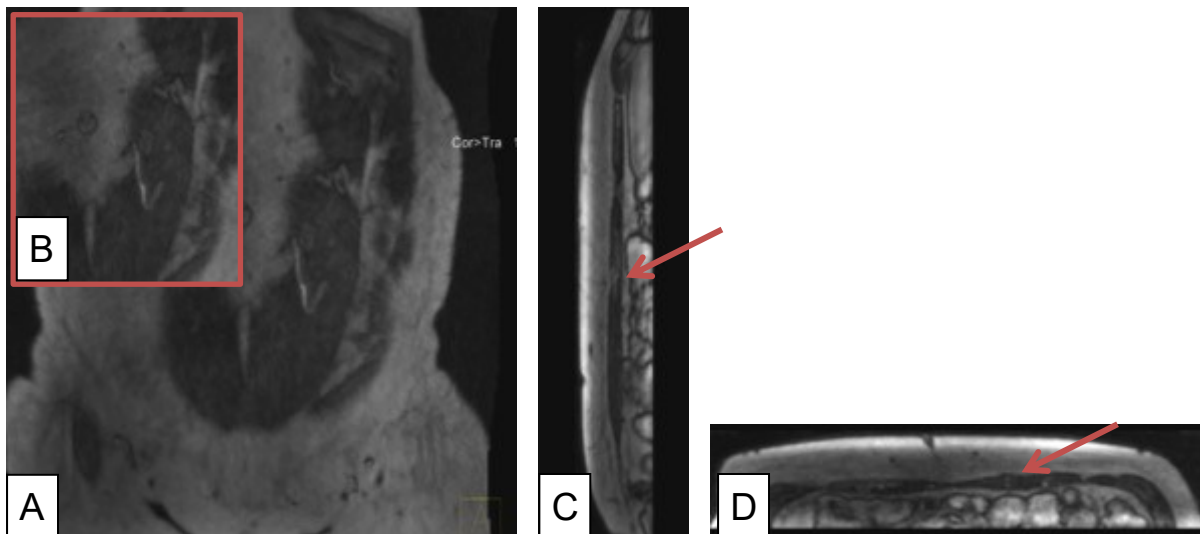


Abbildung 43: 53 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.

A: Bestimmung des Gefäßdurchtritts durch den M. rectus abdominis links (medialer Gefäßast). **B:** zeigt eine Vergrößerung vom Durchtritt des Gefäßes durch den Muskel. **C:** zeigt den Gefäßdurchtritt in (roter Pfeil) in frontaler Ebene. **D:** zeigt den Gefäßdurchtritt (roter Pfeil) in horizontaler Ebene.

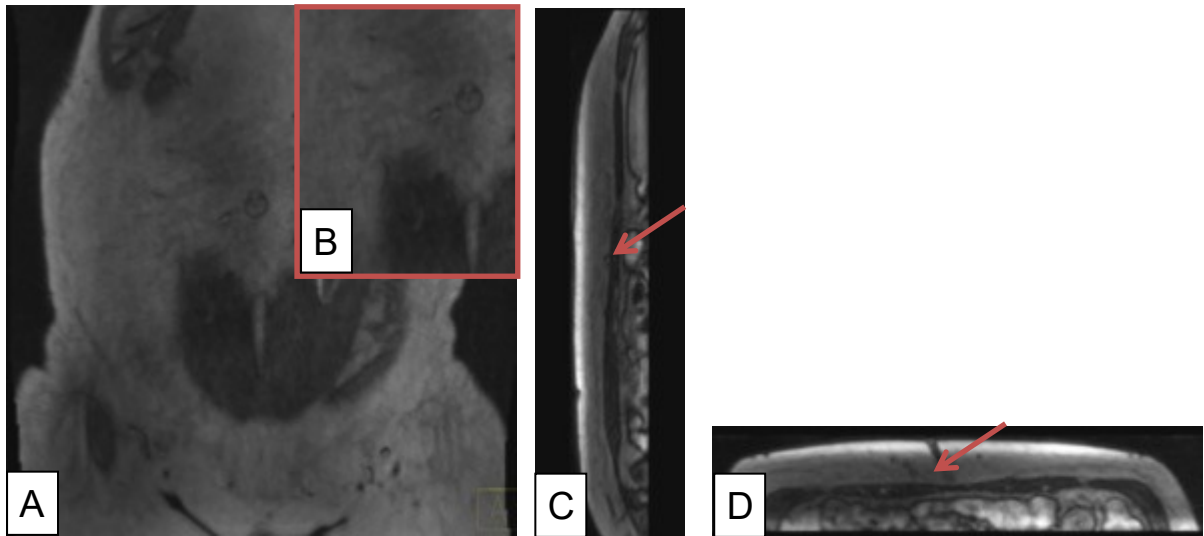


Abbildung 44: 53 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.

A: Bestimmung des Gefäßdurchtritts durch den M. rectus abdominis rechts. **B:** zeigt eine Vergrößerung vom Durchtritt des Gefäßes durch den Muskel. Der Nabel dient hier der Orientierung. **C:** zeigt den Gefäßdurchtritt in (roter Pfeil) in frontaler Ebene. **D:** zeigt den Gefäßdurchtritt (roter Pfeil) in horizontaler Ebene.

Patientin 3

Anamnese

Eine 53 jährige Patientin präsentiert sich mit st. p. Ablatio mammae sin. bei DCIS G-3 09/2011. St. p. Mastektomie 09/2011.

MRA der Beckengefäße

Links, Aufteilung in zwei Hauptäste, der mediale Ast perforiert den M. rectus abdominis etwa 3 cm lateral der Mittellinie und 2,2 cm kaudal des Nabels. Der laterale Ast perforiert etwa 3,3 cm lateral der Mittellinie und auf Nabelhöhe. Rechts, der mediale Hauptast perforiert etwa 1,8 cm lateral der Mittellinie und 1,5 cm kaudal des Nabels.

Zusatzbefund: Ovarialzysten rechts, bis 1,8 cm ohne Malignitätsaspekt. Je eine Läsion des Endo- / Myometriums am kaudalen sowie kranialen Aspekt des Uterus, bei Z. n. Spirale, gynäkologische Kontrolle empfohlen.

Therapie und individueller Verlauf

09/2015 Mammarekonstruktion links mittels DIEP-Flap und Verschluss der Hebestelle im Sinne einer Abdominoplastik. nach präoperativer MRA der Bauchgefäße. Die in der MR-Angiographie identifizierten Gefäße konnten zur Lappenversorgung verwendet werden. Eine adjuvante Chemo- und Hormontherapie, sowie eine Radiatio wurden durch die Patientin abgelehnt. Der unmittelbare peri- und postoperative Verlauf völlig komplikationslos. In der Nachkontrolle 9/2015 zeigen sich blande Narbenverhältnisse mit einer kleinen im Durchmesser etwa 1 cm messenden Wundheilungsstörung im Bereich der Abdominoplastiknarbe. 10/2015 die Patientin weitgehend beschwerdefrei, der Lappen vital und gut eingeeilt, die Narben bland. Die Rekonstruktion des Mamillen-Areola-Komplexes, sowie die Angleichung der Brust rechts ist für 01/2017 geplant.

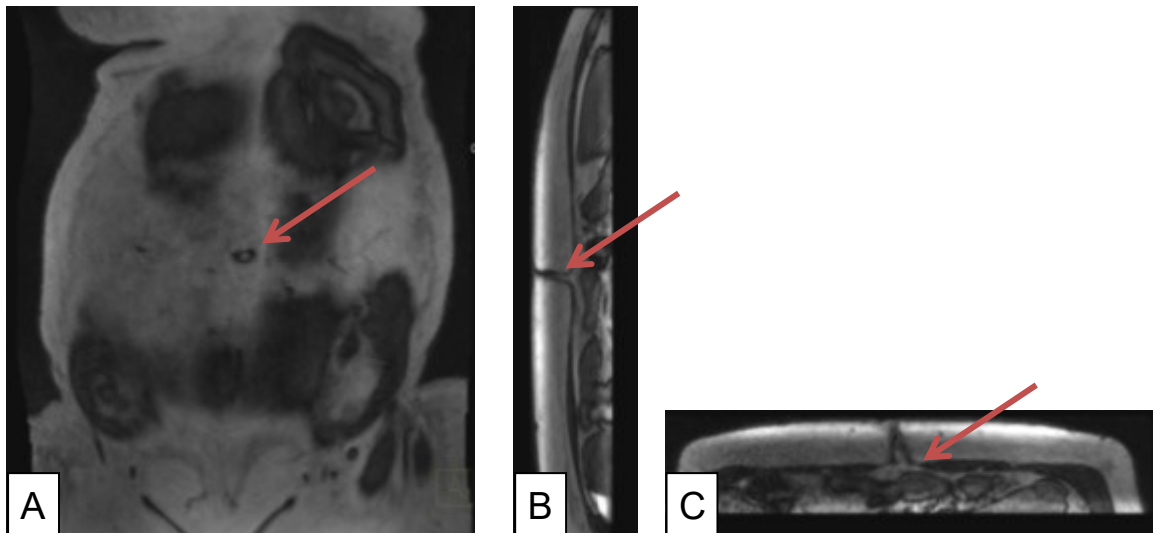


Abbildung 45: 51 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand. Markierung des Nabels in 3 Raumebenen (roter Pfeil), **A:** frontal, **B:** sagittal und **C:** horizontal. Die Position des Nabels wird für die späteren Messungen benötigt.

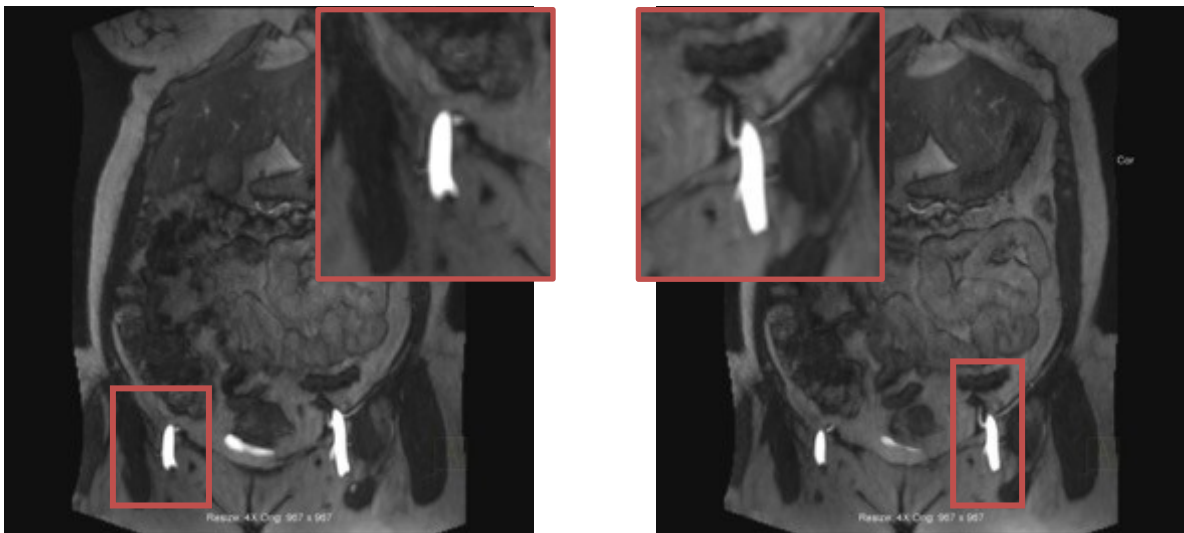


Abbildung 46: 51 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.
A: Regelrechter Ursprung der A. epigastrica inferior dexter aus der A. iliaca externa dextra unmittelbar am Lig. Inguinale. **B:** Regelrechter Ursprung der A. epigastrica inferior sinister aus der A. iliaca externa sinistra unmittelbar am Lig. Inguinale.

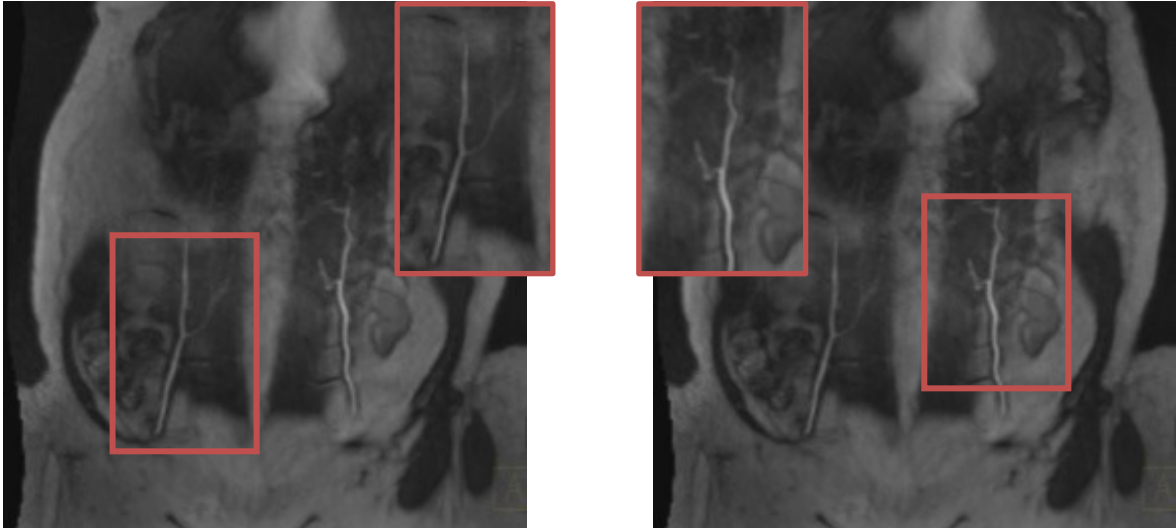


Abbildung 47: 53 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.

A: Aufzweigungsverhalten der rechten A. epigastrica inferior - zwei Hauptstämme.

B: Aufzweigungsverhalten der linken A. epigastrica inferior in zwei Hauptstämme.

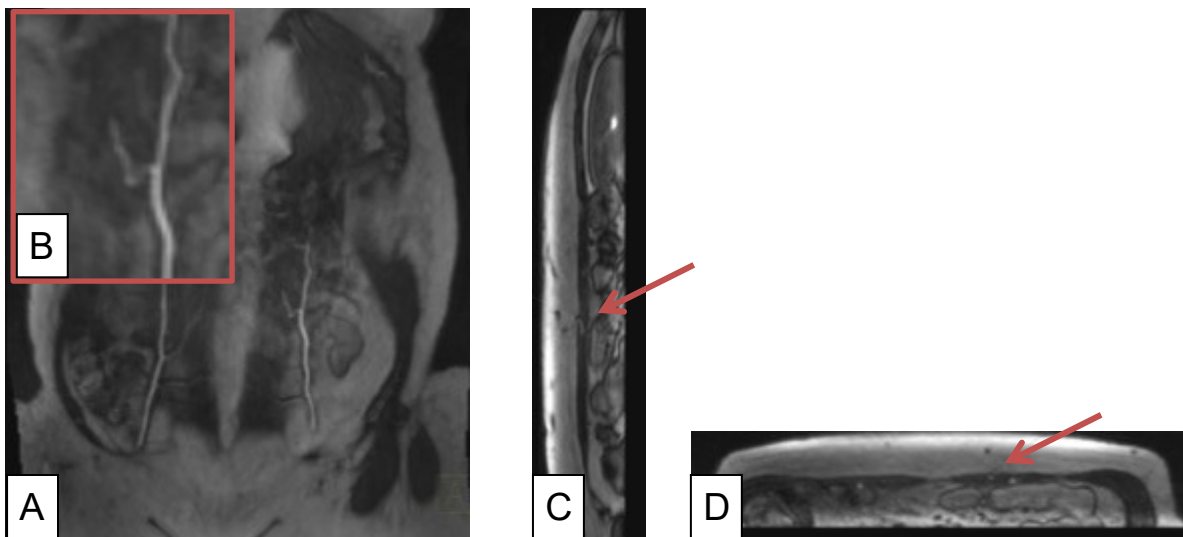


Abbildung 48: 53 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.

A: Bestimmung des Gefäßdurchtritts durch den M. rectus abdominis links (medialer Gefäßast). **B:** zeigt eine Vergrößerung vom Durchtritt des Gefäßes durch den Muskel. **C:** zeigt den Gefäßdurchtritt in (roter Pfeil) in frontaler Ebene. **D:** zeigt den Gefäßdurchtritt (roter Pfeil) in horizontaler Ebene.

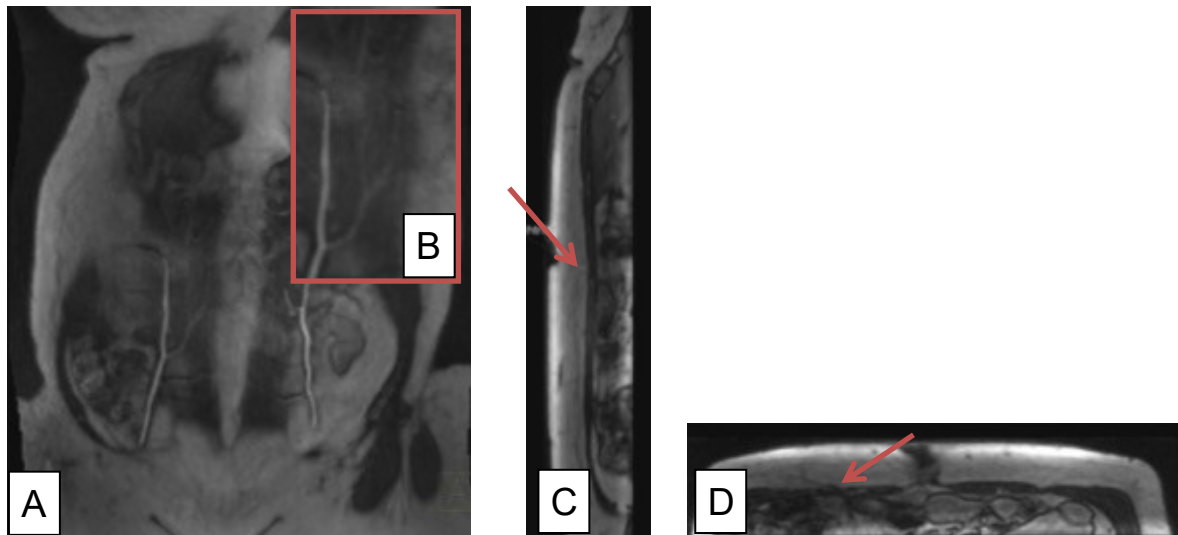


Abbildung 49: 53 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.

A: Bestimmung des Gefäßdurchtritts durch den M. rectus abdominis rechts. **B:** zeigt eine Vergrößerung vom Durchtritt des Gefäßes durch den Muskel. Der Nabel dient hier der Orientierung. **C:** zeigt den Gefäßdurchtritt in (roter Pfeil) in frontaler Ebene. **D:** zeigt den Gefäßdurchtritt (roter Pfeil) in horizontaler Ebene.

Patientin 4

Anamnese

Eine 43 jährige Patientin präsentiert sich mit st. p. Mammakarzinom links 01/2012. St. p. subkutane Mastektomie und axilläre Lymphadenektomie 01/2012. Histologie: IDC G2 + DCIS G2 u. G3. Stadium: pT1b(2) pN2a(6/22) M0, R0. Rezeptoren: ÖR hochgradig / PR geringgradig positiv. Her-2-neu: Score 2+; SISH: Her-2-neu Genamplifikation. St. p. adjuvanter Chemotherapie mit 3 Zyklen FEC und 3 Zyklen Taxotere 02-06/2012.

MRA der Beckengefäße

Links, Aufteilung in zwei Hauptstämme und regelrechter Verlauf der A. epigastrica inferior sinistra nach kranial. Perforation des medialen Astes durch den M. rectus abdominis zur Subcutis etwa 1,8 cm lateral der Mittellinie und 1,8 cm kaudal des Nabels. Rechts, ein Hauptstamm und spätere Teilung in drei Arterien etwa 4,5 cm lateral der Mittellinie und 1,7 cm kaudal des Nabels.

Therapie und individueller Verlauf

09/2015 Mammarekonstruktion mittels DIEP-Flap und Hebedefektverschluss im Sinne einer Abdominoplastik in Allgemeinanästhesie, nach präoperativer MRA der Bauchgefäße. Der peri- und postoperative Verlauf gestaltet sich komplikationslos. Nachkontrolle 9/2015, die Wunden bland verheilt, Areola links vital, geringe Stufenbildung am linken Oberrand der Brust. 11/2015 der Lappen vital und gut eingeheilt, leichte Größendifferenz im Seitenvergleich und nach wie vor kleine Stufenbildung am linken Oberrand. 05/2016 folgte eine angleichende Mammareduktionsplastik rechts, Narbenkorrektur an Brust und Abdominoplastiknarbe, sowie Rekonstruktion des Mamillen-Areola-Komplexes. 06/2016 die Narben allseits bland.

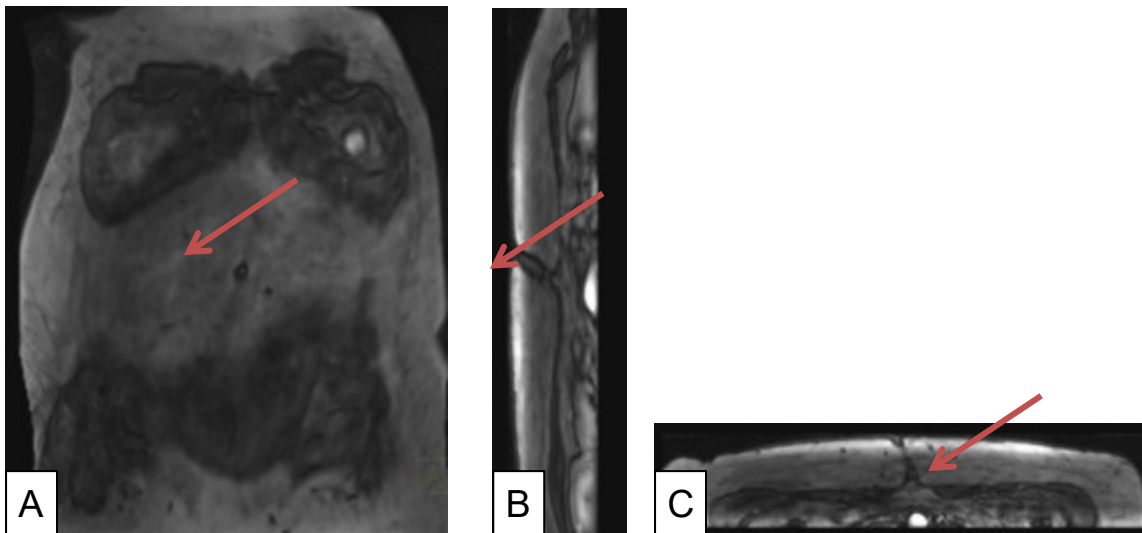


Abbildung 50: 43 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand. Markierung des Nabels in 3 Raumebenen (roter Pfeil), **A:** frontal, **B:** sagittal und **C:** horizontal. Die Position des Nabels wird für die späteren Messungen benötigt.

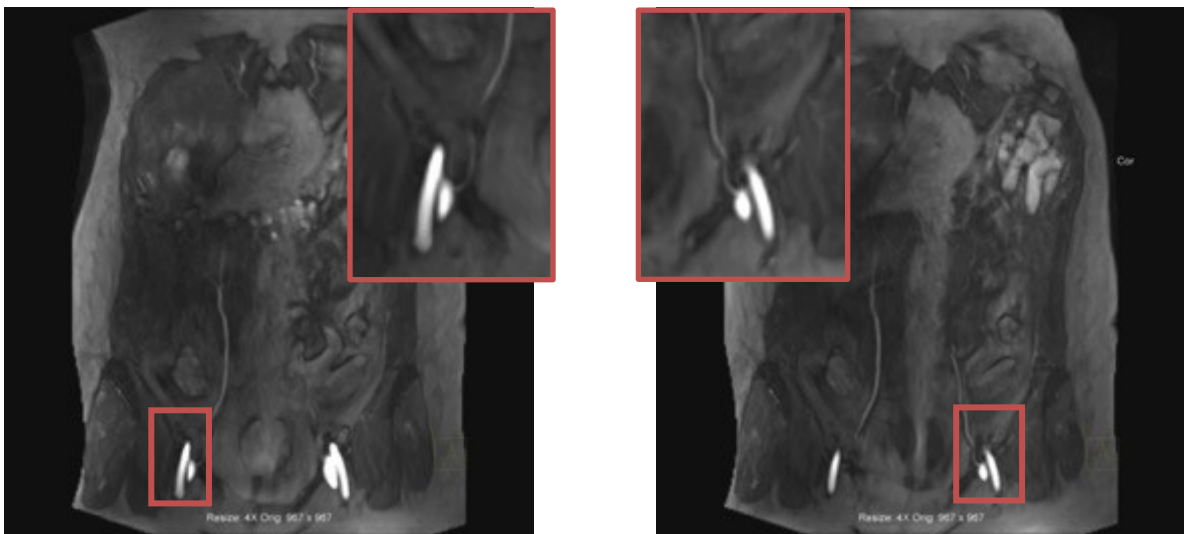


Abbildung 51: 43 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.
A: Regelrechter Ursprung der A. epigastrica inferior dexter aus der A. iliaca externa dextra unmittelbar am Lig. Inguinale. **B:** Regelrechter Ursprung der A. epigastrica inferior sinister aus der A. iliaca externa sinistra unmittelbar am Lig. Inguinale.

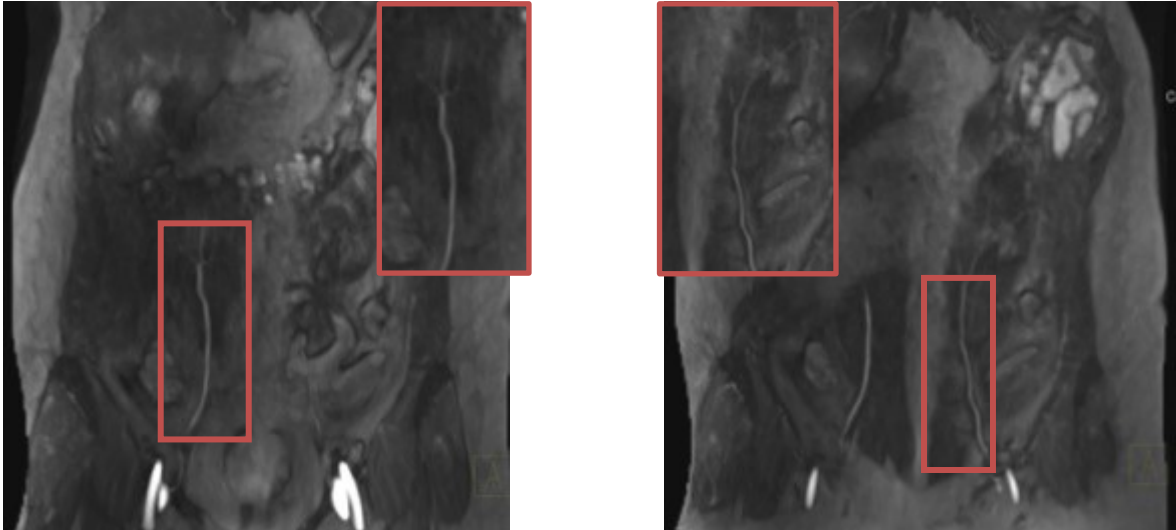


Abbildung 52: 43 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.

A: Aufzweigungsverhalten der rechten A. epigastrica inferior - ein Hauptstamm.

B: Aufzweigungsverhalten der linken A. epigastrica inferior - zwei Hauptstämme.

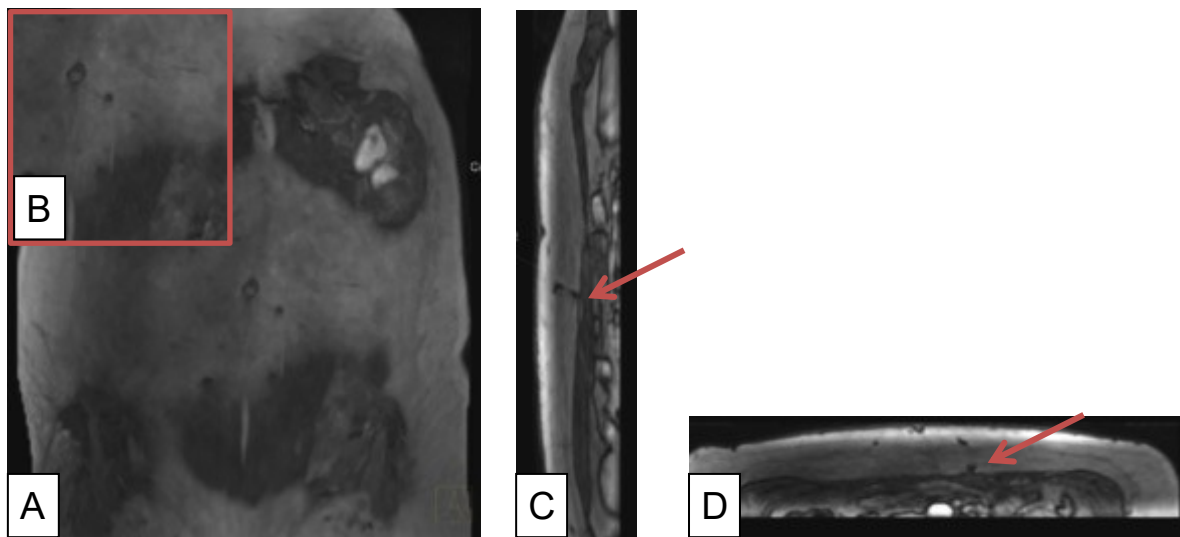


Abbildung 53: 43 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.

A: Bestimmung des Gefäßdurchtritts durch den M. rectus abdominis links (medialer Gefäßast). **B:** zeigt eine Vergrößerung vom Durchtritt des Gefäßes durch den Muskel. **C:** zeigt den Gefäßdurchtritt in (roter Pfeil) in frontaler Ebene. **D:** zeigt den Gefäßdurchtritt (roter Pfeil) in horizontaler Ebene.

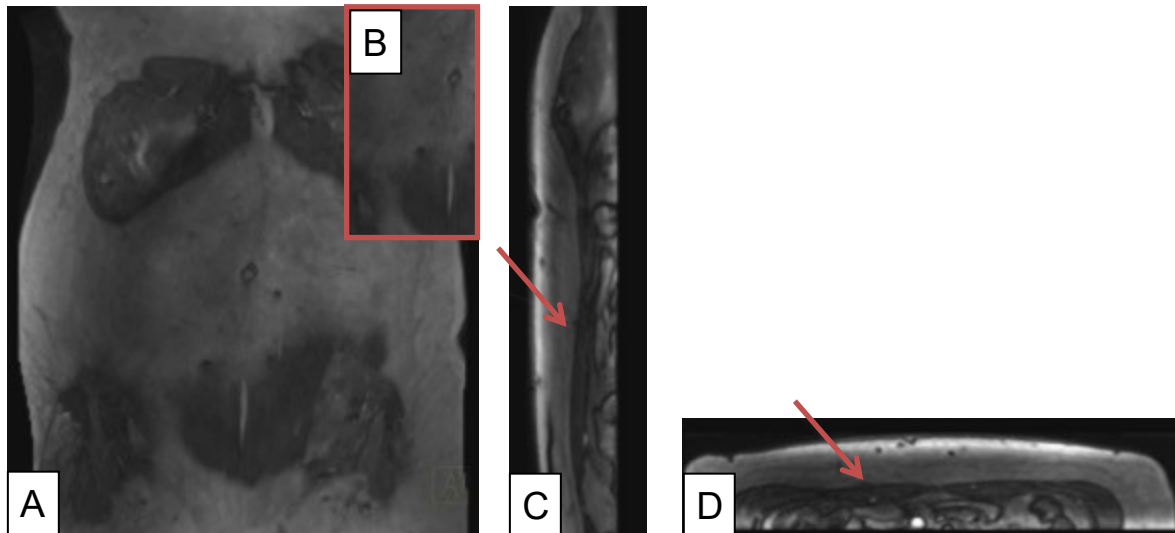


Abbildung 54: 43 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.

A: Bestimmung des Gefäßdurchtritts durch den M. rectus abdominis rechts. **B:** zeigt eine Vergrößerung vom Durchtritt des Gefäßes durch den Muskel. Der Nabel dient hier der Orientierung. **C:** zeigt den Gefäßdurchtritt in (roter Pfeil) in frontaler Ebene. **D:** zeigt den Gefäßdurchtritt (roter Pfeil) in horizontaler Ebene.

Patientin 5

Anamnese

Eine 56 jährige Patientin präsentiert sich mit st. p. Mammakarzinom links 03/2012. St. p. Tumorektomie und axilläre Lymphadenektomie links 03/2012. St. p. Radiatio bis 06/2012 und st. p. Hormon- und Chemotherapie. 10/2014 bestätigtes familiäres Brustkrebssyndrom. Risikofaktoren: Nikotinabusus (40 py).

MRA der Beckengefäße

Rechts, regelrechter Ursprung der A. epigastrica inferior. Aufzweigung in zwei Äste etwa 3,2 cm lateral der Mittellinie und 8,5 cm kaudal des Nabels. Der kaliberkräftigste Perforator tritt etwa 1,5 cm lateral der Mittellinie und auf Höhe des Nabels in die Subkutis ein.

Links, regelrechter Ursprung der A. epigastrica inferior. Aufzweigung in drei Äste etwa 5 cm lateral der Mittellinie und 6 cm kaudal des Nabels. Eintritt des kaliberkräftigsten Perforators etwa 2,6 cm lateral der Mittellinie und auf Höhe des Nabels.

Therapie und individueller Verlauf

03/2016 erfolgte eine nippelsparende s.c. Mastektomie beidseits und Sofortrekonstruktion, rechts mittels TRAM-Flap, links mittels DIEP-Flap, sowie Hebefektverschluss im Sinne einer Abdominoplastik, in Allgemeinanästhesie. Postoperativ klagt die Patientin über Atemnot, eine halbzentrale PAE im Bereich des linken Oberlappens wurde mittels CT-Angiographie verifiziert. Es erfolgt die Verlegung auf die Intensivstation. 03/2016 erfolgte eine Reoperation aufgrund eines ausgeprägten Hämatoms im Bereich der rechten Thoraxwand, mit Hämatomausräumung und Überprüfung der arteriellen und venösen Anastomose des Lappens. Mit der Patientin wurde ausführlich besprochen, dass das Rauchen den weiteren postoperativen Verlauf negativ beeinflusst. Die Patientin erhielt während des stationären Aufenthalts Nicotinell Pflaster und wurde über eine Raucherentwöhnungstherapie informiert. 03/2016 zeigte sich im Rahmen der Kontrolle ein Serom im Unterbauch, die Punktion nicht erfolgreich. Die Narbe am Unterbauch wird daraufhin eröffnet, ein klares Serom entleert sich. 04/2016 in der Kontrolle zeigt sich erneut ein massives Serom, welches über eine Stichinzision

entleert wird. Es folgen wöchentliche Kontrollen über weitere drei Monate hinweg. In jeder Kontrolle zeigt sich ein Serom, der Abstrich stets Keimfrei. 05/2016 erfolgte eine außerplanmäßige Wiedervorstellung aufgrund einer Flüssigkeitsansammlung in der linken Brust, ebenfalls punktionswürdig. 07/2016 erfolgte die neuerliche Aufnahme der Patientin zur Reoperation mit Hämatomausräumung in Allgemeinanästhesie. Auch hierbei zeigt sich in den wöchentlichen Nachkontrollen über die kommenden 4 Wochen stets ein punktionswürdiges Serom.

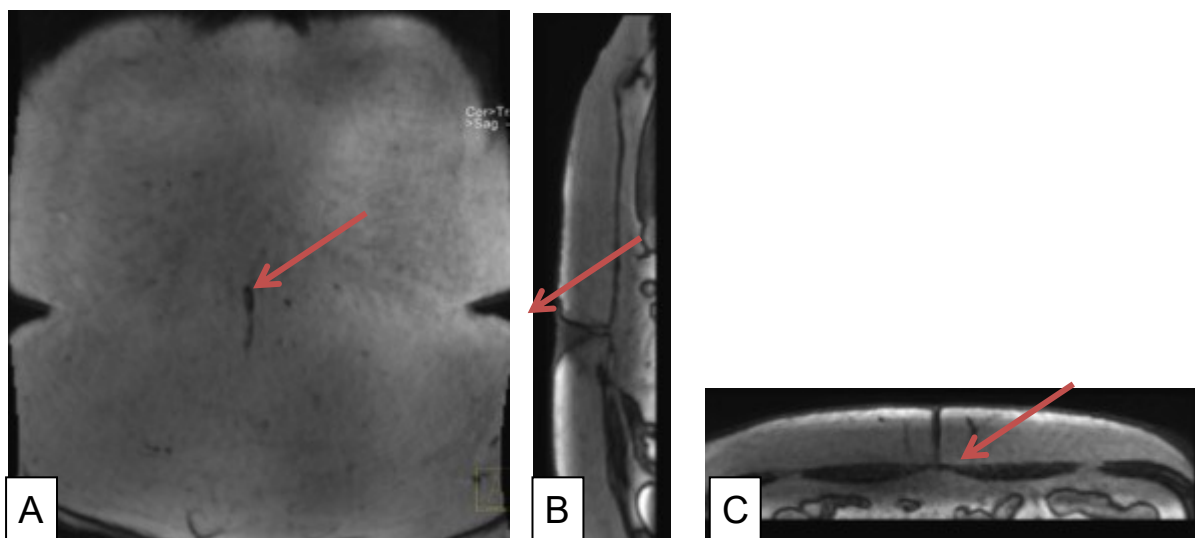


Abbildung 55: 56 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand. Markierung des Nabels in 3 Raumebenen (roter Pfeil), **A:** frontal, **B:** sagittal und **C:** horizontal. Die Position des Nabels wird für die späteren Messungen benötigt.

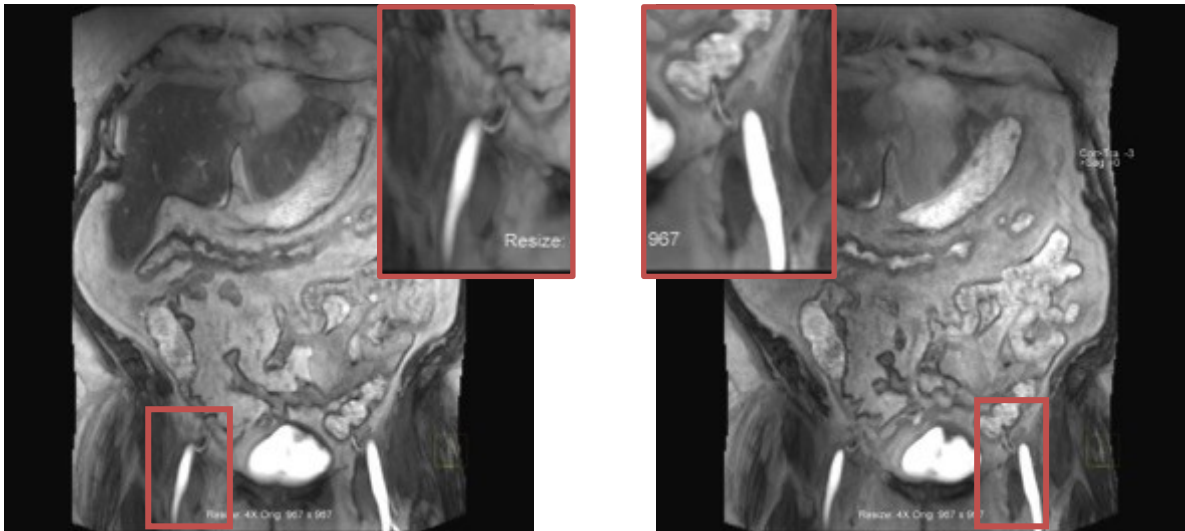


Abbildung 56: 56 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.

A: Regelrechter Ursprung der A. epigastrica inferior dexter aus der A. iliaca externa dextra unmittelbar am Lig. Inguinale. **B:** Regelrechter Ursprung der A. epigastrica inferior sinister aus der A. iliaca externa sinistra unmittelbar am Lig. Inguinale.

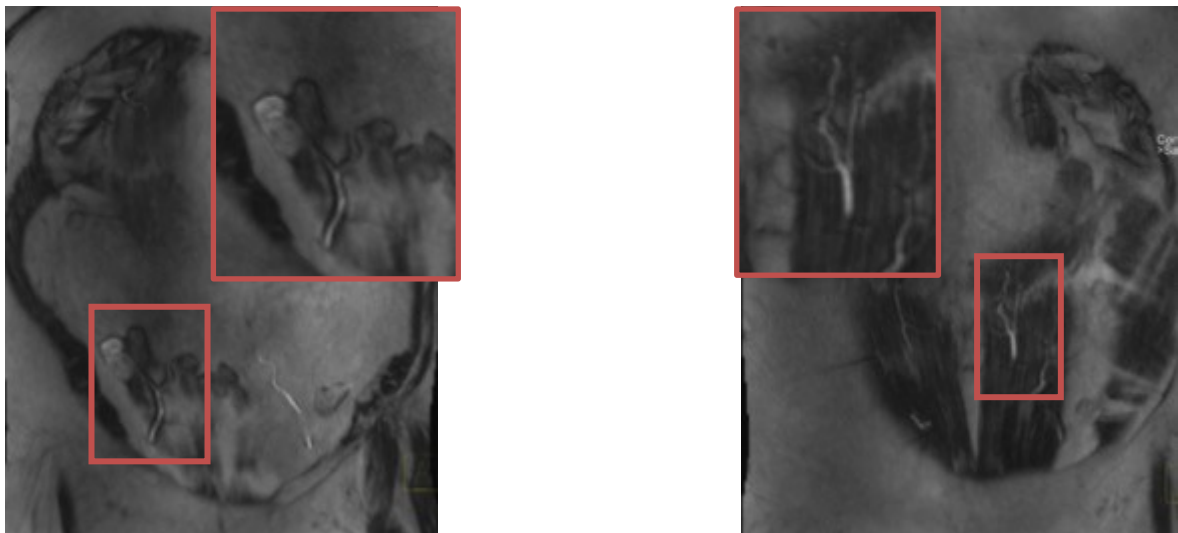


Abbildung 57: 56 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.

A: Aufzweigungsverhalten der rechten A. epigastrica inferior - zwei Hauptstämme.
B: Aufzweigungsverhalten der linken A. epigastrica inferior – drei Hauptstämme.

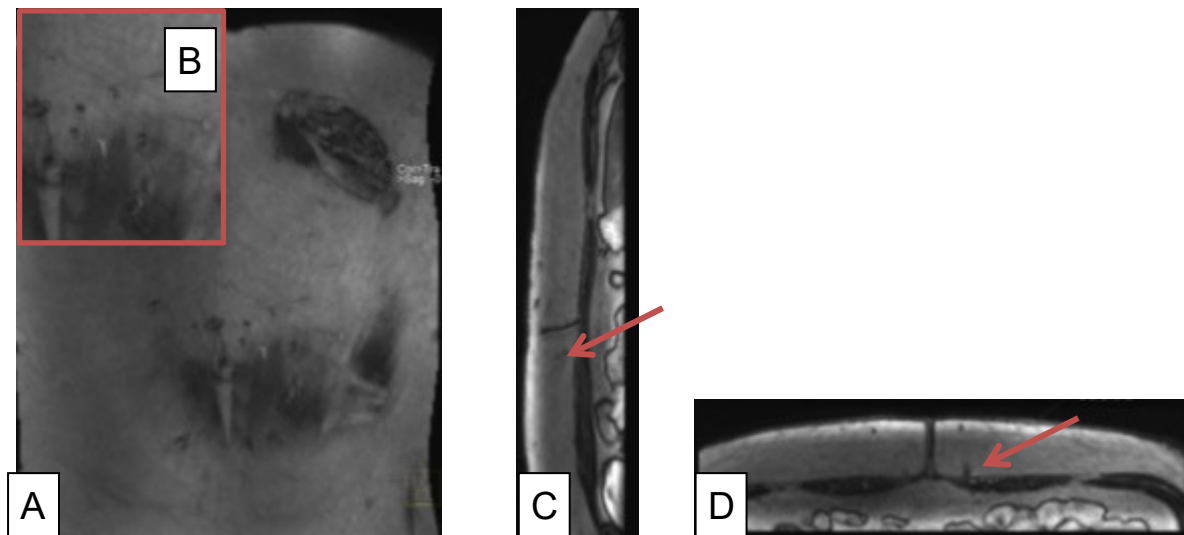


Abbildung 58: 56 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.

A: Bestimmung des Gefäßdurchtritts durch den M. rectus abdominis links (medialer Gefäßast). **B:** zeigt eine Vergrößerung vom Durchtritt des Gefäßes durch den Muskel. **C:** zeigt den Gefäßdurchtritt in (roter Pfeil) in frontaler Ebene. **D:** zeigt den Gefäßdurchtritt (roter Pfeil) in horizontaler Ebene.

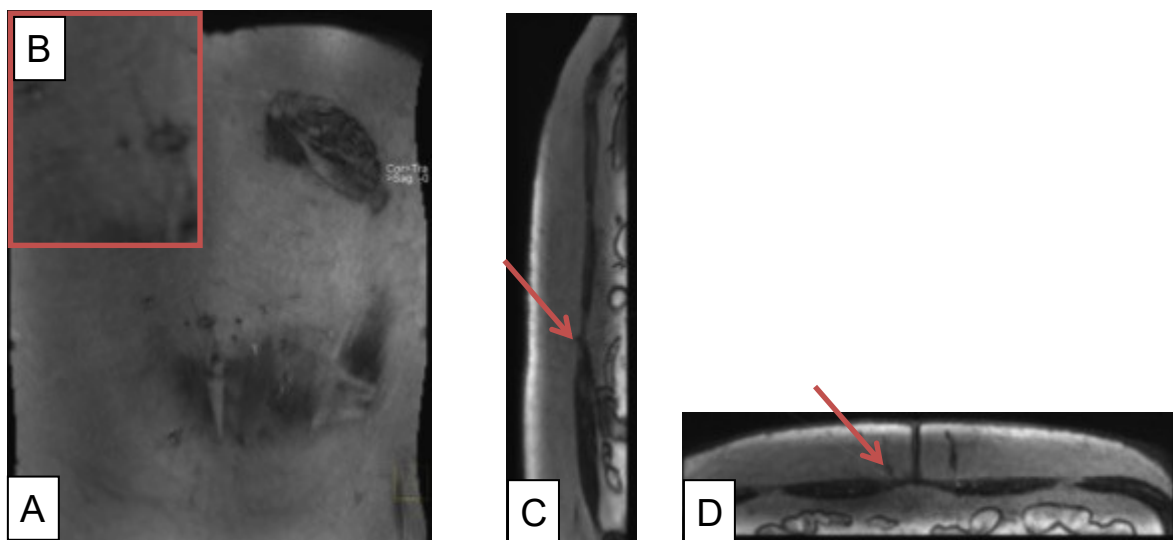


Abbildung 59: 56 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.

A: Bestimmung des Gefäßdurchtritts durch den M. rectus abdominis rechts. **B:** zeigt eine Vergrößerung vom Durchtritt des Gefäßes durch den Muskel. Der Nabel dient hier der Orientierung. **C:** zeigt den Gefäßdurchtritt in (roter Pfeil) in frontaler Ebene. **D:** zeigt den Gefäßdurchtritt (roter Pfeil) in horizontaler Ebene.

Patientin 6

Anamnese

Eine 39 jährige Patientin präsentiert sich mit st. p. Mammakarzinom links. 05/2014 Mastektomie und axilläre Lymphadenektomie links. Histologie: IDC G2, ypT2 N0 L0 V0 MX G2 R0 Östrogenrezeptor: negativ, Progesteronrezeptor: +positiv HER 2 NEU: negativ, Ki-67: Tumorregressionsgrad III nach Chevallier Grad I nach Sinn. St. p. Radiatio und Chemotherapie.

MRA der Beckengefäße

Links, Aufteilung in zwei Hauptäste, das mediale Gefäß kaliberkräftiger mit Perforation in die Subcutis etwa 2,5 cm lateral der Mittellinie und 1,2 cm kaudal des Nabels. Rechts, Aufteilung der A. epigastria inferior dext. in zwei Hauptäste, das mediale Gefäß auch hier kaliberkräftiger mit Durchtritt in die Subcutis erst kranial des Nabels.

Therapie und individueller Verlauf

10/2015 erfolgte die Brustrekonstruktion mittels freiem TRAM-Flap, ein DIEP-Flap konnte aufgrund der Gefäßsituation nicht realisiert werden. Der peri- und postoperative Verlauf komplikationslos. 11/2015 bei der Nachkontrolle zeigen sich blande Wundverhältnisse am Abdomen und eine kleine etwa 1 x 0,2 cm große Wunddehiszenz im lateralen Bereich der linken Brust. 01/2016 allseits blande Wundverhältnisse, Vormerkung zur angleichenden Mastopexie rechts und Rekonstruktion des Mamillen-Areola-Komplexes links.

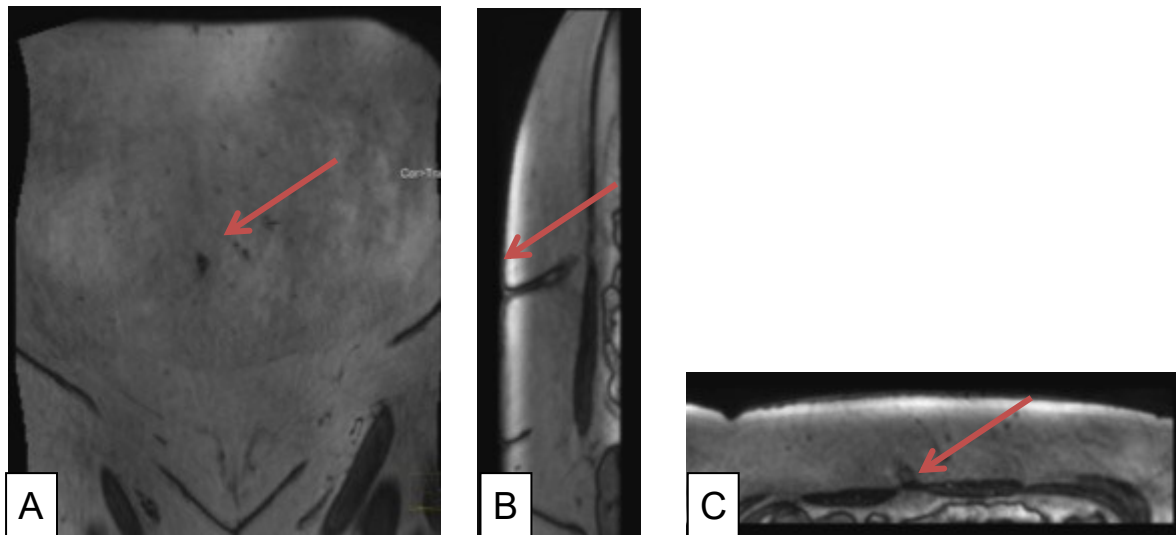


Abbildung 60: 39-jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand. Markierung des Nabels in 3 Raumebenen (roter Pfeil), **A:** frontal, **B:** sagittal und **C:** horizontal. Die Position des Nabels wird für die späteren Messungen benötigt.

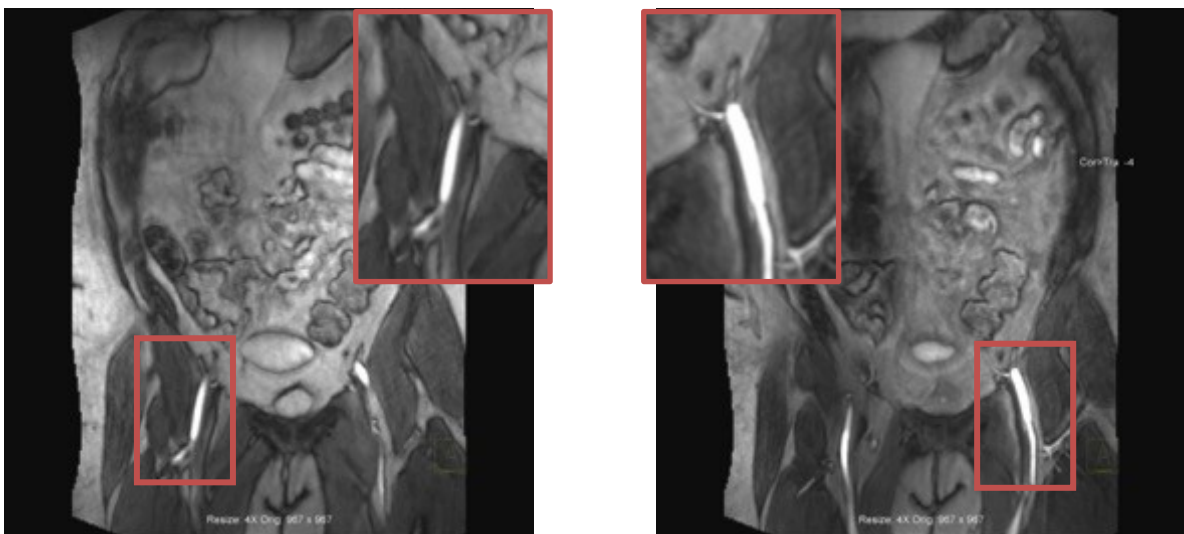


Abbildung 61: 39-jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.
A: Regelrechter Ursprung der A. epigastrica inferior dexter aus der A. iliaca externa dextra unmittelbar am Lig. Inguinale. **B:** Regelrechter Ursprung der A. epigastrica inferior sinister aus der A. iliaca externa sinistra unmittelbar am Lig. Inguinale.

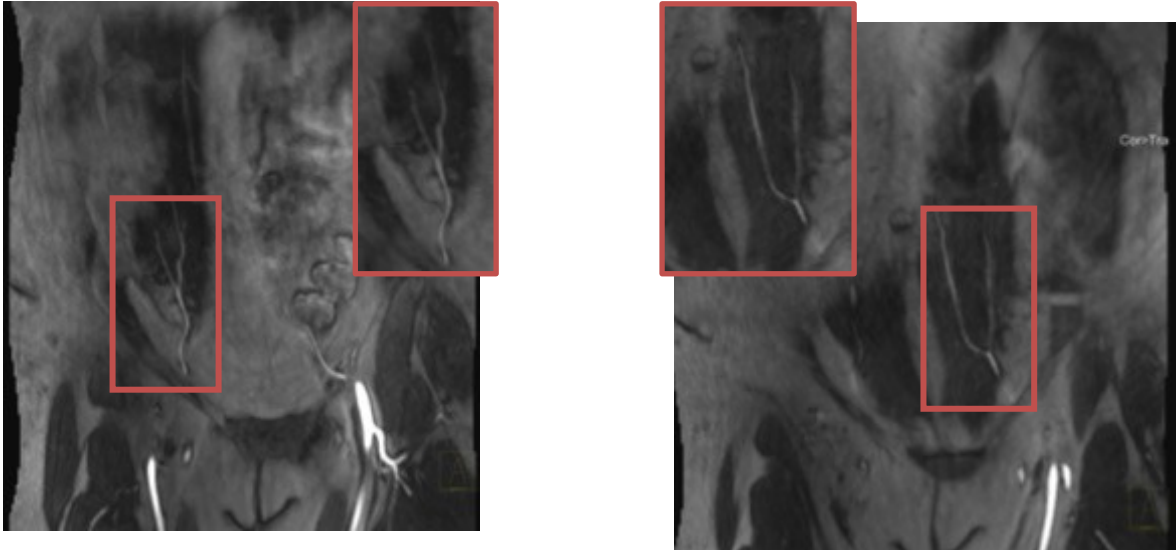


Abbildung 62: 39 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.

A: Aufzweigungsverhalten der rechten A. epigastrica inferior - zwei Hauptstämme.

B: Aufzweigungsverhalten der linken A. epigastrica inferior - zwei Hauptstämme

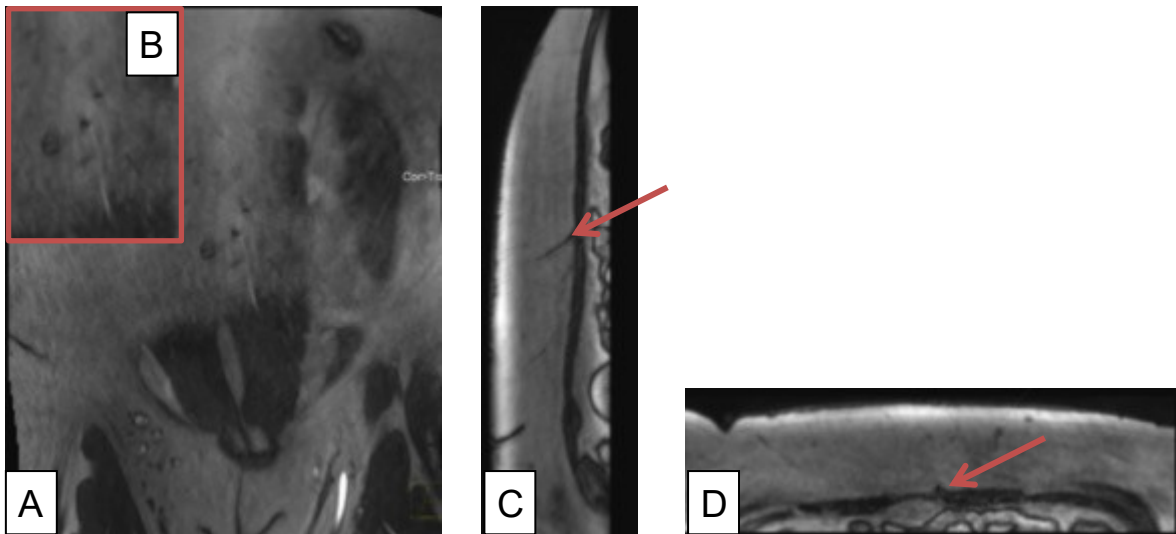


Abbildung 63: 39 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.

A: Bestimmung des Gefäßdurchtritts durch den M. rectus abdominis links (medialer Gefäßast). **B:** zeigt eine Vergrößerung vom Durchtritt des Gefäßes durch den Muskel. **C:** zeigt den Gefäßdurchtritt in (roter Pfeil) in frontaler Ebene. **D:** zeigt den Gefäßdurchtritt (roter Pfeil) in horizontaler Ebene.

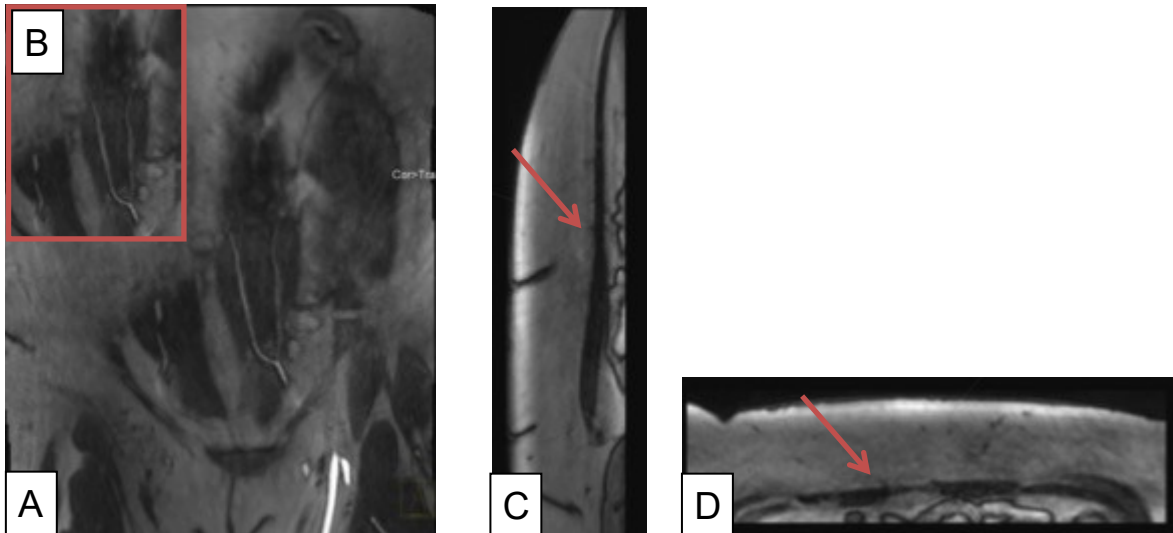


Abbildung 64: 39 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.

A: Bestimmung des Gefäßdurchtritts durch den M. rectus abdominis rechts. **B:** zeigt eine Vergrößerung vom Durchtritt des Gefäßes durch den Muskel. Der Nabel dient hier der Orientierung. **C:** zeigt den Gefäßdurchtritt in (roter Pfeil) in frontaler Ebene. **D:** zeigt den Gefäßdurchtritt (roter Pfeil) in horizontaler Ebene.

Patientin 7

Anamnese

Eine 46 jährige Patientin präsentiert sich mit St. p. Mammakarzinom rechts. 03/2014 erfolgte eine subkutane Mastektomie und Axilladisektion Level 1 und 2 rechts. Histologie: residuelle Reste eines invasiv lobulären Karzinoms. Stadium: ypT1a N1a (1/11) G2 R0 RCB II. St. p. neoadjuvanter Polychemotherapie mit Taxotere / EC 09/2013 und st. p. adjuvanter Hormontherapie mit Nolvadex 03/2014.

MRA der Beckengefäße

Rechts, Aufteilung der A. epigastrica inferior in zwei Hauptäste. Durchtritt des medialen, kaliberkräftigeren Gefäßes, in die Subcutis etwa 2 cm lateral der Mittellinie und 1 cm kaudal des Nabels. Links, die Konfiguration der A. epigastrica inferior scheint weniger geeignet zur Durchführung eines DIEP-Flaps. Es zeigt sich ein Hauptstamm mit später Aufteilung in perforierende Gefäße erst auf Nabelhöhe.

Therapie und individueller Verlauf

10/2015 erfolgte die Brustrekonstruktion mittels freiem DIEP-Flap und Verschluss der Lappenentnahmestelle im Sinne einer Adominoplastik in Allgemeinanästhesie. Der peri- und postoperative Verlauf völlig komplikationslos. 11/2015 zeigt sich bei der Nachkontrolle eine kleine Wundheilungsstörung am Unterbauch. 12/2015 die kleine Wundheilungsstörung am Unterbauch in Granulation, ansonsten blande Wundverhältnisse. Planung einer Lappenkorrektur sowie Rekonstruktion des Mamillen-Areolar-Komplexes.

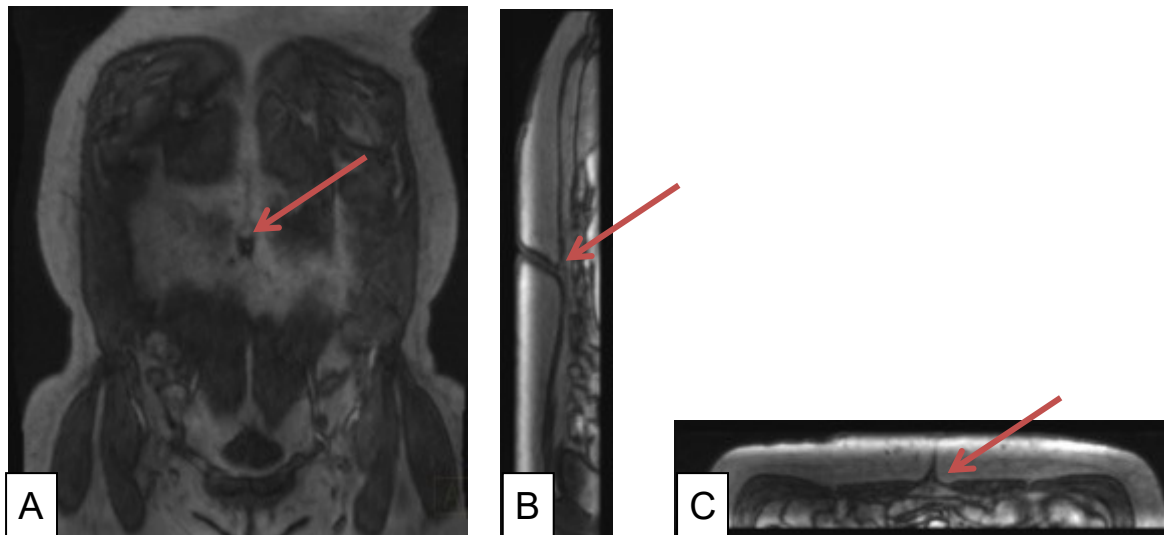


Abbildung 65: 46 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand. Markierung des Nabels in 3 Raumebenen (roter Pfeil), **A:** frontal, **B:** sagittal und **C:** horizontal. Die Position des Nabels wird für die späteren Messungen benötigt.

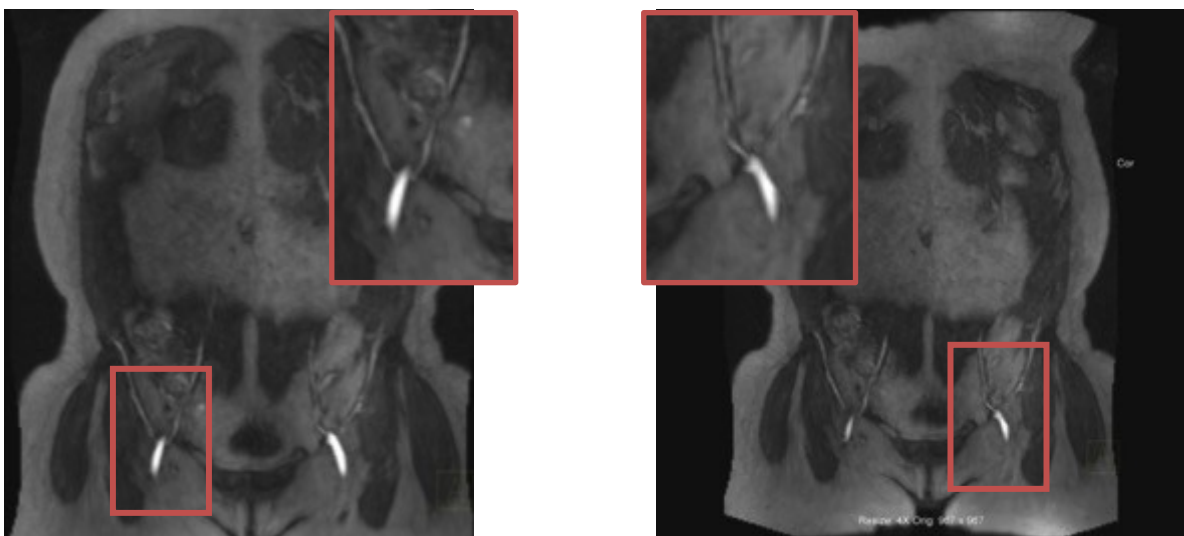


Abbildung 66: 46 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand. **A:** Regelrechter Ursprung der A. epigastrica inferior dexter aus der A. iliaca externa dextra unmittelbar am Lig. Inguinale. **B:** Regelrechter Ursprung der A. epigastrica inferior sinister aus der A. iliaca externa sinistra unmittelbar am Lig. Inguinale.

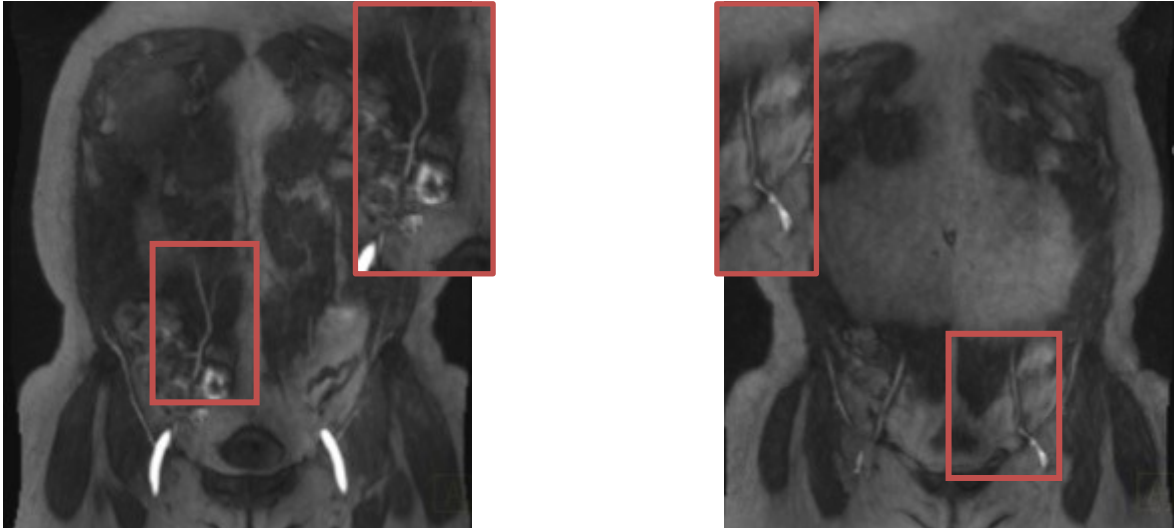


Abbildung 67: 46 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.

A: Aufzweigungsverhalten der rechten A. epigastrica inferior - zwei Hauptstämme.

B: Aufzweigungsverhalten der linken A. epigastrica inferior - ein Hauptstamm.

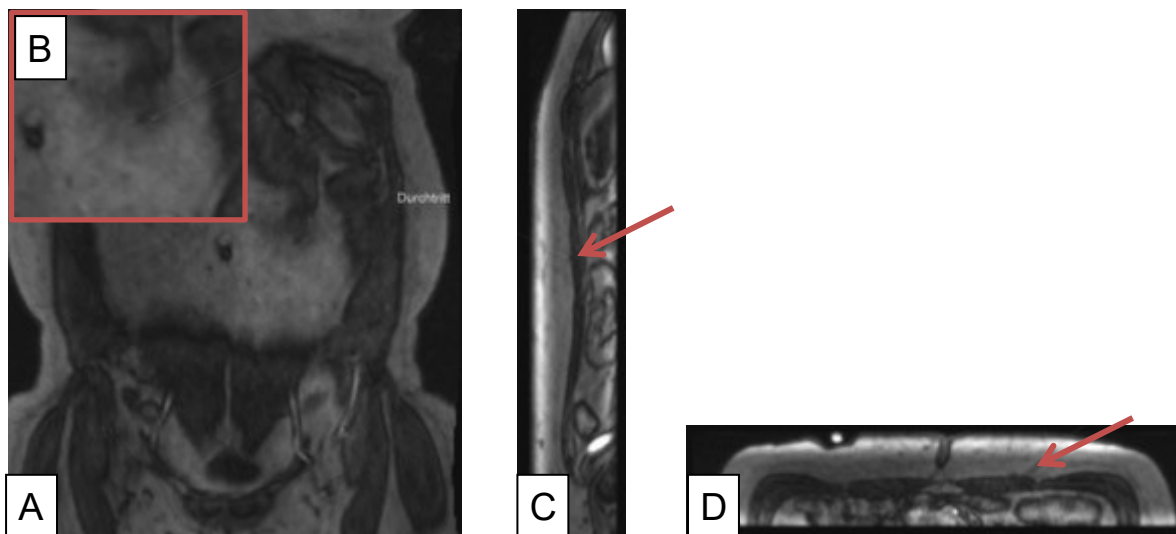


Abbildung 68: 47 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.

A: Bestimmung des Gefäßdurchtritts durch den M. rectus abdominis links (medialer Gefäßast). **B:** zeigt eine Vergrößerung vom Durchtritt des Gefäßes durch den Muskel. **C:** zeigt den Gefäßdurchtritt in (roter Pfeil) in frontaler Ebene. **D:** zeigt den Gefäßdurchtritt (roter Pfeil) in horizontaler Ebene.

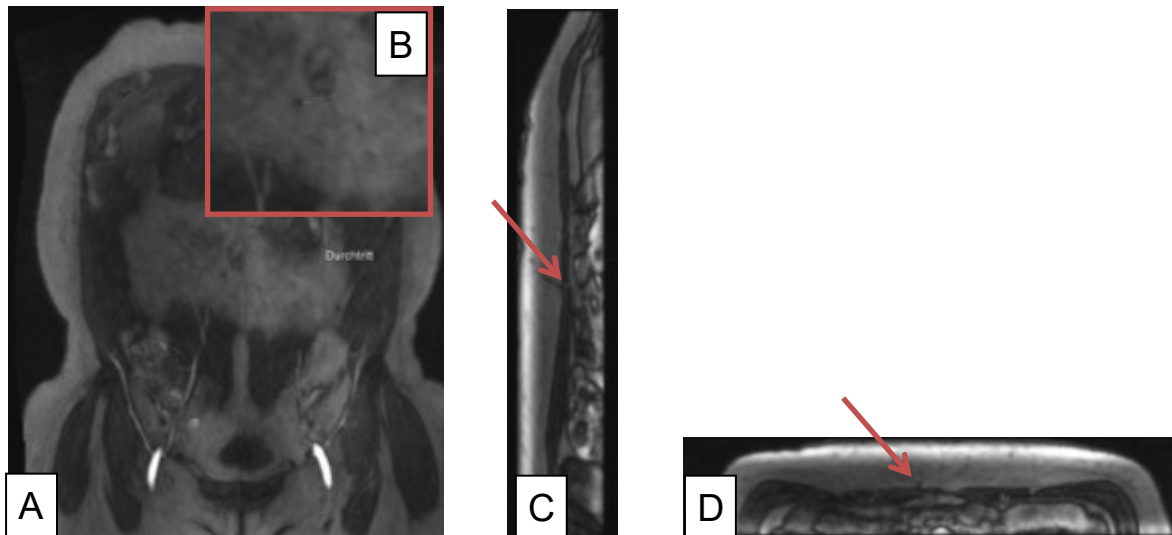


Abbildung 69: 47 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.

A: Bestimmung des Gefäßdurchtritts durch den M. rectus abdominis rechts. **B:** zeigt eine Vergrößerung vom Durchtritt des Gefäßes durch den Muskel. Der Nabel dient hier der Orientierung. **C:** zeigt den Gefäßdurchtritt in (roter Pfeil) in frontaler Ebene. **D:** zeigt den Gefäßdurchtritt (roter Pfeil) in horizontaler Ebene.

Fallbericht 8

Anamnese

Eine 55 jährige Patientin präsentiert sich mit st. p. brusterhaltender Tumorexzision an der rechten Brust 1993. 07/2015 Rezidiv an der rechten Brust mit Lymphknotenmetastasen Axilla links histologisch verifiziert. G-3. Ö-Rezeptor und P-Rezeptor negativ, keine Her-2-Neu-Überexpression, Ki-67. 95 %. St. p. neoadjuvanter Chemotherapie, zuletzt 11/2015.

MRA der Beckengefäße

Rechts, orthotoper Ursprung der A. epigastrica inferior. Aufzweigung in ein mediales und laterales Gefäß etwa 3,2 cm lateral der Mittellinie und 2,1 cm kaudal des Nabels. Der laterale Ast kaliberkräftiger. der kaliberschwächere mediale Ast perforiert unmittelbar in das subkutane Fettgewebe.

Links, regelrechter Ursprung der A. epigastrica inferior. Aufzweigung des Gefäßes etwa 1,6 cm lateral der Mittellinie und 3,1 cm kaudal des Nabels. Auch hier perforiert der mediale Ast unmittelbar in das subkutane Fettgewebe. Der laterale, kaliberkräftigere, Ast perforiert in die Subkutis auf Nabelhöhe und etwa 2,4 cm lateral der Mittellinie.

Therapie und individueller Verlauf

12/2015 erfolgte die Ablatio der rechten Brust und eine nippelsparende Mastektomie der linken Brust, sowie eine axilläre Dissektion links. Rechts erfolgte die Rekonstruktion mittels DIEP-Flap, links mittels Implantat. Der peri- und postoperative Verlauf gestaltet sich komplikationslos. 12/2015 zeigt sich in der Nachkontrolle eine trockene reizlose Nekrose an der rechten Unterbrustfalte (1,5 x 0,8 cm), die Narben ansonsten bland. 01/2016 es zeigt sich ein gutes symmetrisches Ergebnis, die Patientin ist zufrieden. Eine MAK-Rekonstruktion wird derzeit nicht gewünscht.

Patientin 9

Anamnese

Eine 70 jährige Patientin präsentiert sich mit st. p. Mammakarzinom rechts 01/2016. Histologie: multizentrisches muzinöses Mammakarzinom, Ö-Rezeptor 100 %, P-Rezeptor 10 %, HER-2/Neu negativ, MIB1: 5 %. 02/2016 erfolgte eine subcutane Mastektomie rechts, Histologie: G-1, pT-2, M-0, N-0 i+; 0/1; sn, V-0 sowie DCIS, MIB1: 20 %, keine HER- 2/Neu-Überexpression. St. p. Hormontherapie mit Femara.

MRA der Beckengefäße

Rechts, die A. epigastrica inferior entspringt an der medialen Zirkumferenz der A. femoralis communis in Höhe des Leistenbandes. Es zeigt sich ein mehrfach S-förmiges Kinking. Es finden sich nur äußerst kaliberzarte Gefäße welche in das Fettgewebe ziehen. Links, ebenfalls orthotoper Ursprung der A. epigastrica inferior mit meanderförmigem Verlauf nach medial und kranial. Auch auf dieser Seite nur sehr zarte perforierende Gefäße.

Zusatzbefund: 1,7 cm messende Ovarialzyste links.

Therapie und individueller Verlauf

02/2016 erfolgt die immediate delayed Brustrekonstruktion mittels TRAM-Flap von rechts, Mesh- Einlage zur Rectusfaszienrekonstruktion rechts und Verschluss der Hebestelle im Sinne einer Abdominoplastik. Ein DIEP-Flap konnte aufgrund der nicht zufriedenstellenden, durch die MRA identifizierten, Gefäßsituation nicht realisiert werden.

Postoperativ klagte die Patientin über Atemnot, eine PAE konnte durch eine CT-Angiographie der Pulmonalgefäße ausgeschlossen werden. Es zeigten sich jedoch ausgeprägte Pleuraergüsse im CT und im Blutbild eine transfusionspflichtige Anämie. Histologisch zeigte sich, dass die Resektion des Mammakarzinoms nicht im Gesunden erfolgte, eine Reoperation wurde gemeinsam mit den Gynäkologen geplant. 02/2016 erfolgte die geplante Nachresektion sowie eine Lappenkorrektur und Einnahm desselben in Allgemeinanästhesie. Aufgrund fortbestehender Pleuraergüsse wurde eine Thorax-Saugdrainage rechts angelegt. 03/2016 konnte die Saugdrainage entfernt werden. 03/2016 in der Nachkontrolle zeigen sich die Narben bland und reizlos.

04/2016 blande Narbenverhältnisse, ein ziehender Schmerz im kranialen Teil des Lappens als Narbenreifung zu interpretieren.

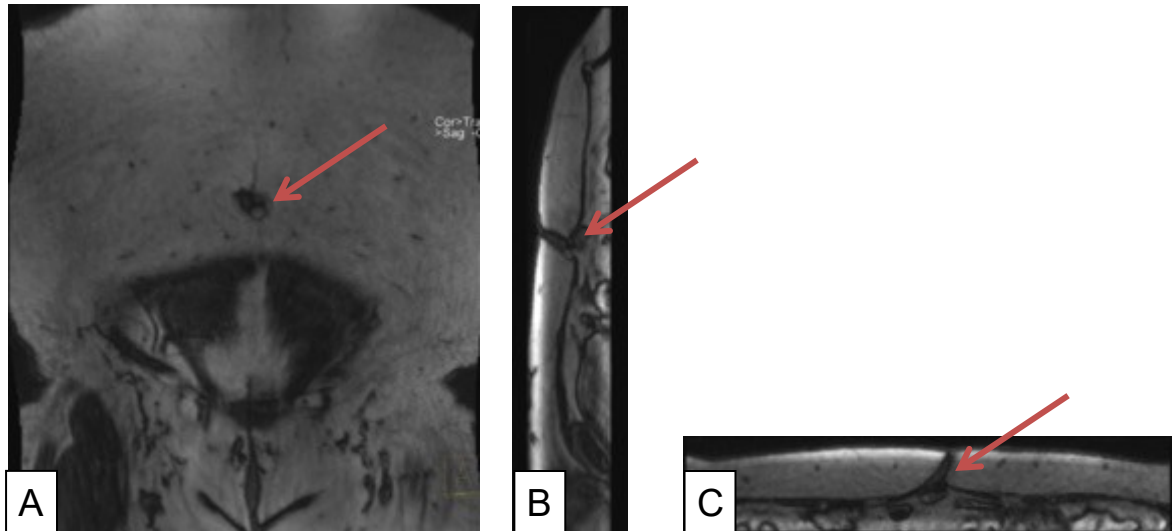


Abbildung 70: 70 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand. Markierung des Nabels in 3 Raumebenen (roter Pfeil), **A:** frontal, **B:** sagittal und **C:** horizontal. Die Position des Nabels wird für die späteren Messungen benötigt.

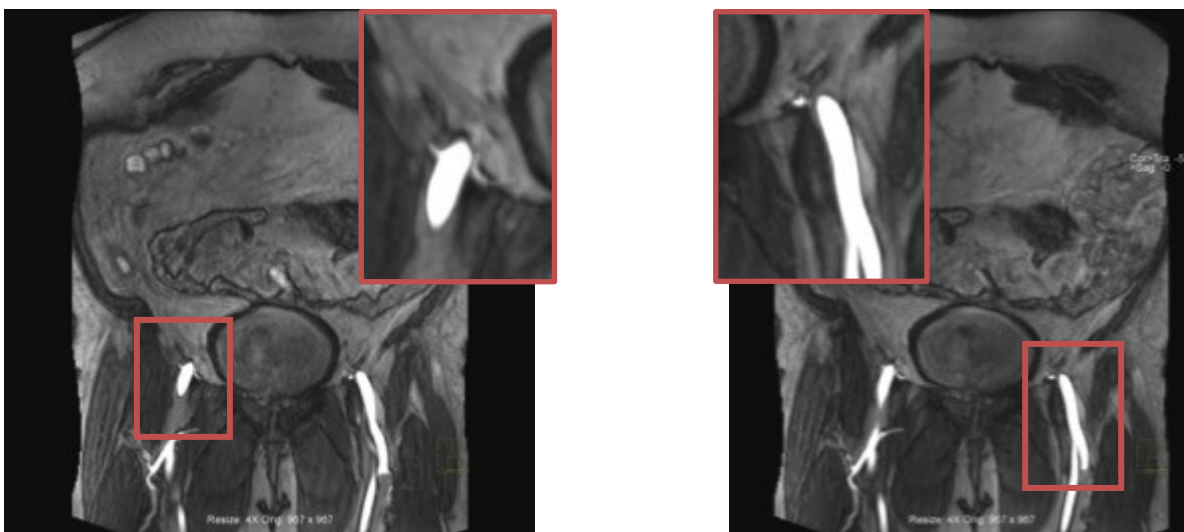


Abbildung 71: 70 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.
A: Regelrechter Ursprung der A. epigastrica inferior dexter aus der A. iliaca externa dextra unmittelbar am Lig. Inguinale. **B:** Regelrechter Ursprung der A. epigastrica inferior sinister aus der A. iliaca externa sinistra unmittelbar am Lig. Inguinale.

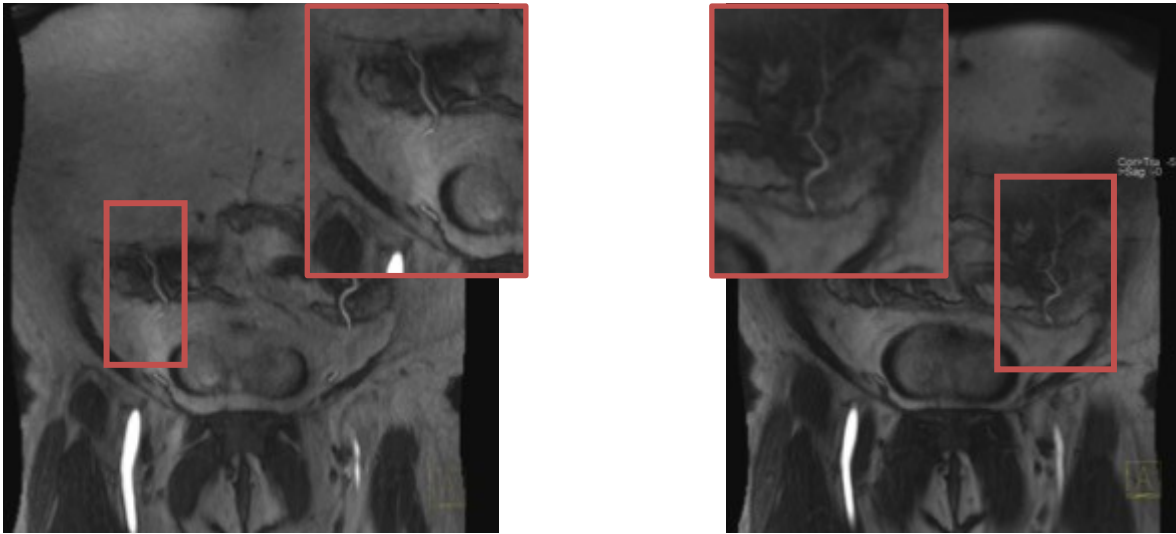


Abbildung 72: 70 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.

A: Aufzweigungsverhalten der rechten A. epigastrica inferior - ein Hauptstamm.

B: Aufzweigungsverhalten der linken A. epigastrica inferior - zwei Hauptstämme.

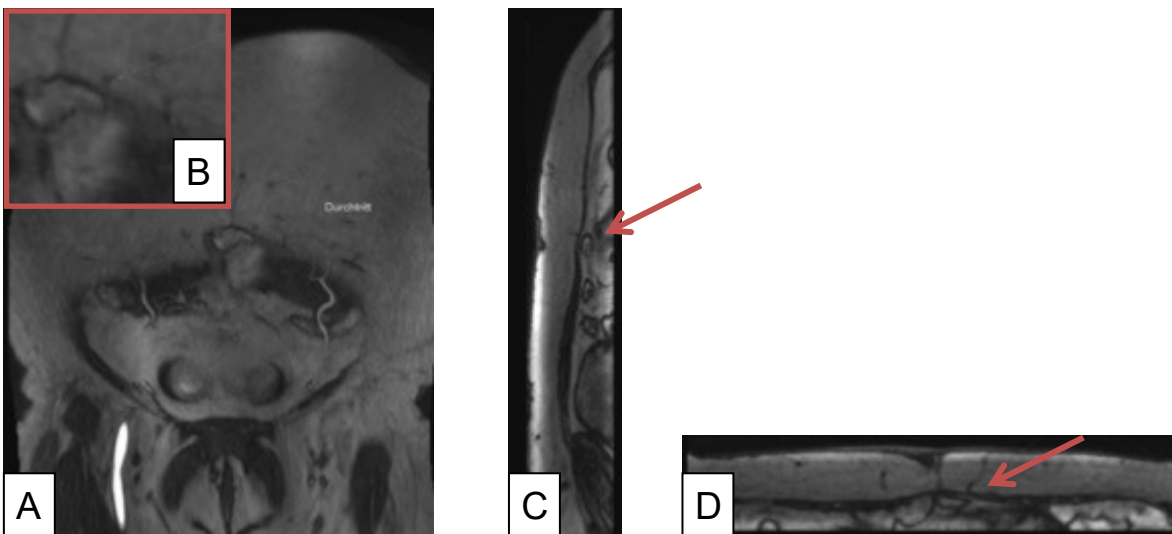


Abbildung 73: 70 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.

A: Bestimmung des Gefäßdurchtritts durch den M. rectus abdominis links (medialer Gefäßast). **B:** zeigt eine Vergrößerung vom Durchtritt des Gefäßes durch den Muskel. **C:** zeigt den Gefäßdurchtritt in (roter Pfeil) in frontaler Ebene. **D:** zeigt den Gefäßdurchtritt (roter Pfeil) in horizontaler Ebene.

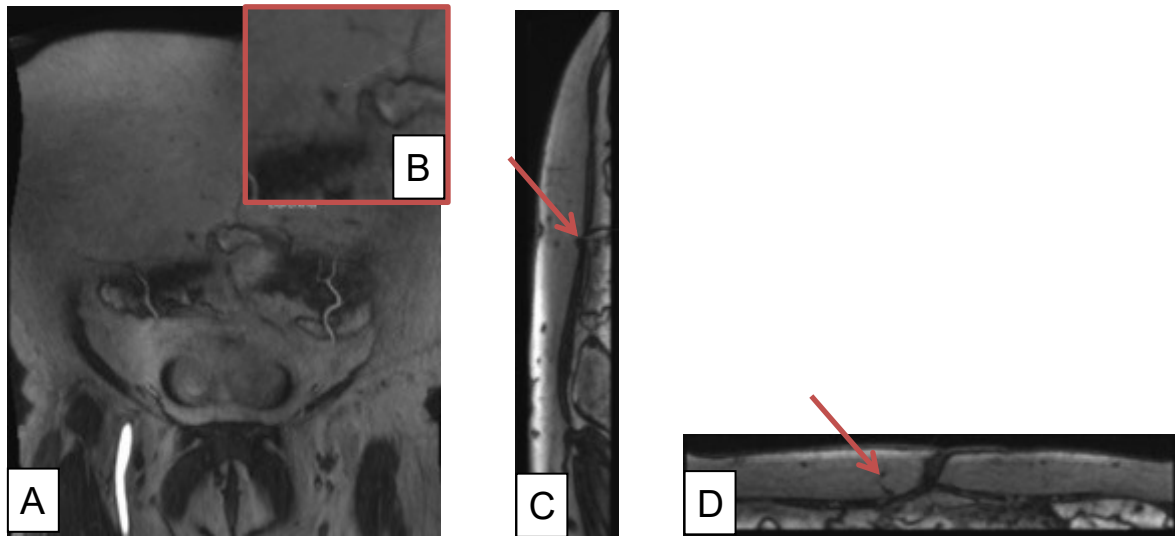


Abbildung 74: 70 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.

A: Bestimmung des Gefäßdurchtritts durch den M. rectus abdominis rechts. **B:** zeigt eine Vergrößerung vom Durchtritt des Gefäßes durch den Muskel. Der Nabel dient hier der Orientierung. **C:** zeigt den Gefäßdurchtritt in (roter Pfeil) in frontaler Ebene. **D:** zeigt den Gefäßdurchtritt (roter Pfeil) in horizontaler Ebene.

Patientin 10

Anamnese

Eine 36 jährige Patientin präsentiert sich mit st. p. Mammakarzinom links, Erstdiagnose 10/2013. Histologie: invasiv duktales Karzinom G3. Stadium: cT4b cN1. St. p. neoadjuvante Chemotherapie bis 04/2014. St. p. Mastektomie und axilläre Dissektion Level I und II 5/2014. Histologie: Multizentrisch, invasiv duktales Karzinom, G2, ypT1b N1mi L1, V0, R0. St. p. Radiatio und adjuvante Hormontherapie mit Novaldex.

MRA der Beckengefäße

Rechts, dichotome Aufteilung der A. epigastrica inferior in zwei Hauptäste etwa 5 cm lateral der Mittellinie und 6 cm kaudal des Nabels. Durchtritt des Perforators etwa 1,95 cm lateral der Mittellinie und auf Nabelhöhe. Links, ebenfalls dichotome Aufteilung der A. epigastrica inferior etwa 5 cm lateral der Mittellinie und 6,4 cm kaudal des Nabels. Durchtritt des Perforators in die Subcutis etwa 3,4 cm lateral der Mittellinie und auf Nabelhöhe.

Therapie und individueller Verlauf

01/2016 Brustrekonstruktion mittels DIEP-flap von links, Hebedefektverschluss im Sinne einer Abdominoplastik. Der peri- und postoperative Verlauf gestaltete sich komplikationslos. 02/2016 bei der Nachkontrolle zeigen sich blande Narbenverhältnisse mit einem kleinen oberflächlichen Restdefekt. Es erfolgt die Terminisierung für die angleichende Mastopexie rechts, sowie für die MAK-Rekonstruktion links. 03/2016 erfolgte die Restnahtentfernung, der Lappen vital und gut eingeeilt, die Patientin ist beschwerdefrei und mit dem Ergebnis zufrieden.

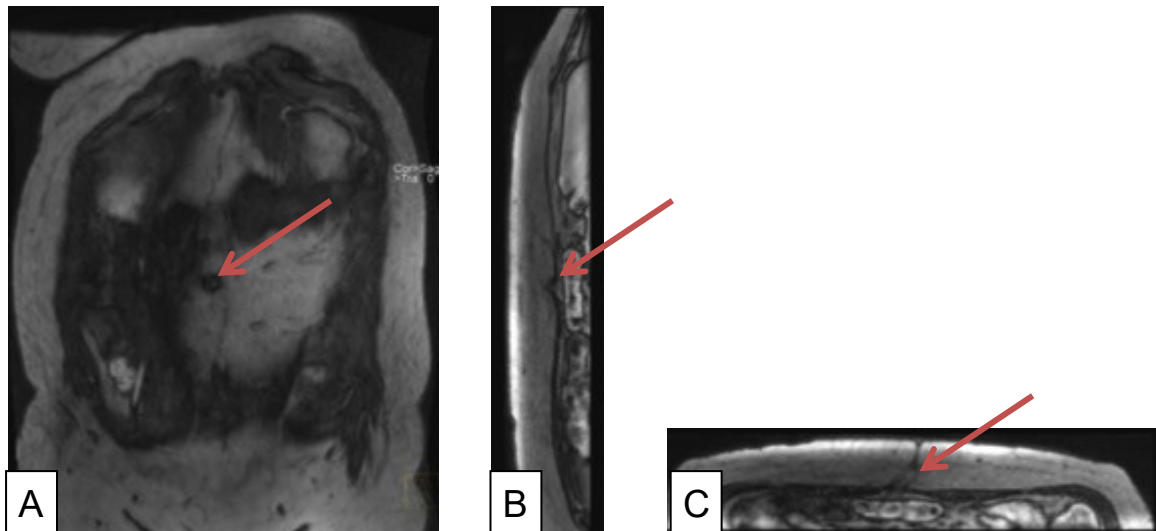


Abbildung 75: 36 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand. Markierung des Nabels in 3 Raumebenen (roter Pfeil), **A:** frontal, **B:** sagittal und **C:** horizontal. Die Position des Nabels wird für die späteren Messungen benötigt.

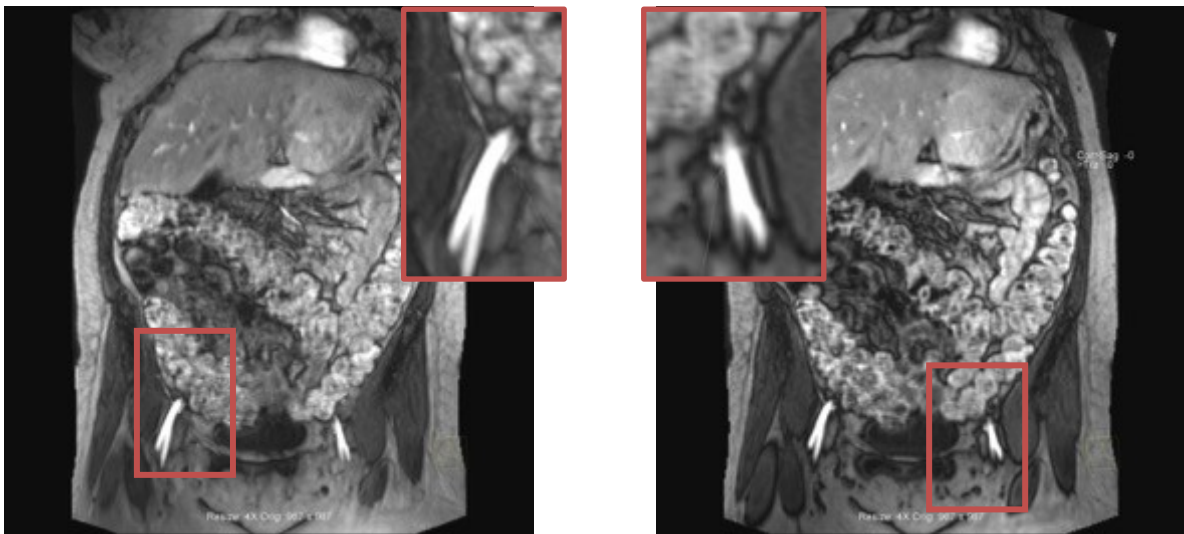


Abbildung 76: 36 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.
A: Regelrechter Ursprung der A. epigastrica inferior dexter aus der A. iliaca externa dextra unmittelbar am Lig. Inguinale. **B:** Regelrechter Ursprung der A. epigastrica inferior sinister aus der A. iliaca externa sinistra unmittelbar am Lig. Inguinale.

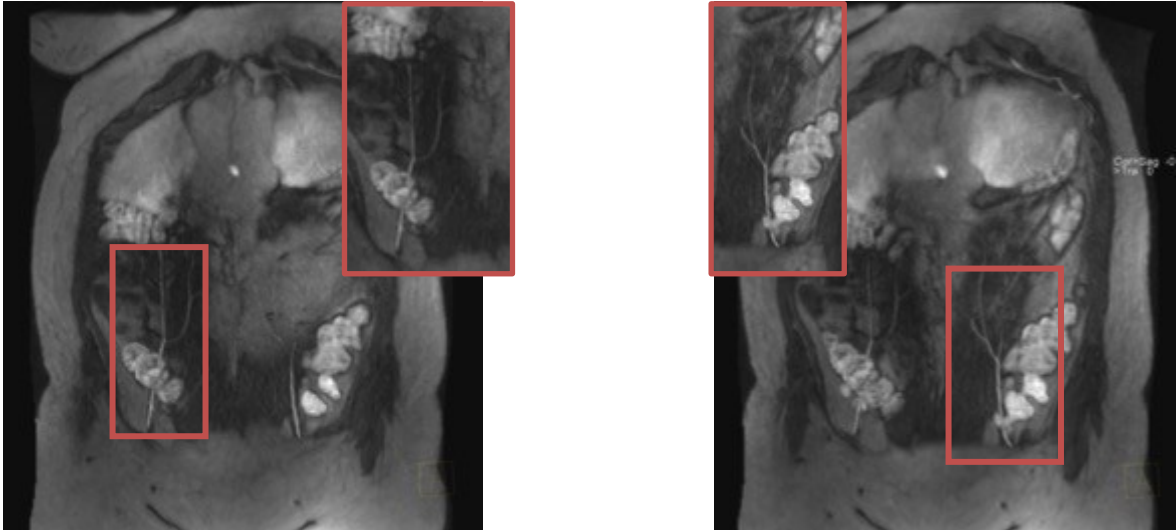


Abbildung 77: 36 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.

A: Aufzweigungsverhalten der rechten A. epigastrica inferior - zwei Hauptstämme.

B: Aufzweigungsverhalten der linken A. epigastrica inferior - drei Hauptstämme.

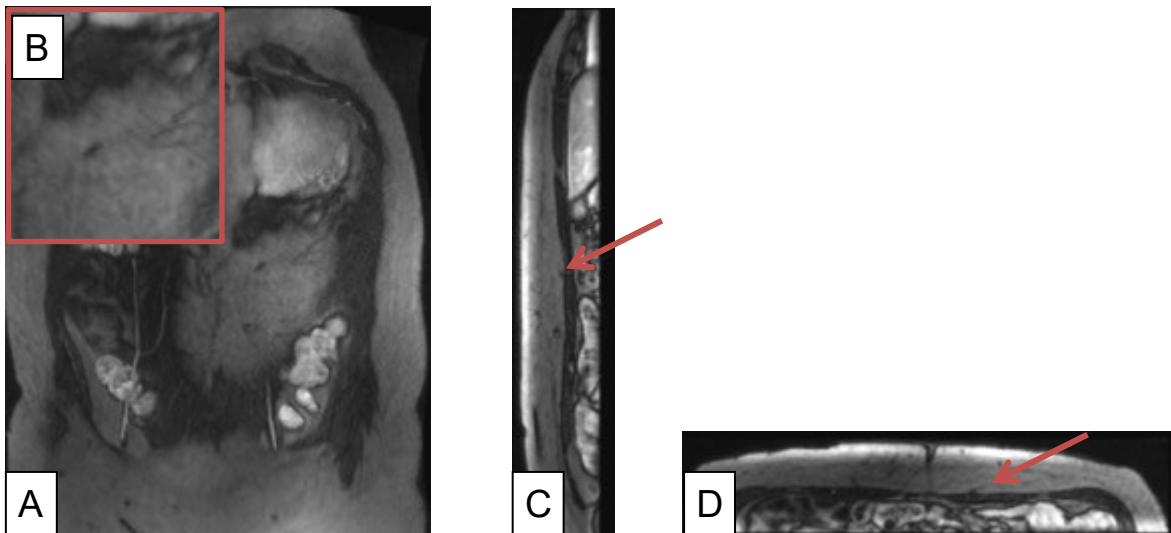


Abbildung 78: 36 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.

A: Bestimmung des Gefäßdurchtritts durch den M. rectus abdominis links (medialer Gefäßast). **B:** zeigt eine Vergrößerung vom Durchtritt des Gefäßes durch den Muskel. **C:** zeigt den Gefäßdurchtritt in (roter Pfeil) in frontaler Ebene. **D:** zeigt den Gefäßdurchtritt (roter Pfeil) in horizontaler Ebene.

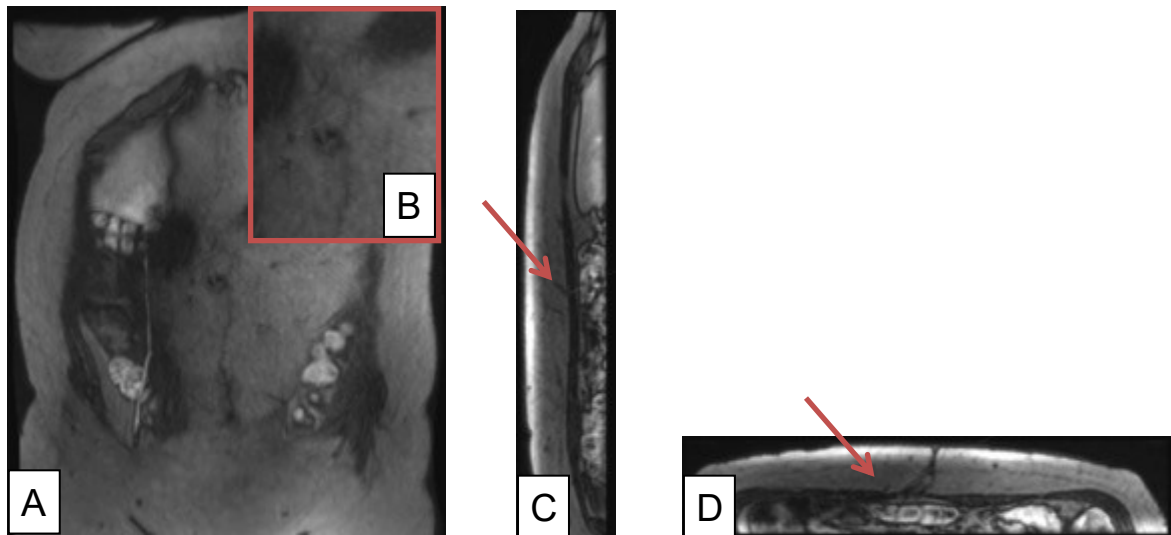


Abbildung 79: 36 jährige Patientin, präoperative MR-Angiographie der Bauchwand.

A: Bestimmung des Gefäßdurchtritts durch den M. rectus abdominis rechts. **B:** zeigt eine Vergrößerung vom Durchtritt des Gefäßes durch den Muskel. Der Nabel dient hier der Orientierung. **C:** zeigt den Gefäßdurchtritt in (roter Pfeil) in frontaler Ebene. **D:** zeigt den Gefäßdurchtritt (roter Pfeil) in horizontaler Ebene.