

Aus der Frauenklinik der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

Direktor: Univ Prof Dr med Ludwig Kiesel

Entwicklung einer neuen Methode
zur kontrollierten Fettabsaugung

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung des doctor medicinae

der Medizinischen Fakultät

der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

Vorgelegt von A Z Taufiq

aus Kabul

2003

Dekan: Prof Dr med H Jürgens

1. Berichterstatter: Priv Doz Dr med Dr rer nat W Burkart

2. Berichterstatter: Priv. Doz. Dr. med. Klockenbusch

Aus der Universitäts-Frauenklinik der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

Direktor: Univ. Prof. Dr med. Ludwig Kiesel

1. Berichterstatter: Priv Doz Dr med Dr rer nat Wolfgang Burkart

2. Berichterstatter: Priv. Doz. Dr. med. Klockenbusch

Zusammenfassung

Entwicklung einer neuen Methode zur kontrollierten Fettabsaugung

von A Z Taufig, Köln

In der Arbeit wird eine grundlegend neue Methode der Liposuction vorgestellt, bei der eine Doppellumenkanüle eingesetzt wird. Das Gewebe wird mit Kochsalzlösung unter hohem Druck angespült, wodurch die Fettzellen aus ihrem Verband gelöst werden. Simultan erfolgt das Absaugen von Spüllösung und Fett. Die Vorteile der dargestellten Methode sind:

- Die Operations- und Narkosedauer verringern sich erheblich, da die zeitraubende Instillation von Tumeszenzlösung entfällt
- Die Traumatisierung des Gewebes wird durch Aspiration des Fetts mit einem niedrigem Druckgradienten reduziert
- Die Methode macht eine direkte Begutachtung des Operationserfolges möglich, was zu besseren Ergebnissen führt und Nachbearbeitungen seltener macht
- Da keine Lokalanaesthetica verwendet werden, ist nicht mit unkontrollierbaren Arzneimittel-Wechselwirkungen oder –Spätwirkungen zu rechnen
- Eine Liposuction kann ohne weiteres ambulant durchgeführt werden, da eine Nachbeobachtung des Patienten wegen etwaiger Nachwirkungen der Lokalanaesthetie nicht erforderlich ist
- Es ist keine "Criss-Cross-Technik" erforderlich, d h die Anzahl der notwendigen Incisionen wird reduziert
- Die Besonderheit der Methode erlaubt ein Lösen von Zellverbänden und deren Umverteilung im Sinne einer Modellierung der Körperoberfläche
- Die losgelösten Zellverbände bleiben vital und eignen sich aufgrund ihrer Größe zu Fettgewebs-Transplantationen "Lipofillings"

Die Doppellumen-Kanüle wurde als Gebrauchsmuster Nr.: 200 09 786.5 beim Deutschen Patentamt eingetragen. In Zusammenarbeit mit der Firma AZT-Instruments AG, Luzern, Schweiz wurde eine funktionstüchtige Ausrüstung entwickelt. Die TÜV-Abnahme im Sinne der EWG-Richtlinien über Medizinprodukte vom 14. Juni 1993 steht unmittelbar bevor. In der vorliegenden Arbeit werden die Entwicklung der Methode und ihre Anwendung an über 200 Patienten beschrieben.

Schlüsselwörter: Liposuction, Wasserstrahl-unterstützte Liposuction, Fettabsaugung

Tag der mündlichen Prüfung: 20. November 2003

Danksagung

Mein Dank gilt in erster Linie meiner Frau Nahid und den Kindern Timoor, Dina und Majid, die in der Zeit der Entwicklung des Instrumentariums die Neurosen und Zeitnot eines Erfinders zu ertragen hatten. Die Mitarbeiter meiner Praxis müssen an dieser Stelle ebenfalls genannt werden, denn sie haben mich mit bewundernswerter Geduld in meiner Arbeit unterstützt. Auch die Mitarbeiter der Firma AZT-Instruments seien erwähnt, die geduldig meine Vorschläge angenommen und kompetent umgesetzt haben. Schliesslich gilt mein Dank den Kollegen aus der Anaesthesie-Abteilung, die während der Operationen die Daten erhoben haben. Last not least möchte ich Herrn Dr Burkart für die Aufmunterung und Unterstützung in der schwierigen Phase des Schreibens der Arbeit meinen herzlichen Dank aussprechen.

Inhaltsverzeichnis:

Zusammenfassung	3
Danksagung	4
1 Einführung und Problemstellung	7
1.1 Liposuction	7
1.2 Tumeszenz-Analgesie	9
1.3 Ultraschall-assistierte Liposuction	12
1.4 Wechselwirkungen und Todesfälle	13
2 Die Entwicklung einer neuen Methode	15
2.1 Der grundlegende Gedanke	15
2.2 Die Doppellumen-Kanüle	15
2.3 Die Hochdruckpumpe	16
2.4 Überprüfung der Funktionsfähigkeit	18
2.4.1 Die Geometrie des Flüssigkeitsstrahls	18
2.4.2 Erste Erprobung an menschlichem Gewebe	19
2.5 Erster Einsatz am Menschen	20
3 Wasserstrahl-unterstützte Liposuction in praxi	21
3.1 Ästhetische Ergebnisse	21
3.2 Medizinische Aspekte	24
3.2.1 Flüssigkeitsbilanz	24
3.2.2 Blutverlust	25
3.2.3 Körpertemperatur	25
3.2.4 Postoperativer Schmerz	27
3.2.5 Mittlere Operationsdauer	28
3.2.6 Beurteilung des entfernten Gewebes	28
3.3 Vorläufige Bilanz	29
4 Diskussion	30
4.1 Operationsimmanente Komplikationen bei Liposuction	30
4.1.1 Geringfügigere Komplikationen	33
4.2 Schwerwiegende Komplikationen	33
4.2.1 Thromboembolie	33
4.2.2 Perforierende Verletzungen	35
4.3 Wirkungen und Nebenwirkungen verwendeter Arzneimittel	36

4.4 Lipojet im Vergleich	37
5 Resumée	39
6 Literatur	41
7 Anhang	45
7.1 Vereinheitlichtes Narkoseverfahren	45
8 Verzeichnis der Publikationen und Vorträge	46
9 Lebenslauf	48

1 Einführung und Problemstellung

Die Fettverteilung des Körpers wird frühzeitig im Leben festgelegt. Faktoren, die die Silhouette eines Körpers bestimmen, sind Vererbung, Geschlecht, körperliche Aktivität und Kalorienaufnahme. Die Gesamtzahl der Fettzellen einer Person bleibt, abgesehen von exzessiver Kalorienaufnahme, das Leben über relativ konstant; eine einmal gebildete Fettzelle verliert man unter normalen Umständen kaum.

Hierin liegt ein Problem einst adipöser Personen. Auch wenn durch Diät und/oder körperliche Aktivität eine beträchtliche Abnahme der Menge des Körperfetts erreicht werden konnte, gehen die Fettzellen doch nicht zugrunde. Sie existieren vielmehr als leere Speicherzellen weiter und werden leicht wieder gefüllt. Dies wird der Fall sein, wenn die Diät gelockert oder die körperliche Aktivität aufgegeben wird. Liposuction dient zur dauerhaften Entfernung von Fettgewebe, denn durch die Operation wird die Anzahl von Fettzellen im Organismus dauerhaft reduziert.

Nun ist Liposuction keine Methode zur Behandlung der Adipositas, sie dient vielmehr der Entfernung bzw Reduktion isolierter Fettgewebsdepots. Das Patientengut rekrutiert sich vorwiegend aus körperbewussten, sportlich aktiven Personen, die nicht übergewichtig sind. Ihr Problem besteht darin, einen oder mehrere Bezirke ihres Körpers durch Sport oder Diät nicht weiter beeinflussen zu können. Bei Frauen bestehen isolierte Fettgewebedepots vor allem an Kinn, Ober- und Unterbauch, Hüften, Oberschenkelinnen- und aussenseite (Reithosen), Knie und Fesseln, während sie bei Männern vorwiegend im Rückenbereich, Bauch/Taille (Rettungsring) und Schenkelinnenseite angesiedelt sind.

1.1 Liposuction

Das Ziel einer Liposuction-Operation ist, den Körper durch die Aspiration von Fettgewebe über eine dünne Kanüle zu konturieren. Bisher wurden nahezu alle Körperregionen erfolgreich durch Liposuction behandelt: oberes und unteres Abdomen, Taille („Rettungsring“), Hüfte, Oberschenkel („Reithosen“), Knie, Unterschenkel, aber

auch Gynäkomastie und Doppelkinn. Es wundert daher nicht, wenn die Liposuction zur häufigsten plastischen Operation geworden ist (Engler 1998).

Der Zugang zum Fettgewebe wird über kleine Incisionen, die an verborgener Stelle angebracht werden, geschaffen. Von hier aus wird eine dünne, bis zu 5 mm im Durchmesser messende Kanüle eingebracht, an deren Spitze eine oder mehrere Öffnungen angebracht sind. Mit Hilfe einer Vakuumpumpe, die im einfachsten Falle durch den üblichen OP-Sauger verkörpert wird, wird über die Öffnungen Fettgewebe abgesaugt.



Abbildung 1: Spitzen einiger zur Liposuction üblicher Kanülen

Üblicherweise führt der Chirurg mit einer Hand die Kanüle und tastet mit der anderen Hand über der Haut, um den Operationsfortschritt zu beurteilen. Um ein gleichmässiges Resultat zu erhalten, muss die Kanüle ständig vor und zurück bewegt werden, da das Liegenbleiben an einer Stelle zu einer übermässigen Fettentfernung und damit zur Bildung einer Delle führen könnte. Im übrigen wird die zu bearbeitende Fläche bevorzugt über Kreuz bearbeitet (Criss-Cross-Technik).



Abbildung 2: Criss-Cross-Technik: Die Anlage der Incisionen geschieht so, dass die Wege der Kanüle sich überkreuzen (*Pitman 1993*).

1.2 Tumescenz-Analgesie

Erste, wenn auch nicht die ersten Berichte über eine erfolgreiche "Fettgewebsexhairese" stammen aus den 60-er Jahren des vergangenen Jahrhunderts von dem Kölner plastischen Chirurgen Josef Schrudde (*Schrudde 1984*). Er cürettierte mit einer auf Bumm zurückgehenden Cürette, die von den Gynäkologen zum Curettment des Uterus eingesetzt wird (*Bumm 1921*), ohne weitere Vorbereitung des Operationsgebietes. In der Folge wurde versucht, die Fettzellen vor Beginn der eigentlichen Operation aus ihrem Verband zu lösen. So wurde Hyaluronidase in einer hypotonen Lösung eingesetzt, was aber zu allergischen Reaktionen führte (*Ilouz 1983, Fournier 1983*). Teimouran und Fischer (*Teimouran 1981*) verwendeten Adrenalin in einer Verdünnung von $1 / 2 \times 10^5$, um den Blutverlust zu begrenzen. Der Zusatz von

Lidocain erlaubte schliesslich die Durchführung einer Liposuction zumindest für begrenzte Areale in Lokalanästhesie.

Diese Pioniere der Liposuction verwendeten immer noch kleine Instillationsvolumina von etwa 500 ml. Der Gedanke, hohe Mengen einer Lösung in das Fettgewebe einzubringen, entstand später (*Klein 1987, Toledo 1991*). Das Gewebe schwillt durch die instillierte Lösung deutlich an, der subcutane Raum wird künstlich vergrössert (Tumeszenz). Hierdurch lässt sich die Kanüle mit weniger Kraftaufwand führen, die Lösung der Fettzellen geht leichter vonstatten. Die Verwendung hoher Flüssigkeitsmengen unter Zusatz von 0,05% Lidocain und Adrenalin in einer Verdünnung von $1 / 1 \times 10^6$ bis $1 / 5 \times 10^5$ führt sowohl zu hinreichender Schmerzfreiheit als auch zu deutlich reduziertem Blutverlust.

Die Instillation der Tumeszenzlösung wird üblicherweise mit grossvolumigen Spritzen, einer kontinuierlich arbeitenden Rollenpumpe oder mit Kolbenhubpumpen bewerkstelligt (*Sommer 1998a*). In das subcutane Gewebe gelangt die Flüssigkeit über handelsübliche Injektionsnadeln der Grösse 1 (20 Gauge) oder spezielle Infiltrationsnadeln mit mehreren Öffnungen. Der Hautturgor wird ständig kontrolliert. Das Gewebe schwillt im Verlauf der Instillation an (*tumescere* = schwellen) und wird durch die Adrenalin-bedingte Minderdurchblutung und den Gewebedruck weiss (*blanching*). Wird ausschliesslich eine Lokalanästhesie (Tumeszenz-Analgesie) als Analgesieverfahren eingesetzt, so dient das fortgesetzte Gespräch mit dem Patienten einerseits zur kontinuierlichen Kontrolle seiner Bewusstseinslage, andererseits zur Ablenkung von den für ihn ungewohnten Handhabungen („*talkaesthesia*“).

Die Instillation einer Menge von fünf bis sechs Litern nimmt etwa eine Stunde Zeit in Anspruch. Hierauf folgt eine Pause von etwa $\frac{1}{2}$ Stunde, um eine gleichmässige Verteilung der Flüssigkeit sicherzustellen. In dieser Zeit wird der Patient mit einer Wärmedecke zugedeckt. Vor Beginn der Operation wird die Gleichmässigkeit und ausreichende Wirkung der Tumeszenz-Analgesie überprüft und im Operationsgebiet nochmals nach-instilliert, da in Folge der Schwerkraft ein Teil der Lösung in die abhängigen Körperpartien fliesst.



Abbildung 3: Tumescenz am Bauch einer Patientin. Der Blanching-Effekt ist deutlich zu sehen

Die Vorteile der Tumescenz-Analgesie sind:

- Vergrößerung des subcutanen Raumes
- Antibakterielle Wirkung des Lidocains
- Reduktion der intravenösen Flüssigkeitszufuhr
- Verminderter Blutverlust durch Kompressionseffekt
- Anhalten der Analgesie über das Operationsende hinaus
- Der Patient ist wach, kann sich bewegen und ggf vor einen Spiegel treten

Hauptbestandteil der Tumescenzlösung ist physiologische 0,9 %ige Kochsalzlösung. Dieser wird Lidocain oder Prilocain als Lokalanästhetikum zugesetzt. Als Vasoconstringens dient Adrenalin in einer Verdünnung von 1:10⁶. Die säurebedingte Schmerzhaftigkeit der Instillation des tertiären Amins wird durch Pufferung mit NaHCO₃ gemildert (Klein 2000). Der Zusatz von Corticosteroiden wird von einigen Autoren empfohlen, ist aber bei anderen nicht üblich.

Tabelle 1: Zusammensetzung der Tumescenz-Lösung nach Sattler (Sattler 2001)

Wirkstoff	Menge	Präparat	Volumen
Prilocain	500 mg	Xylonest® 1%	50 ml
oder Lidocain	500 mg	Xylocain® 1%	50 ml
Adrenalin	1 mg	Suprarenin® 1:1000	1 ml
NaHCO ₃	500 mg	NaHCO ₃ Fresenius 8,4 %	6 ml
NaCl	9000 mg	Isotone Kochsalz-Lösung	1000 ml

1.3 Ultraschall-assistierte Liposuction (UAL)

Auch die 1998 durch Zocchi eingeführte Ultraschall-assistierte Liposuction wird mit einer Tumescenz-Analgesie durchgeführt. Während bei der klassischen Liposuction die Fettzellen durch einen hohen Druckgradienten aus ihrem Verband gerissen werden, wird bei der UAL Ultraschall-Energie über einen soliden linearen Schallkopf in das Gewebe eingestrahlt. Durch die hochfrequente Kompression/Expansion und den Kavitationseffekt kommt es zur Zerstörung der Zellwände. Das Fett wird als Öl freigesetzt und in einem zweiten Schritt mit niedrigem Druckgradienten abgesaugt. Der Einsatz von hohlen Schallköpfen erlaubt die gleichzeitige Gewebeerstörung (Emulsifikation) und Absaugung (Evakuatiun).

Die Wahl der geeigneten Wellenlänge im niederfrequenten Ultraschallbereich zwischen 16 und 25 kHz stellt sicher, dass nur Fettgewebe zerstört wird, während der Effekt auf Bindegewebe und Nervenfasern gering ist (Zocchi 1995/Maxwell 1998). Die schonende

Absaugung gibt Gelegenheit, die Konturen manuell zu glätten (manual remodeling). Das abgesaugte Material eignet sich aber nicht zur Transplantation.

Wird Ultraschall-Energie an einem Gewebe appliziert, so steigt dessen Temperatur an, die Gewebetemperatur wird als kritisch für das kosmetische Resultat angesehen. Eine Minute Ultraschallapplikation verursacht etwa einen Temperaturanstieg von 1°F oder etwa 1/2 °C (*Commons 1998*).

Als Nachteile der UAL werden die hohen Investitionskosten und die bei der Zweiphasen-Methode verlängerten OP-Zeiten angesehen. Die Incisionen müssen wegen der Dicke der Kanülen etwas grösser gestaltet werden. Der schwerwiegendste Nachteil ist jedoch in der nur bei UAL als Komplikation auftretenden Verbrennung mit Hautnekrose zu sehen (*Münker 1998*).

1.4 Wechselwirkungen und Todesfälle

Plastische Operationen, darunter die Liposuction werden in letzter Zeit in der Bundesrepublik immer mehr in den Medien dargestellt und kontrovers diskutiert. Vor einiger Zeit tauchten Schlagzeilen auf wie „Fettabsaugen kann das Leben kosten“ (*Medical Tribune 35, 32, 2000*) auch in der Laienpresse auf.

Der Hintergrund waren Meldungen von Todesfällen an den Chief Medical Examiner von New York (*Rao 1999*), die zu einer Erhebung unter den praktizierenden plastischen Chirurgen der Vereinigten Staaten Anlass gaben. Hierdurch wurden alle Todesfälle bei den 1200 Mitgliedern der American Society of Plastic and Reconstructive Surgery (ASPRS) in den Vereinigten Staaten erfasst (*Grazer 1999*). Insgesamt wird über 95 Todesfälle bei 496 245 Operationen berichtet, was einer Letalität von 19,1/100 000 entspricht. Die Letalität elektiver chirurgischer Eingriffe wird zum Vergleich mit 3/100 000 angegeben. Als hauptsächliche Todesursache wurde mit 23,4 % die Lungenembolie genannt. An zweiter Stelle standen perforierende Verletzungen der Abdominalwand mit oder ohne Perforation des Darmes. An dritter Stelle schliesslich wurden Herz-Kreislaufreaktionen genannt, deren Auftreten mit der Grösse des bearbeiteten Areals zusammenhing. Auch die gleichzeitige Kombination verschiedener Eingriffe, etwa einer Liposuction mit einer Fettschürzenresektion, wurde als besonders risikoreich erkannt.

In der Folge wurden von der American Society for Dermatologic Surgery Richtlinien bezüglich der Indikationsstellung, der Qualifikation des Operateurs, der Patientenauswahl, der Operationstechnik und der Anaesthesieart publiziert (*Lawrence 2000*). Hierin wird eindeutig der alleinigen Tumescenz-Analgesie der Vorrang vor kombinierten Analgesieverfahren gegeben.

In der Stellungnahme des Wissenschaftlichen Arbeitskreises Regionalanaesthesie der Deutschen Gesellschaft für Anaesthesiologie und Intensivmedizin (*van Aken 2000*) werden unbekannte Kinetik der Lokalanästhetika, prothrombogene Wirkung der Tumescenz im Bein/Beckenbereich, Methämoglobinbildung und problematisches Volumenmanagement als Gefahren dargestellt. Zudem wird davor gewarnt, die prodromale ZNS-Symptomatik einer Prilocain/Lidocain-Überdosierung mit Sedativa zu verschleiern. Da die Wirkung der Arzneimittel erst Stunden nach der Operation ihr Maximum erreichen kann, wird davor gewarnt, den Patienten postoperativ nach Hause zu demittieren, wie das in der ambulanten Chirurgie üblich ist.

2 Die Entwicklung einer neuen Methode

2.1 Der grundlegende Gedanke

In der täglichen Routine werden Probleme offenkundig, die man routiniert mit Hilfe des erlernten Wissens meistert; von einem grundsätzlich anderen Denkansatz ist man meist jedoch weit entfernt. Erst in Phasen der Entspannung können sich die Gedanken frei bewegen und Dinge zusammenfügen, die normalerweise nichts miteinander zu tun haben. So wurde das neue Prinzip der Liposuction nicht etwa im OP erdacht, sondern es entstand während der Beschäftigung mit einer völlig fachfremden Tätigkeit.

Der Autor war dabei, seinen Garten zu richten. Die Sträucher mussten ausgeschnitten werden und verlangten nach Wasser. Während des Giessens fiel ein Wildtrieb auf, der beschnitten werden musste. So legte der Autor den Gartenschlauch ohne das Wasser abzustellen aus der Hand und widmete sich dem Ausschneiden des Strauches. Als er wieder nach dem Schlauch griff, war die Bescherung offenbar: Das noch laufende Wasser hatte die Wurzeln des Strauches frei gespült, einige Erdkrümel hingen noch zwischen den blanken Wurzeln.

Der Gedanke war geboren. Die Wurzeln verwandelten sich in Gedanken zu subcutanem Bindegewebe, die Erde zu Fettgewebe. Es müsste gelingen, Fettzellen mit einem scharfen Flüssigkeitsstrahl aus ihrem Verband zu lösen und unter Verwendung einer Doppellumen-Kanüle gleichzeitig abzusaugen. Die Entwicklung des Instrumentariums und seine Anwendung am Patienten sind im Folgenden beschrieben.

2.2 Die Doppellumen-Kanüle

Zunächst galt es, eine doppellumige Kanüle zu konstruieren, deren Durchmesser den handelsüblicher Kanülen nicht oder nur wenig übertraf. Damit wird sichergestellt, dass die Incisionen wie bei der konventionellen Liposuction klein gehalten werden können. Die Spülflüssigkeit sollte an der Spitze unter hohem Druck austreten, um das Gewebe wirkungsvoll anzuspülen. Der Durchmesser der inneren Kanüle musste knapp

bemessen sein, damit die Saugleistung nicht beeinträchtigt wird. Damit ist bereits die Forderung nach einer leistungsstarken Pumpe für die Spüllösung impliziert.

Das zur Kanüle führende Schlauchsystem musste aus zwei Leitungen bestehen. Die dünnere der beiden Leitungen ist eine Druckleitung, sie befördert die Kochsalzlösung vom Druckaggregat zur Kanüle. Über eine dickere Leitung werden Fettgewebe und die gebrauchte Kochsalz-Lösung abgesaugt. Um ein Gewirr verschiedener Leitungen im Operationsfeld zu vermeiden, ist der Druckschlauch über eine gewisse Strecke in den Saugschlauch integriert. Das Schlauchsystem ist als ein nicht aufzureinigender Einmalartikel konzipiert und wird steril abgepackt geliefert.



Abbildung 4: Aufbau der Doppellumenkanüle

2.3 Die Hochdruckpumpe

Die Leistungsanforderungen an die Spülpumpe lassen sich wie folgt formulieren:

- Die Spüllösung soll unter hohem Druck durch eine dünne Zuleitung ins Gewebe gelangen
- Der Druck muss durch eine einfache, die Sterilität der Operation nicht gefährdende Methode regulierbar sein
- Der Druck darf einen Maximalwert nicht überschreiten
- Es dürfen weder Schmiermittel noch Fette in die Spüllösung gelangen
- Der Pumpenkopf, durch den die Spüllösung geleitet wird, muss wiederholt sterilisierbar sein

- Das Gerät unterliegt den EWG-Richtlinien über Medizinprodukte, eine TÜV-Abnahme und Zertifizierung müssen erfolgen

Das von der Firma AZT-Instruments AG, Luzern, Schweiz entwickelte Gerät arbeitet mit einer regelbaren Kolbenpumpe, die über ein Fusspedal gesteuert wird. Durch Betätigen des Fussreglers wird die Kochsalzlösung im Schlauchsystem unter einen Betriebsdruck zwischen 0 und 150 bar gesetzt.

Die Aktionen des Druckaggregates werden auf einen Teflon-Pumpenkopf übertragen, welcher seinerseits abnehmbar und sterilisierbar ist. Damit ist die erforderliche Trennung in einen mechanischen, unsterilen und einen sterilen Bereich gewährleistet. Der Fusschalter reguliert, ähnlich dem Gaspedal im Auto, die Geschwindigkeit des Pumpenkolbens. Eine Berstscheibe stellt sicher, dass sich das Gerät bei Überschreiten eines Druckes von 150 bar abschaltet. Zur Absaugung dient ein gewöhnlicher OP-Sauger.

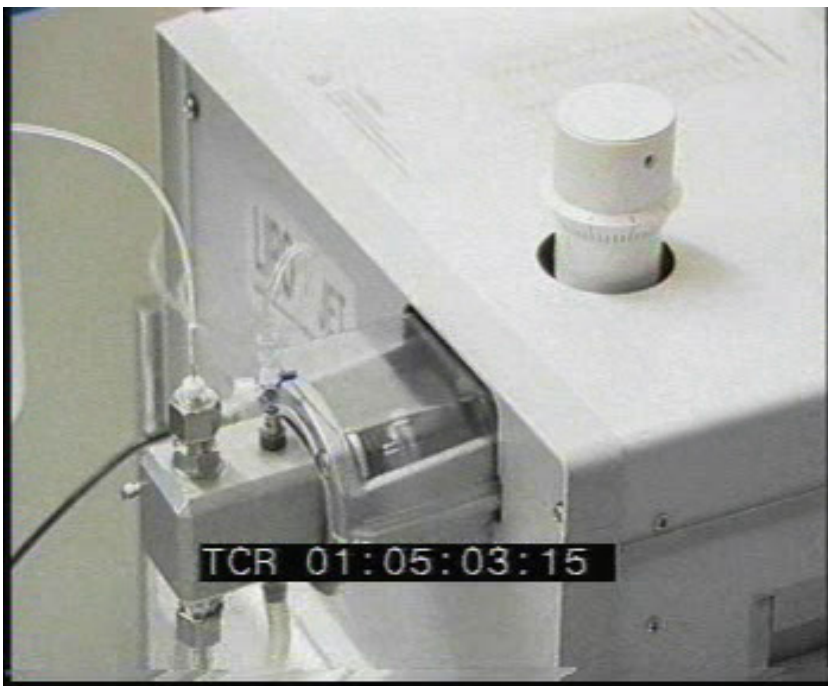


Abbildung 5: Prototyp der Hochdruck-Spülpumpe



Abbildung 6: Ein Fusschalter dient zur elektronischen Regelung der Pumpe

2.4 Überprüfung der Funktionsfähigkeit

2.4.1 Die Geometrie des Flüssigkeitsstrahls

Die erste Kanüle war nach den oben angegebenen Prinzipien konstruiert; sie mass im Aussendurchmesser 5,5 mm und führte eine 2 mm messende Innenleitung, die die Spülflüssigkeit koaxial in einem geraden, zylindrischen Strahl entliess. Zur Überprüfung ihrer Funktionsfähigkeit und des übrigen Systems wurde gewöhnlicher frischer, grüner Schweinespeck gewählt. Die Ergebnisse waren enttäuschend, da der scharfe zylindrische Flüssigkeitsstrahl sich durch das Gewebe bohrte, ohne eine nennenswerte Auflösung des Gewebeverbandes zu bewirken.

Es war konsequent, die Lichtung der Austrittsöffnung zu einer Düse zu verengen, die einen konischen Flüssigkeitsstrahl erzeugte. Jetzt war die Gewebewirkung weitaus grösser, insofern als der erwartete Effekt einer Ausspülung der Fettgewebszellen aus dem Bindegewebe erreicht wurde. Die Gewebeerstörung war in einem kegelförmigen Bereich, koaxial zur Kanülenlängsachse, nachweisbar; reichte also auch in die höheren Hautschichten.

Dies führte zu dem Gedanken einen Flachstrahl zu erzeugen; der Strahl sollte die Düse fächerförmig verlassen. Jetzt war die Gewebewirkung besser steuerbar, sie war jedoch noch zu sehr in den oberen Schichten des Fettgewebes spürbar. Deshalb erzeugen die jetzt verwendeten Flachstrahl-Kanülen einen Strahl mit einem Öffnungswinkel von 45° in einer Ebene, die zur Kanülen-Längsachse um 20° geneigt ist. Der Handgriff enthält Markierungen, die anzeigen, wo „oben“ und „unten“ ist. Der Flüssigkeitsstrahl wird so auf die tieferen Schichten des Fettgewebes gerichtet, eine hautnahe Fettentfernung wird vermieden. Dies ist für das kosmetische Resultat von immenser Bedeutung. Die Saugöffnungen liegen seitlich der Innenkanüle, um eine unbeabsichtigte Wirkung in Richtung der oben liegenden Haut oder der in der Tiefe liegenden Faszie zu vermeiden.



Abbildung 7: Der zur Längsachse geneigte Flachstrahl der Doppellumenkanüle

2.4.2 Erste Erprobung an menschlichem Gewebe

Das „Grüner-Schweinespeck-Modell“ ist, wie jeder Operateur leicht nachvollziehen kann, insofern nur ein Hilfsmodell, als die Konsistenz des Specks sich von menschlichem Unterhautfettgewebe deutlich unterscheidet. In der Folgezeit wurden daher bevorzugt Excisate aus Mammagewebe (nach Reduktionsplastiken) oder der Bauchdecke (nach Resektionen von Fettschürzen) verwendet. Hier erwies sich die

Kanüle als gut zu führen, die beabsichtigte Gewebedestruktion konnte planvoll erreicht werden.

2.5 Erster Einsatz am Menschen

Zur Erprobung am Menschen musste eine Erkrankung gewählt werden, die lokal begrenzt ist und bei der jederzeit auf eine klassische Operationsmethode umgeschwenkt werden konnte. Hierfür boten sich Lipome an, die durch Liposuction ausgeräumt werden können. Die Erkrankung ist lokal begrenzt, ein Umschwenken auf die klassische Methode der Ausschälung war jederzeit möglich. Da nicht abzusehen war, ob postoperativ stärkere Blutungen auftreten würden, wurden zunächst Patienten mit Lipomen am Rücken ausgewählt, da hier durch die postoperativ übliche Rückenlage eine gute Kompression der Wundhöhle gesichert war.

Die Patienten wurden über die neue Methode und deren mögliche Risiken aufgeklärt und auch darüber, dass möglicherweise die Operation per Schnitt beendet werden müsste. Erst nach schriftlicher Einwilligung erfolgte die Operation, die sich zunächst auf das Lipom allein beschränkte.

Die Methode erwies sich als mindestens ebenso erfolgreich wie die konventionelle Liposuction. Der Vorteil der sofortigen Beurteilung des Operationsergebnisses wurde gerade beim Lipom sehr deutlich. Nach den ersten Erfolgen wurden auch Lipome am Bauch behandelt und es wurde damit begonnen, den Übergang zwischen Lipom und umgebenden Fettgewebe zu bearbeiten. Danach folgte eine erste Liposuction an der Aussenseite der Oberschenkel (Reithosen).

3 Wasserstrahl-unterstützte Liposuction in praxi

3.1 Aesthetische Ergebnisse

OP-Planung und Durchführung geschahen wie bei der klassischen Liposuction. Die Patienten wurden mindestens eine Woche präoperativ über die Narkose, den Eingriff und die damit verbundenen Risiken anhand des im Anhang abgedruckten Formulars aufgeklärt. Alle Operationen wurden ambulant durchgeführt, d.h. die Patienten verliessen im Mittel drei Stunden nach Operationsende unsere Praxis. Alle Patienten wurden durch den Autor selbst operiert, um Einflüsse durch unterschiedliche Operationstechniken zu vermeiden. Das Tragen von Kompressionswäsche in den ersten 4 Wochen nach der Operation wurde als obligat empfohlen.

Die Patienten wurden am Folgetag, am dritten und am siebten postoperativen Tag, ausserdem nach vier und zehn Wochen zur Kontrolluntersuchung einbestellt. Ein Jahr nach erfolgter OP wird der Operationserfolg abschliessend beurteilt. In den folgenden Abbildungen ist das kosmetische Ergebnis beispielhaft für verschiedene Körperregionen dargestellt.



Abbildung 8: Doppelkinn vor und nach Lipojet-Behandlung. Der ursprüngliche Fettansatz (links) ist bis auf eine kleine Andeutung reduziert, eine störende Faltenbildung bei Inkliniation des Kopfes wird vermieden.

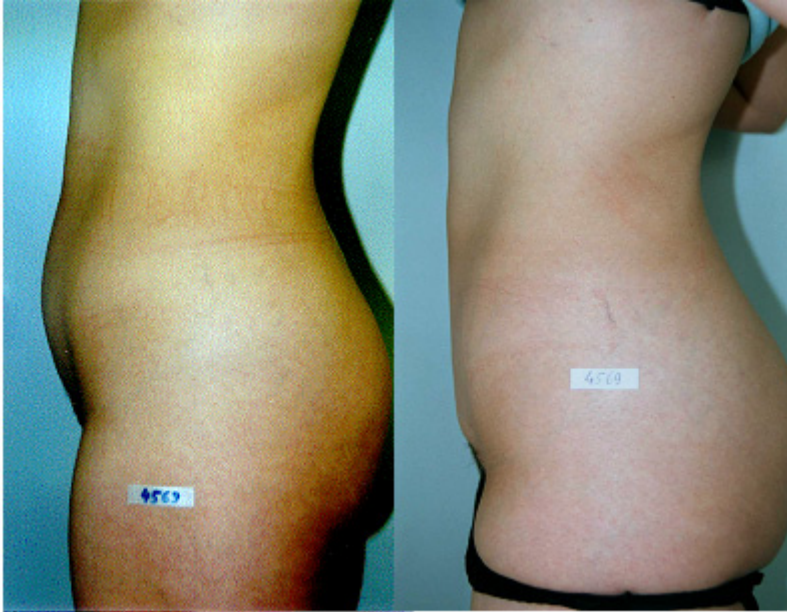


Abbildung 9: Weibliches Abdomen vor und nach Lipojet-Behandlung. Deutlich ist die Abflachung der Kontur im seitlichen Bild zu sehen



Abbildung 10: Aussenpartie der Oberschenkel (Reithosen) vor und nach Lipojet-Behandlung. Der weit ausladende Schwung der Hüften wurde abgeflacht und auf das von der Patientin gewünschte Mass reduziert,



Abbildung 11: Innenschenkel und Knie vor und nach Lipojet-Behandlung. Vor der Behandlung rieben die Oberschenkelpartien aneinander, was als störend empfunden wurde. Nach Reduktion des überschüssigen Fettansatzes liegen die Innenschenkel aneinander, sofern die Patientin mit geschlossenen Beinen steht.

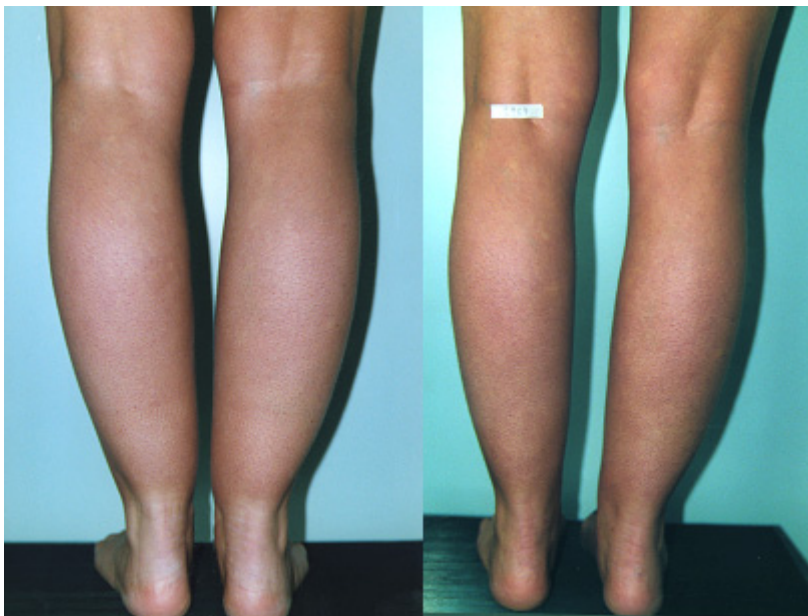


Abbildung 12: Fesseln vor und nach Lipojet-Behandlung. Durch die deutliche Reduktion der Wölbung wird die Kontur der ansonsten schlanken Silhouette angepasst.

3.2 Medizinische Aspekte

Im Zeitraum von September 1999 bis zum 30.6.2002 wurden insgesamt 214 Liposuction-Operationen mit Hilfe der Wasserstrahl-unterstützten Methode in unserer Praxis durchgeführt. Bei den ersten Patienten fiel den anästhesiologischen Betreuern im Aufwachraum vermehrt Übelkeit, Erbrechen und „Shivering“ auf. Um die Subjektivität aus der Beobachtung zu nehmen, wurde zunächst für verschiedene Anästhesisten ein einheitliches Narkoseprotokoll entwickelt (siehe Anhang) und dann bei den bis 31.3.2000 aufeinander folgenden 46 Patienten folgende Parameter erhoben:

- Volumen Infusionslösung
- Volumen Spüllösung
- Körperkern-Temperatur über eine oesophageale Messonde
- OP-Dauer
- Methoden zur Eindämmung des Wärmeverlusts
- Klinische Merkmale wie Übelkeit, Erbrechen, Shivering

Das mittlere Alter der Patienten lag bei $38,2 \pm 9,6$ Jahren. Bei einer Gruppe von Patienten ($n=7$) wurde versucht, durch Anwärmen der Spüllösung, Abdecken nicht behandelter Körperareale und den Einsatz einer Wärmedecke das Absinken der Körpertemperatur zu vermeiden. In dieser Gruppe war das mittlere Alter $38,0 \pm 10,6$ Jahre. In dem Kollektiv von Patienten, die nur durch Abdecken warmgehalten wurden ($n = 39$), war es $37,4 \pm 12,0$ Jahre. Jeweils die Hälfte der Patienten gehörte der Risikogruppe ASA 1 bzw 2 an.

3.2.1 Flüssigkeitsbilanz

Als Spüllösung verwenden wir 0,9 prozentige, physiologische Kochsalzlösung, die in 10 l Behältnissen bezogen wird. In Anlehnung an die Rezepturen aus der klassischen Liposuction werden 3 Ampullen Adrenalin (Suprarenin®) zugesetzt. Adrenalin wird also nur in 1/3 der üblichen Konzentration verwendet.

Durch das Anspülen eines Gewebes unter hohem Druck ist die Gefahr gegeben, dass die Flüssigkeit über offene Gefäße in den Kreislauf gelangt und hier zu einer Volumbelastung (fluid overload) führt. Ein möglicher fluid overload wurde klinisch beurteilt. Bei keinem der

Patienten trat intra- oder postoperativ eine Episode von erhöhtem Blutdruck auf. Auch haben wir keine Komplikationen wie Ödembildung, Lungenödem, Hirnödem, Elektrolytverschiebungen etc. beobachtet.

3.2.2 Blutverlust

Intraoperativer Blutverlust ist leicht an der Färbung der abgesaugten Lösung zu erkennen. Durch die Bestimmung des Hämoglobingehaltes in der abgesaugten Lösung kann der gesamte Blutverlust leicht nach der Formel:

$$\text{Hb}_{\text{Saug}} \times \text{Volumen}_{\text{Saug}} = \text{g Ery}$$

$$\text{Volumenverlust} = \text{g Ery} / \text{Hb}_{\text{praeop}}$$

abgeschätzt werden, wobei der Hb in g/l, das abgesaugte Volumen in Litern (l) und der Hb in g/dl eingesetzt werden müssen. Der Volumenverlust wird dann in dl errechnet. An 20 unausgewählten aufeinander folgenden Patienten lag der Hb-Wert der Sauglösung im nicht mehr meßbaren Bereich unter 0,5 g/l. Damit ist der geschätzte Blutverlust selbst bei einem Spülvolumen von 10 l und einem praeoperativen Hb-Wert von 10 g % maximal mit 50 ml anzusetzen.

3.2.3 Körpertemperatur

Da beträchtliche Mengen einer wässrigen Lösung hoher Wärmekapazität zur Spülung benutzt werden, ist zu erwarten, dass die Körpertemperatur im Verlauf der Operation sinkt. Daher wurde bei den Patienten des genannten Kollektives die Körperkerntemperatur über eine Nasensonde intraoesophageal gemessen und die Differenz zwischen Beginn und Ende der Operation festgehalten.

Die mittlere Temperaturdifferenz lag bei $0,67 \pm 0,33$ °C (Bereich 0,0 – 1,6 °C) in dem Kollektiv von Patienten (n = 39), deren Spüllösung nicht vorgewärmt wurde. Unter Verwendung eines Durchlauferhitzers, der die Spüllösung auf 37° C temperierte (n = 7) wurde eine Differenz von $0,43 \pm 0,36$ °C (Bereich 0,1 – 1,0 °C) gemessen. Die Werte unterscheiden sich nicht signifikant, so dass wir bereits nach ersten Versuchen mit angewärmter Spüllösung uns darauf beschränkten, die nicht zu bearbeitenden Körperpartien der Patienten sorgfältig mit Tüchern abzudecken.

Wie Diagramm 1 zeigt, bilden die Messwerte der Temperaturdifferenz dT in Abhängigkeit von der OP-Dauer eine Punktwolke, die keinen einfachen mathematischen Zusammenhang erkennen lässt. Diagramm 2 zeigt die Abhängigkeit der Temperaturdifferenz von der Menge der verwendeten Spüllösung. In beiden Diagrammen ist zwischen vorgewärmter Lösung und Lösung von Zimmertemperatur unterschieden. Der Versuch einer Beschreibung durch eine lineare Regression liefert die nachfolgend dargestellten Graphen. Die Korrelationsgeraden für Diagramm 1 werden durch die Funktionen:

$$dT = 0,07448 + 3,675 \times 10^{-3} t$$

für nicht vorgewärmte Lösung und

$$dT = 0,03040 + 4,16 \times 10^{-3} t$$

für angewärmte Lösung beschrieben, wobei T als Temperaturdifferenz dT in $^{\circ}\text{C}$, t in Minuten eingesetzt wird. Die Steigung als Ausdruck der Änderung der Temperatur ist für beide Messreihen nicht signifikant unterschiedlich; die Korrelationskoeffizienten beider Graphen sind mit 0,481 und 0,263 niedrig. Die Änderung der Körpertemperatur hängt also nur wenig von der Operationsdauer ab und ist durch Anwärmen der Spüllösung nicht zu beeinflussen.

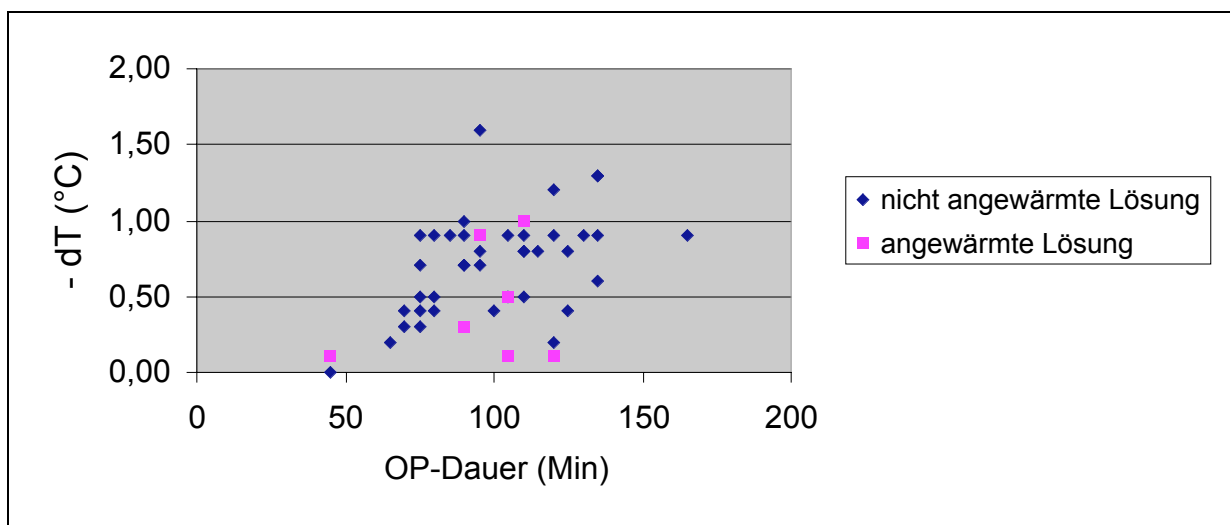


Diagramm 1: Temperaturdifferenz vor und nach Liposuction in Abhängigkeit von der Operationsdauer

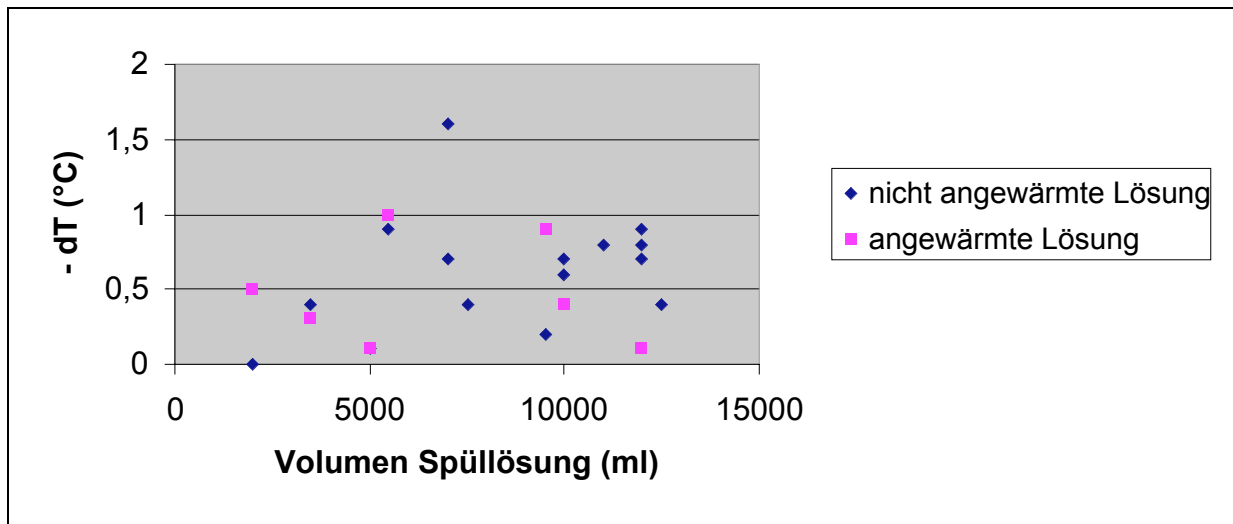


Diagramm 2: Temperaturdifferenz vor und nach Liposuction in Abhängigkeit vom Volumen instillierter Spüllösung

Die Korrelationsgeraden für Diagramm 2 werden durch die Funktionen:

$$dT = 0,318 + 37,1 \times 10^{-3} V$$

für nicht vorgewärmte Lösung und

$$dT = 0,878 - 53,3 \times 10^{-3} V$$

beschrieben. Hier wird V als Volumen instillierter Spüllösung in Liter, dT in °C eingesetzt. Auch hier sind die Korrelationskoeffizienten beider Graphen mit 0,311 niedrig, bzw im zweiten Fall mit $-0,339$ niedrig und negativ. Das bedeutet, dass auch das Volumen der verwendeten Spüllösung keinen eindeutigen Einfluss auf die Änderung der Körpertemperatur hat.

Postoperatives Frösteln (shivering) trat bei 8 der 46 Patienten auf. Das Auftreten und die Stärke korrelierten weder mit der Operationsdauer, der Menge verwendeter Lösung, Anwärmung der Spüllösung, noch dem Temperaturabfall dT.

3.2.4 Postoperativer Schmerz

Für die klassische Liposuction wird angenommen, dass der unmittelbar postoperativ auftretende Schmerz durch die Nachwirkung der Tumescenz-Analgesie gemindert ist. Lässt die Wirkung der Tumescenz nach einigen Stunden nach, so berichten die Patienten über ein erträgliches Brennen, das nicht weiter als beeinträchtigend empfunden wird. Wir erwarteten

also bei der neuen Methode stärkere Schmerzen, vor allem in der Phase unmittelbar nach Operationsende.

Umso überraschter waren wir, als die Patienten nach Abklingen der Narkose ebenfalls nur über ein erträgliches Brennen berichteten. Das Schmerzmittel, das wir für den häuslichen Gebrauch mitgaben (Sympal®) wurde von der Mehrzahl der Patienten (67%) nicht oder nur teilweise (29%) eingenommen.

3.2.5 Mittlere Operationsdauer

Im Zeitraum vom 1.7.01 bis zum 30.6.02 wurden insgesamt 144 Operationen durchgeführt, von denen 42 Sitzungen mehrere Körperregionen umfassten. Die Operationszeiten von 102 Sitzungen an begrenzten Körperarealen sind in Tabelle 3 zusammengefasst. Sie entsprechen in etwa den Schnitt-Naht-Zeiten der konventionellen Liposuction, aber die zeitraubende Instillation von Tumeszenz-Lösung entfällt. In 12 Fällen, hauptsächlich aus der Anfangszeit (8,3 %), waren die Patienten mit dem Ergebnis unzufrieden, so dass eine zweite Sitzung zur Korrektur erforderlich war. Hierbei handelte es sich in allen Fällen darum, dass in den Augen der Patienten zu wenig Fett abgesaugt worden war.

Tabelle 3: Operationsdauer (Schnitt-Naht) für Liposuction in begrenzten Regionen (n = 102)

Region	Mittlere OP-Dauer	Standard-Abweichung	Mediane OP-Dauer	Minimum	Maximum
Unter-und Oberbauch	90,4 Min	30,8 Min	90 Min	20 Min	150 Min
Oberschenkel innen	105,0 Min	34,4 Min	101 Min	60 Min	155 Min
Reithose/ Hüfte	115,8 Min	25,4 Min	120 Min	80 Min	145 Min

3.2.6 Beurteilung des entfernten Gewebes

Die mikroskopische Beurteilung des fragmentierten Gewebes im Aspirat zeigt vitale Zellverbände in einer Grössenordnung von 1000 μ m mit intakten Adipocyten. Zellverbände

einer solchen Grösse heilen mit nur geringer Gefahr einer Ölcystenbildung an (Sattler 2000). Diese Erscheinung bietet dem Operateur die Möglichkeit einer manuellen Glättung des Operationsfeldes ohne Abzusaugen. Da das Aspirat steril gewonnen wird, können diese Zellverbände auch ohne weitere Aufbereitung zur autogenen Fettzelltransplantation benutzt werden (lipofilling, liporecycling). Lipofillings wurden aber von uns bisher nur in sehr beschränktem Umfang durchgeführt.

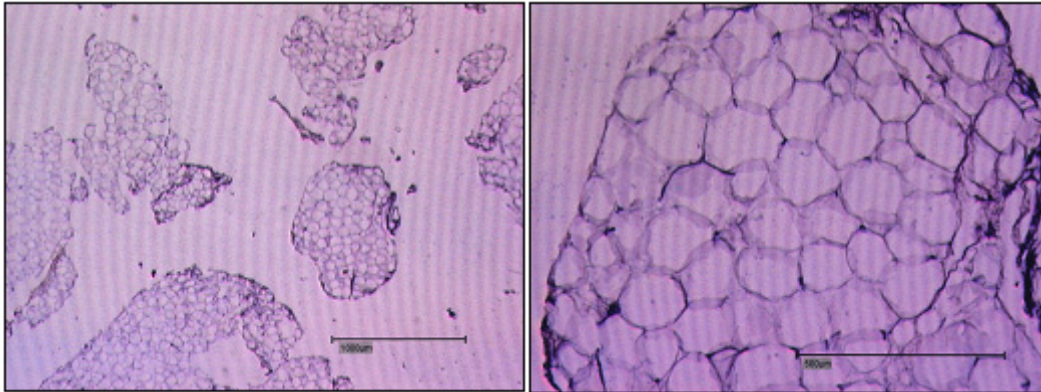


Abbildung 13: Das mikroskopische Bild des Aspirates zeigt vitale Zellverbände in der Grösse von etwa 1000 µm, die für eine autogene Transplantation geeignet sind

3.3 Vorläufige Bilanz

Die vorgestellte Methode hat, wie wir meinen, ihre Funktionsfähigkeit bewiesen. Alle Operationen wurden mit einem von der Firma AZT hergestellten Prototypen der Kolbenhub-Pumpe und der Spül-Saugereinrichtung durchgeführt. Inzwischen sind die Patente erteilt und das Gerät hat Serienreife erlangt; es wird gegen Anfang des Jahres 2003 kommerziell unter der Bezeichnung „Lipojet®“ erhältlich sein. Dann wird es auch anderen Chirurgen möglich sein, Operationen durchzuführen und die Funktionsfähigkeit wie auch die klinischen Wirkungen zu untersuchen.

4 Diskussion

4.1 Operationsimmanente Komplikationen bei Liposuction

Liposuction stellt, im Vergleich mit den klassischen Verfahren zur Resektion von Fettgewebe, ein minimal-invasives Operationsverfahren dar, das per se weniger komplikationsträchtig sein sollte. Durch kleine Incisionen an Stelle grosser Schnitte wird das Operationsziel, nämlich die Reduktion der Fettmasse erreicht. Komplikationen oder unerwünschte Wirkungen können zunächst in allen Strukturen erwartet werden, die epifascial liegen.

Schon die - beabsichtigte - Verletzung des Fettgewebes impliziert die Möglichkeit der Bildung von Fettgewebnekrosen und/oder Ölcysten. Die Verletzung subcutaner Blutgefässe kann notwendigerweise zu Ekchymosen und/oder Hämatomen führen; die Traumatisierung von Nerven zu Sensibilitätsverlust, Paraesthesien, Dysaesthesien. Schliesslich birgt die Verletzung von Lymphgefässen die Möglichkeit zur Serombildung. Eine überaus ernstzunehmende, aber mit 0,34 % eher seltene Komplikation ist schliesslich die Infektion der Wundhöhle mit Bildung einer Phlegmone (*Hanke 1995*).

Seit den ersten Versuchen zur Liposuction durch Schrudde (*Schrudde 1984*) wurde die Operationstechnik immer weiter entwickelt und den oben genannten Komplikationen Rechnung getragen. Den ersten Schritt bildete die Verwendung einer Saugkanüle, wie sie für medizinische Aborte eingesetzt wird, durch Ilouz (*Ilouz 1983*). Kesselring mobilisierte das Fettgewebe auf der Faszie mit einer Schere und saugte es dann mit einer schneidenden Kanüle, die über einen Zentimeter im Durchmesser mass, ab (*Kesselring 1978*).

Die Einführung der Tumescenz-Methode und die durch die Instillation von Lösung bedingte partielle Auflösung des Zellverbandes brachte den bisher entscheidenden Fortschritt für die rasche Verbreitung der Methode (*Lillis 1988*). Durch die Tumescenz ist es möglich, nicht mehr schneidend oder mit hohem Kraftaufwand, sondern relativ gewebeschonend Fettzellen zu entfernen. Es wurden immer dünnere Kanülen verwendet, die Öffnungen der Kanülen wurden zahlreicher und kleiner, womit auch die Gleichmässigkeit der Absaugung gewährleistet sein sollte (*Sattler 1997b*). Leider verändert die Tumescenz die Konturen des Körpers stark, dass die Beurteilung des

Operationsfortschrittes erschwert ist und ungleichmässige Resultate die Folge sein können (Abbildung 14).



Abbildung 14: Tumeszenz-bedingte ästhetische Komplikationen der Liposuction: Asymmetrie, Dellen- und Stufenbildung

Die Entwicklung der Ultraschall-unterstützten Liposuction wurde mit grossem Enthusiasmus aufgenommen, da angenommen wurde, der Operateur sei besser als bei der konventionellen Methode in der Lage, gezielt Fettgewebe abzubauen (*Münker 1998*). Die in der Anfangszeit häufigen Verbrennungen mit Hautnekrose dämpften diese anfängliche Begeisterung sehr schnell und man begann die Nachteile, darunter auch den hohen Preis der erforderlichen Ausrüstung gegen den Vorteil einer ultraschallgezielten Lipolyse abzuwägen. Es scheint zur Zeit auch noch nicht klar, welche Bedeutung der Radikalbildung bei Verwendung einer Ultraschall-Methode zukommt. Sehr unangenehm ist das laute, schrille Laufgeräusch der auf dem Markt erhältlichen Geräte.

Die in der vorliegenden Arbeit präsentierte „Lipojet“-Methode ist geeignet, die genannten Probleme zu lösen. Da die Ablösung von Fettzellen aus ihrem Zellverband durch unter Druck eingebrachte Lösung bewirkt wird, ist keine Tumeszenz erforderlich. Damit ist das Gewebe einer direkten Beurteilung zugänglich, der Operationsfortschritt kann jederzeit problemlos eingeschätzt werden.

Etwaige Unregelmässigkeiten in der Bearbeitung der Oberfläche können dadurch ausgeglichen werden, dass Gewebe mit dem Wasserstrahl gelöst und die Silhouette manuell modelliert wird. Werden doch noch kleinere Unregelmässigkeiten während der

Operation übersehen, so können diese noch einige Zeit postoperativ durch konservative Massnahmen wie Bandagieren noch korrigiert werden (Abbildung 15).

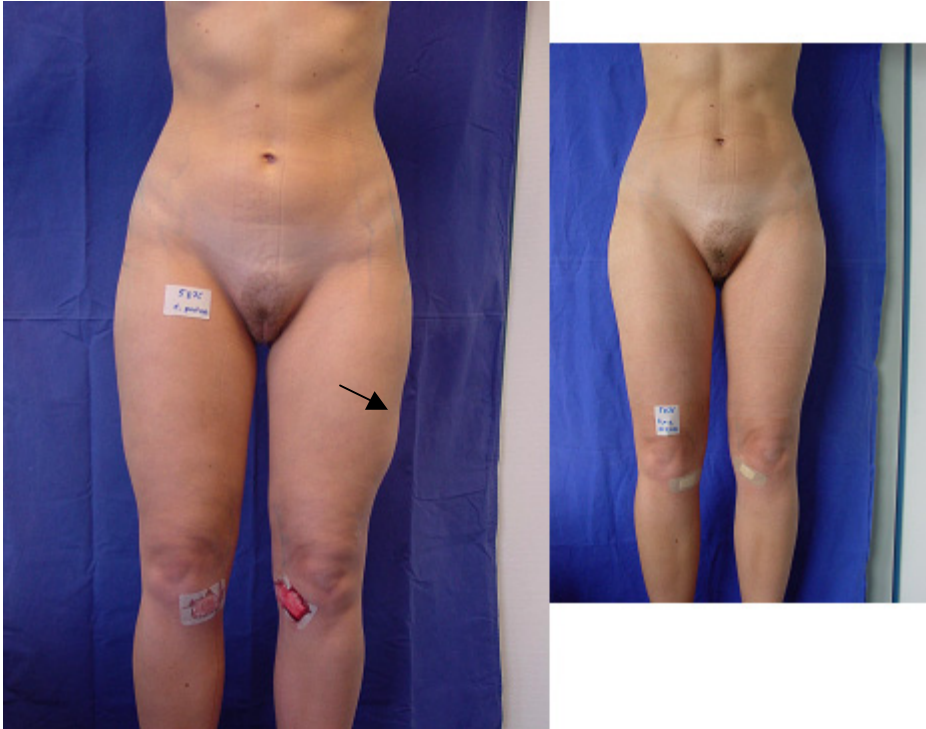


Abbildung 15: In dem dargestellten Fall konnte durch postoperative Umverteilung eine Unregelmässigkeit in der Silhouette ausgeglichen werden

Während bei der klassischen Methode die Kanüle ständig bewegt werden muss, um nicht eine Stelle übermässig zu bearbeiten, erfolgt bei der Wasserstrahl-unterstützten Liposuction zunächst die Lösung der Zellen durch Instillationslösung unter regelbarem Druck; simultan oder zeitlich versetzt wird das Fett/Flüssigkeitsgemisch mit niedrigem Druckgradienten abgesaugt. Sobald die Instillation beendet wird, ist auch die Entfernung von Fett beendet, da durch den Sauger allein keine Zellen entfernt werden können. Man kann sich vorstellen, dass die Anspülung mit Flüssigkeit für alle Strukturen wie Gefässe oder Nerven schonender ist, als das Herauslösen aus dem Zellverband durch Absaugen mit hohem Druckgradienten. Diese Annahme wird besonders durch den Vergleich mit dem Einsatz der Wasserstrahltechnik in der Leberchirurgie (s u) plausibel.

4.1.1 Geringfügigere Komplikationen

In der schon zitierten Übersicht (*Hanke 1995*) sind eine Infektionsrate von 0,34 %, Pannikulitiden in 0,2 und Hämatome/Serome schließlich mit einer Häufigkeit von 0,17 % genannt. Wir hatten in unserem Patientengut wohl gelegentlich reversible Dysaesthesien, sonst aber keinerlei der aufgeführten Komplikationen. Dies sollte aber nicht unbedingt der eingesetzten Methode zugeschrieben werden, sondern ist wahrscheinlich nur eine Folge der noch geringen Zahlen.

4.2 Schwerwiegende Komplikationen

4.2.1 Thromboembolie

In der eingangs zitierten retrospektiven Erhebung unter den Mitgliedern der ASPRS wurden insgesamt 95 Todesfälle bei knapp 500 000 Liposuction-Operationen erfasst (*Rao 1999*). Der überwiegende Teil davon, nämlich 23,4 % waren Todesfälle, die auf Thromboembolien zurückgingen. Eine Fettembolie wird dagegen als seltenes Ereignis und nur bei Kombinationseingriffen, z B bei gleichzeitiger Fettschürzenresektion, gesehen (*Klein 2000*).

Das Risiko für Thrombosen und konsekutive Embolien wird durch die Virchow'sche Trias beschrieben: Stase, Hyperkoagulabilität und Gefäßwandschädigung. Erkrankungen wie: Thrombophilie, Autoimmunerkrankungen, genetisch bedingter Antithrombin III-, Protein-S oder –C Mangel, Malignome, chronische entzündliche Prozesse, Herzerkrankungen, Vorhofflimmern aber auch Adipositas, Schwangerschaft, Pilleneinnahme oder Nikotinkonsum sind daher begünstigend; sie können aber durch eine ausführliche Anamnese und Voruntersuchung in der Regel präoperativ erkannt werden.

Im Zusammenhang mit einem Wahleingriff wie der Fettabsaugung interessieren vielmehr operationsimmanente Risiken, die es zu minimieren gilt. Hierzu zählen die Dauer der Narkose (*Geets 1994*), Hämodilution (*Rutmann 1996*), Hypothermie, Immobilisierung, ein thermisches Trauma und das Operationstraum selbst. Spezifische, Liposuction- oder Tumeszenz-bedingte Faktoren sind vor allem

Gefässkompression und entzündliche Reaktionen. Andererseits hat Lidocain eine hemmende Wirkung auf die Thrombocyten-Aggregation (*Feinstein 1976*).

Thrombose und Embolie können klinisch inapparent verlaufen und sich damit der statistischen Erfassung entziehen (*Huisman 1989*). Zur Prophylaxe dient nicht nur die Gabe von Antikoagulantien, sondern auch frühzeitige Mobilisierung und kurze Operationsdauer. Mit der vorgestellten, ambulant durchzuführenden Operationsmethode werden die letztgenannten Punkte erfüllt, womit ein Beitrag zur Senkung des Risikos erreicht ist. Jedenfalls haben wir unter unseren Patienten keine Anzeichen von Thrombose oder Embolie beobachten können.

4.2.2 Perforierende Verletzungen

Die zweithäufigste Todesursache waren Perforationen der Fascia abdominalis in die Bauchhöhle mit oder ohne Darmperforation. Man kann sich leicht vorstellen, dass perforierende Verletzungen mit scharfen Kanülen, wie sie zur Mobilisierung von subcutanen Narben benutzt werden, leichter vonstatten gehen als mit stumpfen Spitzen. In dem Report wird jedoch nicht auf die Kanülenform eingegangen (*Grazer 1999*), so dass dies nur als eine Annahme gewertet werden kann. Auch die Kraft, mit der eine Kanüle bewegt wird, dürfte für eine Perforation mit entscheidend sein. Schliesslich spielen die Vorsicht und die Erfahrung des Operateurs eine entscheidende Rolle. Wir hatten in unserem Patientengut keine Episoden von Verletzungen, die über das beabsichtigte Maß hinausgingen.

Perforierende Verletzungen sind bei alleiniger Tumescenz-Analgesie kaum vorstellbar, da das Peritoneum nicht betäubt wird und der Schmerz als Warnsignal einer peritonealen Verletzung bestehen bleibt. So ist auch das Statement der American Society for Dermatologic Surgery (*Lawrence 2000*), das der alleinigen Tumescenz-Analgesie vor der Kombinationsanalgesie den Vorzug gibt, zu werten.

Darüber hinaus wurden in einer früheren Übersicht über Komplikationen bei Liposuction in einem Kollektiv von 15336 Patienten, bei denen 44014 Körperregionen bearbeitet wurden, weder Todesfälle noch Thromboembolien oder Thrombophlebitiden beobachtet (*Hanke 1995*). Alle Operationen wurden in Tumescenz-Analgesie ausgeführt; der Autor bezeichnet das Verfahren als sehr sicher (*Hanke 1996*).

4.3 Wirkungen und Nebenwirkungen verwendeter Arzneimittel

Lidocain ist ein Lokalanestheticum vom Typ der tertiären Amine, die sich vom Kokain ableiten. Neben der lokal betäubenden Wirkung kommt ihm eine Reihe von systemischen Wirkungen und Nebenwirkungen zu. Die negativ inotrope und die Reizleitung blockierende Wirkung am Herzen wurden und werden noch in der antiarrhythmischen Therapie eingesetzt (Moe 1975). Die Nebenwirkungen in Abhängigkeit vom Plasmaspiegel sind in Tabelle 3 aufgelistet.

Tabelle 3: Wirkungen des Lidocain in Abhängigkeit vom Plasmaspiegel (nach Sommer 1998b)

Plasmaspiegel	Klinische Wirkung
2 µg / ml	Antiarrhythmische Therapie
3 – 6 µg / ml	Verwirrungszustände
5 – 9 µg / ml	Muskelzuckungen
8 – 12 µg / ml	Arrhythmien, Atem- und Herzstillstand

Die vom Hersteller angegebene Höchstdosierung für Lidocain liegt bei 7 µg/kg Körpergewicht. Bei Anlage einer Tumescenz-Analgesie wird diese Grenze um ein Vielfaches überschritten. So ist z B für die Liposuction an Ober- und Unterbauch, je nach Beschaffenheit des Gewebes, eine Flüssigkeitsmenge von etwa 6 Litern erforderlich, was einer Gesamtdosierung von 3 g Lidocain entspricht. Umgerechnet auf ein Körpergewicht von 60 kg entspricht dies einer Dosierung von 50 mg / kg KG.

Üblicherweise treten bei einer Tumescenz-Analgesie in diesem Dosierungsbereich jedoch keine der oben genannten Symptome auf; Klein (Klein 1990) hält Dosierungen bis 35 mg / kg KG für sicher, solche bis 55 µg / kg KG für vertretbar. Abgesehen davon, dass Zweifel an der Richtigkeit der vom Hersteller angegebenen Höchstdosierung laut wurden (Klein 1990), wird dies wird mit einer durch die hohe Verdünnung und die Applikation im Fettgewebe veränderten Pharmakokinetik erklärt:

- Durch die hohe Verdünnung wird das Anfluten verlangsamt

- Die Lipophilie des Lidocain bedingt eine starke Bindung im Fettgewebe, damit wird das Anfluten weiter verlangsamt
- Der Zusatz von Vasoconstringentien verlangsamt die Clearance aus dem Fettgewebe und damit wiederum das Anfluten im Kreislauf

Grundsätzlich gilt, je geringer die Infiltrationsgeschwindigkeit, desto geringer sind auch die systemische Anflutung und Toxizität (*Sommer 1998a*). Die maximalen Serumspiegel werden nach 12 – 14 Stunden erreicht und liegen für Lidocain bei 0,8 – 2,7 µg / ml. Prilocain erreicht maximale Spiegel nach 5 – 6 Stunden, sie liegen bei 0,9 µg/ml (*Klein 1990*).

Obwohl die Verwendung von Lidocain zur Lokalanästhesie ausreicht, wird von den meisten Operateuren gleichzeitig eine flache Allgemein-Narkose angewendet. Aus dieser anästhesiologischen Polypragmasie ergeben sich Arzneimittelwechselwirkungen, die häufig unvorhersehbar sind und mit Todesfällen bei Liposuction-Operationen in Zusammenhang gebracht werden (*Grazer 1999*). Der Wissenschaftliche Arbeitskreis Regionalanästhesie der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin hat daher dringend vor der Anwendung einer Tumescenz-Analgesie oder deren Kombination mit einer Allgemein-Narkose gewarnt (*van Aken 2000*).

Ein Komitee das aus Mitgliedern der American Society of Liposuction Surgery und der American Academy of Cosmetic Surgery gebildet wurde rät dazu, Liposuctions mit Volumina von über 5 l nur von erfahrenen Chirurgen, solche mit Volumina von über 6 Litern nur in Notfall-Krankenhäusern durchführen zu lassen. Eine jüngere Publikation der Deutschen Gesellschaft für Anaesthesiologie und Intensivmedizin gibt genaue Leitlinien für die Anwendung einer Analgosedierung durch Nicht-Anaesthesisten (*Taeger 2002*). Es ist jedoch sehr leicht einzusehen, daß die Möglichkeit, eine alleinige Allgemeinnarkose einzusetzen, wie sie bei Anwendung der Wasserstrahl-assistierten Liposuction ausreicht, alle Diskussionen um Kombinationsnarkosen überflüssig macht.

4.4 Lipojet im Vergleich

Der Gedanke, einen Wasserstrahl zur Bearbeitung von Materialien einzusetzen ist nicht neu, er wird in der Industrie ausgenutzt. Wasser oder eine wäßrige Lösung wird

durch eine Hochdruckpumpe unter Druck gesetzt, was der Flüssigkeit potentielle Energie verleiht. Beim Durchtritt durch eine Düse wird die potentielle in kinetische Energie umgewandelt, die dann zum Schneiden auch von sehr widerstandsfähigen Materialien eingesetzt werden kann. Die Geschwindigkeit des Wasserstrahls an der Austrittsöffnung ist durch die Beziehung:

$$v = u \sqrt{2p / \rho}$$

mit v als Geschwindigkeit, p als Druck und ρ als Dichte (Masse/Volumen) gegeben. Die Düsengeometrie und der –querschnitt sind in der Ausflußzahl u enthalten. In der Technik werden Drucke von mehreren tausend bar eingesetzt, was zur Folge hat, daß ein Wasserstrahl mit einer Geschwindigkeit von mehr als Schallgeschwindigkeit erzeugt werden kann.

Neben den bisherigen chirurgischen Instrumenten wie Messer, Schere, Hochfrequenzstrom, Laser und Ultraschall hat sich die Wasserstrahlchirurgie besonders bei Leber-Operationen einen Platz verschafft (Bengmark 1988, Papachristou 1982). Hier besteht das Problem, in einem weichen Gewebe gefäßschonend zu operieren, um den Blutverlust gering zu halten (Hodgson 1984).

Werden in der Leberchirurgie konventionelle Schneideinstrumente eingesetzt, so besteht die Gefahr, dass verletzte Gefäße sich in das Gewebe zurückziehen und sich einer Blutstillung durch HF-Koagulation entziehen. Das Anlegen von blutstillenden Nähten ist in dem weichen Gewebe ebenso problematisch. Die Verwendung eines Wasserstrahls spült das umgebende Lebergewebe von einem Gefäß, so daß dieses, ähnlich wie bei weitaus groberen „fingerfraction“-Technik problemlos ligiert werden kann.

Die Situation läßt sich ohne weiteres auf das Fettgewebe übertragen. Auch hier hat man es mit weichem Fettgewebe und kräftigeren Strukturen wie bindegewebigen Septen, Nerven und Gefäßen zu tun. Der im Vergleich zu den o g Beispielen weiche Wasserstrahl (Maximaldruck der Lipojet-Pumpe 150 bar) spült die Fettzellen unter Schonung der übrigen Gewebe heraus.

Auch wenn man berücksichtigt, daß, bedingt durch den Kolbenhub, der Druck an der Austrittsöffnung mit einer Frequenz von 0 – 300 Hz schwanken kann, so werden doch keine Werte erreicht, die zu einer Schädigung bindegewebiger Strukturen ausreichen. Die Möglichkeit, die Kanüle sanft und gewaltlos zu führen und der niedere Druckgradient bei der Absaugung tragen wesentlich dazu bei, daß das Gewebe

geschont wird und der postoperative Schmerz vermindert wird. Darüberhinaus dürfte die gewaltlose Handhabung der Kanüle dazu beitragen, perforierende Verletzungen in Zukunft zu vermeiden.

Dies wird auch deutlich an dem von uns nachgewiesenen niedrigen Blutverlust, der noch unter den von Klein genannten 12 ml Erythrocyten pro 1000 ml abgesaugtem Fett liegen dürfte (Klein 1993). Es ist geplant, endoskopische Bilder anzufertigen, die wenigstens einen qualitativen Eindruck von der Situation geben können.

Wie wir bereits zeigen konnten, ist die Lipojet-Methode nicht auf eine Tumescenz angewiesen, da die Lösung der Fettzellen aus ihrem Verband durch Instillationsflüssigkeit unter hohem Druck geschieht. Dadurch dass vitale Zellverbände gewonnen werden ist ein postoperatives „remodeling“ in gewissem Umfang möglich. Die Methode ist also den bisher gängigen Liposuction-Methoden in ihrer Einfachheit überlegen. Durch den Verzicht auf die Tumescenz ergibt sich nicht nur eine erhebliche Zeitersparnis – es werden alle Bedenken hinsichtlich der Tumescenzanalgesie und ihrer Kombination mit einer allgemeinen Sedierung oder Narkose hinfällig.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß wir in der wasserstrahlunterstützten Liposuction eine Methode zur Verfügung haben, die eine wesentliche Zeitersparnis für den Operateur und damit kurze Narkosezeiten für den Patienten mit sich bringt. Wir konnten keine wesentliche Beeinträchtigung durch Blut- oder Wärmeverlust nachweisen, die postoperative Schmerzsymptomatik war insgesamt gering. Durch den Wegfall der Tumescenz kann der Operationserfolg unmittelbar beurteilt werden. Sowohl das Operations- als auch das Narkoseverfahren werden vereinfacht, so daß sich die Methode gut für die ambulante Chirurgie eignet.

5 Resumée

Liposuction, das heisst das Absaugen von überschüssigem Körperfett, stellt die häufigste Operation in der kosmetischen Chirurgie dar. Um eine leichtere Lösung der Fettzellen und kosmetisch günstigere Ergebnisse zu erreichen, wird das Fettgewebe vor Beginn der Operation mit Flüssigkeit unterspritzt (Tumeszenz). Der verwendeten physiologischen Kochsalz-Lösung werden Adrenalin zur Vasokonstriktion, Lidocain zur Vermeidung intra- und postoperativer Schmerzen, Bikarbonat zur Pufferung und eventuell Steroide beigefügt. Je nach der Menge verwendeter Lösung spricht man von „Feucht“- , „Nass“- und „Supernass“-Techniken. In der Tumeszenztechnik werden die üblichen Maximaldosierungen für Adrenalin und Lidocain weit überschritten (*Klein 2000*).

Obwohl die Verwendung von Lidocain zur Lokalanästhesie ausreicht, wird von den meisten Operateuren gleichzeitig eine flache Allgemein-Narkose angewendet. Aus dieser anästhesiologischen Polypragmasie ergeben sich Arzneimittelwechselwirkungen, die häufig unvorhersehbar sind und mit Todesfällen bei Liposuction-Operationen in Zusammenhang gebracht werden (*Grazer 1999*). Der Wissenschaftliche Arbeitskreis Regionalanästhesie der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin hat daher dringend vor der Anwendung einer Tumeszenz-Analgesie oder deren Kombination mit einer Allgemein-Narkose gewarnt (*van Aken 2000*).

Für den Operateur ergeben sich bei Anwendung einer Tumeszenz-Lokalanästhesie Probleme in der Beurteilung des Operationserfolges. Die Menge der verwendeten Instillationslösung führt oft zu grotesken Ödemen des zu behandelnden Operationsgebietes und der Nachbarschaft. Es fordert grosse Erfahrung, eine ausreichende, gleichmässige, an die Umgebung angepasste Reduktion der Fettschicht zu erreichen.

In dieser Arbeit wird eine grundlegend neue Methode der Liposuction vorgestellt, bei der eine Doppellumenkanüle eingesetzt wird. Das Gewebe wird mit Kochsalzlösung unter hohem Druck angespült, wodurch die Fettzellen aus ihrem Verband gelöst werden. Simultan erfolgt das Absaugen von Spüllösung und Fett. Die Vorteile der dargestellten Methode sind:

- Die Operations- und Narkosedauer verringern sich erheblich, da die zeitraubende Instillation von Tumeszenzlösung entfällt
- Die Traumatisierung des Gewebes wird durch Fett-Aspiration mit niedrigem Druckgradienten reduziert
- Die Methode macht eine direkte Begutachtung des Operationserfolges möglich, was zu besseren Ergebnissen führt und Nachbearbeitungen seltener macht

- Da keine Lokalanaesthetica verwendet werden, ist nicht mit unkontrollierbaren Arzneimittel-Wechselwirkungen oder –Spätwirkungen zu rechnen
- Eine Liposuction kann ohne weiteres ambulant durchgeführt werden, da eine Nachbeobachtung des Patienten wegen etwaiger Nachwirkungen der Lokalanaesthesie nicht erforderlich ist
- Es ist keine "Criss-Cross-Technik" erforderlich, d h die Anzahl der notwendigen Incisionen und die Gewebetraumatisierung werden reduziert
- Die Besonderheit der Methode erlaubt ein Lösen von Zellverbänden und deren Umverteilung im Sinne einer Modellierung der Körperoberfläche
- Die losgelösten Zellverbände bleiben vital und eignen sich aufgrund ihrer Grösse zu Fettgewebs-Transplantationen "Lipofillings"

Die Doppellumen-Kanüle wurde als Gebrauchsmuster Nr.: 200 09 786.5 beim Deutschen Patentamt eingetragen. In Zusammenarbeit mit der Firma AZT-Instruments AG, Luzern, Schweiz, wurde eine funktionstüchtige Ausrüstung entwickelt. Die TÜV-Abnahme im Sinne der EWG-Richtlinien über Medizinprodukte vom 14. Juni 1993 steht unmittelbar bevor. In der vorliegenden Arbeit wird die Entwicklung der Methode und ihre Anwendung an über 200 Patienten beschrieben.

6 Literatur

Bengmark S, H Ekberg, A Evander, B Klover Stahl, K G Tranberg (1988): Major liver resection for hilar cholangiocarcinoma

Ann Surg 207, 120 - 125

Bumm E (1921): Grundriss zum Studium der Geburtshilfe

Bergmann Verlag, München

Commons G W, B Halperin (1998): Ultrasound-assisted lipoplasty; A clinical study of 250 consecutive patients. Discussion

Plast Reconstr Surg 101, 203 - 204

Engler A M (1998): Body Sculpture,

Hudson Publishing, New York

Feinstein M B, J Fiekers, C Fraser (1976): An analysis of the mechanism of local anesthetic inhibition of platelet aggregation and secretion

J Pharmacol Exp Ther 14: 215 - 228

Fournier P F, Otteni F (1983): Lipodissection in body sculpturing: The dry procedure,

Plast Reconstr Surg 72: 598 – 609

Geets W H, K I Code, R M Jay (1994): A prospective study of venous

thromboembolism in trauma patients

New Engl J Med 331: 1601 - 1606

Grazer F M, R H de Jong (1999): Deaths from Liposuction: Census survey of cosmetic surgeons Plast Reconstr Surg 105: 436 – 448

Hanke C W, G Bernstein, S Bullock (1995): Safety of tumescent liposuction in 15336 patients – national survey results

Dermatol Surg 21: 459 - 462

Hanke C W, S Bullock, G Bernstein (1996): Current status of liposuction in the United States Dermatol Surg 22: 595 – 598

Hodgson W J, L R Del Guerico (1984): Preliminary experience in liver surgery using the ultrasonic scalpel

Surgery 95: 230 - 234

Huisman M V, H L Buller, J W Cate (1989): Unexpected high prevalence of silent pulmonary embolism in patients with deep venous thrombosis
Chest 95: 498 - 502

Ilouz Y G: Body contouring by lipolysis (1983): A 5 year experience with over 3,000 cases.
Plast Reconstr Surg 72: 292 - 296

Jackson R F, P J Carniol, C H Crockett, R L Dolsky, W Hanke, E B Lack, M S Leventhal, P G McMenamin (2000): American academy of cosmetic surgery guidelines
Am J Cosmetic Surg 7: 46 - 48

Kesselring U K, R Meyer (1978): A suction curette for removal of excessive local deposits of subcutaneous fat
Reconstr Surg 62: 305 - 311

Klein J A (1987): The tumescent technique fpor liposuction surgery
Am J Cosmetic Surg 4: 248 – 263

Klein J A (1990): Tumescent technique for regional anesthesia permits lidocaine doses of 35 mg/kg for liposuction surgery
J Dermatol Surg Oncol 16: 248 - 263

Klein J A (1993): Tumescent technique for local anesthesia improves safety in large volume liposuction
Plast Reconstr Surg 96: 1085 – 1098

Klein J A (2000): Tumescent technique
Mosby, St Louis

Lawrence N, R E Clark, T C Flynn. W P Coleman (2000): American Society Dermatologic Surgeons Guidelines of Care for Liposuction
Dermatol Surg 26: 265 – 269

Lillis P J (1988): Liposuction surgery under local anesthesia: Limited blood loss and minimal lidocaine absorption
J Dermatol Surg Oncol 14: 1145 - 1148

Maxwell G P, M K Gingrass (1998): Ultrasound assisted lipoplasty: A clinical study of 250 consecutive patients
Plast Reconstr Surg 101: 189 – 202

- Miller M A, W B Shelley (1985): Antibacterial properties of lidocaine on bacteria isolated from dermal lesion
Arch Dermatol 121: 1157 - 1159
- Münker R (1998): Die ultraschallassistierte Liposuktion (UAL). In: Plastische Chirurgie
E Krupp (Hrsg), Ecomed, München
- Moe G K, J A Abildskov (1975): Antiarrhythmic drugs. In: The pharmacological basis of therapeutics (L S Goodman and A Gilman, Hrsg)
Macmillan Publishing, New York
- Papachristou D N , R Barters (1982): Resection of liver with a water jet
Br J Surg 69: 93 - 94
- Pitman G H (1983): Liposuction and aesthetic Surgery
Quality Medical Publishing Inc, St Louis
- Rao R B, S F Ely, R S Hoffmann (1999): Deaths related to liposuction
New Engl J Med 240: 1471 – 1475
- Rutmann T G, M F M James, J F Viljoen (1996): Haemodilution induces a hypercoagulable state
Br J Anaesth 76: 412 - 414
- Sattler G, S Rapprich, M Hagedorn (1997a): Tumescenz-Lokalanästhesie –
Untersuchung zur Pharmakokinetik von Prilocain
Zeitschr Hautkrankh 72: 522 – 525
- Sattler G, E Hasche, S Rapprich, K Mössler, M Hagedorn (1997b): Neue operative
Behandlungsmöglichkeiten bei benignen Fettgewebserkrankungen
Z Hautkrankh 72: 579-582
- Sattler G, B Sommer (2000): Liporecycling mit autologem Fettgewebe: Sofort oder im
Intervall
Z ästhet plast Dermatol 1: 30 - 34
- Schrudde J (1984): Lipexheresis (liposuction) for body contouring
Clin Plast Surg 11: 445 – 448
- Sommer B, M Augustin, E Schöpf, G Sattler (1998a): Tumescenzlokalanaesthesie
Dtsch Ärztebl A 98: 545 - 548

Sommer B, G Sattler (1998b): Tumeszenzlokalanaesthesie
Hautarzt 49: 351 - 360

Taeger K (2002): Leitlinien zur Sedierung und Analgesie (Analgosedierung) von
Patienten durch Nicht-Anaesthesisten
Anästhesiol Intensivmed 43: 639 - 641

Teimouran B, J B Fisher (1981): Suction curettage to remove excess fat for body
contouring
Plast Reconstr Surg 68: 50 – 58

Toledo L S (1991): Syringe liposculpture: A 2-year experience
Aesthetic Plast Surg 15: 321 – 326

Van Aken H, J Biscopig, R Klose, H Wulf (2000): Tumeszenz-Lokalanaesthesie
Anaesthesiologie und Intensivmedizin 41: 114 – 115

Zocchi M L (1995): Ultrasonic-assisted lipectomy
Adv Plast Reconstr Surg 11: 197 - 221

7 Anhang

7.1 Vereinheitlichtes Narkose-Verfahren:

1. Monitoring von EKG, NIBD, SpO₂, Temperatur oesophageal, Volumenanteile und /oder Konzentrationen von O₂, CO₂, volatilen Anästhetika im in- und expiratorischen Schenkel des Atemsystems. Atemwegsdrucke, Atemvolumina und Spirometrikurven mittels Datex Ohmeda AS/3
2. Narkoseeinleitung mit:
 - a. Midazolam: 2,5 – 5 mg
 - b. Ketamin: 5 – 7,5 mg
 - c. Atropin: 2,5 mg
 - d. Sufentanil: 10 µg
 - e. Propofol: 100 – 150 mg
3. Endotracheale Intubation oder Einlegen einer Larynxmaske je nach Lagerung
4. Narkose-Aufrechterhaltung:
 - a. Desfluran 2,5 – 5 Vol%
 - b. Remifentanil 0,03 – 0,15 µg/kg KG/min
5. Routine-Zusatzmedikation:
 - a. MCP 10 mg zur Einleitung als Emesis-Prophylaxe
 - b. Doxycyclin 100 mg i v einmalig
 - c. Clonidin 150 µg p i innerhalb 30 Min nach der Einleitung
 - d. Novalgin 1 – 1,5 g p i im Verlauf des Eingriffes
 - e. Tramadol 75 – 150 mg p i im Verlauf des Eingriffes

8 Verzeichnis der Publikationen

8a Publikationen

Taufig A Z (2002): Fettabsaugung zur Korrektur von Körperformen
Kosmetische Medizin 2, 68 – 74

8b Vorträge

Taufig A (2000): Wasserstrahl – unterstützte Fettabsaugung
European Association of Dermatology and Venerology, Genf

Taufig A (2000): Wasserstrahl-Fettabsaugung
Vereinigung Deutscher Plastischer Chirurgen, Magdeburg

Taufig A (2000): Wasserstrahl-Fettabsaugung
Vereinigung Deutscher Plastischer Chirurgen, Frankfurt

Taufig A (2001): Körpermodellierung durch Wasserstrahl-unterstützte Fettabsaugung
Velener Arbeitskreis Ambulante Operationen, Bonn

Taufig A (2001): Wasserstrahl–unterstützte Fettabsaugung
Vereinigung Operativer Dermatologen, Freiburg

Taufig A (2001): Eine neue Methode zur Fettabsaugung
Österreichische Gesellschaft für plastische, ästhetische und rekonstruktive Chirurgie,
Wien

Taufig A (2001): Body Contouring by Waterjet-Liposuction
Internationaler Kongress der brasilianischen plastischen Chirurgen, São Paulo

Taufig A (2001): Die Behandlung des Mamma-Karzinoms - Eine multidisziplinäre
Herausforderung
Deutsche Gesellschaft für Senologie, Düsseldorf

Taufig A (2002): Behandlung von Lipödemen durch Wasserstrahl
Nationaler Lymphkongress, Düsseldorf

Taufig A (2002): Das Mammakarzinom – eine interdisziplinäre Aufgabe
Deutsche Gesellschaft für Senologie, Düsseldorf

Taufig A (2002): Neue Ergebnisse der Wasserstrahl-unterstützten Liposuction
Hamburger Gesprächskreis ästhetischer Chirurgen, Hamburg

Taufig A (2002): Lipojet – Ergebnisse an über 200 Patienten

Vereinigung Deutscher Plastischer Chirurgen, Heidelberg

Taufig A (2002): Kontrollierte Körpermodellierung durch eine neue Technik der Fettabsaugung

Deutsche Gesellschaft für Ästhetische Chirurgie, Heidelberg

Taufig A (2002): Body Contouring by Waterjet-assisted Liposuction

American Academy of Cosmetic Surgery, Denver

Taufig A (2003): Waterjet-assisted Liposuction: A New Method for Body Sculpturing

American Academy Cosmetic Surgery, Rancho Mirage

9 Lebenslauf

15 10 1957	geboren in Kabul, Afghanistan
ab Okt 1967	Besuch der Wilhelm-Hauff Grundschule in West-Berlin
ab Okt 1971	Besuch des Rauke-Gymnasiums in Westberlin
1977	Abitur
ab Okt 1977	Studium der Humanmedizin an der RWTH Aachen
10 01 1985	Approbation nach Erhalt der deutschen Staatsangehörigkeit
1985 – 1986	Assistent an der Klinik für Plastische Chirurgie der Medizinischen Universität Lübeck Direktor: Prof Dr med G M Lösch
1986 – 1988	Assistent in der Abteilung für Unfall- und Gelenkchirurgie Bethesda-Krankenhaus, Mönchengladbach Chefarzt: Dr med G Tascheit
1988 – 1991	Assistent in der Klinik für Plastische Chirurgie der Medizinischen Universität Lübeck Direktor: Prof Dr med G M Lösch
1991	Gebietsbezeichnung Arzt für Chirurgie
1994	Teilgebietsbezeichnung Arzt für Plastische Chirurgie
1996	Anerkennung als Facharzt für Plastische Chirurgie Ärztekammer Nordrhein
Okt 1994	Niederlassung als Plastischer Chirurg in Köln
Okt 1999	Zulassung als Allgemeinchirurg