

Behandlung mit Ultraschall Kavitation

aus einer Arbeit von Dr. med. Thomas Schwanke, Josef Decker

Mit dem gestiegenen Gesundheitsbewusstsein in der Bevölkerung, dem Trend zu sinnvoller Ernährung und ausreichender körperlicher Aktivität, tritt immer mehr die Behandlung der - meist genetisch bedingten - lokalen Adipositas, beziehungsweise Lipodystrophie in den Vordergrund.

Ernährung und Sport können hier nur in begrenztem Umfang und auch nur kurzfristige Erfolge bringen. Häufig steigt nach einer gewissen Periode der Selbstdisziplinierung in der anschliessenden Phase beim Patienten nur die Frustration, da sich die verkleinerten Fettzellen schnell und oftmals über den Ausgangsbefund hinaus ausdehnen.

Dauerhaften Erfolg bietet hier nur die Verringerung der Anzahl der vorhandenen Fettzellen im jeweiligen Areal.

Die Geschichte der modernen Liposuktion lässt sich in 2 Perioden einteilen:

Zunächst entwickelte sich aus der offenen chirurgischen Fettschürzenextirpation und anschliessender Bauchdeckenplastik die Methode der geschlossenen Dissektion.

Sie hatte den Vorteil, dass nun auch Körperregionen wie das Prätrochantergebiet der chirurgischen Technik zugänglich wurden und das Ziel des Eingriffs, eine Modellierung der Körperoberfläche gemäss der Annäherung an anatomische Idealvorstellungen, näher kam.

Während anfangs die Liposuktion als kontinuierliche Dissektionstechnik mit scharfen Küretten zur Anwendung kam, die massive serohämatische Ansammlungen im OP-Gebiet hinterliessen und eine postoperative Drainage notwendig machten, ging man danach zur nichtkontinuierlichen Dissektion, beziehungsweise Tunneltechnik über.

Die 2. Periode, welche bis in die Gegenwart reicht, wurde durch Jeffrey A. Klein initiiert:

In der Absicht, die Fettzellextraktion zu erhöhen und den Blutverlust zu verringern, infiltrierte er das OP-Gebiet mittels einer physiologischen Kochsalzlösung, die unter Zusatz von Medikamenten wie zum Beispiel Adrenalin das Areal aufbereiteten.

Dies bezeichnen wir heute als sogenannte »Tumeszent-Technik«. Die nach ihm benannte Kleinsche Lösung ermöglichte es auch, von grosslumigen (bis 14 mm Durchmesser) scharfen Küretten, hin zu wesentlich kleineren, stumpfen Aspirationskanülen zu wechseln.

Dennoch kam (und kommt) es auch bei dieser Methode aufgrund des immer noch relativ grossen Kanüledurchmessers (6-8 mm) oftmals zu einer sichtbaren Dellenbildung und nicht unerheblichen Traumatisierung, insbesondere, wenn superfizielle Fettzellen abgesaugt werden.

Auf der Suche nach Möglichkeiten zur weiteren Verringerung des Kanüledurchmessers wurde versucht, die Fettzellen im jeweiligen OP-Gebiet quasi »in vivo« selektiv zu zerstören.

Die intraoperative Anwendung von Ultraschall war zunächst recht erfolgversprechend, konnte jedoch über einen längeren Beobachtungszeitraum keine wesentliche Verbesserung der Technik bringen.

Vermehrtes Auftreten von klinisch evidenten entzündlichen Begleitreaktionen und nachfolgenden Hautnekrosen wurde berichtet.

Ein weiterer Ansatz zur selektiven Zerstörung von Fettzellen ist die Applikation von Niederfrequentem- und Hochfrequentem Ultraschall, die im Folgenden dargestellt werden soll.

Der Unterschied im elektrischen Potential entlang der Zellmembran beträgt je nach Struktur und Funktion zwischen 70 und 90 mV, wobei die Dauer der Potentialkurve zirka 1 ms beträgt. Um also einen irgendwie gearteten Einfluss auf eine Zelle nehmen zu können, muss der stimulierende Impuls eine ausreichend hohe Energie im Verhältnis zu seiner Dauer besitzen. Immer dann, wenn der menschliche Körper mit einem elektrischen Strom in Berührung kommt, verhält er sich physikalisch als Widerstand.

Die individuelle Charakteristik dieses Widerstandes hängt im Einzelnen von verschiedenen Variablen ab:

- Grösse der Berührungsfläche
- Leistung der Energie
- Art der Energie
- Art und Struktur der Kontaktfläche (z.B. epidermal)
- Ein- und Austrittspunkt
- Schallfrequenz
- Korrespondierende Frequenz

Generell reagieren vitale Organismen in zweierlei Hinsicht auf einen über den oben genannten Schwellenwerten gelegenen Reiz:
Zum einen entstehen durch Überlagerungen und Störungen des elektrischen Potentials an der Zellmembran Reize, die sich etwa in Muskelkontraktionen, Spasmen oder Tetanien äussern können.
Zum anderen entsteht immer aufgrund des Widerstandes eine Erhitzung, wobei der Ausprägungsgrad der Wärme in direkter Beziehung zum Widerstand steht.
Je geringer der Widerstand, desto geringer die Wärmeentwicklung.

Ultraschall Kavitation ist ein neues schonendes Verfahren um lokale Fettdepot zu konturieren.
Bestimmte Ultraschallwellen bewirken in Flüssigkeiten eine Kavitation.
Das was Ingenieure z.B. beim Brückenbau unter allen Umständen vermeiden müssen, wird ans Gewebe in einer kontrollierten Menge abgegeben.
Kavitation wird durch Ultraschall erzeugt. Es entstehen Mikrobläschen die durch Druck implodieren und Energie abgeben, wodurch die Fettzelle zerstört wird.

Nur mit zunehmender Ausgangsleistung Frequenzmodulierter Ultraschallgeräte steigt, wie im Folgenden beschrieben, die Wahrscheinlichkeit, gewünschte thermische und mechanische Gewebeeffekte zu induzieren.

Insbesondere die in neu entwickelten Kavitations Ultraschall-Geräte erhöhen das Phänomen Kavitationen im Fettgewebe.

Das Schädigungspotenzial ultraschallinduzierter Kavitationsblasen an Fettzellen liegt unter anderem in der Dynamik solcher Blasen, die z. B. im Schallfeld stark oszillieren und somit grosse Strömungen hervorrufen können, aber auch im möglichen Kollaps der Blasen, bei dem lokal hohe Energien freigesetzt werden.
Diese Energiefreisetzung bedingt einige biologisch relevante Sekundäreffekte wie die Bildung von Schockwellen, Flüssigkeitsjets oder auch freier Radikale.
Starke Energien (insbesondere negative Spitzendrücken des Ultraschalls) innerhalb des Körpers können thermische oder mechanische Effekte haben.
Beispielsweise könnten durch die Erzeugung freier Radikale oder Schockwellen Gewebeteile zerstört werden.
Einige mögliche Effekte wurden bereits bei Tierversuchen beobachtet.
Es wird weiterhin angenommen, dass Kontrastmittel die Wahrscheinlichkeit für Kavitation erhöht.

Im Tierreich sind Knallkrebse in der Lage Kavitationsblasen zu erzeugen und im Kampf gegen Artgenossen oder zum Beutefang einzusetzen.
Verfehlt der Fangschlag eines Fangschreckenkrebses seine Beute, so wird diese unter Umständen von der beim Schlag entstehenden Kavitationsblase getroffen und betäubt und kann danach erbeutet werden.
Akustische Kavitation entsteht bei der Einbringung von Schall bzw. Ultraschall in Flüssigkeiten ab einer bestimmten Intensität (Frequenzen von 20 kHz bis zu 10 MHz).
Schall pflanzt sich in Form von Expansionswellen (Negativdruck) und Kompressionswellen (Positivdruck) in Flüssigkeit fort.
Ist die Intensität des Schallfeldes hoch genug, werden in der Flüssigkeit Dampfblasen erzeugt. Diese Kavitationsblasen wachsen zunächst weiter an, um danach wieder zu kollabieren.
Das Implodieren der Blasen führt zu hohen lokalen Temperatur- und Druckspitzen und den damit verbundenen hochenergetischen chemischen Prozessen.
Diese Mikrobläschen im Gewebe entstehen durch hohe und niedrige Ultraschall Frequenzen und werden verwendet, um ausschliesslich, im subkutanen Behandlungsbereich aufzutreten.

Dekompressionsphase

Während der Dekompressionsphase werden viele Gasbläschen im Gewebe erzeugt.
Diese Bläschen werden grösser und grösser, bis die Dekompressionsphase beendet wird (Unterdruck).
Durch die Produktion der Mikrobläschen (Gasbläschen in der Flüssigkeit) wird die Kavitation eingeleitet. (Implusion)

Kompressionsphase

Während der zweiten Phase erzeugt der Ultraschall einen enormen Druck auf die zuvor vergrösserten Bläschen, komprimiert sie und lässt die Temperatur des Gases in den Bläschen ansteigen, bis diese implodieren und eine grosse Menge an Schockenergie freigegeben.

Die durch den veränderliche Druck des Ultraschalls erzeugten Mikrobubbles, die innerhalb der Fettmasse der Adipozyten implodieren und sich verflüssigen, vereinfachen dadurch enorm die Fettfreigabe. Die Wirkung der Behandlung richtet sich direkt an das Fettgewebe bzw. die Adipozyten und zerstört oder reduziert diese in kürzester Zeit.

Die oben genannten Bedingungen werden in der Medizin schon seit einigen Jahrzehnten erfolgreich angewandt.

Bei einer Ultraschallbehandlung werden elektrische Frequenzen grösser als 1.000.000 Hz eingesetzt, um räumlich eng begrenzt durch die entstehende Schallwellen zum Beispiel Nierensteine zu zerstören.

Genau dieses Phänomen wird auch bei der Ultraschall-Kaviation angewandt:
Wenn die Energie gross genug und räumlich eng begrenzt wird, kann das Fettgewebe so weit beeinflusst werden, dass die jeweiligen Fettzellen irreversibel geschädigt werden.
Ziel ist dabei natürlich gleichzeitig die grösstmögliche Schonung des benachbarten Gewebes.