Übersetzung der Studie:

Argonplasma-unterstützte Liposuktion zur Armkonturierung:

Sicherheit, Wirksamkeit und Ergebnisse der Hautstraffung

von Jesús Benito-Ruiz, MD, PhD

Aesthetic Surgery Journal Open Forum 2025, ojaf058 Editorial Decision date: May 13, 2025; online publish-ahead-of-print June 16, 2025. © The Author(s) 2025. Published by Oxford University Press on behalf of The Aesthetic Society. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (https://creativecommons.org/licenses/ by/4.0/), which permits unrestricted reuse, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
https://doi.org/10.1093/asjof/ojaf058 www.asjopenforum.com
Jesús Benito-Ruiz, MD, PhD

Zusammenfassung

Hintergrund: Die Brachioplastik ist nach wie vor der Goldstandard zur Behandlung von überschüssiger Haut an den Armen. Aufgrund sichtbarer Narben und möglicher Komplikationen wurden jedoch neue Technologien erforscht, um die Hautstraffung in Kombination mit einer Fettabsaugung zu verbessern.
Ziele: Die Autoren dieser Studie bewerten die Sicherheit und Wirksamkeit der Argon Plasma unterstützten Liposuktion (APAL) zur Konturierung der Oberarme, indem sie die Veränderungen hinsichtlich Ptosis Reduktion, Armumfang und Hautelastizität quantifizieren.
Methoden: Fünfzehn Patienten (30 Arme) wurden in die Studie aufgenommen. Alle Patienten unterzogen sich einer kraftunterstützten Fettabsaugung in Kombination mit Argon Plasma bei 50 W für 3 Minuten pro Arm. Die Nachuntersuchungen wurden 10, 30 und 180 Tage nach dem Eingriff durchgeführt. Die Hauttemperatur wurde vor der Behandlung sowie 1 und 5 Minuten nach der Argon Plasma -Anwendung gemessen. Die am maximalen Konvexitätspunkt des abduzierten Arms bewerteten Variablen umfassten die Dicke (gemessen mit Ultraschall), die Ptosis, den Durchmesser (gemessen mit einer 3-dimensionalen Kamera) und die Elastizität (gemessen mit einem Cutometer). Die Patientenzufriedenheit wurde mit dem ARM-Q-Test bewertet.
Ergebnisse: Im Vergleich zu den präoperativen Werten kam es bei allen Parametern (Ptosis, Durchmesser, Dicke und Hautelastizität) zu einer signifikanten Verringerung bei jeder Nachuntersuchung. Die Ergebnisse stabilisierten sich ab dem 30. Tag. Am Ende der Studie betrug die durchschnittliche Verringerung 29 % für die Ptosis, 15 % für den Durchmesser und 42,7 % für die Dicke. Die Patientenzufriedenheit (ARM-Q) war mit einem durchschnittlichen Anstieg von 1,6 auf 3 (85 %) bemerkenswert hoch. Es wurden keine größeren Komplikationen beobachtet, und die Erwärmung der Haut blieb innerhalb eines sicheren Grenzwertes.
Schlussfolgerungen: APAL kann eine sichere und wirksame Technik zur Konturierung des Oberarms sein, insbesondere bei Patienten mit leichter bis mäßiger Hauterschlaffung.

Evidenzgrad: 4 (Therapeutisch)

Die Konturierung der Oberarme stellt in der ästhetischen Chirurgie seit jeher eine Herausforderung dar, da die Hauterschlaffung überschüssiges Fett ansammelt und mit zunehmendem Alter die natürliche Elastizität nachlässt. Hängende Arme sind ein häufiges Problem bei Frauen mittleren Alters. Obwohl die Brachioplastik (Armstraffung) nach wie vor der Goldstandard für die Korrektur starker Hautüberschüsse ist, hat sie erhebliche Nachteile, darunter sichtbare Narben, eine hohe Revisionsrate, eine lange Genesungszeit und

mögliche Komplikationen wie Serome, Wundinfektionen und schlechte Wundheilung.[1-3] Diese Nachteile sind schwer zu akzeptieren, was erklärt, warum die letzte Umfrage der International Society of Aesthetic Plastic Surgery ergab, dass dieser Eingriff nur 1,5 % der Gesamtzahl der chirurgischen Eingriffe ausmachte.[4] Infolgedessen wächst das Interesse an minimalinvasiven Alternativen, mit denen eine zufriedenstellende Konturierung ohne umfangreiche Schnitte erreicht werden kann.
Die Fettabsaugung ist seit langem die wichtigste minimalinvasive Methode zur Behandlung von überschüssigem Fettgewebe in den Oberarmen. Allerdings hat die herkömmliche Fettabsaugung nur begrenzte Möglichkeiten, eine Hautstraffung zu bewirken, insbesondere in Fällen, in denen die Hautelastizität beeinträchtigt ist. Diese Einschränkung hat zur Integration energiebasierter Geräte geführt, die die Hautstraffung nach der Fettabsaugung verbessern und damit das ästhetische Gesamtergebnis optimieren.[5]
In den letzten zehn Jahren wurden mehrere energiebasierte Technologien eingeführt, die die Fettabsaugung durch Stimulierung der Hautkontraktion und Kollagenumbau ergänzen, darunter die folgenden: Radiofrequenz-assistierte Fettabsaugung (RFAL) – Technologien wie BodyTite (Invasix Corp., Yokneam, Israel) liefern kontrollierte Wärmeenergie an das Unterhautgewebe, wodurch die Fettkoagulation und Hautkontraktion gefördert werden; laserunterstützte Liposuktion – Geräte, die Laserenergie nutzen, um Kollagenfasern zu erwärmen und so die Kollagen-Neogenese anzuregen; Ultraschall-assistierte Liposuktion – Systeme wie VASER (Solta Medical, Bothell, WA) nutzen Ultraschallwellen, um Fett zu emulgieren und gleichzeitig die Integrität des fibrösen Gewebes zu erhalten, was zu einer besseren Retraktion führt; Heliumplasma – in jüngerer Zeit haben plasma-betriebene Energiegeräte aufgrund ihrer Fähigkeit, präzise Wärmeenergie an die Bindegewebsmatrix abzugeben und eine sofortige und anhaltende Hautkontraktion zu induzieren, Aufmerksamkeit erregt. [6-9]
Die Argonplasma-Technologie nutzt Argongas anstelle von Helium und ermöglicht eine kontrollierte Koagulation mit minimaler Gewebepenetration, die in der Regel auf eine Tiefe von 2 bis 3 mm begrenzt ist, wodurch das Risiko einer Perforation verringert und eine gleichmäßige Behandlung oberflächlicher Läsionen gefördert wird. Argonplasma wurde Ende der 1970er Jahre in der offenen Chirurgie eingeführt und 1991 für endoskopische Anwendungen angepasst, wodurch seine Verwendbarkeit in minimalinvasiven Verfahren erheblich verbessert wurde. In der Chirurgie wird es zur Blutstillung, Gewebedevitalisierung und Tumorentfernung eingesetzt und bietet eine berührungslose Möglichkeit, blutende Oberflächen zu koagulieren und abnormales Gewebe effektiv zu entfernen. In der Gastroenterologie wird es häufig zur Behandlung von gastrointestinalen Blutungen aus Läsionen wie Angiodysplasien, gastrischer Antralvaskulärektasie und Strahlenproktitis eingesetzt. Die berührungslose Natur von Argonplasma ermöglicht eine sichere Koagulation von Läsionen in Bereichen mit dünnen Wänden, wie z. B. dem Blinddarm, wodurch das Risiko einer Perforation minimiert wird.

Dies ist eine Studie über Argo Plasma (EMED, Opacz-Kolonia, Polen) zur Verbesserung der Weichteilkontraktion und Hautstraffung nach einer Fettabsaugung zur Körperkonturierung.
Die Autoren dieser Studie wollten die Sicherheit und Wirksamkeit der Argonplasma-assistierten Liposuktion (APAL) zur Konturierung der Oberarme bewerten, wobei sie sich auf Folgendes konzentrierten:

- Quantifizierung der Veränderungen hinsichtlich Ptosisreduktion, Armumfang und Hautelastizität
- Analyse des Sicherheitsprofils und möglicher Komplikationen

Dr. Benito-Ruiz ist plastischer Chirurg in eigener Praxis in Barcelona, Spanien.
Korrespondierender Autor: Dr. Jesús Benito-Ruiz, c/Rda General Mitre 84, 08021 Barcelona, Spanien.
E-Mail: drbenito@antiaginggroupbarcelona.com; Instagram: drjesusbenitoruiz

Methoden

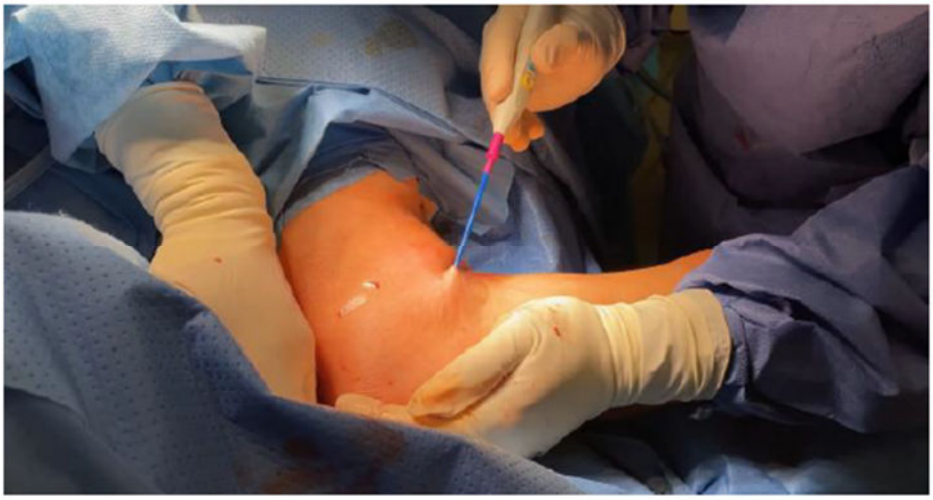
Diese prospektive Studie hatte zum Ziel, die Sicherheit und Wirksamkeit unseres Standardprotokolls zu bewerten, bei dem Fettabsaugung mit Argonplasma (EMED) kombiniert wird. Es wurden 15 Patienten (30 Arme) mit Oberarmerschlaffung in die Studie aufgenommen. Ausschlusskriterien waren ein BMI > 30 oder eine Vorgeschichte früherer chirurgischer Behandlungen, einschließlich Fettabsaugung an den Armen. Alle Teilnehmer gaben ihre Einverständniserklärung ab, und die Studie wurde gemäß den Grundsätzen der Deklaration von Helsinki durchgeführt. Eine IRB-Genehmigung war für diese Studie nicht erforderlich.

Zur Bewertung der Auswirkungen der Volumenreduktion und der Hautstraffung wurden Messungen in Millimetern an der Stelle der maximalen Konvexität bei einem Armwinkel von 90° vorgenommen. Zusätzlich zu den demografischen Parametern (Alter und BMI) und den chirurgischen Informationen (entferntes Volumen und Hauttemperatur) haben wir Folgendes bewertet:

- Dicke des Unterhautgewebes (Th: Dicke) mit Ultraschall (Alpinion XCube I9, Seoul, Korea)
- Durchmesser des Arms (D: Durchmesser), gemessen anhand von 3D-Kamerabildern (Artec, Luxemburg)
- Ptosis, gemessen anhand von 3D-Kamerabildern als Abstand zwischen dem unteren Teil des Arms in Abduktion und einer Linie, die von der12Elastizitätsmessungen (R0, R2, R5 und R7) mit einem Cutometer MPA 580 (Courage + Khazaka electronic GmbH, Köln, Deutschland) mit einer Sonde von 6 mm Durchmesser. R0 misst die Dehnbarkeit und Festigkeit der Haut, wobei niedrigere Werte eine höhere Festigkeit anzeigen. R2 ist das Verhältnis der Elastizität zwischen der unmittelbaren elastischen Rückstellung und der maximalen Verformung. R5 bezieht sich auf die Nettoelastizität, also das Verhältnis zwischen elastischer Rückstellung und maximaler Verformung. R7 schließlich ist die biologische oder elastische Rückstellung in Bezug auf die Nettoverformung.
- Die Patientenzufriedenheit wurde mit dem ARM-Q-Fragebogen (Memorial Sloan Kettering Cancer Center, NY) gemessen.

Die Bewertungen wurden wie folgt durchgeführt:

- Vor der Operation, nach 10, 30 und 180 Tagen: konventionelle und 3D-Kameraaufnahmen, Ultraschallmessungen der subkutanen Gewebedicke und Elastizitätsmessungen.
- Vor der Operation und nach 180 Tagen: subjektive Bewertung durch den Patienten anhand des ARM-Q-Fragebogens.
- Operation: Messung des Gesamtvolumens des abgesaugten Fetts und des extrahierten Fetts. Die Hauttemperatur wurde mit einem Infrarot-Thermometer vor Beginn der Argon-Plasma-Behandlung, am Ende der Behandlung und 5 Minuten nach der Behandlung gemessen.



Chirurgischer Eingriff

Alle Eingriffe wurden unter Vollnarkose durchgeführt. Die Infiltration erfolgte unter Verwendung einer Kochsalzlösung mit 1/1.000.000 Adrenalin im Verhältnis 1:1. Die Fettabsaugung am Arm wurde mittels PAL (MicroAire, Charlottesville, VA) an drei Vierteln des Armumfangs durchgeführt, mit Ausnahme der Innenseite. Der Zugang erfolgte über einen Schnitt oberhalb des Olekranons und an der Vorderseite der Achselhöhle. Nach Abschluss der Fettabsaugung wurde der abgesaugte Bereich 3 Minuten lang mit 50 W Argon Plasma behandelt. Die Kanüle wird langsam zurückgezogen, damit der ionisierte Strom die fibrösen Septen effektiv erreichen kann. Sie wird in einem fächerartigen Muster bewegt, wobei darauf geachtet wird, dass das Gewebe in unmittelbarer Nähe des Zugangsortes nicht überhitzt wird. Obwohl es keine festgelegte Anzahl von Durchgängen gibt, strebt der Chirurg mehrere Durchgänge an, um eine umfassende Abdeckung des Behandlungsbereichs sicherzustellen (Video).
Während des ersten Monats nach der Operation trugen die Patienten 24 Stunden am Tag Kompressionsärmel und unterzogen sich wöchentlichen Lymphdrainage-Sitzungen. Während der 6 Monate der Studie durften sie nichtkeine zusätzlichen Behandlungen (wie Radiofrequenz) erhielten, aber normale körperliche Aktivitäten ausüben durften.

Table 1. Demographic Data of the Series

	n	Minimum	Maximum	Mean	SD	95% CI	Median	95% CI	25-75 P	Normal distr.
Age	15	38	66	52.33	8.69	49.08-55.58	56	48.52-58.00	45.00-58.00	0.0032
Volume (cc)	30	125	550	348.33	111.31	306.76-389.89	350	300-375	300-425	0.3853
BF-Edge (mm)	30	38.400	80.000	61.81	9.53	58.25-65.37	62.90	58.30-65.25	57.00-68.05	0.3241
Diameter (mm)	30	286.200	390.000	337.79	26.80	327.78-347.80	333.70	320.27-347.70	320.00-356.40	0.3119
Thickness (mm)	30	12.900	37.200	22.25	7.49	19.45-25.05	19.75	18.00-24.05	17.40-25.40	0.0017
R0	30	0.190	1.076	0.58	0.23	0.49-0.66	0.52	0.44-0.67	0.42-0.70	0.2924
R2	30	65.700	96.300	84.15	9.60	80.57-87.74	87.40	78.14-90.65	76.50-93.20	0.0180
R5	30	51.800	184.200	117.54	33.32	105.10-129.99	126.70	98.76-134.40	90.70-139.70	0.5965
R7	30	42.100	90.800	73.82	12.88	69.00-78.62	76.35	72.37-81.59	68.10-82.90	0.0304

Statistische Analyse

Die statistischen Analysen wurden mit der MedCalc Statistical Software Version 23.1.5 (MedCalc Software Ltd, Ostende, Belgien) durchgeführt. Zur Zusammenfassung der demografischen Daten und morphometrischen Merkmale der Arme wurden deskriptive Statistiken verwendet, darunter Mittelwert ± SD, Median (Interquartilsbereich), Mittelwert ± Standardfehler des Mittelwerts und Häufigkeit (Prozent). Zur Beurteilung der Normalität der Variablenverteilungen wurde der Shapiro-Wilk-Test angewendet. Da die BF-Kante des Arms, der Armdurchmesser, die Ultraschall-Dickenmessungen und die Cutometer-Parameter (Courage + Khazaka electronic GmbH) (R0, R2, R5 und R7) einer Normalverteilung folgten, wurde eine Varianzanalyse mit wiederholten Messungen verwendet, um die Veränderungen dieser Parameter im Laufe der Zeit zu bewerten. Post-hoc-Paarvergleiche wurden nach der Scheffé-Methode durchgeführt, wobei die Greenhouse-Geisser-Korrektur angewendet wurde, um Abweichungen von der Sphärizität zu berücksichtigen.
Eine Regressionsanalyse wurde durchgeführt, um die Beziehungen zwischen dem während der Liposuktion entfernten Fettvolumen, der präoperativen Ultraschall-Dicke und dem präoperativen BF-Edge des Arms mit den Veränderungen des Armdurchmessers, der Ultraschall-Dicke und des BF-Edge vom präoperativen Zeitraum bis 6 Monate postoperativ zu bewerten. Zusätzlich wurden die Zusammenhänge zwischen den präoperativen Cutometer-Parametern (Courage + Khazaka electronic GmbH) (R0, R2, R5 und R7) und den Veränderungen des BF-Edge im gleichen Zeitraum bewertet.
Darüber hinaus wurde eine multiple Regressionsanalyse mittels Backward-Eliminationsverfahren durchgeführt, um den Einfluss präoperativer Variablen auf Veränderungen des Armumfangs, des BF-Edge-Werts und der Ultraschall-Dicke vom präoperativen Zeitraum bis zum 6. Monat nach der Operation zu bewerten. Die Prädiktorvariablen umfassten Alter, Armdurchmesser, Ultraschallabstand, BF-Edge, Abstand, während der Fettabsaugung entferntes Fettvolumen, Temperatur und Cutometer-Parameter (Courage + Khazaka electronic GmbH) (R0, R2, R5 und R7).
Der $\chi 2$-Test wurde verwendet, um Veränderungen in den Antworten des ARM-Q-Fragebogens zwischen der präoperativen Phase und dem 6. Monat nach der Operation zu bewerten.
Ein P-Wert von $< 0,05$ wurde als signifikant angesehen.

Ergebnisse

Tabelle 1 fasst die demografischen und chirurgischen Daten aller Patienten zusammen. Alle Patienten waren Frauen mit einem Durchschnittsalter von 52 Jahren (38–66 Jahre). Der durchschnittliche BMI betrug 24,5 (19,3–29,7). Achtundzwanzig Arme wurden als El-Khatib 2B und zwei als 2A klassifiziert (**ergänzende Tabelle**).
Das durchschnittliche aspirierte Volumen betrug 348,30 cm^3 (125–550 cm^3). Der mittlere präoperative BF-Edge-Abstand betrug 55,43 mm (38,4–80 mm) und der mittlere Durchmesser 337,79 mm (286,2–390 mm). Die mittlere präoperative Ultraschallstärke betrug 22,25 mm (12,9–37,2 mm).
Der mittlere präoperative R0-Wert betrug 0,57 (0,19–1,07), der R2-Wert 84,15 (65,7–96,3), der R5-Wert 117,54 (51,8–184,2) und der R7-Wert 73,82 (42,1–90,8).

Temperatur

Abbildung 1 zeigt die Hauttemperatur. Es gab einen statistisch signifikanten Unterschied zwischen den präoperativen Werten (Mittelwert 27,76 °C, 25–30 °C) und den Messungen am Ende (Mittelwert 30,33 °C, 28–33 °C) sowie 5 Minuten nach dem Eingriff (Mittelwert 29,15 °C, 25,30–32,60 °C; P < 0,0001) sowie zwischen den Messungen am Ende und 5 Minuten nach dem Eingriff (P = 0,0001). Das bedeutet, dass selbst wenn die Temperatur nahe am präoperativen Wert liegt, die Wärme nach diesem Zeitraum von 5 Minuten weiterhin abgeführt wird und weiter sinkt.

Ptosis: BF-Randabstand

Die mittleren präoperativen Abstände betrugen 55,43 mm (41,5–73,5 mm) und 42,32 mm (32,34–49,7 mm) nach 10 Tagen, 39,9 mm (28,69–49,04 mm) nach 30 Tagen und 38,36 mm (19–53 mm) nach 180 Tagen.
Im Vergleich zu den präoperativen Werten war an allen Messpunkten eine signifikante Verringerung des Abstands vom Rand des Bizeps-Kanals zum freien Armrand zu verzeichnen (P < 0,0001). Es gab einen geringfügigen statistisch signifikanten Unterschied (P = 0,012) zwischen 180 und 10 Tagen und keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen 10 und 30 Tagen (P = 0,97) oder 180 und 30 Tagen (P = 0,137; **Abbildung 2**).

Durchmesser

Der mittlere präoperative Durchmesser betrug 337,79 mm (286,2–390 mm). Nach 10 Tagen betrug er 304,36 mm (261,25–341,93 mm), nach 30 Tagen295,07 mm (235–326,2 mm) und nach 180 Tagen 290 mm (220–346,11 mm).
Im Vergleich zu den präoperativen Werten war eine signifikante Verringerung des Armdurchmessers an allen Messpunkten zu verzeichnen (P < 0,0001). Es gab einen leichten statistisch signifikanten Unterschied zwischen 10 und 30 Tagen (P = 0,014) und 10 und 180 Tagen (P = 0,023), aber keinen Unterschied zwischen 30 und 180 Tagen (P = 0,687; **Abbildung 3**).

Dicke

Der präoperative Mittelwert betrug 22,25 mm (12,9–37,2 mm). Nach 10 Tagen betrug die mittlere Dicke 15,12 mm (8,7–22,7 mm), nach 30 Tagen 14,29 mm (9–23,7 mm) und nach 180 Tagen 12,84 mm (0,04–0,20 mm). Im Vergleich zu den präoperativen Werten zeigte sich eine signifikante Verringerung der Gewebedicke, gemessen mit Ultraschall, an allen Messpunkten (P < 0,0001). Der Unterschied zwischen 10 und 180 Tagen betrug leicht signifikant (P = 0,047), aber kein Unterschied zwischen 10 und 30 Tagen und 30 und 180 Tagen (P = 1 bzw. P = 0,24; **Abbildung 4**).

Abbildung 1

Hauttemperatur bei der Argon Plasma -Behandlung unmittelbar vor der Behandlung, am Ende des Eingriffs und 5 Minuten nach Abschluss.

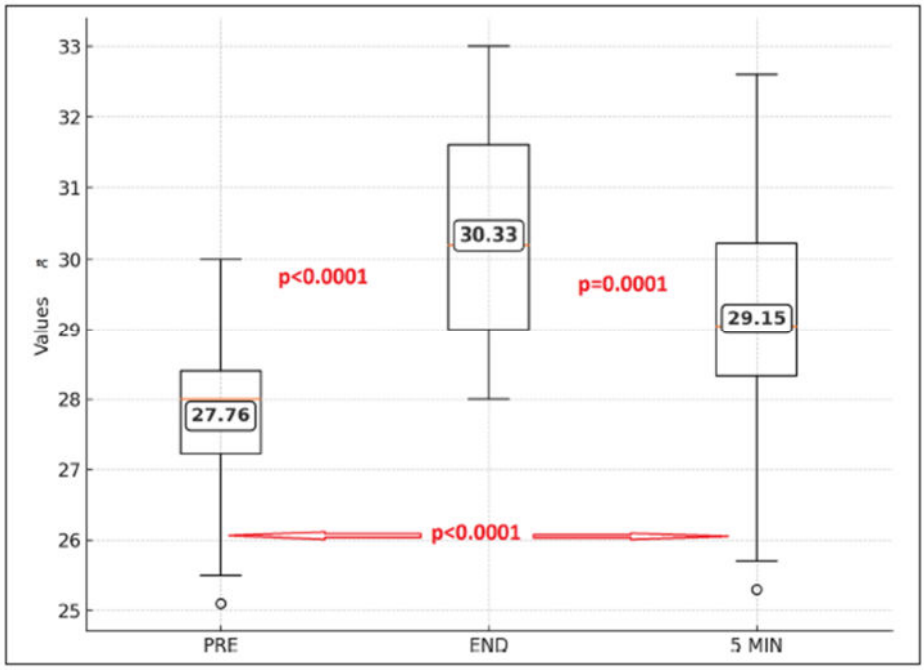


Abbildung 2

BF-Edge-Abstand am Punkt maximaler Konvexität bei einer Armabduktion von 90°, der die Ptosis und die Verbesserung im Laufe der Zeit widerspiegelt.

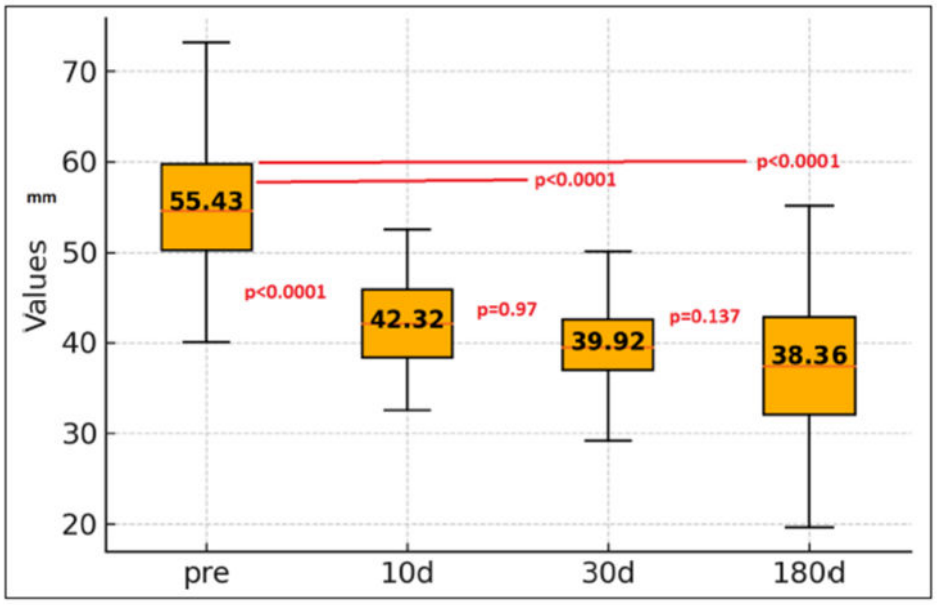


Abbildung 3
Durchmesser des Arms an der Stelle der maximalen Konvexität bei einer Abduktion des Arms um 90°.

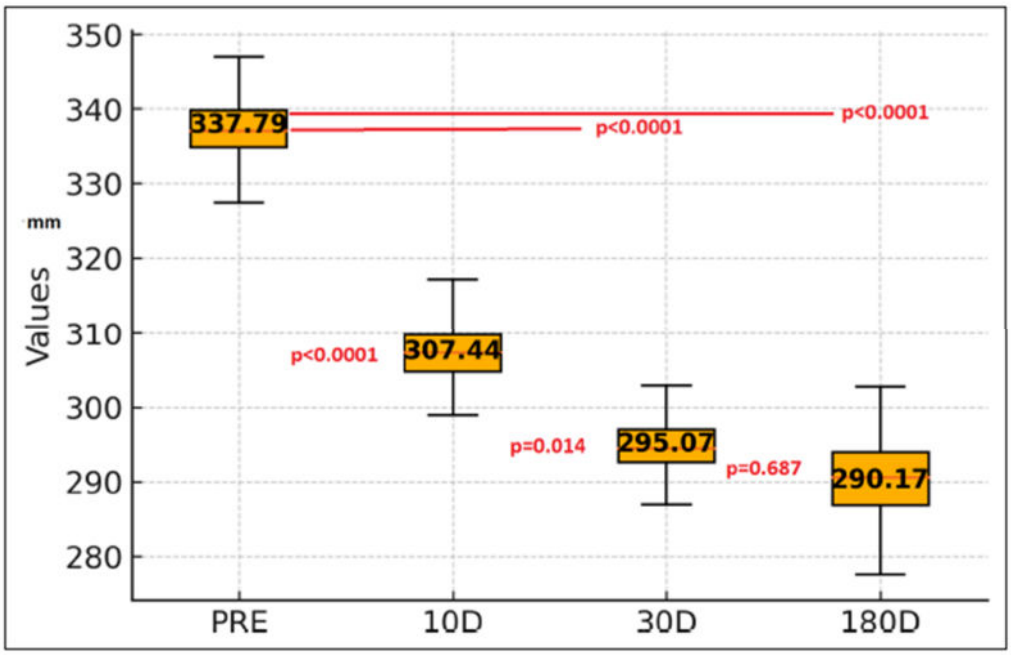
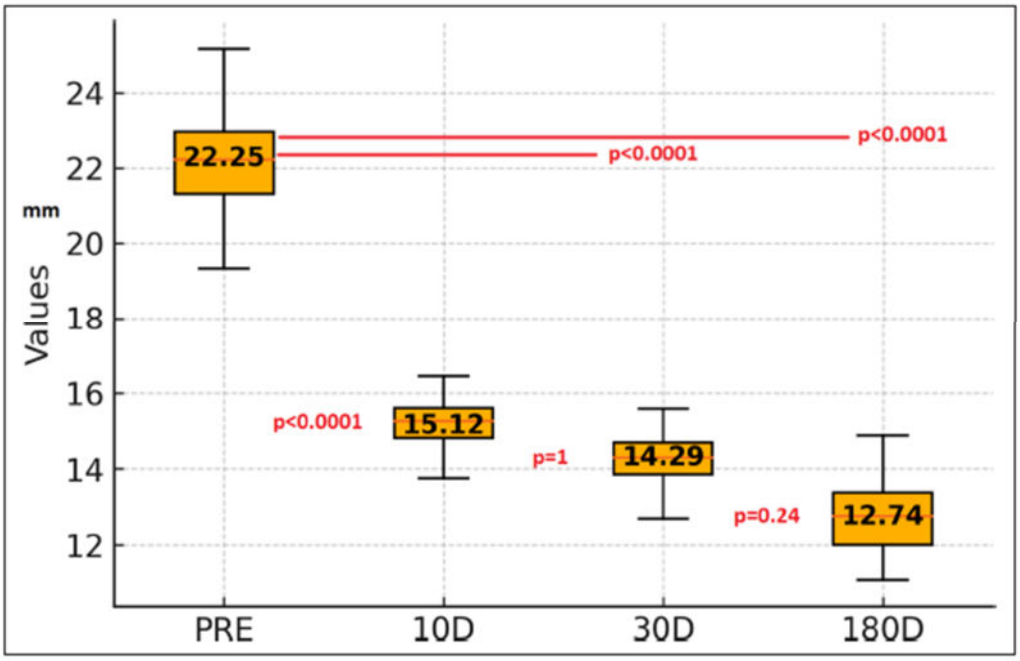


Abbildung 4
Dicke an der Stelle der maximalen Konvexität bei einer Abduktion des Arms um 90°



Hautelastizität

R0 (Hautdehnbarkeit/Festigkeit)
Der präoperative Mittelwert von R0 betrug 0,57 (0,19–1,07). Nach 10 Tagen betrug der Mittelwert 0,55 (0,1–1,03), nach 30 Tagen 0,36 (0,18–0,77) und nach 180 Tagen 0,36 (0,23–0,63).

Im Vergleich zu den präoperativen Werten kam es zu einer signifikanten Verringerung der Cutometer-Werte (Courage + Khazaka electronic GmbH) R0 an den Tagen 30 und 180 ($P = 0,0005$ bzw. $P < 0,0001$), jedoch nicht am Tag 10 ($P = 1$). Im Vergleich zu den Messungen am Tag 10 waren die Messungen am Tag 30 und 180 signifikant niedriger als die am Tag 10 ($P = 0,0013$ bzw. $P = 0,0003$).

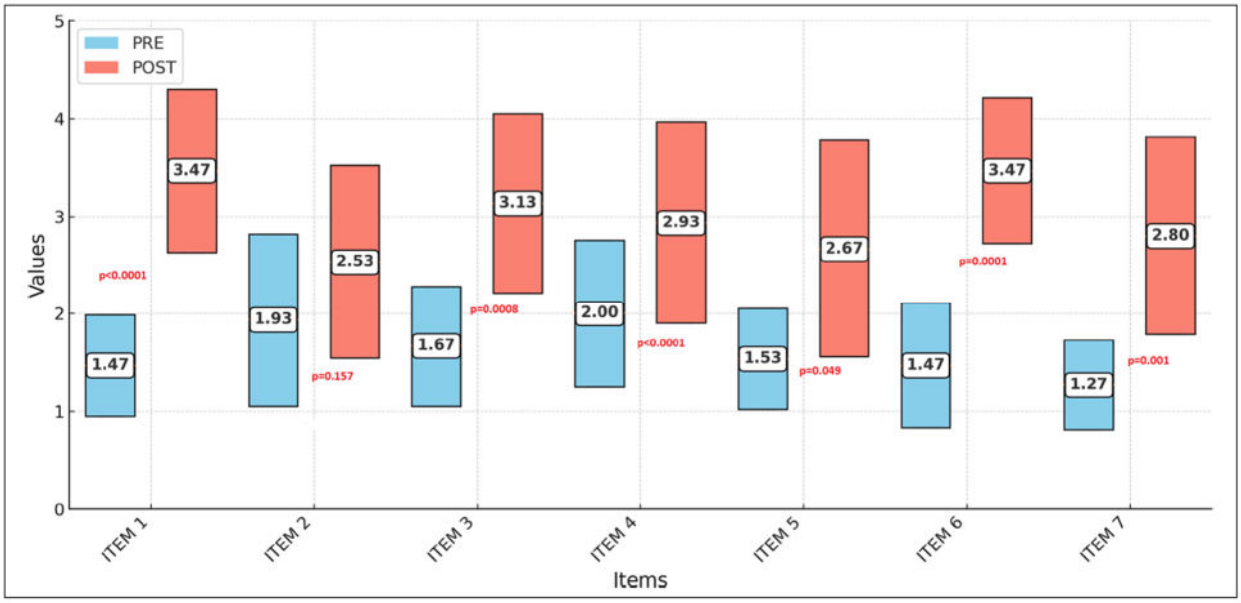
R2 (Elastizitätsverhältnis)
Der präoperative Mittelwert betrug 84,15 (65,7–96,3). Nach 10 Tagen lag der Mittelwert bei 76,17 (29,2–96,5), nach 30 Tagen bei 65,19 (26,4–92,1) und nach 180 Tagen bei 62,5 (33–86,2). Im Vergleich zu den präoperativen Werten kam es zu einer signifikanten Verringerung der Cutometer-Werte (Courage + Khazaka electronic GmbH) R2 an allen Messpunkten ($P = 0,01$ zwischen 10 Tagen und den präoperativen Werten, $P < 0,0001$ zwischen dem präoperativen Wert und 30 Tagen sowie zwischen dem präoperativen Wert und 180 Tagen). Es gab keinen Unterschied zwischen den Messungen nach 10 und 30 Tagen ($P = 0,1$).
Die Messung am Tag 180 war signifikant niedriger als die am Tag 10 ($P = 0,0004$), jedoch nicht im Vergleich zur Messung nach 30 Tagen ($P = 0,1$).

R5 (Nettoelastizität)
Der mittlere präoperative Wert für R5 betrug 117,54 (51,8–184,2). Nach 10 Tagen lag er bei 141,57 (20–312,2), nach 30 Tagen bei 80,21 (15,5–182,3) und nach 180 Tagen bei 65,2 (27,5–103,1). Im Vergleich zu den präoperativen Werten gab es eine signifikante Verringerung der R5-Grenzwerte nach 30 und 180 Tagen ($P = 0,0009$ bzw. $P < 0,0001$), jedoch nicht nach 10 Tagen ($P = 0,19$). Im Vergleich zu den Messungen am Tag 10 waren die Messungen am Tag 30 und 180 signifikant niedriger als die am Tag 10 ($P = 0,0014$ bzw. $P < 0,0001$). Es gab ebenfalls einen statistischen Unterschied zwischen Tag 10 und Tag 30 ($P = 0,0014$) und keinen Unterschied zwischen Tag 30 und Tag 180 ($P = 0,37$).

R7 (Biologische Erholung)
Der mittlere präoperative Wert für R7 betrug 73,82 (42,1–90,8). Nach 10 Tagen lag der Mittelwert bei 63,65 (15,7–85,4), nach 30 Tagen bei 50,74 (13–81,4) und nach 180 Tagen bei 48,56 (24,9–73,1).
Im Vergleich zu den präoperativen Werten gab es eine signifikante Verringerung im Cutometer (Courage + Khazaka electronic GmbH) R7. Werte an allen Messpunkten ($P = 0,0013$ nach 10 Tagen und $P > 0,0001$ nach 30 und 180 Tagen). Im Vergleich zu den Messungen am Tag 10 waren die Messungen an den Tagen 30 und 180 signifikant niedriger als die am Tag 10 ($P = 0,004$ bzw. $P = 0,0002$). Es gab keinen Unterschied zwischen den Werten nach 10 und 30 Tagen sowie nach 30 und 180 Tagen ($P = 0,38$ bzw. $P = 1$).

Abbildung 5

Arm-Q. Bewertungen von 1 bis 4, wobei 1 für sehr unzufrieden und 4 für sehr zufrieden steht. Die Patienten werden gefragt, wie zufrieden oder unzufrieden sie mit folgenden Punkten sind: Punkt 1: Größe Ihrer Oberarme; Punkt 2: Wie glatt sehen Ihre Oberarme aus?; Punkt 3: Form Ihrer Oberarme; Punkt 4: Wie sieht die Haut Ihrer Oberarme aus?; Punkt 5: Wie straff sehen Ihre Oberarme aus?; Punkt 6: Wie sehen Ihre Oberarme aus, wenn Sie sie anheben?; Punkt 7: Wie sehen Ihre Oberarme aus, wenn sie nicht bedeckt sind?



ARM-Q

Alle postoperativen Werte nach 180 Tagen waren signifikant besser als die präoperativen Werte (**Abbildung 5**). Die **Abbildungen 6 bis 8** zeigen einige Ergebnisse des Verfahrens. Die Antworten, die die Zufriedenheit oder Unzufriedenheit messen (**Tabelle 2**):

1. Die Größe Ihrer Oberarme. Der mittlere präoperative Wert betrug 1,47 und der mittlere postoperative Wert 3,47 ($P < 0,0001$).
2. Wie glatt Ihre Oberarme aussehen? Der mittlere präoperative Wert betrug 1,93 und der mittlere postoperative Wert 2,53 ($P = 0,157$).
3. Die Form Ihrer Oberarme? Der mittlere Wert vor der Operation betrug 1,67 und der mittlere Wert nach der Operation 3,13 ($P = 0,0008$).
4. Wie sieht die Haut Ihrer Oberarme aus? Der mittlere Wert vor der Operation betrug 2 und der mittlere Wert nach der Operation 2,93 ($P < 0,0001$).
5. Wie straff sehen Ihre Oberarme aus? Der durchschnittliche Wert vor der Operation betrug 1,53 und der durchschnittliche Wert nach der Operation 2,67 ($P = 0,049$).
6. Wie sehen Ihre Oberarme aus, wenn Sie sie heben? Der durchschnittliche Wert vor der Operation betrug 1,47 und der durchschnittliche Wert nach der Operation 3,47 ($P = 0,0001$).
7. Wie sehen Ihre Oberarme aus, wenn sie nicht bedeckt sind (z. B. in einem ärmellosen Shirt)? Der mittlere Wert vor der Operation betrug 1,27 und der mittlere Wert nach der Operation 2,80 ($P = 0,001$).

Abbildung 6

Eine 48-jährige Patientin. Linker Arm. El-Khatib 2b. Das extrahierte Volumen betrug 250 cm^3. Präoperative BF-Edge-Distanz von 57 mm. Postoperative Distanz bei 6 m 49,6 mm. Präoperative Dicke: 22,4 mm; postoperative Dicke: 180 mm. (A) Präoperativ, vorne. (B) Postoperativ bei 6 m, von vorne. (C) Präoperativ, von hinten. (D) Postoperativ, von hinten, bei 6 m.

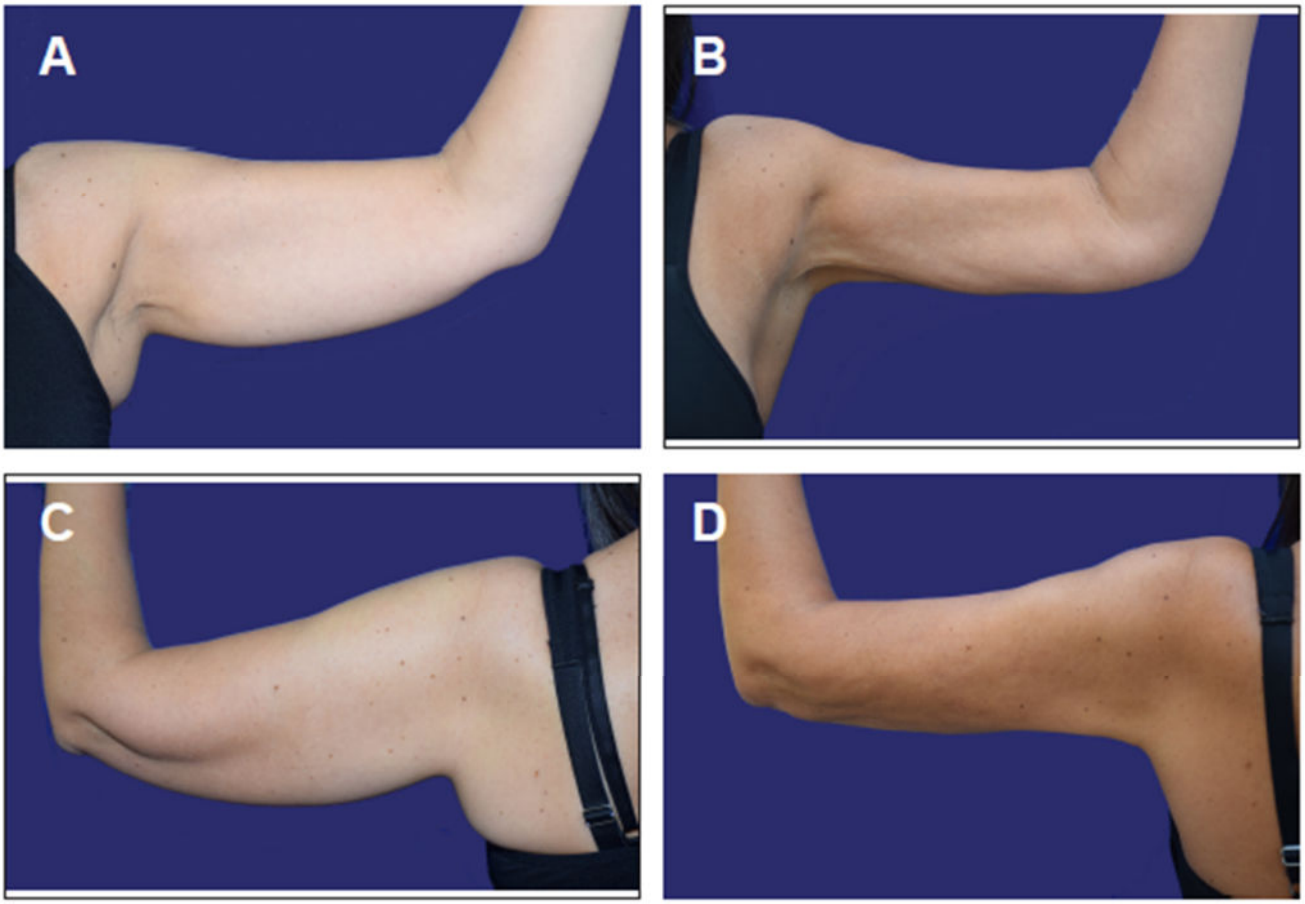


Abbildung 7

Eine 60-jährige Patientin. Rechter Arm. El-Khatib 2b. Entnommenes Volumen von 375 cm^3. Präoperative BF-Edge-Distanz von 51 mm. Postoperative Distanz bei 6 m 34,5 mm. Präoperative Dicke: 28,2 mm; postoperative Dicke: 13,5 mm. (A) Präoperativ, vorne. (B) Postoperativ bei 6 m, vorne. (C) Präoperativ, hinten. (D) Postoperativ, hinten, bei 6 m.

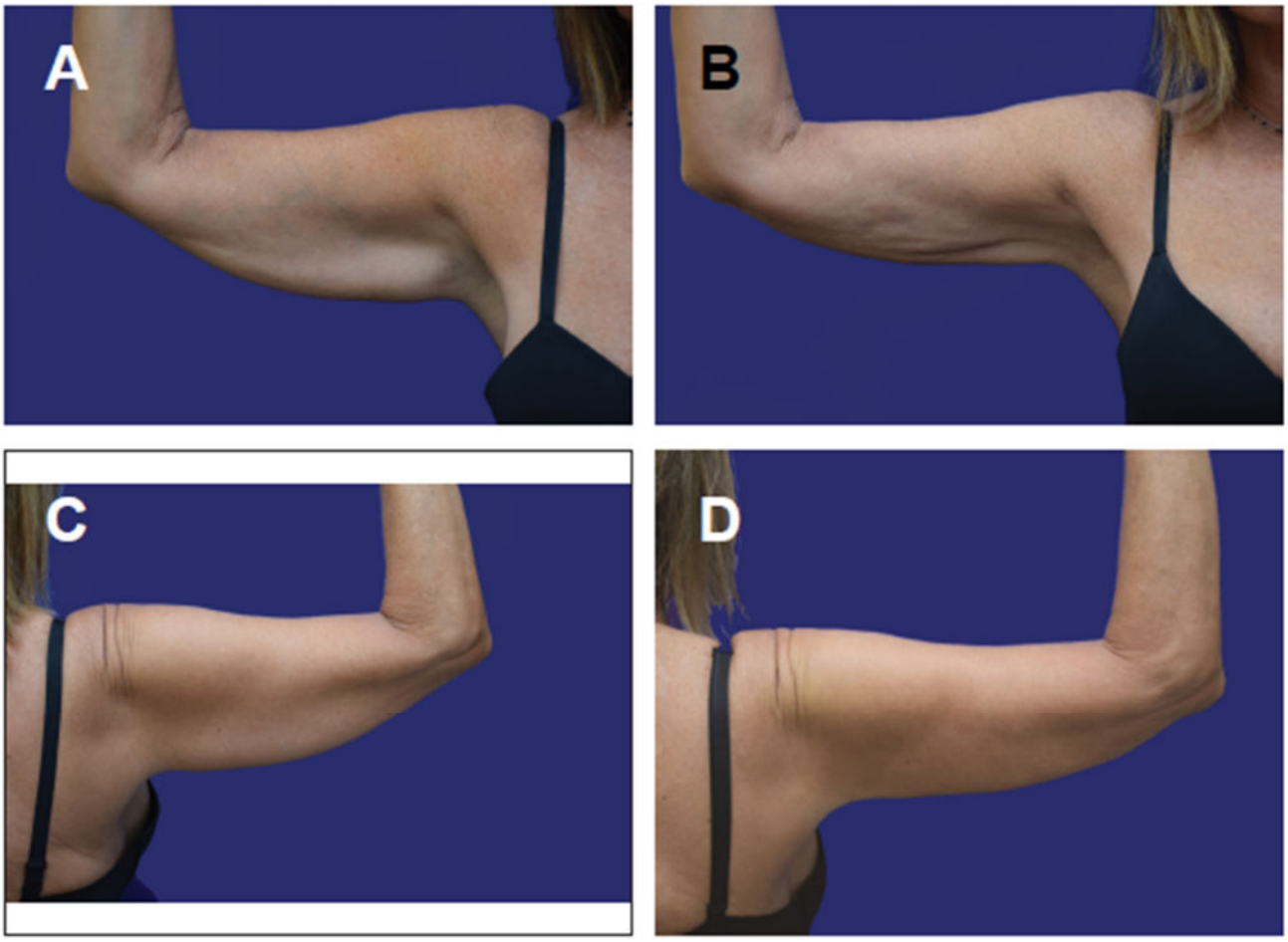
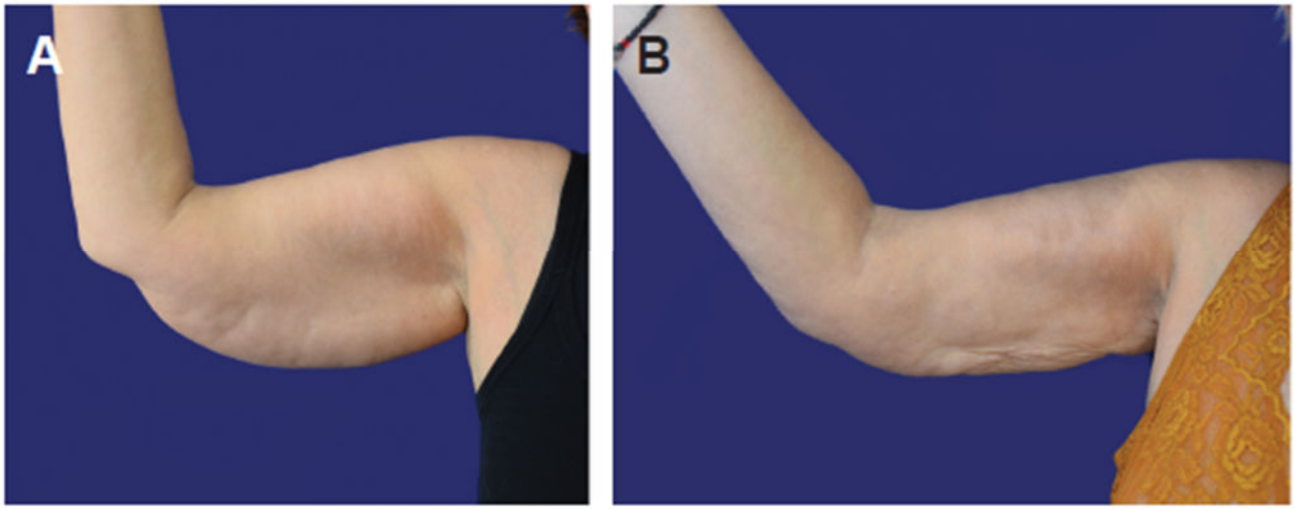


Abbildung 8
59-jährige Patientin. Rechter Arm. El-Khatib 2b. Entnommenes Volumen von 500 cm^3. Präoperative BF-Edge-Distanz von 65,8 mm. Postoperative Distanz bei 6 m 34,5 mm. Präoperative Dicke: 37,6 mm; postoperative Dicke: 9 mm. (A) Präoperativ, von vorne. (B) Postoperativ bei 6 m, von vorne. Es sind einige Falten aufgrund der Entleerung zu beobachten.



Einfluss der untersuchten Variablen auf die Ergebnisse (Regressionsanalyse)

Aspiriertes Fettvolumen

Das Volumen des extrahierten Fetts hatte keinen Einfluss auf den Unterschied im Durchmesser des Arms zwischen der präoperativen Phase und 180 Tagen. Es hatte auch keinen Einfluss auf den Unterschied im BF-Edge-Abstand (Ptosis) zwischen der präoperativen Phase und 180 Tagen.
Es wurde jedoch ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem während der Operation entnommenen Volumen und der Verringerung der Dicke 6 Monate nach der Behandlung beobachtet. Quantitativ gesehen kam es pro zusätzlichem Kubikmillimeter (mm3) entnommenem Volumen zu einer Zunahme der Dickenverringerung um 0,01537 mm 6 Monate nach der Behandlung (P = 0,0126).

Präoperative Dicke

Es wurde ein signifikanter Zusammenhang zwischen der präoperativen Dicke und der Verringerung des Armumfangs 6 Monate nach der Behandlung beobachtet.
Quantitativ gesehen kam es pro zusätzlichem Millimeter der mittleren präoperativen Dicke zu einer mittleren Zunahme der Verringerung des Umfangs um 1,91 cm 6 Monate nach der Behandlung (P = 0,0017).
Es wurde ein signifikanter Zusammenhang zwischen der präoperativen Dicke und der Dicke nach 180 Tagen beobachtet. Quantitativ gesehen kam es pro zusätzlichem Millimeter der mittleren präoperativen Dicke zu einer mittleren Zunahme der Dickenreduktion um 0,7963 mm 6 Monate nach der Behandlung (P < 0,0001).
Es wurden keine statistisch signifikanten Unterschiede in der präoperativen Dicke und der Differenz der Ptosis (BD-Edge-Distanz) festgestellt.

Abstand BF-Rand (Ptosis)

Es gab keinen Zusammenhang zwischen dem präoperativen BF-Rand-Abstand (Ptosis) und dem Unterschied im Durchmesser oder in der Dicke. Es wurde jedoch ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem präoperativen freien Bizeps-Rand-Abstand und der Verringerung des freien Bizeps-Rand-Abstands 6 Monate nach der Behandlung beobachtet. Quantitativ gesehen kam es, pro zusätzlichem Millimeter des präoperativen freien Bizepsrandabstands, zu einer Zunahme von 0,7683 mm bei der Verringerung des freien Bizepsrandabstands 6 Monate nach der Behandlung (P < 0,0001). Mit anderen Worten: Je stärker die Ptosis, desto besser die Schrumpfungsreaktion.

Präoperative Hautelastizität (R0, R2, R5 und R7)

Es gab keinen Zusammenhang zwischen den präoperativen R0- und R2-Werten und dem Unterschied in der Ptosis zwischen 180 Tagen und vor der Operation. Obwohl die präoperativen Werte von R5 (Nettoelastizität: das Verhältnis zwischen elastischer Rückstellung und maximaler Verformung) keinen statistischen Einfluss auf den Unterschied in der Ptosis hatten, wurde ein gewisser Trend beobachtet. Für jeden Anstieg des präoperativen Wertes des Parameters R5 um einen Punkt gab es eine mittlere Abnahme von 0,1092 mm bei der Verringerung des Abstands zwischen Bizeps und freiem Rand 6 Monate nach der Behandlung (P = 0,0680). Je höher der präoperative R5-Wert war, desto besser war die Schrumpfungsreaktion.
Ein ähnliches Phänomen wurde bei R7 (biologische Erholung: elastische Erholung in Bezug auf die Nettoverformung) beobachtet. Für jeden Punktanstieg des präoperativen Wertes des Parameters R7 gab es eine Durchschnittliche Abnahme des freien Bizepsrandabstands um 0,3176 mm 6 Monate nach der Behandlung (P = 0,0385).

Tabelle 2. ARM-Q-Fragebogen

Die Patienten werden gebeten, anzugeben, wie zufrieden oder unzufrieden sie mit den verschiedenen Punkten sind, wobei 1 für sehr unzufrieden und 4 für sehr zufrieden steht. * Werte sind bei P < 0,05 statistisch signifikant.

Score	1		2		3		4		*P*-value
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	
Arm size	8 (53.3)	1 (6.7)	7 (46.7)	0 (0.0)	0 (0.0)	5 (33.3)	0 (0.0)	9 (60.0)	<.0001*
How smooth (no irregularities) do the arms look?	5 (33.3)	3 (20.0)	7 (46.7)	3 (20.0)	2 (13.3)	7 (46.7)	1 (6.7)	2 (13.3)	.1570
Arm shape	6 (40.0)	1 (6.7)	8 (53.3)	2 (13.3)	1 (6.7)	6 (40.0)	0 (0.0)	6 (40.0)	.0008
Skin appearance of the arms?	4 (26.7)	2 (13.3)	7 (46.7)	2 (13.3)	4 (26.7)	6 (40.0)	0 (0.0)	5 (33.3)	<.0001*
How much toned?	7 (46.7)	3 (20.0)	8 (53.3)	3 (20.0)	0 (0.0)	5 (33.3)	0 (0.0)	4 (26.7)	.0049*
What do they look like when you raise your arms?	9 (60.0)	0 (0.0)	5 (33.3)	2 (13.3)	1 (6.7)	4 (26.7)	0 (0.0)	9 (60.0)	.0001*
What do your arms look like when they are raised and exposed (naked, with short sleeves)?	11 (73.3)	2 (13.3)	4 (26.7)	3 (20.0)	0 (0.0)	6 (40.0)	0 (0.0)	4 (26.7)	.001*

Komplikationen

Es traten keine größeren Komplikationen auf. Bei 5 Armen (16,7 %) wurden mit Ultraschall geringfügige Serome (durchschnittlich 15,4 cm^3, 10–20 cm^3) festgestellt. Bei einem Patienten hielt das Serom einen Monat lang an. Nach 6 Monaten zeigte ein Arm bei einem Patienten eine sichtbare subkutane Fibrose. Die Patienten klagten im ersten Monat über leichte Dysästhesien. Die Serome wurden mittels ultraschallgesteuerter Aspiration behandelt.

Diskussion

Nach unserem Kenntnisstand ist dies die erste Studie, die die Sicherheit und Wirksamkeit von APAL an den Armen untersucht, wobei der Schwerpunkt auf wichtigen Ergebnissen wie Ptosisreduktion, Durchmesserreduktion, Hautelastizität und Sicherheitsprofil liegt. Die Ergebnisse zeigen, dass das Verfahren eine signifikante und anhaltende Verbesserung der Armkontur bei minimalen Komplikationen bewirkt, was es zu einem vielversprechenden Ansatz für die Umformung des Oberarms macht. Andere Autoren haben gute Ergebnisse mit der Helium-Plasma-Technologie berichtet, aber die Bewertungen der Verbesserungen basierten hauptsächlich auf Fotos, die von Chirurgen ausgewertet wurden.[13-15] Eines der primären analysierten Ergebnisse war die Ptosisreduktion, gemessen anhand des BF-Edge-Abstands. Dies ist eine wichtige Messgröße für die Bewertung der Hautretraktion. Eine statistisch signifikante Reduktion wurde zu allen postoperativen Zeitpunkten beobachtet ($P < 0,0001$), mit einer bemerkenswerten und frühen Verbesserung nach 10 Tagen, gefolgt von einer Stabilisierung nach 30 Tagen und darüber hinaus. Chia et al. verglichen RFAL (38 W; Temperaturgrenze 38-40 °C) mit einer aggressiven subdermalen Liposuktion und berichteten über eine Verringerung der gemessenen Fläche um 13 % gegenüber 8 %.[16] Duncan berichtete über eine 50-prozentige Verringerung der vertikalen Höhe der hängenden Armhaut.[17] In unserer Studie gab es am Ende des Studienzeitraums eine Verringerung um 29 %.

In ähnlicher Weise zeigte der Armdurchmesser eine konsistente Abnahme mit signifikanten Unterschieden bei jeder postoperativen Beurteilung ($P < 0,0001$). Der Durchmesser stabilisierte sich zwischen 30 und 180 Tagen, was darauf hindeutet, dass der maximale Straffungseffekt innerhalb des ersten Monats erreicht wurde.

Wichtig ist, dass die Gewebedicke, gemessen mittels Ultraschall, progressiv und nachhaltig abnahm. Alle Parameter (Durchmesser, BF-Edge-Abstand und Dicke) zeigten im ersten Monat eine dramatische Verbesserung, gefolgt von einer stetigen und leichten weiteren Verbesserung. Nach 30 Tagen wurde eine Stabilisierung beobachtet. Obwohl man argumentieren könnte, dass eine Fettabsaugung allein eine solche frühe Verbesserung bewirken könnte, hatte das Volumen des abgesaugten Fetts keinen signifikanten Einfluss auf die Verringerung des Armumfangs oder die Verbesserung der Ptosis. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass Argon Plasma die beobachtete frühe Schrumpfung verstärkt, wobei die anschließende leichte Verbesserung nach 30 Tagen auf den stetigen Rückbildungsprozess aufgrund von Fibrose und normaler Heilung zurückzuführen ist.

Die Regressionsanalyse ergab, dass eine größere präoperative Gewebedicke mit einer größeren Verringerung des Durchmessers und der Dicke nach 6 Monaten korrelierte ($P = 0,0017$ bzw. $P < 0,0001$). Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass Patienten mit einer größeren Ausgangs-Dicke nach der Behandlung eine stärkere Straffung erfahren können. Darüber hinaus zeigten Patienten mit einer größeren präoperativen Ptosis (größerer BF-Edge-Abstand) im Laufe der Zeit eine signifikantere Schrumpfung ($P <$

0,0001). Diese Ergebnisse stützen die Annahme, dass Argon Plasma besonders bei größerer Hauterschlaffung wirksam ist und bei solchen Patienten möglicherweise einen Vorteil gegenüber der herkömmlichen Fettabsaugung bietet.

Die Hautelastizität wurde mit Hilfe von Cutometer-Messungen (Courage + Khazaka electronic GmbH) bewertet, die eine progressive Verbesserung der Hautfestigkeit und -elastizität (R0-, R2-, R5- und R7-Werte) zeigten. Nach 30 Tagen wurde eine signifikante Verringerung der R0-, R2-, R5- und R7-Werte beobachtet, die sich danach stabilisierten.

- R0 (Hautdehnbarkeit) misst die Fähigkeit der Haut, sich unter Unterdruck zu verformen. Eine Verringerung von R0 deutet auf eine straffere Haut mit verbesserter Festigkeit hin.
- R2 (Gesamte Elastizität) steht für die Fähigkeit der Haut, nach einer Verformung in ihren ursprünglichen Zustand zurückzukehren. Eine Verringerung von R2 deutet auf eine erhöhte Elastizität und eine verbesserte Rückfederung nach Dehnung hin.
- R5 (Nettoelastizität) konzentriert sich auf die reine elastische Komponente der Haut unter Ausschluss viskoser Verformungen. Eine Abnahme von R5 deutet auf eine verbesserte Hautelastizität und Widerstandsfähigkeit gegen Erschlaffung hin.
- R7 (biologische Elastizität) misst, wie stark sich die Haut im Vergleich zur Gesamtverformung erholt. Ein niedrigerer R7-Wert weist auf eine verbesserte Hautfestigkeit und Widerstandsfähigkeit gegenüber äußeren Einflüssen hin.

Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass Argon Plasma zu einer verbesserten Hauterneuerung beitragen kann, was zu einer verbesserten Hautfestigkeit und biologischen Erholung nach der Behandlung führt. Darüber hinaus bestätigt unsere Cutometer-Analyse (Courage + Khazaka electronic GmbH) die Variabilität der Ergebnisse in Abhängigkeit von der Hautelastizität des Patienten. Insbesondere korrelierten höhere präoperative R5- und R7-Werte mit einer etwas besseren Ptosis-Reduktion nach 6 Monaten.

Eines der Hauptziele dieser Studie war die Bewertung der Sicherheit. Der Erfolg der Hautstraffung hängt vom Schrumpfen des Kollagens ab, das auftritt, wenn Kollagen durch den Widerstand gegen elektrischen Strom in der Dermis und im Unterhautgewebe erhitzt wird. Die größte Herausforderung besteht darin, dass die Schwelle für Hautverbrennungen niedriger ist als die Temperatur, die für die Straffung des subdermalen und subkutanen Kollagens erforderlich ist. Bei 50 °C tritt der Zelltod nach 6 Minuten ein, während er bei 60 °C sofort eintritt. Zwischen 60 °C und 100 °C führt der Prozess zu Proteindenaturierung, Koagulation und anschließender Kollagenreorganisation sowie zu Austrocknung, da die Zellen Wasser verlieren. Oberhalb von 100 °C kommt es zur Verdampfung, und bei 200 °C wird eine Karbonisierung [18] beobachtet.

Renuvion (Apyx, Clearwater, FL) ist das am häufigsten verwendete plasmabasierte Gerät und nutzt Helium als Leitgas. Argon Plasma verwendet eine ähnliche Technologie, jedoch ein anderes Gas. Heliummoleküle sind kleiner als Argonmoleküle, was zu einer stärkeren Gewebediffusion führt. Dies könnte Argon gegenüber Helium einen theoretischen Vorteil verschaffen, da potenzielle Komplikationen wie Pneumoperitoneum, Pneumothorax oder subkutanes Emphysem reduziert werden.

Im Gegensatz zu anderen RFAL-Systemen wie BodyTite [19] verfügt die Argon Plasmasonde nicht über eine interne Temperaturüberwachung. Das Ziel und der Wirkmechanismus sind jedoch völlig unterschiedlich. BodyTite (Invasix Corp.) erwärmt das Gewebe und die Dermis, während Argon Plasma auf die Septen abzielt. Paul und Mulholland haben gezeigt, dass für eine Hautretraktion sehr hohe Temperaturen (80 °C für 2 Minuten) erforderlich sind, um eine Retraktion von 2 mm zu erreichen.[20] Für die Septen war die

erforderliche Temperatur niedriger (69 °C), aber die Retraktion war größer (6,5 mm). Die Plasmatechnologie ermöglicht eine schnelle Abkühlung des Zielgewebes (≤ 0,75 s) durch konduktive Wärmeübertragung.[21] In unserer Studie lag der Cutoff-Punkt bei 5 Minuten, und obwohl die Temperaturen postoperativ erhöht blieben, gab es eine Tendenz zur Normalisierung, wobei die Temperaturen jedoch stets deutlich unter der Verbrennungsschwelle lagen.

Das Sicherheitsprofil von APAL war günstig, es wurden keine größeren Komplikationen gemeldet. In einer kleinen Untergruppe von Fällen kam es zu einer geringfügigen Serombildung (16,7 %), wobei nur in einem Fall diese länger als einen Monat anhielt. Diese Rate ist vergleichbar mit oder sogar niedriger als die, die bei anderen Hautstraffungstechnologien gemeldet wurde. In der frühen postoperativen Phase wurde eine vorübergehende Dysästhesie festgestellt, die jedoch spontan abklang. Ein Fall von leichter Fibrose nach 6 Monaten unterstreicht die Bedeutung einer richtigen Energieanwendung und einer angemessenen postoperativen Behandlung, um Nebenwirkungen zu minimieren.

Die Patientenzufriedenheit, gemessen anhand des ARM-Q-Fragebogens, war signifikant hoch. Der einzige Punkt, bei dem keine signifikante Verbesserung zu verzeichnen war, war „Wie glatt (ohne Unregelmäßigkeiten) sehen die Arme aus?“ Bei Patienten mit ausgeprägterer Hauterschlaffung führte der durch den Eingriff erzielte Schrumpfungseffekt gelegentlich zu auffälligen und unästhetischen Falten. Wir glauben, dass dieses Ergebnis in erster Linie mit dem durch die Fettabsaugung verursachten Volumenverlust zusammenhängt und dass die Ausprägung der Faltenbildung die Wirksamkeit von Argon Plasma bei der Induktion von Hautveränderungen unterstreicht. Kontraktion. In Zukunft könnte es notwendig sein, den chirurgischen Ansatz zu modifizieren – möglicherweise durch die Anwendung einer weniger aggressiven Fettabsaugungstechnik –, um eine ausreichende Hautretraktion zu ermöglichen, ohne dass es zu einem Hautkollaps kommt.

Die Hauptbeschränkungen dieser Studie sind die Stichprobengröße und die Heterogenität, da einige Patienten ein größeres Volumen hatten, während andere eine stärkere Hauterschlaffung aufwiesen. Darüber hinaus wurde keine Kontrollgruppe gebildet, was die effektivste Methode wäre, um den Beitrag von Argon Plasma zu den Ergebnissen zu isolieren.

Die nächsten Schritte unserer Forschung umfassen einen Vergleich mit Verfahren, bei denen nur eine Fettabsaugung durchgeführt wird, und eine längere Nachbeobachtungszeit von 12 Monaten. Darüber hinaus muss möglicherweise die chirurgische Technik überdacht werden – eine konservativere Fettabsaugung könnte erforderlich sein, um die unästhetischen Falten zu vermeiden, die bei Patienten mit vorwiegend schlaffer Haut beobachtet wurden.

Nichtsdestotrotz deuten unsere Ergebnisse darauf hin, dass APAL eine sichere und wirksame Methode zur Konturierung der Arme sein kann. Das schnelle Einsetzen und die Stabilisierung der Ergebnisse machen es zu einer überzeugenden Alternative zu invasiveren Verfahren wie der Brachioplastik, insbesondere für Patienten mit mäßiger Hauterschlaffung.

Schlussfolgerung

APAL der Arme zeigte bei dieser Patientengruppe eine ausgezeichnete Wirksamkeit bei der Reduzierung von Ptosis, Armumfang und Gewebedicke bei gleichzeitiger Verbesserung der Hautelastizität. Das Verfahren bietet eine minimalinvasive Alternative zum chirurgischen Armlifting mit einem günstigen Sicherheitsprofil und vorhersagbaren Ergebnissen. Diese Ergebnisse untermauern seine Rolle als innovative Technik zur Konturierung des Oberarms, insbesondere bei Patienten mit leichter bis mäßiger Hauterschlaffung.

Ergänzendes Material

Dieser Artikel enthält ergänzendes Material, das online unter **https://doi.org/10.1093/asjof/ojaf058** verfügbar ist.

Offenlegungen

Die Autoren erklärten, dass hinsichtlich der Forschung, der Urheberschaft und der Veröffentlichung dieses Artikels keine potenziellen Interessenkonflikte bestehen.

Finanzierung

Diese Studie wurde teilweise von EMED (Opacz-Kolonia, Polen) finanziert. Der Sponsor war nicht an der Studienkonzeption, der Erhebung, Analyse und Interpretation der Daten, der Erstellung des Berichts und der Entscheidung zur Einreichung des Berichts zur Veröffentlichung beteiligt.

REFERENCES

1.Di Pietro V, Colicchia GM, Cervelli V, Gentile P. Arm contouring after massive weight loss: liposuction-assisted brachioplasty versus standard technique. *J Cutan Aesthet Surg*. 2018;11:73-78. doi: 10.4103/JCAS.JCAS_102_17

2.Nguyen L, Gupta V, Afshari A, Shack RB, Grotting JC, Higdon KK. Incidence and risk factors of major complications in brachioplasty: analysis of 2,294 patients. *Aesthet Surg J*. 2016;36:792-803. doi: 10.1093/asj/sjv267

3.Zomerlei TA, Neaman KC, Armstrong SD, et al. Brachioplasty outcomes: a review of a multipractice cohort. *Plast Reconstr Surg*. 2013;131:883-889. doi: 10.1097/PRS.0b013e3182827726

4.International Society of Aesthetic Plastic Surgery. Accessed February 10, 2025. https://www.isaps.org/media/rxnfqibn/isaps-global-survey_20 23.pdf

8 *Aesthetic Surgery Journal Open Forum 7(1)* Downloaded from

5.Mulholland RS. Radio frequency energy for non-invasive and minimally invasive skin tightening. *Clin Plast Surg*. 2011;38:437-448. doi: 10.1016/j.cps.2011.05.003

6.Blugerman G, Schavelzon D, Paul MD. A safety and feasibility study of a novel radiofrequency-assisted liposuction technique. *Plast Reconstr Surg*. 2010;125: 998-1006. doi: 10.1097/PRS.0b013e3181ce1820

7.DiBernardo BE, Reyes J. Preliminary report: evaluation of skin tightening after laser-assisted liposuction. *Aesthet Surg J*. 2009;29:400-407. doi: 10.1016/j.asj.2009.08.006

8.Hoyos AE, Millard JA. VASER-assisted high-definition liposculpture. *Aesthet Surg J*. 2007;27:594-604. doi: 10.1016/j.asj.2007.08.007

9.Shridharani SM, Ruff PG IV, Doolabh VB, Zimmerman EM. The safety of contraction of subcutaneous tissue following liposuction procedures. *Aesthet Surg J Open Forum*. 2023;6:ojad112. doi: 10.1093/asjof/ojad112

10.Zenker M. Argon plasma coagulation. *GMS Krankenhhyg Interdiszip*. 2008;3: 1–5.

11.Rosenfeld G, Enns R. Argon photocoagulation in the treatment of gastric antral vascular ectasia and radiation proctitis. *Can J Gastroenterol*. 2009;23: 801-804. doi: 10.1155/2009/374138

12.El Khatib HA. Classification of brachial ptosis: strategy for treatment. *Plast Reconstr Surg*. 2007;119:1337-1342. doi: 10.1097/01.prs.0000254796.40226.92

13.Ibrahiem SMS. Aesthetic nonexcisional arm contouring. *Aesthet Surg J*. 2022;42:NP463-NP473. doi: 10.1093/asj/sjac031

14.Khedr MS, Elshawadfy SE, Khedr MM, Elshawadfy SE. Scarless enhanced body contouring. *Aesthetic Plast Surg*. 2025;49:259-268. doi: 10.1007/s00266-024- 04401-7

15.Tambasco D, Albanese R, Scarabosio A, et al. Ultrasound and helium plasma-assisted liposuction for body contouring: a single-retrospective cohort study of 639 patients. *Aesthetic Plast Surg*. 2025;49:277-286. doi: 10.1007/ s00266-024-04367-6

16.Chia CT, Theodorou SJ, Hoyos AE, Pitman GH. Radiofrequency assisted liposuction compared with aggressive superficial, subdermal liposuction of the arms: a bilateral quantitative comparison. *Plast Reconstr Surg Glob Open*. 2015;3:e459. doi: 10.1097/GOX.0000000000000429

17.Duncan DI. Improving outcomes in upper arm liposuction: adding radiofrequency-assisted liposuction to induce skin contraction. *Aesthet Surg J*. 2012;32:84-95. doi: 10.1177/1090820X11429549

18.Neinstein R, Funderburk CD. Advances in skin tightening with liposculpture: plasma technology versus radiofrequency. *Adv Cosmet Surg*. 2020;3: 173-188. doi: 10.1016/j.yacs.2020.01.012

19.Chia CT, Marte JA, Ulvila D, Spero T. Second generation radiofrequency body contouring device: safety and efficacy in 300 local anesthesia liposuction cases. *Plast Reconstr Surg Glob Open*. 2020;8:e3113. doi: 10.1097/GOX.00000000 00003113

20.Paul M, Mulholland RS. A new approach for adipose tissue treatment and bodycontouring using radiofrequency-assisted liposuction. *Aesthetic Plast Surg*. 2009;33:687-694. doi: 10.1007/s00266-009-9342-z

21.Pedroso J, Gutierrez M, Volker WJ. *J-Plasma, Monopolar Pencil, Argon Beam, and CO_2 Laser Electrosurgery: Comparative Evaluation of Thermal Spread in a Porcine Tissue Model*. Bovie Medical Corporation; 2014. White Paper.

Downloaded from https://academic.oup.com/asjopenforum/article/doi/10.1093/asjof/ojaf058/8163665 by guest on 18 August