

Langzeitevaluation nach autologer Fetttransplantation zur Brustvergrößerung

Long-term evaluation after autologous fat transplantation for breast augmentation

Autoren

Charlotte Sophie Ueberreiter¹, Klaus Ueberreiter¹, Chris Mohrmann², Juliane Herm³, Christian Herold⁴

Institute

- 1 Park-Klinik Birkenwerder Plastic Surgery
- 2 Klinikum Oldenburg AöR Anästhesiologie/Intensiv-/Notfallmedizin/Schmerztherapie
- 3 Charite Universitätsmedizin Berlin Center for Stroke Research Berlin
- 4 DIAKO Bremen, Chirurgische Klinik, Sektion Plastische und Ästhetische Chirurgie

Schlüsselwörter

Autologer Lipotransfer, BEAULI, Volumetrie, Lipofilling, MRT, Brust, Brustvergrößerung

Key words

Autologous fat graft, BEAULI, volumetry, lipofilling, MRI, breast, breast augmentation

eingereicht 12.05.2019

akzeptiert 06.05.2020

Bibliografie

DOI <https://doi.org/10.1055/a-1183-4338>

Handchir Mikrochir Plast Chir

© Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York

ISSN 0722-1819

Korrespondenzadresse

Charlotte Sophie Ueberreiter
Park-Klinik Birkenwerder Plastic Surgery
Hubertusstrasse 22
16547 Birkenwerder
Tel.: 03303 513 4000 0
Fax: 03303 513 4000 90
E-Mail: charlotte@ueberreiter.com

ZUSAMMENFASSUNG

Hintergrund Die Transplantation autologen Fettgewebes ist eine vermehrt angewandte, jedoch nicht standardisierte Prozedur in der plastischen und rekonstruktiven Chirurgie. Bisher gab es lediglich Untersuchungen zu kurzfristigen Ergebnissen über den Volumenerhalt nach einer Fettgewebstransplantation. In dieser Arbeit werden die Ergebnisse einer Langzeitstudie über Fettgewebstransplantationen zur Brustvergrößerung vorgestellt.

Patienten/Material und Methoden Bei 14 Patientinnen wurde präoperativ sowie 5–9 Jahre (Median 6 Jahre) nach der Transplantation autologen Fettgewebes in die Brust nach dem BEAULI-Protokoll ein MRT angefertigt. Die Volumendifferenz wurde mit der Software OsiriX miteinander verglichen. Da zusätzlich die Auswirkung von Gewichtsschwankungen ermittelt werden sollten, wurden die Patientinnen in zwei Gruppen eingeteilt. In Gruppe 1 wurden Patientinnen mit einer Gewichtszunahme von $< 1 \text{ kg/m}^2$, in Gruppe 2 Patientinnen mit einer Gewichtszunahme von $> 1 \text{ kg/m}^2$ eingeschlossen. Die mediane BMI-Zunahme lag bei $1,6 \text{ kg/m}^2$ (Minimal 0 – maximal 3,9). Eine der Patientinnen hatte nach vorübergehender Gewichtszunahme während der Transplantationen wieder ihr Ausgangsgewicht erreicht.

Ergebnisse Die Patientinnen erhielten je nach gewünschtem Endergebnis zwischen einem und 4 Eingriffe, in welchen ein mittleres Volumen von 176 ml Fettgewebe pro Brust pro Eingriff transplantiert wurde. In der ersten Gruppe konnte ein medianer Volumenerhalt des transplantierten Fettgewebes von 74% (IQA 58% – 92%) errechnet werden. In der zweiten Gruppe wurde sogar eine Volumenzunahme von im Median 135% (IQA 105% – 318%) beobachtet.

Schlussfolgerung In der vorliegenden Studie zeigen sich stabile Langzeitergebnisse bei der Einheilungsrate vom transplantierten Fettgewebe. Es konnte eine signifikante Korrelation zwischen Gewichtszunahme und Volumenerhalt des transplantierten Gewebes gezeigt werden. Damit ist auch die teilweise überproportional hohe Volumenzunahme bei einigen Patientinnen zu erklären. Die Transplantation autologen Fettgewebes ergibt die Möglichkeit einer sicheren und effizienten Methode zur Brustvergrößerung. Für eine genauere Aussage sind jedoch weiterführende Studien mit größeren Fallzahlen notwendig.

ABSTRACT

Background The transplantation of autologous fat is an increasingly common but not standardized procedure in aesthetic and reconstructive surgery. Until now only studies about the short-term results after transplantation with autologous fat have been published. In this publication we present our results of a long-term study after fat transplantation.

Patients/Material and Methods 14 patients underwent an MRI investigation which was done before and 5–9 years (mean 6 years) years after aesthetic breast lipofilling according to

BEAULI-protocol. The difference in volume was calculated with the open source software OsiriX. Two groups were analyzed separately to calculate the influence of body weight changes in final volume gain. In the first group patients with a stable BMI (increase of less than 1 kg/m^2) were included. The second group includes patients with a BMI gain exceeding more than 1 kg/m^2 . The mean increase in BMI was $1,6 \text{ kg/m}^2$ (minimum 0 – maximum 3,9). None of the patients lost weight.

Results Depending on the desired amount of breast augmentation the patients underwent between one to four operations. An average of 176 ml fat was transplanted per breast and surgery. In the first group a mean volume survival of 74 % (IQR

58 % – 92 %) was observed. In the second group an increase of 135 % (IQR 105 % – 318 %) of the volume of transplanted fat was observed. After an intermediate weight loss one of the patients regained her initial weight.

Conclusion In this study the transplantation of autologous fat renders good long-term results. There is a significant correlation between change of weight and fat transplant volume survival over the years. This also explains the very high increase in breast volume in some patients. Autologous fat transplantation seems to be a safe and efficient method for breast augmentation. For further statements studies with larger number of cases are necessary.

Einleitung

Die Transplantation autologen Fettgewebes ist eine vermehrt angewandte, jedoch nicht standardisierte Prozedur in der plastischen und rekonstruktiven Chirurgie, welche weltweit an Popularität gewinnt. Die Anwendungsmöglichkeiten sind vielfältig und umfassen unter anderem die ästhetische Brustchirurgie, die chirurgische Behandlung von Verbrennungsnarben und posttraumatischen Malformationen sowie die Behandlung von Sklerodermie, chronischer Wunden und diabetischer Ulzera [1–8]. In der Brustchirurgie hat sich die Brustaugmentation mit Eigenfett als sichere Technik mit geringen Komplikationsraten erwiesen [9, 10]. Neben der Brustvergrößerung aus ästhetischer Indikation ist die Brustrekonstruktion nach Krebserkrankungen oder nach prophylaktischer Mastektomie ein weiterer Anwendungsbereich der autologen Fettgewebstransplantation, welche zunehmend an Beliebtheit gewinnt, da sie als risikoarm und einfach anzuwenden gilt [11–13]. Bei gesunden Frauen gibt es keinerlei Hinweise, dass eine Fetttransplantation zur Brustvergrößerung das Brustkrebsrisiko erhöhen könnte. In mehreren großen Studien konnte eine höhere Rezidivrate von Mammakarzinom nach Eigenfettwiederaufbau nicht nachgewiesen werden [13–16]. Jedoch wurde in einer Studie ein erhöhtes Risiko für Lokalrezidive bei Subgruppen mit einer Luminal-A-Expression beschrieben [17]. In einer anderen Studie wird eine Interaktion von isolierten Stammzellen (ADSC-Adipose-derived Stem cells) und Tumorzellen diskutiert [18].

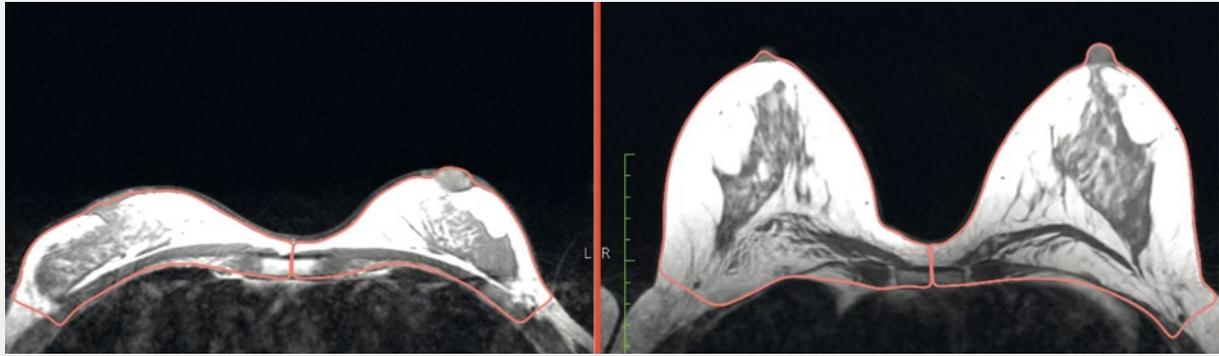
Autologes Fettgewebe vereint natürliches Aussehen mit Biokompatibilität, geringen Kosten, leichter Gewinnbarkeit und einer niedrigen Morbidität des Spenders [19, 20]. Es ist vielseitig verwendbar und stellt daher eine willkommene Alternative zu anderem Füllmaterial dar.

Es wurden bereits unterschiedliche Techniken erprobt, um die Qualität des aspirierten Fettes sowie die Einheilungsrate zu erhöhen. Bisher wurden Einheilungsraten von 30 % bis 83 % beobachtet [9, 21–28]. BEAULI ist mittlerweile ein häufig angewandtes Protokoll für großvolumige Fettgewebstransplantationen. Es wurde 2007 entwickelt und 2010 in einer Studie vorgestellt [25]. Diese Prozedur basiert auf einer Wasserstrahl-assistierten Liposuktion (WAL), eine schonende Methode zur Gewinnung des Lipoaspirates, welche zu einer ausreichend kleinen Partikelgröße der gewonnenen Adipozyten führt [29]. Das MRT-kontrollierte Volumen in einer prospektiven klinischen Studie zeigte bei 35 Patientinnen eine durchschnittliche

Einheilungsrate des transplantierten Fettgewebes von $76 \pm 11 \%$ nach 6 Monaten [26]. Bisher gab es unabhängig von der verwendeten Technik keine Veröffentlichungen zu langfristigen Ergebnissen über den Volumenerhalt nach einer Transplantation autologen Fettgewebes. In dieser Arbeit werden die Ergebnisse einer Langzeitstudie über Fettgewebstransplantationen vorgestellt.

Patienten und Methoden

Im untersuchten Zeitraum zwischen Oktober 2007 und März 2010 wurden 35 Patientinnen zur ästhetischen Vergrößerung der weiblichen Mamma mit der BEAULI-Methode behandelt. Dabei wurden zwischen 100 ml und 360 ml Lipoaspirat durch Wasserstrahl-assistierte Liposuktion gewonnen. Für eine genauere Bestimmung des Wasseranteils des Lipoaspirates wurden jeweils zwei Proben von jeweils 10 cm^3 nach dem Coleman-Protokoll zentrifugiert und der daran ablesbare Anteil an freiem Öl und Wasser im OP-Protokoll dokumentiert. Im Schnitt bestand $30 \pm 10 \%$ des Lipoaspirates aus Wasser. Das Lipoaspirat wurde anschließend mithilfe von 10 ml-Spritzen im subcutanen Fettgewebe sowie intrapectoral infiltriert. Durchschnittlich betrug die OP-Zeit 108,5 Minuten (80–150 Minuten), wobei bei späteren Eingriffen eine Verkürzung der OP-Zeit zu verzeichnen war. Das Ergebnis wurde anschließend volumetrisch ausgewertet. Dafür wurde präoperativ und im Median nach 6 Jahren ein MRT durchgeführt. 21 der Patientinnen waren verzogen oder nicht erreichbar, sodass wir 14 Patientinnen in die nachfolgende Analyse eingeschlossen haben. Von allen Patientinnen wurde eine Fotodokumentation vor und nach den Prozeduren angefertigt. Alle klinischen Daten wurden prospektiv dokumentiert. Die in der Studie inkludierten Patientinnen bekamen ein erneutes MRT, welches mit dem zuerst angefertigten MRT verglichen wurde. Dafür wurde die Software OsiriX (Version 9.0.1) für volumetrische Kalkulationen genutzt. Hierbei wurde in allen axialen Schichten des MRT einzeln die Fläche der Brust berechnet. Bei der volumetrischen Auswertung wurden die Grenzen wie von Herold et al. [25] beschrieben festgelegt: Als oberflächliche Grenze wurde die Haut definiert, als profunde Grenze die Rückseite des M. pectoralis. Als mediale Grenze diente die Mitte des Sternums und als laterale Grenze die A. thoracica lateralis. Von dort wurde eine rechtwinklige Linie von der Haut zur inneren Faszie des M. pectoralis gezogen. Die Begrenzung ist in ► **Abb. 1** dargestellt. Aus diesen jeweils einzeln berechneten Flä-



► **Abb. 1** Patientin mit 3 Brustaugmentationen und einer Gewichtszunahme von 5 kg. Es wurden insgesamt 487 ml in die rechte Brust und 512 ml in die linke Brust transplantiert. Der Volumengewinn beträgt sowohl rechts als auch links 112 % der insgesamt transplantierten Fettmenge. Zu sehen ist das präoperative MRT (links) und das MRT 7 Jahre nach den Eingriffen (rechts). Ebenfalls zu sehen auf der Abbildung sind die eingezeichneten Begrenzungen im MRT (rote Umrandung), welche für die volumetrische Berechnung mit der Software Osirix genutzt wurden. Als mediale Grenze diente die Mitte des Sternums und als laterale Grenze die A. thoracica lateralis. Von dort wurde eine rechtwinklige Linie von der Haut zur inneren Faszie des M. pectoralis gezogen.

► **Tab. 1** Darstellung der durchschnittlichen Transplantationsvolumina pro Eingriff. Bei insgesamt 14 Patientinnen wurden je nach gewünschtem Endergebnis zwischen einem und 4 operative Eingriffe durchgeführt. (* Angaben im Median)

Anzahl der Transplantationen	Transplantationsvolumen in ml*	Wasseranteil in % *	Netto Volumen in ml*
N = 50	300 ml (100–360 ml)	30 % (20–40%)	181 ml (70–266 ml)

chen wurde unter Berücksichtigung der Schichtdicke des MRT-Bildes das Volumen durch die verwendete Software Osirix berechnet wie in ► **Abb. 7**. dargestellt. Dieser Prozess der radiologischen Bearbeitung wird Segmentierung genannt und findet unter anderem Anwendung in der Neurochirurgie zur Planung von Operationen. Da die Patientinnen meist mehrfach operiert wurden, wurden die resultierenden Netto-Fettvolumina (also Infiltrationsvolumen × Fettanteil des Transplantates) der einzelnen Transplantationen addiert und somit als insgesamt bei einer Patientin transplantierten Fettmenge mit dem Gesamtvolumenerhalt des postoperativen MRT-Bildes verglichen. Als Maßeinheit für die maximale Einheilungsrate aus dem transplantierten Fettgewebe wurde der sogenannte „Volumengewinn“ berechnet: $(\text{Brustvolumen postoperativ} - \text{Brustvolumen präoperativ}) / \text{Summe des transplantierten Fettvolumens} \times 100$. Ein Volumenerhalt von 100 % bedeutet somit, dass bei 100 ml Transplantatvolumen eine postoperative Zunahme des Brustvolumens um 100 ml zu verzeichnen war. Um Kenntnis darüber zu gewinnen, ob es sich bei der Volumenzunahme der Brust ebenfalls um regionales periglanduläres Fett handelt, welches auch ohne Transplantation zugenommen hätte, wurde bei drei Patientinnen isoliert das intrapektorale Fettvolumen MR-volumetrisch ausgewertet, da im M. pectoralis natürlicherweise kein Fett vorkommt.

Statistische Analyse

Die statistische Analyse wurde mit SPSS (Version 24) durchgeführt. Für kategoriale Variablen wurden absolute und relative Häufigkeiten berechnet. Aufgrund der geringen Fallzahl ist stets von einer Nicht-Normalverteilung auszugehen. Bei stetigen Variablen be-

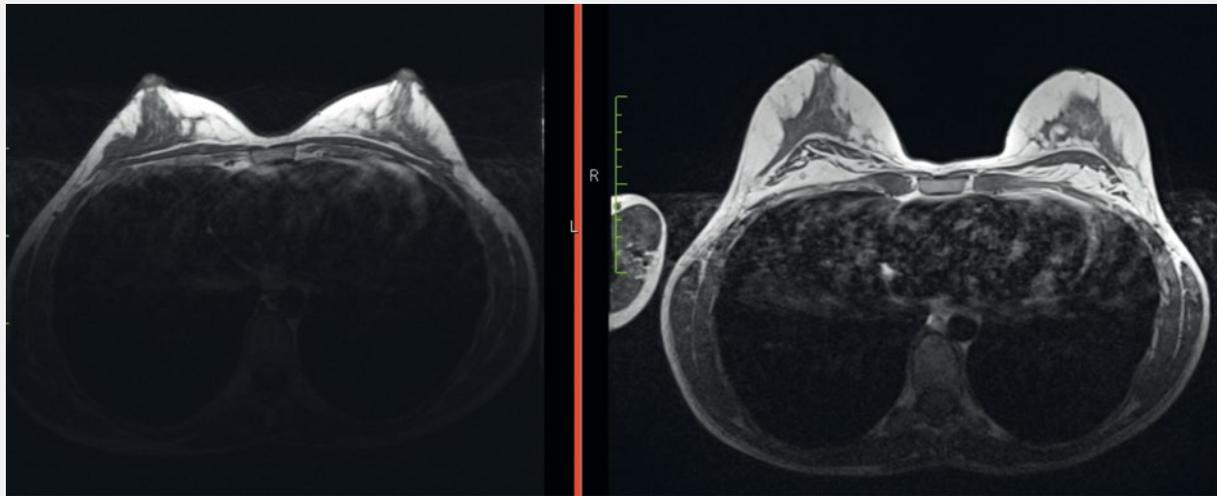
rechneten wir den Median, Minimum, Maximum und Quartile. Der Unterschied zwischen nicht verbunden stetigen Variablen wurden mit einem exakten Mann-Whitney-U-Test auf statistische Signifikanz untersucht. Bei verbundenen, stetigen Variablen wählten wir den exakten Wilcoxon-Test. Ein P-Wert $< 0,05$ wurde als statistisch signifikant gewertet. Die Verteilung kategorialer Variablen untersuchten wir mit dem exakten Test nach Fisher.

Ergebnisse

Zwischen 2007 und 2010 wurde den Patientinnen pro Eingriff ein Gesamttransplantatvolumen zwischen 100 ml und 360 ml Lipospiarat pro Brust transplantiert. $30 \pm 10\%$ des transplantierten Volumens bestand aus Wasser, welches nach dem Eingriff vom Körper absorbiert wurde. Das resultierende Nettovolumen lag im Median bei 181 ml pro Brust pro Eingriff (► **Tab. 1**). Je nach gewünschtem Endergebnis wurden zwischen einem und 4 Eingriffe durchgeführt. Sechs Patientinnen wurde 1-mal, 5 Patientinnen 2-mal, 2 Patientinnen 3-mal und einer Patientin 4-mal Fettgewebe in die Mamma transplantiert.

Wegen Asymmetrie wurde bei 2 Patientinnen jeweils nur die rechte Brust augmentiert, sodass $n = 26$ Brüste resultierten.

Für eine exakte Kalkulation wurden die Patientinnen in zwei Gruppen eingeteilt, basierend auf einer Veränderung des BMI prä- und postoperativ. Gruppe 1 besteht aus 5 Patientinnen mit einer BMI-Zunahme von bis zu 1 kg/m^2 . Gruppe 2 schließt 9 Patientinnen ein, welche eine BMI-Zunahme von mehr als 1 kg/m^2 aufwiesen. Die mediane BMI-Zunahme lag bei $1,6 \text{ kg/m}^2$ (minimal 0 – maximal 3,9). Keine der Patientinnen hatte einen gerin-



► **Abb. 2** Patientin mit 4 Brustaugmentationen und einer Einheilungsrate von 54% rechts und 52% links. Es wurden insgesamt 493 ml pro Seite transplantiert. Die Patientin hatte nach vorübergehender Gewichtszunahme während der Transplantation später bei der Kontrolluntersuchung wieder ihr Ausgangsgewicht erreicht.

► **Tab. 2** Darstellung von Endgewinn (Prozent bezogen auf das ursprünglich transplantierte Volumen), minimaler und maximaler Einheilungsrate, prä- und postoperativem Volumen sowie dem präoperativen BMI von der Gruppe mit einer BMI-Zunahme von weniger als 1 kg/m^2 und der Gruppe mit einer BMI-Zunahme von $> 1 \text{ kg/m}^2$. (* Angaben im Median)

	$< / = 1 \text{ kg/m}^2$ BMI zugenommen	$> 1 \text{ kg/m}^2$ BMI zugenommen
Endgewinn in %*	74	135
Minimaler Endgewinn in %	52	88
Maximaler Endgewinn in %	105	360
Volumen präoperativ in ml *	462	576
Volumen postoperativ in ml*	853	1069
BMI präoperativ in kg/m^2 *	19,2	20

geren BMI als zum Ausgangszeitpunkt. Gruppe 1 zeigte einen medianen Volumenerhalt von 74% (IQA 58% – 92%) während Gruppe 2 einen Volumengewinn von im Median 135% (IQA 105% – 318%) (► **Tab. 2**) zeigte. Die Korrelation zwischen BMI-Zunahme und einer Zunahme des Brustvolumens wurde mit dem zweiseitigen exakten Mann-Whitney-U-Test kalkuliert. Dieser ist mit einem P-Wert von $p < 0,001$ in beiden Gruppen statistisch signifikant.

Die ► **Abb. 1**, ► **Abb. 2** und ► **Abb. 4** zeigen die MRTs von Patientinnen jeweils vor und 5 bis 7 Jahre nach einer Brustaugmentation. Auf den ► **Abb. 5** bis ► **Abb. 6** sind Fotodokumentationen jeweils vor und nach den Eingriffen abgebildet. ► **Abb. 3** zeigt das MRT von einer Patientin präoperativ, 6 Monate sowie 5 Jahre postoperativ. Bei der MR-volumetrischen Auswertung des intrapektoralen Fettgewebes von 3 Patientinnen zeigte sich im präoperativen MRT keine messbare Menge intrapektoralen Fettgewebes, 6 Monate nach Brustaugmentation 11–45 ml und 5–7 Jahre da-

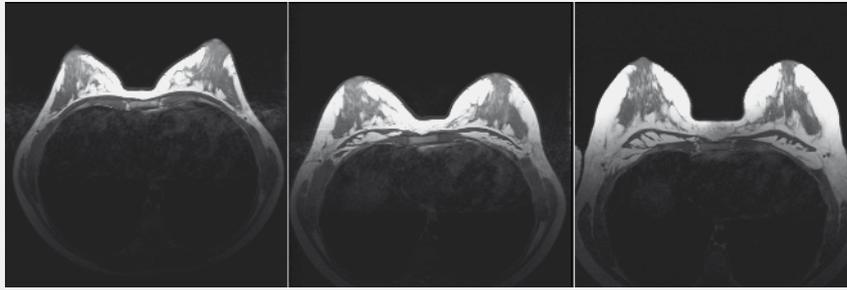
nach 16 – 85 ml intrapektoralen Fettgewebe. Bei allen Patientinnen zeigte sich einer Volumenzunahme des intrapektoralen Fettvolumens. Alle Patientinnen hatten bis zu diesem Zeitpunkt keine Gewichtszunahme, sodass anzunehmen ist, dass das postoperativ intrapektoral errechnete Volumen des in diese Region transplantierten Fettgewebes entspricht. Auf ► **Abb. 7** ist die MR-volumetrische Ausmessung des intrapektoralen Fettgewebes der rechten Brust durch übereinandergesetzte Schnittbilder der Transversalebene eines axialen MRT dargestellt.

Ein eindeutiger Zusammenhang zwischen Spenderarealen des Fettes, Hang zu typischem Speicherfett (Reiterhosen, Bauchfett) und Einheilungsergebnis hat sich im Chi-Quadrat-Test als statistisch nicht signifikant herausgestellt. Eine Tendenz war nicht erkennbar. Ebenso wenig konnte ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen dem Ausgangs-BMI und der anschließenden Volumenzunahme beobachtet werden.

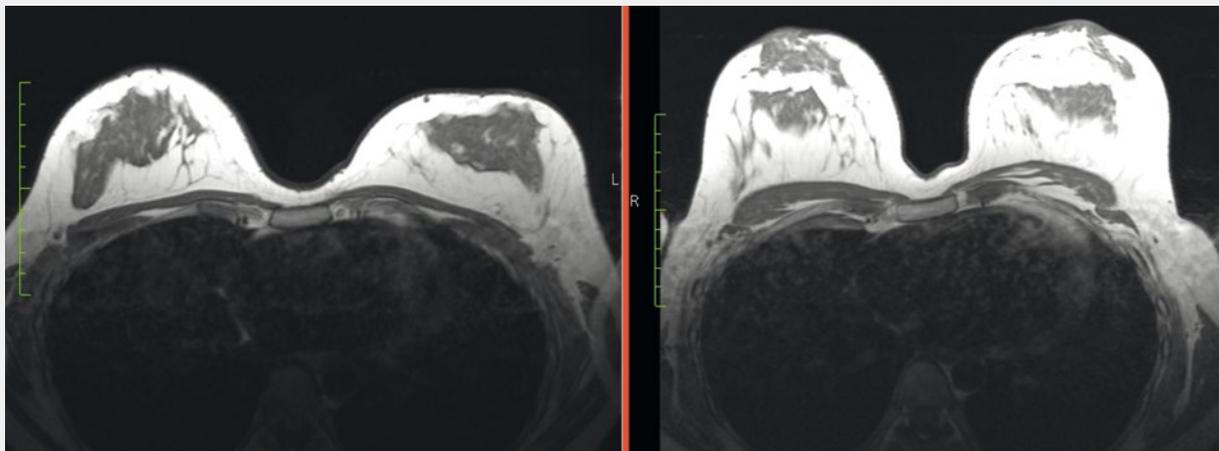
20% der Patientinnen berichteten über Unebenheiten der Haut an der Fettentnahmestelle. Bei keiner der Patientinnen kam es zu einer Wundinfektion oder Wundheilungsstörung. Eine Biopsie oder erneute Operation aufgrund von störenden Fettgewebnekrosen war nicht notwendig. Schmerzhaft Knötchen wurden nicht beklagt.

Diskussion

In dieser Studie wurden die Langzeitergebnisse einer Brustaugmentation mit autologem Fettgewebe mit Wasserstrahl-assistierter Liposuktion (WAL) untersucht. Es konnte gezeigt werden, dass die Brustvergrößerung mit Eigenfett im Langzeitverlauf eine sichere und komplikationsarme Technik darstellt. Im Vergleich zu einer Brustvergrößerung mit Silikonimplantaten ist hierbei zu beachten, dass im Durchschnitt nach 8 Jahren bereits 10,6% der Patientinnen unter einer höhergradigen Kapsel-fibrose leiden [30–32]. In einer von Delay et al. durchgeführten Studie über Lipofilling der Brust



► **Abb. 3** Patientin einer Brustaugmentation. In die rechte Brust wurden 150 ml und in die linke Brust 180 ml transplantiert. Die Patientin hat eine Gewichtszunahme von 8 kg. Zu sehen sind von links die MRT präoperativ, 6 Monate und 5 Jahre postoperativ. Das im M. pectoralis eingespritzte Fett, welches von Natur aus nicht vorhanden war (siehe Bild links), hat von 42 ml 6 Monate postoperativ (5,6% des gesamten Brustvolumens) auf 85 ml 5 Jahre postoperativ (8,5% des gesamten Brustvolumens) an Volumen zugenommen.

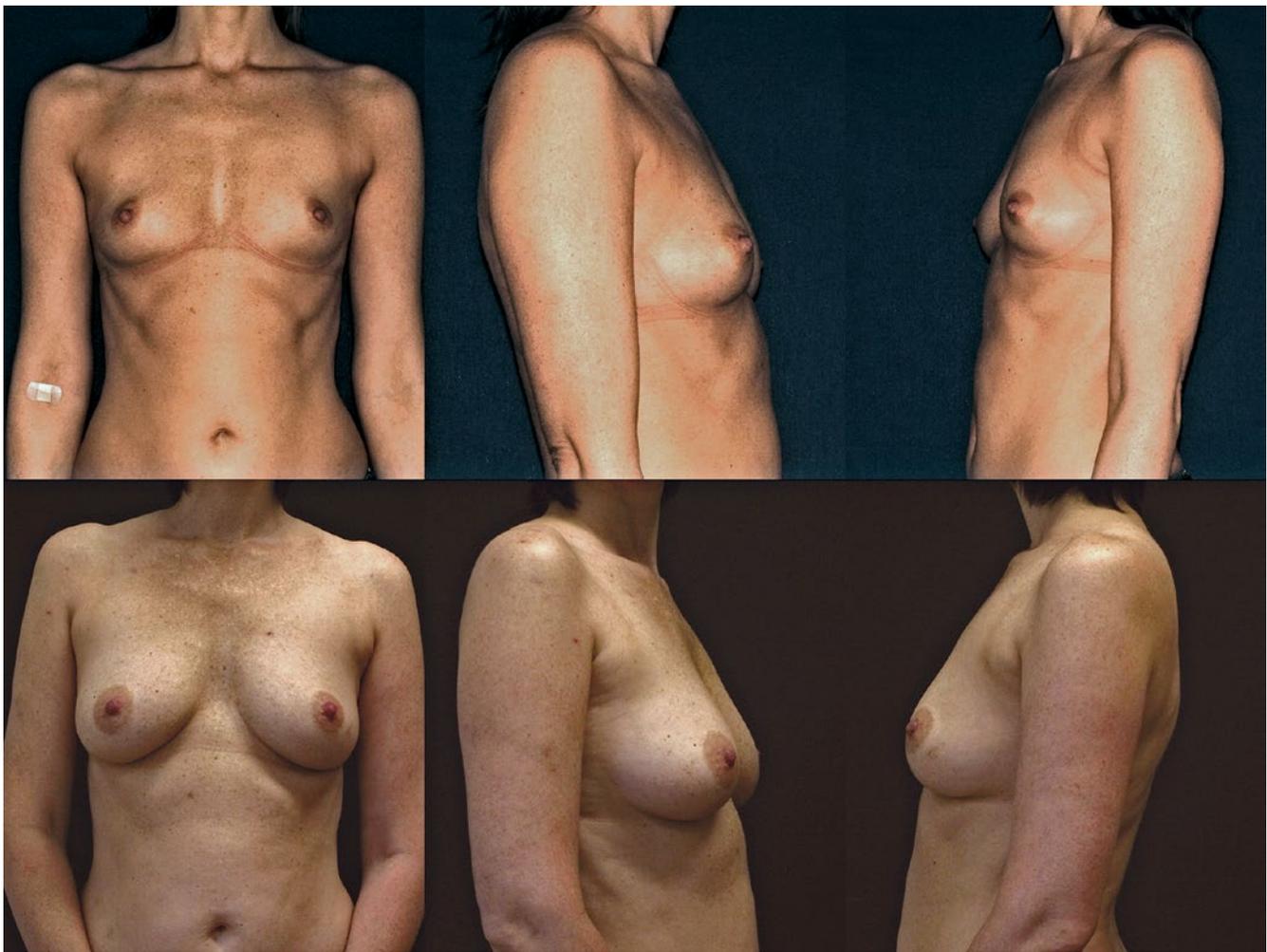


► **Abb. 4** Patientin mit einer Gewichtszunahme von 11 kg und einem Volumengewinn von 360% rechts und 349% links. Der Patientin wurde in einem Eingriff 70 ml rechts und 84 ml links transplantiert. Es besteht eine hohe Korrelation zwischen einer Gewichtszunahme und der Zunahme des Transplantationsvolumens.

wurde Fett von Speicherarealen (Abdomen, innere Oberschenkel) gewonnen und zentrifugiert. Das dadurch entstandene purifizierte Fett wurde in 10-ml-Spritzen umgefüllt und danach direkt in die Brust appliziert. Durch klinische Examinierung und Interferometrie (volumetrische Auswertung durch 3-D-Fotografie) wurde festgestellt, dass bis 3 Monate nach den Eingriffen bis zu 30–40% des transplantierten Fettvolumens resorbiert wurde, was einem Volumenerhalt von 60–70% entspricht. Zu den Indikationen zählten Brustrekonstruktion, ästhetische Brustvergrößerung und Korrektur kongenitaler Defekte oder operativer Prozeduren [9], was einem inhomogenen Patientengut mit schlechteren Grundvoraussetzungen entspricht, als es bei den gesunden Patientinnen dieser Studie der Fall ist. Spear et al. untersuchte in einer Studie das Lipofilling der Mamma an 10 Patientinnen. Durch Niederdruck-Liposuktion wurde vom Abdomen und Oberschenkeln mit einer 3-mm-Kanüle Fett gewonnen. Dieses wurde in 10-ml-Spritzen umgefüllt und für 3 Minuten zentrifugiert. Danach wurde das Fett in mehreren Ebenen in die Brust appliziert (subkutan, subglandulär, intramuskulär). Es wurden bis zu 300 ml pro Brust appliziert. Durch 2D-Ima-

ging und MRT wurde ein Jahr postoperativ das Volumen evaluiert. Es konnte eine 36–39% Einheilungsrate festgestellt werden [22].

Sinna et al. konnte in einer Studie ebenfalls eine Resorptionsrate von 30% des transplantierten Volumens beobachten. Er benutzte die gleiche wie von Delay et al. beschriebene Methode [21]. Die Arbeitsgruppe um Nishimura et al. führte eine experimentelle Studie an Tiermodellen durch, um die vaskuläre Durchblutung im Empfängerareal und Volumenverluste vom Transplantat zu untersuchen. Nach 180 Tagen wurde eine Einheilungsrate von $32\% \pm 10\%$ festgestellt [24]. Ueberreiter et al. wendeten zur Fettgewinnung die Wasserstrahl-assistierte Liposuktion an. Hierbei konnte 6 Monate nach Fettgewebstransplantation eine Einheilungsrate von $76 \pm 11\%$ mittels MRT-Volumetrie ermittelt werden [25]. In einer von Khouri et al. beschriebenen Studie wurde bei 476 Patientinnen eine autologe Fettgewebstransplantation mit Brava-Präexpansion durchgeführt. Es wurden im Mittelwert 346 ml Fettgewebe transplantiert. Nach mindestens 6 Monaten postoperativ war die mittlere Einheilungsrate des transplantierten Gewebes 266 ml (78%). Durch diese Methode können verglichen mit anderen Methoden durch



► **Abb. 5** Patientin nach 2 Eingriffen und einer Gewichtszunahme von 9 kg. Es wurden insgesamt netto 372 ml rechts und 430 ml links transplantiert. Ein prozentualer Volumengewinn des transplantierten Fettgewebes von 201 % in der rechten Brust und 168 % der linken Brust wurde festgestellt. Die im Verhältnis sehr starke Größenzunahme kann nicht mit einem entsprechenden Implantat verglichen werden, da im Unterschied zu Implantaten Fettgewebe eine dynamische Füllsubstanz ist, welche Veränderungen proportional zum Körpergewicht unterworfen ist. Eigenfett wird in alle Dimensionen der Brust infiltriert und ist somit nicht mit einem Implantat gleichen Volumens zu vergleichen.

die Präexpansion des Empfängergewebes in einer Sitzung deutlich größere Fettmengen sicher pro Brust transplantiert werden [33]. Allerdings ist die Präexpansion des Empfängergewebes nicht gerade angenehm für die Patientinnen.

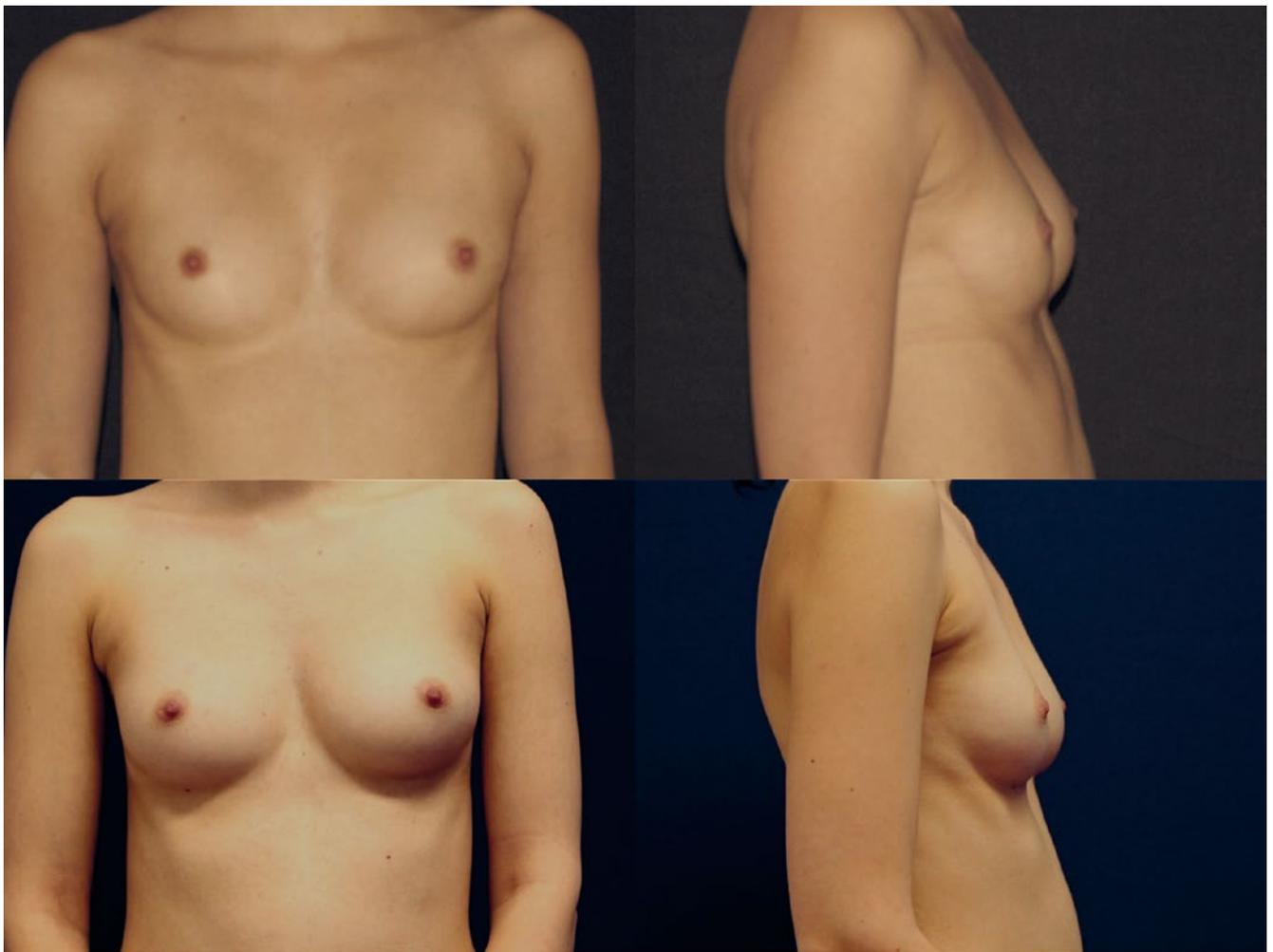
Die Ergebnisse dieser Studien weisen darauf hin, dass es bei den Patientinnen nach Brustaugmentation mit Eigenfett postoperativ nur zu einer mäßigen Abnahme des Transplantationsvolumens gekommen ist.

Bei Patientinnen mit einer größeren Gewichtszunahme konnte ein signifikant höherer Volumengewinn (135 %, IQA 105 % – 318 %) als in der Gruppe von Patientinnen mit konstantem Gewicht oder minimaler Zunahme (0–2 kg) (74 %, IQA 58 % – 92 %) beobachtet werden.

Publizierte Daten zur Korrelation des MR-volumetrischen Brustvolumens mit dem BMI oder Körpergewicht bei Gewichtszunahme gibt es derzeit nicht. In einer Studie konnte gezeigt werden, dass es bei einer BMI-Reduktion um 9 % zu einer Reduktion des gesamten Brustvolumens um 20 % kommt [34]. Wir beobachteten in unserer Studie bei einer BMI-Zunahme im Median von 7 % (IQA 2 % – 15 %)

eine Zunahme des Brustvolumens um 62 % (IQA 48 % – 69 %). Die relative Volumenzunahme der Brust war damit höher als bei der beobachteten Gewichtszunahme zu erwarten gewesen wäre. Dies deutet darauf hin, dass es nach einer autologen Fetttransplantation im Rahmen einer Gewichtszunahme ein überproportional höherer Volumengewinn erzielt werden kann. Ob dies durch die Vermehrung des vor Ort vor der Fetttransplantation vorliegenden Fettgewebes ausschließlich um vitales transplantiertes Fettgewebe zu erklären ist, muss in weiteren prospektiven Studien untersucht werden. Wahrscheinlich ist eine geringfügige Zunahme des regionalen periglandulären Fettgewebes im Rahmen der Volumenzunahme und eine größere Transplantat-bedingte Volumenzunahme.

Den geringsten Volumengewinn von 52 % erzielten wir bei einer Patientin, welche einen Ausgangs-BMI von 19,4 kg/m² hatte und vor jedem Eingriff ihre Kalorienzufuhr erhöhte, um Fettdepots für eine Transplantation zur Verfügung zu haben. Zu dem Zeitpunkt der Kontrolle hatte sie wieder ihr ursprüngliches Ausgangsgewicht erreicht, sodass anzunehmen ist, dass das transplantierte Fettgewebe bei dieser Patientin ein geringeres Volumen vorweist. Eine



► **Abb. 6** Fotodokumentation einer Patientin mit einer Transplantation von 156 ml Fett rechts bzw. 142 ml Fett links (Nettovolumen). Fotoreihe oben: vor dem Eingriff. Fotoreihe unten: 6 Jahre postoperativ. Die Patientin nahm 1 kg an Gewicht zu. Es wurde ein prozentualer Erhalt des Gesamtvolumens von 88 % rechts bzw. 74 % links festgestellt.

geringere Einheilungsrate nach stattgehabtem Gewichtsverlust nach Eingriff konnte bereits in anderen Studien beobachtet werden [9].

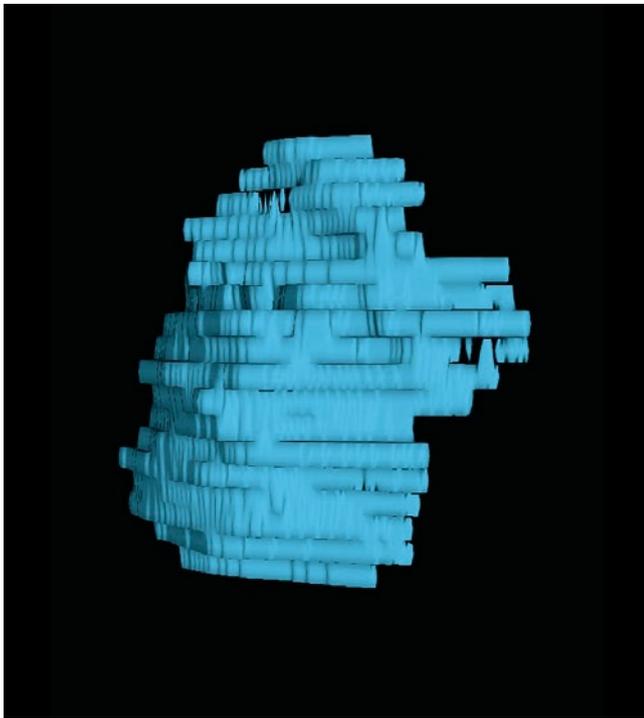
Ein Teil des Volumengewinnes kann mit zyklusbedingten Schwankungen erklärt werden. In einer MR-volumetrischen Studie werden diese Schwankungen von $-5,5\%$ bis $+8,1\%$ Volumenveränderung der Brust beschrieben [35]. Unwahrscheinlich ist jedoch, dass alle Patientinnen gerade präoperativ zyklusbedingt das jeweilige minimale Brustvolumen und postoperativ das jeweilige maximale Volumen aufwiesen. Eher ist davon auszugehen, dass sich hier innerhalb der 14 Patientinnen die Schwankungen zu den Untersuchungszeitpunkten ausgleichen. Eine weitere Erklärung für den zusätzlichen Volumengewinn könnte sein, dass die Adipozyten bei dem Lipotransfer beschädigt und damit im Volumen verkleinert werden, welches sich nach einer Regenerationsphase wieder auf das originale Volumen ausfaltet und somit abhängig vom Lebenszyklus der Adipozyten erst einige Zeit nach dem Eingriff geschieht.

Bei der MR-Volumetrischen Auswertung des intrapectoralen Fettgewebes von 3 Patientinnen war präoperativ kein Fettgewebe nachweisbar, 6 Monate nach dem ersten Eingriff 11–45 ml und

5–7 Jahre danach 16–85 ml intrapectorales Fettgewebe vorhanden. Das weist darauf hin, dass das intrapectorale Fettgewebe, welches bei diesen Patientinnen von Natur aus nicht vorhanden war, nach den Fettgewebstransplantationen an Volumen zugenommen hat und damit einen Hinweis auf die Vitalität transplantierten Fettes liefert (► **Abb. 3** und ► **Abb. 7**). Dies stimmt mit den Daten von Herold et al. überein, wo ebenfalls Fettgewebe in den M. pectoralis injiziert wurde und in einer MR-volumetrischen Auswertung der Volumenerhalt des in den Muskel injizierten Fettgewebes untersucht wurde. Dieser war etwas geringer als im periglandulären Fettgewebe, so dass der Pectoralmuskel zwar nicht als bevorzugte, aber dennoch als zusätzliche geeignete Injektionsebene angesehen wurde [36].

Und dennoch konnten wir nun aktuell sogar im Brustmuskel an diesen 3 Patientinnen stichprobenhaft einen Volumengewinn über die Jahre nachweisen.

Das optische Ergebnis der Fotografien (► **Abb. 5** bis ► **Abb. 6**) kann insofern nicht direkt mit einem durch Implantate zu erzielenden Ergebnis verglichen werden, da die Brust sich nach Transplantation mit Eigenfett noch stärker zur Seite ausdehnt als bei Silikonimplantaten, da Eigenfett breiter infiltriert wird.



► **Abb. 7** MR-volumetrische Ausmessung des intrapektoralen Fettgewebes der rechten Brust. Zu sehen sind die übereinandergesetzten Schnittbilder eines axialen MRT mithilfe der Software OsiriX.

Es wurde beschrieben, dass durch die schonende Fettgewinnung durch WAL eine erhöhte Lebensfähigkeit der Fettzellen erreicht werden könnte [37, 38]. Nach Wasserstrahl-assistierter Liposuktion haben Fettgewebspartikel einen durchschnittlichen Durchmesser von 0,89 mm [29]. In Untersuchungen am Tiermodell der Arbeitsgruppe um Yoshimura wurde beschrieben, dass nur der äußere Rand der Fettgewebspartikel bis zu einer Tiefe von 0,3 mm vollständig überlebt [39]. Darunter kommt es zu einem Absterben der Fettzellen und einer Neubildung von Adipozyten aus den Stammzellen. Möglicherweise wachsen diese regenerierten Fettzellen erst nach einem kompletten Lebenszyklus wieder auf die ursprüngliche Größe an und erzeugen dadurch ein vergrößertes Brustvolumen.

Eine häufig gestellte Frage ist, ob eine erhöhte Einheilungsrate des transplantierten Fettgewebes durch den Zusatz von Stammzellen erreicht werden kann. Die dazu bestehenden Meinungen sind kontrovers. Zwei Studien von Peltoniemi et al., welche bei den untersuchten Eingriffen Wasserstrahl-assistierte Liposuktion jeweils mit und ohne Stammzellzusatz angewendet hat, zeigten bei den Einheilungsraten keinen signifikanten Unterschied (79 % und 83 % Einheilungsrate ohne Stammzellzusatz bzw. 74 % und 83 % Einheilungsrate mit Stammzellzusatz) [28, 40]. In einer weiteren Studie wurde aus der Differenz zwischen dem Umfang oberhalb der Areolen und dem Unterbrustumfang eine geschätzte Einheilungsrate von 60 % mit und 40 % ohne Stammzellzusatz abgeschätzt [41]. In einer Übersichtsarbeit über CAL (Cell-assisted Lipotransfer) zeigte sich, dass die Einheilungsrate im Vergleich zu non-CAL zwar signifikant höher ist, dies jedoch vor allem auf geringe Transplantationsvolumina < 100 ml zutrifft [42].

Die Einheilungsrate und somit der Volumengewinn sind u. a. abhängig von Patienten- sowie Operationsfaktoren. Bei adipösen Patienten konnte eine niedrigere Viabilität der Adipozyten nach Liposuktion beobachtet werden, was mit einer erhöhten Rupturrate der vergrößerten und somit fragileren Adipozyten erklärt wird [43]. Die Zugabe von bestimmten Lokalanästhetika kann ebenfalls die Viabilität der Adipozyten negativ beeinflussen [44].

Auch wenn die volumetrische Kalkulation mit der Software OsiriX einer subjektiven Ungenauigkeit unterliegt, ist doch die MRT-Volumetrie zu diesem Zeitpunkt als eine sehr genaue und reproduzierbare Technik zur volumetrischen Untersuchung anzusehen, um den Volumenerhalt nach einer Brustvergrößerung mit Eigenfett zu beurteilen [26, 45–47]. Anzumerken ist, dass die Aussagekraft der Ergebnisse durch die geringe Patientenzahl begrenzt ist. Dennoch sind die bei dieser Studie erhobenen Werte vielversprechend und können durch größer angelegte Studien weiter vertieft werden. Die in dieser Studie bei einigen Patientinnen aufgefallenen überraschend hohen Einheilungsraten von über 300 % sind durch starke Gewichtszunahmen von bis zu 11 kg zu erklären. Gewichtszunahmen des Körpers manifestieren sich zu einem überwiegenden Anteil als Gewichtszunahmen des subkutanen Fettgewebes und untergeordnet auch des intraperitonealen Fettgewebes (nicht also der Organe, Knochen, Muskulatur usw.) und können somit zu einer starken Volumenzunahme der weiblichen Brust beitragen, die je nach Hormonstatus der Frau zu über der Hälfte aus periglandulärem Fettgewebe bestehen. Eine bei den Patientinnen ohne Gewichtszunahme gemessene mediane Einheilungsrate von 74 % scheint realistisch und zeigt, dass der Volumenerhalt im Vergleich zu Voruntersuchungen mit einer durchschnittlichen Einheilungsrate von 76 % auch Jahre nach der Fettgewebstransplantation konstant bleibt. Die Anwendung von Eigenfett als körpereigenes Füllmaterial ermöglicht der Medizin neue interessante Perspektiven.

Die Sorge vieler Kritiker einer bemängelten Langzeitstabilität lässt sich durch diese Arbeit entkräften. Die Ergebnisse nach einer Brustvergrößerung mit Eigenfett bleiben bei den Patientinnen in der vorliegenden Studie über Jahre hinweg stabil. Bei der geringen Patientenzahl in dieser Studie ist jedoch anzumerken, dass nur von einem Trend gesprochen werden kann. Für endgültige Aussagen wäre eine weiterführende Studie mit größeren Fallzahlen erforderlich.

Zusammenfassung

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen stabile Langzeitergebnisse bei der Einheilungsrate vom transplantierten Fettgewebe. Es konnte keine Korrelation zum Spenderareal, jedoch eine hohe Korrelation zur Gewichtsveränderung gezeigt werden. Die teilweise sehr hohen gemessenen prozentualen Zuwachswerte des Fettgewebes sind auf eine spätere Vermehrung von Fettzellen aufgrund starker Gewichtszunahme zurückzuführen. Die Transplantation autologen Fettgewebes ergibt die Möglichkeit einer sicheren und effizienten Methode zur Brustvergrößerung. Für eine genauere Aussage über definitive Einheilungsraten sowie Komplikationen sind jedoch weiterführende Studien mit größeren Fallzahlen notwendig.

Interessenkonflikt

Die Autorinnen/Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Kurzlebenslauf

14. Juni 1992 geboren in Berlin. 2011–2012 Freiwilliges Soziales Jahr in Tansania. Dort Entschluss zum Medizinstudium. Von 2012 bis 2014 Studium der Humanmedizin in Stettin/Polen. Ab 2014 bis 2019 Studium der Humanmedizin Dresden. Auslandsaufenthalte in Moshi, Tansania und Shevgaon, Indien. 2018–2019 Praktisches Jahr an der Charité, Berlin, am Universitätsklinikum Cartagena, Kolumbien sowie am Universitätsklinikum Basel, Schweiz. Seit 2019 Assistenzärztin der Inneren Medizin im Klinikum Ernst von Bergmann, Potsdam.

Literatur

- [1] Khouri RK, Khouri RK. Current Clinical Applications of Fat Grafting. *Plast Reconstr Surg* 2017; 140: 466e–486e
- [2] Fabiocchi L, Semprini G, Cattin F et al. „Reverse expansion“: A new technique of breast reconstruction with autologous tissue. *J Plast Reconstr Aesthetic Surg* 2017; 70: 1537–1542
- [3] Simonacci F, Bertozzi N, Grieco MP et al. Procedure, applications, and outcomes of autologous fat grafting. *Ann Med Surg* 2017; 20: 49–60
- [4] Tuncel U, Kurt A, Gumus M et al. Preliminary results with non-centrifuged autologous fat graft and percutaneous aponeurotomy for treating Dupuytren's disease. *Hand Surg Rehabil* 2017; 36: 350–354
- [5] Prantl L, Rennekampff HO, Giunta RE et al. Aktuelle Erkenntnisse zur Eigenfett Transplantation anhand der neuen Leitlinie „Autologe Fetttransplantation“. *Handchirurgie Mikrochirurgie Plast Chir* 2016; 48: 330–336
- [6] Griffin MF, Almadori A, Butler PE. Use of Lipotransfer in Scleroderma. *Aesthet Surg J* 2017; 37: S33–S37
- [7] Spiekman M, van Dongen JA, Willemsen JC et al. The power of fat and its adipose-derived stromal cells: emerging concepts for fibrotic scar treatment. *J Tissue Eng Regen Med* 2017; 11: 3220–3235
- [8] Stasch T, Hoehne J, Huynh T et al. Débridement and Autologous Lipotransfer for Chronic Ulceration of the Diabetic Foot and Lower Limb Improves Wound Healing. *Plast Reconstr Surg* 2015; 136: 1357–1366
- [9] Delay E, Garson S, Tousson G et al. Fat Injection to the Breast: Technique, Results, and Indications Based on 880 Procedures Over 10 Years. *Aesthetic Surg J* 2009; 29: 360–376
- [10] Münch DP. [Breast augmentation with autologous fat – experience of 96 procedures with the BEAULI-technique]. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 2013; 45: 80–92
- [11] Bertolini F, Petit J-Y, Kolonin MG. Stem cells from adipose tissue and breast cancer: hype, risks and hope. *Br J Cancer* 2015; 112: 419–423
- [12] Simorre M, Chaput B, Voglimacci Stephanopoli M et al. [Lipofilling in breast reconstruction: is there any population with higher risk of local recurrence? Literature systematic review]. *Gynecol Obs Fert* 2015; 43: 309–318
- [13] Petit JY, Maisonneuve P, Rotmensz N et al. Safety of Lipofilling in Patients with Breast Cancer. *Clin Plast Surg* 2015; 42: 339–344
- [14] Kronowitz SJ, Mandujano CC, Liu J et al. Lipofilling of the Breast Does Not Increase the Risk of Recurrence of Breast Cancer. *Plast Reconstr Surg* 2016; 137: 385–393
- [15] Myckatyn TM, Wagner IJ, Mehrara BJ et al. Cancer Risk after Fat Transfer: A Multicenter Case-Cohort Study. *Plast Reconstr Surg* 2017; 139: 11–18
- [16] Gale KL, Rakha EA, Ball G et al. A Case-Controlled Study of the Oncologic Safety of Fat Grafting. *Plast Reconstr Surg* 2015; 135: 1263–1275
- [17] Sorrentino L, Regolo L, Scoccia E et al. Autologous fat transfer after breast cancer surgery: An exact-matching study on the long-term oncological safety. *Eur J Surg Oncol* 2019; 45: 1827–1834
- [18] Weigand A, Tasbihi K, Strissel PL et al. [Development of an Innovative Cell Isolation Method for the Investigation of Breast Cancer Pathogenesis and Angiogenesis for Experimental In Vitro And In Vivo Assays]. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 2017; 49: 111–122
- [19] Coleman SR. Structural fat grafts: the ideal filler? *Clin Plast Surg* 2001; 28: 111–119
- [20] Bellini E, Grieco MP, Rapisio E. The science behind autologous fat grafting. *Ann Med Surg* 2017; 24: 65–73
- [21] Sinna R, Delay E, Garson S et al. Breast fat grafting (lipomodelling) after extended latissimus dorsi flap breast reconstruction: A preliminary report of 200 consecutive cases. *J Plast Reconstr Aesthetic Surg* 2010; 63: 1769–1777
- [22] Spear SL, Pittman T. A prospective study on lipoaugmentation of the breast. *Aesthetic Surg J* 2014; 34: 400–408
- [23] Khouri R, Del Vecchio D. Breast Reconstruction and Augmentation Using Pre-Expansion and Autologous Fat Transplantation. *Clin Plast Surg* 2009; 36: 269–280
- [24] Nishimura T, Hashimoto H, Nakanishi I et al. Microvascular Angiogenesis and Apoptosis in the Survival of Free Fat Grafts. *Laryngoscope* 2000; 110: 1333–1338
- [25] Ueberreiter K, Von Finckenstein JG, Cromme F et al. BEAULI – Eine neue Methode zur einfachen und zuverlässigen Fettzell-Transplantation. *Handchirurgie Mikrochirurgie Plast Chir* 2010; 42: 379–385
- [26] Herold C, Ueberreiter K, Cromme F et al. [The use of mamma MRI volumetry to evaluate the rate of fat survival after autologous lipotransfer]. *MRT-Volumetrie der Mamma zur Kontrolle der Fettresorptionsrate nach autologem Lipotransfer* 2010; 42: 129–134
- [27] Peltoniemi HH, Salmi A, Miettinen S et al. Stem cell enrichment does not warrant a higher graft survival in lipofilling of the breast: A prospective comparative study. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2013; 66: 1494–1503
- [28] Peltoniemi HH, Salmi A, Saariemi K et al. Enrichment with Adipose-Derived Stem Cells Does Not Enhance Water-Jet Fat Graft Survival in the Breast – A Prospective Comparative Study. *Surg Sci* 2016; 07: 485–495
- [29] Mohrmann C, Herold C, Pflaum M et al. [Viability and Particle Size of Fat Grafts Obtained with WAL and PAL Techniques]. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 2015; 47: 246–252
- [30] Stutman RL, Codner M, Mahoney A et al. Comparison of Breast Augmentation Incisions and Common Complications. *Aesthetic Plast Surg* 2012; 36: 1096–1104
- [31] Spear SL, Murphy DK. Allergan Silicone Breast Implant U.S. Core Clinical Study Group. Natrelle Round Silicone Breast Implants. *Plast Reconstr Surg* 2014; 133: 1354–1361
- [32] Headon H, Kasem A, Mokbel K. Capsular Contracture after Breast Augmentation: An Update for Clinical Practice. *Arch Plast Surg* 2015; 42: 532
- [33] Khouri RK, Khouri RK, Rigotti G et al. Aesthetic Applications of Brava-Assisted Megavolume Fat Grafting to the Breasts. *Plast Reconstr Surg* 2014; 133: 796–807
- [34] Schautz B, Later W, Heller M et al. Associations between breast adipose tissue, body fat distribution and cardiometabolic risk in women: cross-sectional data and weight-loss intervention. *Eur J Clin Nutr* 2011; 65: 784–790

- [35] Hussain Z, Roberts N, Whitehouse GH et al. Estimation of breast volume and its variation during the menstrual cycle using MRI and stereology. *Br J Radiol* 1999; 72: 236–245
- [36] Herold C, Ueberreiter K, Cromme F et al. [Is there a need for intrapectoral injection in autologous fat transplantation to the breast? – An MRI volumetric study]. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 2011; 43: 119–124
- [37] Yin S, Luan J, Fu S et al. Does Water-Jet Force Make a Difference in Fat Grafting? In Vitro and In Vivo Evidence of Improved Lipoaspirate Viability and Fat Graft Survival. *Plast Reconstr Surg* 2015; 135: 127–138
- [38] Meyer J, Salamon A, Herzmann N et al. Isolation and Differentiation Potential of Human Mesenchymal Stem Cells From Adipose Tissue Harvested by Water Jet-Assisted Liposuction. *Aesthet Surg J* 2015; 35: 1030–1039
- [39] Mashiko T, Yoshimura K. How Does Fat Survive and Remodel After Grafting? *Clin Plast Surg* 2015; 42: 181–190
- [40] Peltoniemi HH, Salmi A, Miettinen S et al. Stem cell enrichment does not warrant a higher graft survival in lipofilling of the breast: A prospective comparative study. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2013; 66: 1494–1503
- [41] Yoshimura K, Sato K, Aoi N et al. Cell-Assisted Lipotransfer for Cosmetic Breast Augmentation: Supportive Use of Adipose-Derived Stem/Stromal Cells. *Aesthetic Plast Surg* 2008; 32: 48–55
- [42] Laloze J, Varin A, Gilhodes J et al. Cell-assisted lipotransfer: Friend or foe in fat grafting? Systematic review and meta-analysis. *J Tissue Eng Regen Med* 2018; 12: e1237–e1250
- [43] Cucchiani R, Corrales L. The Effects of Fat Harvesting and Preparation, Air Exposure, Obesity, and Stem Cell Enrichment on Adipocyte Viability Prior to Graft Transplantation. *Aesthet Surg J* 2016; 36: 1164–1173
- [44] Keck M, Zeyda M, Gollinger K et al. Local Anesthetics Have a Major Impact on Viability of Preadipocytes and Their Differentiation into Adipocytes. *Plast Reconstr Surg* 2010; 126: 1500–1505
- [45] Fiaschetti V, Pistolese CA, Fornari M et al. Magnetic resonance imaging and ultrasound evaluation after breast autologous fat grafting combined with platelet-rich plasma. *Plast Reconstr Surg* 2013; 132: 498–509
- [46] Herold C, Ueberreiter K, Busche MN et al. Autologous fat transplantation: Volumetric tools for estimation of volume survival. a systematic review. *Aesthetic Plast Surg* 2013; 37: 380–387
- [47] Glovinski PV, Herly M, Müller FC et al. Avoiding a Systematic Error in Assessing Fat Graft Survival in the Breast with Repeated Magnetic Resonance Imaging. *Plast Reconstr Surg – Glob Open* 2016; 4: e1023.