

Hochvolumen-Liposuktion in Tumescenzanästhesie bei Lipödem-Patientinnen: Eine retrospektive Analyse

Dr. Matthias Sandhofer,^a Victoria Hofer,^{a,b} Martina Sandhofer,^a Mindt Sonani,^c

Werner Moosbauer,^{a,d} Martin Barscha

^aDermatologie Zentrum für Haut, Ästhetik, Laser, Venen, Praxis Dr. Matthias Sandhofer/Dr. Martin Barsch;
Österreichisches Zentrum für Lipödem, Wien/Linz, Österreich

^bDanube Private Universität, Fakultät für Medizin/Zahnmedizin, Krems-Stein, Österreich

ABSTRACT

Hintergrund: Das Lipödem ist eine chronische, progrediente Erkrankung, die fast ausschließlich bei Frauen auftritt und zu pathologischen, schmerzhaften Fettwucherungen an den Extremitäten führt. Es kann nur eine symptomatische Therapie angeboten werden, da die Ätiologie der Erkrankung noch nicht geklärt ist. Die Fettabsaugung in Tumescenzanästhesie hat sich als chirurgische Behandlungsmethode der Wahl etabliert. Die mit dem Eingriff verbundene Komplikationsrate sowie der pharmakologische Verlauf und die Sicherheit der Behandlung bei Patienten mit Lipödem sind noch nicht ausreichend untersucht. Ziel der Studie war es, die Evidenz zur Sicherheit der ambulanten High-Volume-Liposuktion in Tumescenzanästhesie bei Lipödem-Patientinnen zu erweitern. Es sollten Einflussfaktoren der Patienten (Gewicht, Fettgehalt, Komorbiditäten) oder der Verfahrenstechnik (Medikamentengabe, Aspirationsvolumen) auf die Sicherheit und Risiken der Tumescenzanästhesie untersucht werden. In einer retrospektiven Datenanalyse wurden die Daten von 27 Patienten (40 Liposuktionen) ausgewertet, die im Lipödemzentrum Sandhofer und Barsch zwischen 2016 und 2018 behandelt wurden. Die Liposuktionen wurden in Tumescenzanästhesie und mit einem Power-Assisted Liposuction-System durchgeführt. Klinische Untersuchungen und regelmäßige Blutentnahmen wurden vor dem Eingriff, intra- und postoperativ durchgeführt. Die Eingriffe dauerten durchschnittlich 118 Minuten und es wurden durchschnittlich 6111 ml Aspirat entnommen. Für die Tumescenzanästhesie erhielten die Patienten eine durchschnittliche Lidocain-Dosis von 34,23 mg/kg Körpergewicht und eine Epinephrin-Dosis von 0,11 mg/kg Körpergewicht. Es wurden keine relevanten Komplikationen im Zusammenhang mit Medikamentennebenwirkungen, Hypovolämie oder Hypervolämie oder Blutverlust festgestellt. Die Liposuktion unter Hochvolumen-Tumescenzanästhesie zur Behandlung von Lipödem-Patientinnen ist auch bei größeren Eingriffen ein sicheres Verfahren.

EINLEITUNG

Die Liposuktion ist einer der häufigsten chirurgischen Eingriffe in der ästhetischen Chirurgie weltweit und wurde erstmalig beschrieben Mitte 1990 als eine Therapie für das Lipödem. Während dieser Zeit konnte die Liposuktion vor allem von deutschen, österreichischen und niederländischen operativen Dermatologen als sichere und effektive therapeutische Alternative in der Behandlung des Lipödems etabliert werden. Durch die Weiterentwicklung des chirurgischen Verfahrens mittels lymphschonender Liposuktionstechniken mit feinen Kanülen hat sich die Liposuktion als wichtiger, minimalinvasiver Therapieansatz beim Lipödem etabliert.⁸ Mehrere Studien haben gezeigt, dass die Liposuktion die Schmerz- und Druckempfindlichkeit sowie die Hämatomneigung signifikant reduziert. Die Verbesserung der Beweglichkeit nach dem Eingriff führt zu einer Steigerung des Energieumsatzes, was zu einer weiteren Gewichtsabnahme beitragen kann.⁸ Mehrere Studien beschreiben eine signifikante Verbesserung der

des Lipödems basiert auf einer konservativen physikalischen Entstauungstherapie und einer chirurgischen Fettabsaugung der pathologischen Fettgewebsvermehrung. Die geeignete Behandlungsmethode sollte für jeden Patienten individuell festgelegt werden.¹² Die übermäßige Vermehrung des Fettgewebes und die daraus resultierende Einschränkung der Beweglichkeit sowie das unproportionale Erscheinungsbild sind mit konservativer Therapie nicht zu behandeln,¹³ insbesondere wenn kein Ödem vorliegt. Manuelle Lymphdrainage (MLD), intermittierende pneumatische Kompression, Kompressionsstrümpfe, Bewegung und Hautpflege werden häufig zur Schmerz- und Symptomkontrolle beim Lymphödem und damit auch beim Lipödem eingesetzt. Neuere Studien haben gezeigt, dass es beim Lipödem kein oder nur ein geringes Lymphödem gibt.^{14,15} Insgesamt ist der Begriff Lipödem eine Fehlbezeichnung, da mehr als 90 % der typischen Lipödem-Patienten kein Ödem haben. Insbesondere die Patienten, die in der Praxis

auf das Lipödem, abgesehen von einer kurzen Erleichterung durch die Pflege der Patienten. Im Gegenteil, bei einigen hundert Lipödem-Patienten pro Jahr im österreichischen Lipödemzentrum ist es bezeichnend, dass viele Lipödem-Patienten berichten, dass die Kompressionsstrümpfe die Schmerzen bei Lipödem-Patienten verschlimmern (eigene Beobachtung). Die chirurgische Behandlung besteht in einer schonenden, atraumatischen, lymphsparenden Fettabsaugung in Tumescenz-Lokalanästhesie. Die Behandlung hat sich bei kosmetischen Indikationen und bei Lipödem als sicher und effektiv erwiesen.^{5,16-19} Die Tumescenzanästhesie ist eine spezielle Form der Lokalanästhesie, bei der große Mengen einer Anästhesielösung, bestehend aus einer physiologischen Lösung mit Lokalanästhetika und Epinephrin, in das Unterhautfettgewebe eingebracht werden. Durch diese Lokalanästhesie werden große Hautareale schmerzunempfindlich und chirurgische Eingriffe können ohne zusätzliches Anästhesieverfahren durchgeführt werden.^{20,21} In den Anfängen der chirurgischen Fettabsaugung war die Blutung und der damit verbundene hohe Transfusionsbedarf der limitierende Faktor bei der Fettabsaugung. Durch Zugabe von Epinephrin zur Infiltrationsflüssigkeit konnte die Liposuktion ohne Transfusionsbedarf durchgeführt werden.²² Da heutzutage eine hohe Menge an Flüssigkeit verwendet wird, wird durch die zusätzliche Kompression der Flüssigkeit auf Gefäße der Blutverlust während des Eingriffs weiter verringert. Untersuchungen des Fettgewebes mittels Lymphszintigraphie und Immunhistochemie nach der Liposuktion haben gezeigt, dass bei der Tumescenz-Lokalanästhesie keine signifikante Schädigung der Lymphgefäße im Vergleich zu den traditionellen Liposuktionstechniken in Vollnarkose vorliegt. Liposuktionstechniken mit Radiofrequenz, Ultraschall oder Laser sind bei Lipödem-Patienten wegen der möglichen Schädigung der Lymphgefäße nicht sinnvoll.¹³ Die Effektivität der Fettabsaugung in Tumescenzanästhesie beruht darauf, dass neben der subtotalen Fettentfernung auch die Kapillaren, einschließlich der bekannten undichten Gefäße bei Lipödem, entfernt werden können. Dies führt dazu, dass die Patienten nach der Liposuktion keine oder weitaus weniger Blutergüsse haben und die Angiogenese und in der Folge die Adipogenese auf zellulärer Ebene unterdrückt wird.^{23,24} Das erklärt die nachhaltige Wirkung, wie sie von Baumgartner und Schmeller beschrieben wurde.¹¹ Klein et al untersuchten die Lidocain-Serumspiegel bei kleinen Liposuktionsvolumina, bei Patienten, denen er Tumescenzlösung injizierte und nicht aspirierte und bei Patienten, denen er Tumescenzlösung injizierte und anschließend eine normale Liposuktion durchführte, was zu niedrigeren Lidocain-Serumspiegeln bei Aspiration führte.²⁵ Dies ist nicht mit dem Lipödem vergleichbar, da das

vorherige Fettanalyse mit der Impedanzmessung, um eine Stoffwechselstörung zu klassifizieren, die Gesamtfettmenge des Patienten genau zu bestimmen. Da Lidocain eine lipophile Substanz ist, können wir aus der Gesamtfettmenge die entsprechende Lidocain-Dosis in der Tumescenzlösung vorhersagen. Diese Methode ist auch äußerst hilfreich, um den postoperativen Verlauf (Gewicht und Lebensstil) zu kontrollieren. Jeffrey Klein veröffentlichte 1987 die erste Studie zur Anwendung der Tumescenzanästhesie. Die beschriebene Anästhesielösung bestand aus physiologischer Kochsalzlösung (0,9% NaCl) mit 0,091% Lidocain (910 mg/l) und 0,91 mg/l Epinephrin.²⁰ Klein modifizierte die Empfehlungen für die Zusammensetzung der Anästhesielösung in nachfolgenden Studien mehrfach. Im Jahr 1999 veröffentlichte er, dass die Konzentrationen der in der Anästhesieflüssigkeit gelösten Substanzen von der zu behandelnden Körperregion abhängig gemacht werden sollten.²⁷ Bis heute gibt es keine Richtlinien, die die genaue Zusammensetzung der Infiltrationslösung vorgeben. Die in der Lösung verwendete Lidocain-Konzentration variiert je nach Operateur zwischen 500-1500 mg / l und die

Wir sind die ersten, die Lidocain und Epinephrin im Serum nach hochvolumigen Liposuktionen bei Lipödem untersucht haben. In der vorliegenden Studie haben wir die Sicherheit und Effektivität der Liposuktion hinsichtlich verschiedener Parameter analysiert. Im Rahmen des regelmäßigen Qualitätsmanagements wurden Lidocain- und Epinephrinspiegel intra- und postoperativ bestimmt und der klinische Verlauf untersucht. In dieser retrospektiven Datenanalyse wurden selektiv randomisierte Daten von 27 Patienten erhoben, die sich zwischen 2016 und 2018 40

MATERIALIEN UND METHODEN

Liposuktion Verfahren

Je nach Schwere des Lipödems wurden für jeden Patienten zwei oder drei Eingriffe an den Beinen und ein Eingriff an den Armen, sofern betroffen, geplant. Alle Eingriffe wurden unter Tumescenzanästhesie und oberflächlicher Sedoanalgesie durchgeführt, die von einem Anästhesisten durchgeführt und überwacht wurde. Nach Prämedikation mit Midazolam 7,5 mg oral erfolgte die Analgesie mit 3-5 mg intravenösem Midazolam und kontinuierlicher Gabe von niedrig dosiertem Remifentanyl über einen Perfusor. Bei ausgeprägter Angst wurde bei Bedarf weiteres Midazolam von 1-2 mg oder 30-60 µg Clonidin verabreicht. Die Patienten waren während der Fettabsaugung stets ansprechbar und in der Lage, die Position während des Eingriffs selbstständig zu verändern und bestimmte Muskelgruppen zu kontrahieren, wenn der Chirurg dies verlangt. Dies ist für ein besseres ästhetisches Ergebnis notwendig und einer der Hauptvorteile einer Sedoanalgesie im Vergleich zur Vollnarkose. Die Tumescenzflüssigkeit

unter Druck mit einer KMI Chirurgischen Infusions-/Spülpumpe. Die Infiltrationskanülen wurden wie ein Wischer, beginnend in der Tiefe in der Nähe der Faszie, in die oberen Schichten ausgedehnt und fortgesetzt, bis das infiltrierte Gewebe einen festen weißlichen Hautturgor (Tumeszenzzustand) entwickelte. Zur Infiltration wurden "Vivomed Infiltrationsnadeln 1,2x100 mm" verwendet. Nach einer Wartezeit von 30 Minuten wurde mit der Liposuktion begonnen. Die Liposuktion wurde mit dem PAL Liposuction System von MicroAire durchgeführt. Um die Fettabsaugung schonender zu gestalten, wurde die Saugkanüle in Bewegung gesetzt. Die Kanülen mit einem Durchmesser von 3 bis 4 mm wurden über kleine Inzisionen von etwa 4 mm in das subkutane Fettgewebe eingeführt. Die Absaugung wurde unter Berücksichtigung der Lage und des Verlaufs der Lymphgefäße durchgeführt. Bei intraoperativer Schmerzindikation wurde eine minimale Sekundärinfiltration mit einer stumpfen, 40 cm langen Infiltrationskanüle mit

Datenerfassung

Bei allen Patienten wurden präoperativ eine ausführliche Anamnese und eine körperliche Untersuchung durchgeführt, um die Diagnose zu bestätigen. Alle Patienten wurden mit einer Körperanalysewaage (Impedanzmessung) gewogen und die Ergebnisse bezüglich Gewicht, Körperfettanteil und viszeralem Fett sowie BMI in der Anamnese festgehalten. Zusätzlich wurde eine Elektrokardiogramm (EKG)-Untersuchung durchgeführt, um kardiale Probleme auszuschließen. Während der Operation wurden die Daten über die Menge der verwendeten Tumeszenzlösung und deren Zusammensetzung notiert. Es wurde zwischen der Infiltrationsphase und der eigentlichen Liposuktion unterschieden. Die Menge des Aspirats und der Fettgehalt im Aspirat wurden dokumentiert. Während der Operation und der postoperativen Betreuung wurden die Vitalparameter (Blutdruck, Puls, Sauerstoffsättigung) mehrfach erhoben und dokumentiert. Dies geschah vor und während der Operation, sowie nach 4, 8, 12, 16, 20, 28 und 44 Stunden nach dem Eingriff. Bei allen Patienten wurde die Blutentnahme nach der Infiltration und vor der Liposuktion, nach der Liposuktion und nach 4, 8, 12, 16, 20, 28 und 44 Stunden durchgeführt. Zur weiteren Analyse wurden die Proben an das Institut für Klinische Chemie der Universität Mannheim geschickt, wo die Lidocain- und Epinephrinwerte bestimmt wurden. Von der ersten und der letzten Probe

Nebeneffekte

Bei den postoperativen Besuchen wurden die Patienten zu ihrem Wohlbefinden, ihrer körperlichen Leistungsfähigkeit und den postoperativen Schmerzen auf der VAS-Skala (1-10) befragt. Die Angaben zur subjektiven Bewertung von Nebenwirkungen wurden in fünf Kategorien eingeteilt. Zusätzlich wurden die postoperativ beobachteten

oder zusätzlich verabreichte Medikamente wurden dokumentiert. Die Menge der oralen Flüssigkeitsaufnahme wurde von den Patienten selbst erfasst. Die Erhebung erfolgte analog zu den Blutuntersuchungen vor der Operation, nach der Operation und nach 4, 8, 12, 16, 20, 28 und 44 Stunden. Im Rahmen der postoperativen Visiten wurden die Patienten gebeten, aufzustehen und ein paar

Ultraschall-Untersuchung

Präoperativ untersuchten wir venöse Störungen, die Qualität und Struktur des Fettgewebes, den Ausschluss von Ödemen (Lymphödem, Phlebedem, Lipolymphödem und Lipophlebolymphödem) und die Dicke des Fettgewebes über der proximalen und distalen Tibia. Im Gegensatz zur hypoechoischen Struktur des normalen Fettgewebes erscheint das Lipödem verbreitert mit hyperechoischen Bindegewebssepten und dem typischen Bild eines "Schneesturm-Musters". Die Dicke des Fettgewebes proximal und distal, die Lage der Vena saphena magna in der mittleren Wade und die Bestimmung des Marshall-Punktes, wie an anderer Stelle beschrieben, sind für den Fall, dass eine insuffiziente Vene behandelt werden musste, mindestens 2 Monate vor der Liposuktion erfolgt.²⁸ sowie der Ausschluss eines Lymphödems bestätigten die Diagnose eines Lipödems (Fettansammlung im Gewebe). Eine sonographische Beurteilung des Pleuraraums, der Vena cavalis inferior und des Herzens erfolgte vor der Operation, am Ende der Operation und nach 20 Stunden postoperativ. Es wurde festgehalten, ob

Elektrokardiographie (EKG)

Bei allen Patienten wurde mehrmals eine 12-Kanal-EKG-Untersuchung durchgeführt. Dies geschah vor der Operation, am Ende der Operation und 20 Stunden nach dem Eingriff. Zur Auswertung dieser retrospektiven Datenanalyse wurden die vorhandenen EKGs anonymisiert einem unbeteiligten Kardiologen zur Beurteilung vorgelegt.

ERGEBNISSE

Allgemeine Daten zu Patient, Betrieb und Medikation

Bei der Studie handelt es sich um eine retrospektive Datenanalyse, bei der die Daten von 27 Patienten ausgewertet wurden, die sich 2016-2018 im Lipödemzentrum Sandhofer und Barsch einer Liposuktion unterzogen haben. Im Rahmen des regelmäßigen Qualitätsmanagements wurden bei 27 Patienten intra- und postoperativ die Lidocain- und Epinephrinspiegel bestimmt und der klinische Verlauf untersucht. Gemäß den Einschlusskriterien werden nur diese Patienten für die vorliegende Datenanalyse verwendet. Es wurden nur Patienten eingeschlossen, die eine vollständige Aufzeichnung der Behandlung einschließlich der Lidocain- und Epinephrinspiegel sowie des postoperativen klinischen Verlaufs hatten. Die Analyse der Stammdaten der

TABELLE

Patientenstammdaten. Die behandelten Patienten waren im Durchschnitt 41,7 Jahre alt, wogen 90,3 kg und waren 167,4 cm groß, was einen durchschnittlichen BMI von 32,3 ergab.

	Mittelwe	σ
Alte	41.7	12.7
Körpergewicht [kg]	90.3	16.4
Körperfett	35.4	10.6
Viszerales Fett [%]	8.3	3.1
Körpergröße	167.4	5.3
BMI	32.3	5.9

TABELLE

Allgemeine Betriebsdaten. Der Eingriff dauerte durchschnittlich 118 Minuten. Es wurden durchschnittlich 6111 ml abgesaugt, davon waren durchschnittlich 5585 ml Fett. Während der Tumescenzanästhesie wurden durchschnittlich 11.404 ml

	Mittelwe	σ
Betriebszeit [min]	118	17.7
Aspirieren [ml]	6111	2029
Fett im Aspirat	5585	1932
TF-Volumen admin. [ml]	11404	3067

TABELLE

Verabreichte Medikamenten-Dosen. Die Gesamtmenge an Lidocain wurde während der Operation mit einer durchschnittlichen Dosis von 3061,9 mg verabreicht und 34,23 mg/kg Körpergewicht. Zusätzlich wurden während der Tumescenzanästhesie durchschnittlich 9,7 mg Epinephrin,

	Mittelwe	σ
Lidocain gesamt	3061.9	643.6
Lidocain/kg Körpergewicht [mg]	34.23	5.49
Epinephrin gesamt	9.71	3.28
Epinephrin/kg Körpergewicht [mg]	0.11	0.03

Der Eingriff dauerte durchschnittlich 118 Minuten, wobei 6111 ml aspiriert wurden, wovon durchschnittlich 5585 ml Fett waren. Die durchschnittlich verabreichte Anästhesieflüssigkeit während der Tumescenzanästhesie betrug 11.404 ml (Tabelle 2). Die während des Eingriffs verabreichte Menge an Lidocain beträgt 3061,9 mg und entspricht einer Lidocain-Dosis von 34,23 mg/kg Körpergewicht. Zusätzlich wurden während der

Verlauf des Lidocainspiegels

Die Lidocainspiegel wurden bei allen Patienten regelmäßig zu definierten Zeiten gemessen. Im Verlauf konnte ein früher Peak nach 4 Stunden mit durchschnittlich 1,65 µg/ml und ein zweiter Peak nach 16 Stunden mit 1,55 µg/ml festgestellt werden. Die Spiegelverläufe der Patienten waren sehr

ABBILDUNG 1. Die durchschnittlichen Lidocainspiegel aller Patienten nach dem Eingriff und 4, 8, 12, 16, 20, 28 und 44 Stunden

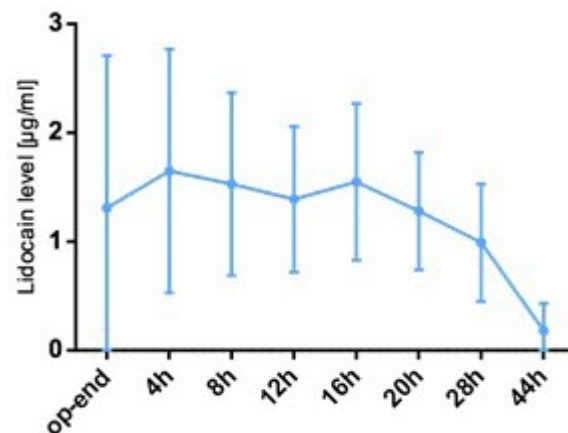
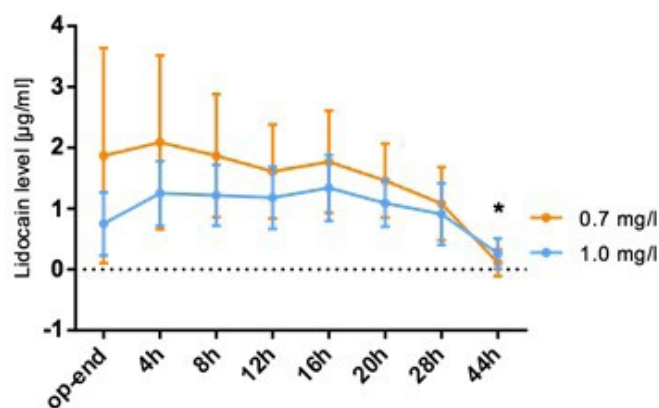


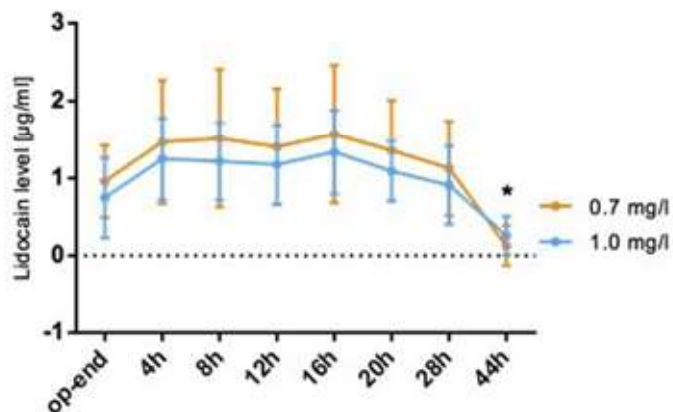
ABBILDUNG 2. Die durchschnittlichen Lidocainspiegel getrennt nach der Epinephrinkonzentration (0,7 und 1,0 mg/l) in der Tumescenzflüssigkeit nach dem Eingriff und 4, 8, 12, 16, 20, 28 und 44 Stunden später. Mittelwert $\pm$ SD. N=27. P<0.05.



Einfluss der Epinephrin-Dosis auf den Verlauf des Lidocain-Spiegels

Die durchschnittlichen Lidocainspiegel unterschieden sich nach der Epinephrin-Konzentration in der Tumescenzflüssigkeit. Die Patienten wurden entsprechend der Epinephrin-Konzentration in der Tumescenzflüssigkeit in zwei Gruppen eingeteilt. In der Gruppe mit 0,7 mg Epinephrin pro Liter (n = 14), konnten bis zu 28 Stunden im Durchschnitt höhere Werte gemessen werden als bei Patienten, bei denen eine Tumescenzflüssigkeit mit 1,0 mg Epinephrin pro Liter verwendet wurde. In beiden Gruppen ist der bimodale Verlauf der Werte zu erkennen, der auch in der Gesamtpopulation gefunden wurde. Die Unterschiede in den mittleren Lidocainspiegeln zwischen den beiden Gruppen wurden mit einer zweifaktoriellen ANOVA mit Messwiederholung getestet. Nach der Korrektur nach Greenhouse Geisser zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen den Lidocainspiegeln der beiden TF-Gruppen. (P=0.31). Zusätzlich wurden die Lidocainspiegel mit dem Mann-Whitney U-Test für jeden Messzeitpunkt verglichen. Aufgrund

ABBILDUNG 3: Einfluss der Epinephrindosis (0,7 und 1,0 mg/l) auf den Verlauf des Lidocainspiegels (ohne Arme) nach dem Eingriff und 4, 8, 12, 16, 20, 28 und 44 Stunden später. Mittelwert $\pm$ SD.



Einfluss der Epinephrin-Dosis auf den Verlauf des Lidocainspiegels (ohne Arme)

Die durchschnittlichen Lidocainspiegel aller Patienten, die keine Behandlung an den Armen erhalten haben. Nach dem Ausschluss verblieben 13 Patienten in der Gruppe mit 1,0 mg/l und 10 Patienten in der Gruppe mit 0,7 mg/l Epinephrin. Die Gruppe mit 0,7 mg/l Epinephrin zeigt im Durchschnitt ebenfalls höhere Werte, aber der Unterschied zwischen den beiden Gruppen ist deutlich geringer. Die Verlaufskurven sind nahezu parallel. Beim Vergleich der Lidocain-Werte mittels einer zweifaktoriellen ANOVA mit Messwiederholung konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen nach

Einfluss der Operationsregion auf den Verlauf des Lidocainspiegels (mit Armen)

Bei Patienten, die an den Armen operiert wurden ($n = 4$), konnten am Ende der Operation hohe Werte (3,92 µg/ml) gemessen werden. In den ersten zwölf Stunden kam es zu einem linearen Abfall auf durchschnittlich 2,01 µg/ml und nach 16 Stunden erreichte er nach einem leichten Anstieg mit 2,15 µg/ml seinen zweiten Höhepunkt. Patienten, die nur an den Beinen und Hüften operiert wurden ($n = 23$), wiesen in den ersten 28 Stunden im Durchschnitt niedrigere Werte auf. Im Gegensatz zur Vergleichsgruppe erreichten diese Patienten erst nach 4 Stunden ihren ersten Peak mit durchschnittlich 1,33 µg/ml und fielen nur sehr geringfügig ab, bis sie nach 16 Stunden ihr Maximum (1,43 µg/ml) erreichten. Die Lidocainspiegel nach der Operation wurden bei wiederholten Messungen mit Hilfe der Zwei-Wege-ANOVA verglichen. Es zeigte sich ein signifikanter Unterschied bei den Lidocainspiegeln zwischen den beiden Gruppen ($P < 0,05$). Der

Vergleich der Lidocainspiegel bei Patienten nach einer Liposuktion (48h)

Der zweite Eingriff wurde bei 13 Patienten 48 Stunden nach der Operation durchgeführt (2016, 2017). 12 Patienten wurden mit einer Tumescenzlösung mit 1,0 mg / l Epinephrin und ein Patient mit 0,7 mg/l Epinephrin in der Infiltrationslösung behandelt (2018). Im Lipödemzentrum wird in der ersten Operation der laterale Teil beider Beine behandelt. In der zweiten Operation wird der mediale Teil der Beine abgesaugt. Dies geschieht vor allem aus Rücksicht auf die Lymphgefäße. Vor Beginn der Folgeoperation wurde bei den Patienten ein

ABBILDUNG 4. Einfluss der Operationsregion auf den Verlauf des Lidocainspiegels (+Arme). Die durchschnittlichen Lidocainspiegel getrennt nach der behandelten Körperregion (Beine außen, Hüfte und Arme/Beine innen und Hüfte) gemessen nach dem Eingriff, 4, 8, 12, 16, 20, 28 und 44 Stunden später. Signifikante Unterschiede konnten nach dem Eingriff und 4, 8, 12, 16

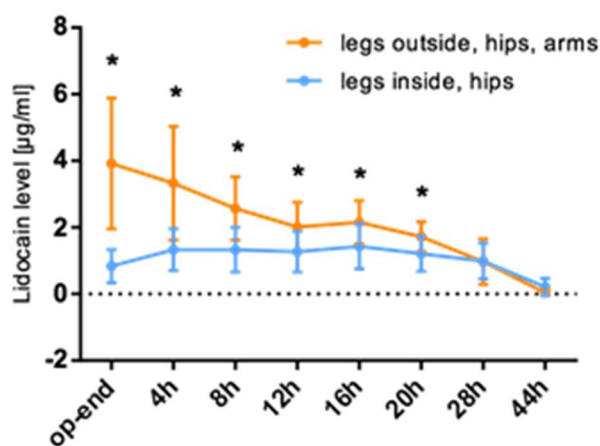


ABBILDUNG 5. Vergleich der Lidocainspiegel bei Patienten nach der 1. und 2. Liposuktion (48 Stunden). Vergleich der durchschnittlichen Lidocainspiegel während der ersten und der nachfolgenden Operation: vor und nach dem Eingriff, 4, 8, 12, 16, 20, 28 und 44 Stunden später. Ein signifikanter Anstieg der Lidocainspiegel während der zweiten Operation konnte erst 8 Stunden nach dem Eingriff festgestellt werden. Darüber hinaus wurde festgestellt, dass nach 28 Stunden die Lidocainspiegel der Patienten während der zweiten Operation signifikant niedriger

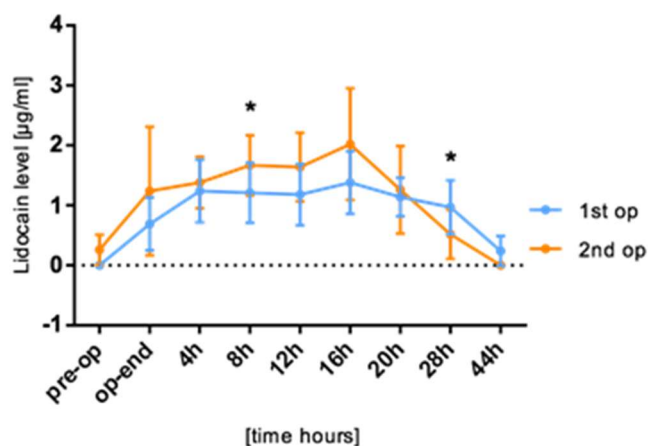
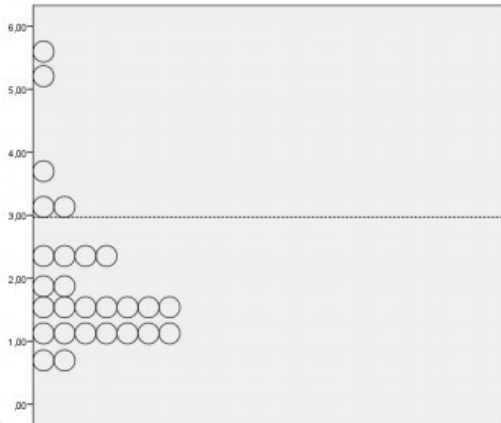


ABBILDUNG 6: Der maximale Lidocainspiegel pro Patient. Die horizontale Linie zeigt den Cut-off, bei dem die Lidocainspiegel als erhöht angesehen wurden ($3,0 \mu\text{g/ml}$).



TABELLE

Ergebnisse von Schmerz (a) und Blutverlust (b) im postoperativen Verlauf. Erhöhte subjektive Schmerzeinschätzung im postoperativen Verlauf und wie viele Patienten zu jedem Zeitpunkt (postoperativ, 4, 8, 12, 16, 20, 28 und 44 Stunden) Analgetika erhielten (a). Vergleich von Hämoglobin und Hämatokrit vor und nach der Liposuktion und berechneter Hämoglobinabfall (b). N=27.

Zeit [h]	VAS		Analgetik	
	Mittelwert	σ	Ja	Nein
Post-	4.44	2.46	--	--
4	3.70	1.94	4	19
8	3.12	1.60	13	10
12	2.20	1.31	8	13
16	2.05	1.17	6	16
20	1.77	1.15	0	20
28	2.02	1.85	2	19
44	2.46	1.82	2	9

TABELLE

Zeit [h]	Vor-Lipo		Post-Lipo (44)		Hämoglobinabfall	
	Mittel	σ	Mittelw	σ	Mittel	σ
Hämoglobin	13.4	0.9	11.0	0.9	2.3	0.9
Hämatokrit	39.7	2.9	32.9	2.7	6.7	2.8

Der durchschnittliche Lidocainspiegel stieg an, bis er nach 16 Stunden mit $2,02 \mu\text{g/ml}$ sein Maximum erreichte. Danach folgte ein steiler Abfall der Lidocainspiegel, so dass sie nach 28 Stunden unter den Vergleichsmessungen der ersten Operation lagen. Signifikante Unterschiede konnten zwischen der ^{1.} und ^{2.} Fettabsaugung mit 1 mg Epinephrin nach 8 und 28 Stunden beobachtet werden, wobei letztere eine noch schnellere Lidocainausscheidung bei der ^{2.} Operation zeigte (Abbildung 5).

Einfluss der Tumescenzlösung auf den Lidocain-Spitzenpiegel Um zu analysieren, bei welchen Patienten während der Behandlung ein erhöhter Spiegel auftrat, wurde für jeden Patienten die höchste gemessene Lidocain-Konzentration im Blut ausgewertet. Lidocain-Spiegel von mindestens $3,0 \mu\text{g/ml}$ wurden als erhöht definiert. Insgesamt fünf Patienten wiesen erhöhte Werte auf. Der durchschnittliche Lidocain-Spitzenpegel betrug $1,98 \mu\text{g/ml}$ ($\sigma = 1,24$) und trat nach 11,63 Stunden auf ($\sigma = 9,58\text{h}$). Wenn Patienten, deren Arme behandelt wurden, aus der Analyse ausgeschlossen wurden,

Ausreißer: Die beiden Spitzenwerte über $5 \mu\text{g/ml}$ wurden bei Patienten gefunden, bei denen ein Ganzarmtyp aspiriert und venöses Blut aus dem Handrücken entnommen wurde: Dieser Serumspiegel zeigt ein lokales Artefakt und repräsentiert nicht den Gesamtserumspiegel Abbildung 6.

Postoperative Schmerzen und Blutverlust

Die Nebenwirkungen wurden analysiert. Alle Patienten zeigten eine gute oder sehr gute Belastbarkeit während der analysierten 44 Stunden. Am Ende der Operation gaben die Patienten ein durchschnittliches Schmerzempfinden von 4,4 auf der VAS-Skala an. Das postoperative Schmerzempfinden nimmt im weiteren Verlauf ab. Bei einem großen Teil der Patienten wird im Verlauf der postoperativen Versorgung eine zusätzliche analgetische Therapie durchgeführt. Um den Blutverlust während der Operation zu analysieren, wurde das Blutbild vor der Operation und 44 Stunden nach der Operation verglichen. Im Durchschnitt

Blutdruck, Puls, Atemfrequenz, SpO₂, Herzenzyme

Die Blutdruckwerte blieben über den gesamten Untersuchungszeitraum stabil. Es wurde kein Anstieg des postoperativen Blutdrucks festgestellt. Die durchschnittliche Herzfrequenz stieg während des Eingriffs an und war am Ende des Eingriffs signifikant höher als der Ausgangswert ($P < 0,001$). Die Messungen nach 4 und 8 Stunden waren ebenfalls signifikant höher als vor der Operation. Um die statistische Signifikanz zu testen, wurde ein Wilcoxon-Test für verbundene Stichproben durchgeführt. Die durchschnittliche Atemfrequenz war vier Stunden nach dem Eingriff mit $18,7 / \text{min}$ signifikant erhöht. Im weiteren Verlauf normalisierte sich die Atemfrequenz. Alle Patienten schienen während der Behandlung atemstabil zu sein. Kein Patient zeigte Dyspnoe oder eine reduzierte Sauerstoffsättigung. Es wurde eine ANOVA mit wiederholten Messungen durchgeführt. Es gab keine Veränderungen der Sauerstoffsättigung im Laufe der Zeit. Keine der EKG-

Körpergewicht

Das durchschnittliche Körpergewicht unmittelbar nach der Operation ist mit $95,7 \text{ kg}$ signifikant höher als vor der Operation ($P < 0,001$). Das Körpergewicht nimmt in den nächsten 44 Stunden kontinuierlich ab und beträgt nach 44

oberhalb des

Augenlid-Ödem

Bei zwei Patienten wurde nach 20 Stunden ein geringfügiges Augenlidödem festgestellt. Bei der nächsten Untersuchung der Patienten war das Lidödem nach 28 Stunden nicht mehr

Getränkemenge

Die Patienten tranken innerhalb der ersten 20 Stunden postoperativ 2,9 Liter Wasser. In den folgenden 24 Stunden waren es nur noch 2,38 Liter. Daraus ergibt sich eine

Durchmesser Vena Cava Inferior

Der Durchmesser der Vena cava inferior wurde im Rahmen der Ultraschalluntersuchungen gemessen. Es wurde kein Unterschied im Füllungszustand und Durchmesser der Vena

Nebeneffekte

Insgesamt wurden bei den postoperativen Besuchen bei 12 von 27 Patienten leichte Nebenwirkungen der Behandlung festgestellt. Neun Patienten gaben an, dass sie eine kurze Episode mit schlechter Durchblutung hatten. Fünf Patienten zeigten sich bei der Visite mit einer geröteten und

DISKUSSION

Obwohl die bei der Tumescenzanästhesie verabreichte Lidocainmenge um ein Vielfaches höher ist als die bei der Lokalanästhesie empfohlene Maximaldosis, hat sich die Tumescenzanästhesie als ein sehr sicheres Anästhesieverfahren erwiesen.^{29,30} Ein wesentlicher Faktor für die langsame Resorption von Lidocain ist der reduzierte Blutfluss im Operationsgebiet.³¹ Ein weiterer Faktor, der für die Resorption von Lidocain wichtig ist, ist die Lipophilie der Substanz. Fettgewebe hat eine sehr hohe Bindungskapazität für Lidocain und gibt den gebundenen Wirkstoff nur langsam ab. Ein Gramm Fett kann bis zu einem Milligramm Lidocain binden.³² Mehrere Autoren vermuten, dass die hohe Lidocain-Bindungskapazität des Fettgewebes maßgeblich für die langsame Aufnahme des Lidocains in das Gefäßsystem verantwortlich ist. Bei fehlender Festigkeit der TLA -Lösung (Wassermelonen-Konsistenz oder Tumescenz-Zustand) muss von einer intramuskulären und subkutanen Injektionssituation mit einem hohen Endwert von 7 mg/kg Lidocain ausgegangen werden.³³ Im Gegensatz zur konventionellen Lokalanästhesie werden die Medikamente bei der Tumescenzanästhesie sehr verdünnt eingesetzt. Während nach intravenöser oder intramuskulärer Verabreichung von Lidocain schnell hohe Spitzenspiegel zu beobachten sind, erfolgt die Resorption von Lidocain nach subkutaner Verabreichung langsam und mit konstanter Rate und unabhängig von der im Fettgewebe verbleibenden Lidocainmenge.³⁴ Klein vergleicht die Pharmakokinetik von Lidocain bei der Tumescenzanästhesie mit der langsamen Absorption einer Substanz aus einer Depotinjektion oder

1500 mg/l und kleine Liposuktionen mit Aspiratmengen von weniger als drei Litern. Mit 11,4 l ist die Menge der applizierten Tumescenzlösung in dieser Studie höher als in Vergleichsstudien. Dies lässt sich durch die Volltumescenztechnik erklären, bei der Tumescenzflüssigkeit so lange eingebracht wird, bis das Gewebe einen festen Turgor hat. Aufgrund der Laxheit der Haut benötigen Patienten mit Lipödem, insbesondere nach Gewichtsabnahme, deutlich mehr Flüssigkeit, bis das Gewebe voll ist, was vor allem bei Lipödem-Patienten nach bariatrischen Operationen der Fall ist. Die Infiltration einer hohen Menge an Tumescenzflüssigkeit mit gelöstem Lidocain könnte jedoch das Risiko einer Lidocain-assoziierten Toxizität erhöhen. Um dieses Risiko zu reduzieren, haben wir in dieser Studie und seit 2016 routinemäßig die Lidocainkonzentration der Tumescenzlösung auf 233 mg/l reduziert. Bei Schmerzen während der Absaugung wurde für die anschließende Infiltration eine Lösung mit 400 mg/l zugegeben. Die Verwendung einer TLA mit 0,0233 Lidocain ermöglicht eine großvolumige Liposuktion, zumal ein toxischer Lidocainspiegel deutlich später erreicht wird als bei der ursprünglichen Konzentration von 0,04. Die Empfehlungen bezüglich einer sicheren Menge an zu verabreichendem Lidocain variieren stark. Von Ostad et al. wurde eine Gesamtmenge von bis zu 76 mg Lidocain pro kg Körpergewicht verabreicht, ohne dass Anzeichen von Toxizität auftraten.³⁵ Viele Autoren halten eine Lidocain-Dosis von bis zu 55 mg/kg Körpergewicht für sicher, während andere Untersucher diese Menge für riskant halten und niedrigere Grenzwerte empfehlen.^{13,36} In einer aktuellen pharmakologischen Studie von Klein et al. wurden die Lidocain-Plasmaspiegel bei unterschiedlichen Lidocain-Dosen untersucht. Als Ergebnis kommt er zu dem Schluss, dass eine Lidocainmenge von 55 mg/kg Körpergewicht in den meisten Fällen wahrscheinlich sicher ist, aber eine maximale Dosierung von 45 mg/kg Körpergewicht aufgrund der geringen Sicherheitsreserve empfohlen wird.²⁵ Bei einer Infiltration von 34,23 mg / kg Körpergewicht Lidocain ergab sich in der vorliegenden Studie eine maximale Lidocain-Konzentration im Plasma von durchschnittlich 1,58 µg / ml, die nach durchschnittlich 11,8 Stunden gemessen wurde. Klein konnte bei der Tumescenzanästhesie mit einer Lidocainkonzentration von 1000 mg/l und einer Dosierung von 34 mg/kg Körpergewicht durchschnittliche Lidocainspiegel nach 12 bis 14 Stunden beobachten.²⁰ In einer ähnlichen Studie mit zwölf Patienten wurden Spitzen-Lidocain-Spiegel zwischen 0,6 und 3,6 µg/ml wurden sechs bis zwölf Stunden nach der Ende der Infiltration.³⁷ In beiden Studien wurden jedoch nur geringe Mengen an Tumescenzlösung appliziert. Auch die Lidocain-Konzentration in der Tumescenzlösung und das gewählte Anästhesieverfahren könnten Einfluss auf die Resorption von Lidocain haben. Es gibt Hinweise, dass eine

genannten Studien wird der Eingriff in Vollnarkose und "Superwet"-Technik mit der Infiltration kleiner Flüssigkeitsmengen durchgeführt. Kenkel verwendet mit 4,7 Litern deutlich weniger Tumescenzflüssigkeit als in dieser Studie (11,4 Liter). Klein beschreibt, dass die Resorption von Lidocain bei der Tumescenztechnik zusätzlich vermindert wird, weil der hohe Gewebedruck die Durchblutung weiter reduziert und die Diffusion des Lidocains in das Gefäßsystem durch den hohen Flüssigkeitsanteil erschwert wird.²⁷ Obwohl die in beiden Vergleichsstudien gemessenen durchschnittlichen Lidocain-Konzentrationen deutlich unter dem prä-toxischen Grenzwert von 3 µg/ml liegen, kann daher die Verwendung der Tumescenztechnik die Sicherheit erhöhen. Obwohl die Verabreichung niedrig konzentrierter Tumescenzlösungen die Aufnahme von Lidocain in das Gefäßsystem verzögern sollte, werden die maximalen Lidocain Spiegel bei 35% unserer Patienten sehr früh gefunden. Bei 8 von 27 Patienten werden die Lidocain-Spitzen Spiegel nicht, wie für die Tumescenzanästhesie typisch, nach 8 bis 16 Stunden gemessen, sondern innerhalb der ersten vier Stunden. Nach dem schnellen Anstieg innerhalb der ersten vier Stunden zeigt sich in dieser Studie fast ein Plateau, bis die Spiegel nach 16 Stunden wieder zu fallen beginnen. Oba et al. fanden bei der Untersuchung von fünf Patienten unter Verwendung einer Tumescenzlösung mit 250 mg / l Lidocain und einer Lidocain-Dosis von 28 mg / kg Körpergewicht einen maximalen Plasmaspiegel nach nur drei Stunden.³⁹ Die Ergebnisse dieser Studie bestätigen die Sicherheit der Tumescenzanästhesie bei Patienten mit Lipödem. Durch die Verwendung einer Tumescenzlösung von 233 mg Lidocain pro Liter wird trotz der Verabreichung von 11,4 Litern Tumescenzflüssigkeit die sichere Gesamtdosis von 35 mg / kg Lidocain nicht überschritten. Obwohl die zugeführte Gesamtmenge an Epinephrin durch die Verwendung einer Tumescenzlösung mit 0,7 mg Epinephrin pro Liter deutlich reduziert wurde, zeigten die gemessenen Epinephrinspiegel im Blut keine signifikanten Unterschiede zu einer Vergleichsgruppe mit einer Tumescenzlösung mit 1 mg Epinephrin pro Liter. Die Infiltration großer Mengen an Tumescenzflüssigkeit wird hämodynamisch gut vertragen, ohne Anzeichen einer Hypervolämie. Postoperativ sind die Patienten jederzeit gut körperlich belastbar. Wir analysierten nicht nur die Serumspiegel pro kg Körpergewicht, sondern auch pro kg Gesamtfett. Dieser Verlauf ist bei den eher schwereren Patienten relativ parallel. Allerdings sind

des Gesamtfetts. Dies betrifft vor allem schlanke Lipödem-Patientinnen mit einem Gesamtfett von weniger als 12 kg. Die zu erwartende Hypovolämie muss durch orale Flüssigkeitsgabe kompensiert werden, wobei ca. 50-100% des entfernten Fettes durch Flüssigkeit ersetzt werden müssen. Die Verabreichung einer 0,0233%igen Lidocain-Dosis ist für die Anästhesie ausreichend, Voraussetzung ist jedoch, dass das subkutane Fettgewebe eine wassermelonartige Konsistenz aufweist - volle Tumescenz.¹³ Der Einsatz einer Sedoanalgesie mit kurzwirksamen Medikamenten (Midazolam, Propofol, Remifentanyl), die während des Eingriffs von einem Facharzt für Anästhesie und Intensivmedizin verabreicht wird, ist auch für den Patienten eine Erleichterung. Die Nachsorge und Patientenfreigabe sollte durch denselben Facharzt erfolgen. Zwischen den einzelnen Eingriffen sollte eine Pause von mindestens 4 Wochen liegen. Die Arme sollten in einem separaten Eingriff durchgeführt werden, zumal eine erhöhte Resorption im Achselbereich nicht ausgeschlossen werden kann. Bei Patienten über 60 Jahren sollten die pharmakologischen Grenzwerte um 30% reduziert werden. Bis zum Ende unserer Studie (Januar 2018) haben wir 580

In dieser Studie wurde erstmals gezeigt, dass bei Einhaltung der allgemeinen Richtlinien zur Liposuktion auch große Eingriffe bei ambulanten Lipödem-Patienten sicher durchgeführt werden können. Diese Studie trägt somit zur Stärkung der Evidenz zur Sicherheit der Liposuktion in Tumescenzanästhesie bei Lipödem-Patientinnen bei.

DISCLOSURES

Wir schließen jeglichen Interessenkonflikt aus und garantieren, dass alle Autoren mit dem Inhalt und der Einreichung dieses Manuskripts vollständig einverstanden sind. Außerdem erklären wir, dass unsere Arbeit

REFERENZEN

AQ: Referenzen wurden bearbeitet, um dem JDD-Stil zu Referenzen im Text und bestätigen Sie, ob sie

1. Rudkin GH, Miller TA. Lipödem: eine klinische Entität, die sich vom Lymphödem unterscheidet.
 2. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 1994;94:841-849.
 3. Sattler G, HE Rappich S, Mössler K, Hagedorn M. Neue operative Behandlungsmöglichkeiten bei benignen Fettgewebskrankungen. *Z Hautkr.* 1997;72:4.
 4. Cornely ME. Lymphologische Liposkulptur. *Der Hautarzt.* 2007;58:6.
 5. Habbema, L. Sicherheit der Liposuktion mit ausschließlich Tumescenz-Lokalanästhesie in 3.240 konsekutiven Fällen. 2009;35:1728-1735.
 6. Hanke CWB, G. Block S. Sicherheit der Liposuktion bei 15.336 Patienten. Nationale Umfrageergebnisse. *Dermatol Surg.* 1995;21:4.
 7. Rappich S, Dingler A, Podda M. Liposuction is an effective treatment for lipedema-results of a study with 25 patients. *J Dtsch Dermatol Ges.* 2011;9:33-40.
 8. Reich-Schupke S, Schmeller W, Brauer WJ, et al. S1-Leitlinie: Lipödem. *J Dtsch Dermatol Ges.* 2017;15:758-767.
 9. Sandhofer M, SP, Anderhuber F. Lipödem. *J Ästhetische Chirurgie.* 2017;10:10.
 10. Schmeller W, Meier-Vollrath, I. (2006). Tumescenz-Liposuktion: eine neue und erfolgreiche Therapie des Lipödems. *J Cutan Med Surg.* 2006;10:7-10.
 11. Dadras M, Mallinger PJ, Corterier CC, Theodosiadi S, Ghods M. liposuction in the treatment of lipedema: a longitudinal study. *Arch Plast Surg.* 2017;44:324-331.
- Baumgartner A, Hueppe M, Schmeller W. (2016). Langfristiger Nutzen der

SCHLUSSFOLGERUNG

Basierend auf unserer Studie und den erzielten Ergebnissen haben wir in erster Linie die Messung des Gesamtfettgehalts zur Bewertung der Lidocain-Dosis verwendet, aber auch die Menge des zu entfernenden Fettes. Wir kamen zu dem Schluss, dass die Lidocainmenge pro kg Fett und nicht nur pro kg Körpergewicht berechnet werden muss. Außerdem

- 4 und 8 Jahren. *Br J Dermatol*. 2016;174:1061-1067.
12. Fetzer A. Specialist approaches to managing lipoedema. *Br J Community Nurs*. 2016;S30-35.
 13. Sandhofer M, Hanke CW, Habbema L, et al. Prevention of progression of lipoedema with liposuction using tumescent local anesthesia: results of an International Consensus Conference. *Dermatol Surg*. 2020;46:220-228.
 14. Kind AH, Gordon KD, Sharpe P, et al. (2010). Lipödem: ein vererbbarer Zustand. *Am J Med Genet A*. 2010;152A:970-976.
 15. Romeijn JRM, de Rooij MJM, Janssen, Martens, H. Exploration of patient characteristics and quality of life in patients with lipoedema using a survey. *Dermatol Ther*. 2018;8:303-311.
 16. Bilancini S, Lucchi M, Tucci S, Eleuteri P. Funktionelle lymphatische Veränderungen bei Patienten mit Lipödem. *Angiologie*. 1995;46:333-339.
 17. Dudek JE, Bialaszek W, Ostaszewski P. (2016). Lebensqualität bei Frauen mit Lipödem: ein kontextbezogener verhaltensorientierter Ansatz. *Qual Life Res*. 2016;25:401-408.
 18. Forner-Cordero I, Szolnoky G, Forner-Cordero A, and Kemeny L. (2012). Lipödem: ein Überblick über seine klinischen Manifestationen, Diagnose und Behandlung des Syndroms der disproportionalen Fettablagerung - systematisches Review. *Clin Obes*. 2012;2:86-95.
 19. Lohrmann C, Foeldi E, Langer M. (2009). MR-Bildgebung des lymphatischen Systems bei Patienten mit Lipödem und Lipo-Lymphödem. *Microvasc Res*. 2019;77:335-339.
 20. Klein JA. (1990a). Die Tumeszenztechnik zur Regionalanästhesie erlaubt Lidocain-Dosen von 35 mg/kg für die Liposuktion. *J Dermatol Surg*. 1990;16:248-263.
 21. Klein JA. Die Tumeszenztechnik. Anästhesie und modifizierte Liposuktionstechnik. *Dermatol Clin*. 1990;8:425-437.
 22. Samdal F, Amland PF, Bugge JF. Blutverlust bei der Liposuktion mit der Tumeszenztechnik. *Aesthetic Plast Surg*. 1994;18:157-160.
 23. Priglinger E, Strohmeier K, Weigl M, et al. SVF-derived extracellular vesicles carry characteristic miRNAs in lipoedema. *Sci Rep*. 2020;10:7211.
 24. Priglinger E, Wurzer C, Steffenhagen C, et al. (2017). Die aus Fettgewebe stammenden Stromalen vaskulären Fraktionszellen von Lipödem-Patienten: Are they different? *Cytotherapy*. 2017;19:849-860.
 25. Klein JA, Jeske DR. Geschätzte maximale sichere Dosierungen von Tumeszenz Lidocain. *Anesth Analg*. 2016;122:1350-1359.
 26. Ghods M, Kruppa P. Chirurgische Behandlung des Lipödems. *J Ästhetische Chirurgie*. 2018;50:400-411.
 27. Klein JA. (1999). Anästhesieformulierung von Tumeszenzlösungen. *Dermatol Clin*. 1999;17:751-759, v-vi.
 28. Marshall MS-S C. (2011). Prävalenz des Lipödems bei berufstätigen Frauen in Deutschland: (Lipödem-3-Studie). *Phlebologie*. 2011;40:8.
 29. Rubin JP, Bierman C, Rosow CE, et al (1999). Die Tumeszenztechnik: Der Effekt von hohem Gewebedruck und verdünntem Epinephrin auf die Absorption von Lidocain. *Plast Reconstr Surg*. 1999;103:990-996; Diskussion 997-1002.
 30. Thomas M, Pypendop BH, Ilkiw JE, Stanley SD. Pharmakokinetik von Lidocain und seinem aktiven Metaboliten, Monoethylglycinexylid, nach intravenöser Verabreichung von Lidocain an wache und mit Isofluran anästhesierte Katzen. *Am J Anim Vet Sci*. 2005;66, 1162-1166.
 31. Luby M, Rohrich RJ, Brown SA. (2004). Pharmakokinetik und Sicherheit von Lidocain und Monoethylglycinexylid bei der Liposuktion: eine Mikrodialysestudie. *Plast Reconstr Surg*. 2004; 114, 516-524; Diskussion 525-516.
 32. de Jong RH. Gefahren durch Mega-Dosis-Lidocain bei der "Tumeszenz"-Liposuktion. *J Clin Monit Comput*. 2000;16:77-79.
 33. Miller A, Mandeville J. Predicting and measuring fluid responsiveness with echocardiography. *Echo Res Pract*. 2016;3:G1-G12.
 34. Conroy PH, O'Rourke J. Tumeszenzanästhesie. *Surg-J R Coll Surg E*. 2013;11: 210-221.
 35. Ostad A, Kageyama N, Moy RL. Tumeszenzanästhesie mit einer Lidocain-Dosis von 55 mg/kg ist sicher für Liposuktion. *Dermatol Surg*. 1996;22: 921-927.
 36. Haeck PC, Swanson JA, Gutowski KA, Basu CB, Wandel AG, Damitz LA, Reisman NR, Baker SB, Committee APS. (2009). Evidenzbasierte Empfehlung zur Patientensicherheit: Liposuktion. *Plas Reconstr Surg*. 2009;124:285-445.
 37. Samdal F, Amland P, Bugge JF. Plasma-Lidocain-Spiegel während der saugassistierten Lipektomie unter Verwendung hoher Dosen von verdünntem Lidocain mit Epinephrin. *Plas Reconstr Surg*. 1994;93:1217-1223.

AUTORENKORRESPONDENZ

Dr. med. Matthias Sandhofer

E-mail: dr.matthias@sandhofer.at