



# Fokus Fettzelle

Meist abschätzig als Babyspeck, Rettungsring oder Reiterhosen diffamiert, ist Fett, in unterschiedlichster Art, für unseren Organismus unersetzlich. Daher lohnt es, einen genaueren Blick auf dieses Multitalent zu werfen und zu verstehen, wieso uns plötzlich die Farbe von Fettzellen interessiert. Außerdem; die wichtigsten nicht invasiven Methoden im Überblick.

Seit der eher zufälligen Entdeckung der Fettwegspritze durch die brasilianische Dermatologin Patricia Rittes Anfang dieses Jahrhunderts erlebt die Fettzelle eine bis dahin unvorstellbare Aufmerksamkeit im Bereich der Ästhetik. Nicht nur das allgemeine wissenschaftliche Interesse wächst rapide, sondern auch die Industrie hat die Fettzelle heute im Fokus. Denn die Idee, durch nicht operative Entfernung von Fettgewebe oder mittels Manipulation der Fettzelle elegante Strategien zur Körperformung und im Ideal sogar zur Gewichtsabnahme zu entwickeln, ist einfach zu verlockend.

## Body is the new Face

Lassen wir jetzt mal das nicht ganz unwesentliche Problem der Fettleibigkeit völlig außer Acht und betrachten wir uns nur den Sektor der ästhetischen Bedürfnisse des modernen Menschen. Höhere Lebenserwartung gepaart mit einer, im Vergleich zu unseren Großeltern, ganz anderen Lebensgestaltung führt zwangsläufig zu dem Phänomen, nicht nur fit, sondern auch möglichst lange attraktiv sein zu wollen. Und was wäre mehr ein Zeichen von Attraktivität als ein wohlgeformter Körper. Kein Wunder also, dass nach dem Goldrausch der 2000er mit Botox und Hyaluronsäure uns jetzt die nächste „ästhetische Revolution“ ins Haus steht. Im Fokus ist diesmal die Fettzelle!

## Struktur und Verteilung

Der Körperfettanteil der normalgewichtigen Durchschnittsfrau liegt bei 25–30%, der des Durchschnittsmanns bei 20–25%. Da Fett ein schlechter Wärmeleiter ist und auch als druckelastisches Polster wertvolle Dienste leisten kann, befinden sich rund 65% des Körperfetts unter der Haut. Den größten Teil des restlichen Fetts finden wir in der Bauchhöhle. Ganz grob unterscheidet man zwei Erscheinungsformen: Struktur- oder Baufett, das gerade Frauen in seiner Ausprägung als Reiterhosen nur zu gut bekannt ist, und das sogenannte Depotfett; hier sei als Beispiel auf den Wohlstandsbauch verwiesen. Während nun Depotfett den größten Teil des Körperfetts ausmacht und mit einem Gewicht von rund

15–20 Kilogramm bei Normalgewichtigen auch einen stattlichen Anteil am Körpergewicht hat, lässt es sich doch vermeintlich gut durch gesunde Ernährung und sportliche Aktivität in seinem Umfang kontrollieren. Im Gegensatz dazu ist eine Beeinflussung der optischen Ausprägung des viel geringer vorhandenen Baufetts so gut wie ausgeschlossen. Der Grund ist einfach: Baufett wird von unserem Körper als wichtig erachtet u.a. als Schutz- und Polsterschicht. Daher nimmt es nur unter extremen Bedingungen (z.B. starker Nahrungsmangel) am Fettstoffwechsel teil und lässt sich daher nicht einfach „abnehmen“. Dies ist auch, am Rande erwähnt, der Grund, warum man Reiterhosen nicht abnehmen kann.

## Normaler Fettstoffwechsel

Fettzellen nehmen Fettsäuren aus dem Blut auf und bilden durch Koppelung dieser mit Glycerin die Lipide, die in der Zelle gespeichert werden ([Lipogenese](#)). Bei Bedarf können die Lipide wieder in ihre Bausteine gespalten ([Lipolyse](#)) und an das Blut abgegeben werden, so dass andere Zellen sie zur Energiegewinnung nutzen können. Beide Vorgänge, Lipogenese und Lipolyse, werden unter anderem durch die Hormone Insulin und Adrenalin beeinflusst.

Eine Veränderung der gespeicherten Fettmenge geschieht hauptsächlich durch die Vergrößerung oder Verkleinerung der gespeicherten Menge in der einzelnen Zelle. Somit wird auch klar, dass bei Zu- oder Abnahme des Gewichts zunächst sich nur die Füllung bzw. Größe der Fettzelle verändert, nicht aber die absolute Zahl. Die schlechte Nachricht in diesem Zusammenhang ist jedoch: Der Körper kann natürlich bei Bedarf neue, zusätzliche Fettzellen erzeugen, er baut aber im Gegenzug keine vorhandenen Fettzellen ab, sondern behält diese auch nach größerer Gewichtsabnahme bei.

## Weiß, beige oder braun

Betrachtet man das Multitalent Fettzelle noch etwas genauer und wirft hierfür einen Blick in die Literatur, so wird sich der Laie wundern. Kannte man die Fettzelle doch eigentlich als eine Art gelben Luftballon, der je nach Füllungszustand kleiner oder größer ist, so spricht der Experte von weißen, beige und braunen Fettzellen, in denen sich, in unterschiedlicher Ausprägung, die körpereigene Energiereserve in Form von Fettsäuren befindet. Und spätestens jetzt wird auch dem Laien klar, warum die Sache mit dem Fett doch komplizierter ist als vermutet.

Keine Angst! – Ich werde Sie jetzt nicht mit einem tiefen Ausflug in die Biochemie malträtieren. Dennoch so ganz einfach kann ich es Ihnen nicht machen, denn um die Wirkungsweise der auf dem Markt befindlichen Bodyforming-Systeme zu verstehen und deren Effektivität einschätzen zu können, ist ein gewisses Basiswissen unumgänglich. Doch es wird spannender, als sie glauben, und wer von ihnen hätte dieses Attribut beim Thema „Fett“ erwartet.

Beginnen wir mit der weißen Fettzelle. Sie kommt unserem simplen Verständnis von Fett am nächsten. Der Zelleib von [Adipozyten](#) des weißen Fettes sind fast vollständig von einem großen Fetttropfen ausgefüllt. Sie bilden das Gros der Fettzellen im Körper und speichern maßgeblich unsere Energiereserven in Form von Fettsäuren. Je nach Füllungszustand verändern sie ihre Größe und bestimmen so im Prinzip auch die Dicke unserer Fettschicht unter



8. FACHMESSE & KONGRESS  
**BEAUTY  
FORUM  
LEIPZIG**  
21.–22. APRIL 2018

**Vortrag**

Der Autor hält beim **4. Anti-Aging-Kongress** am **21. April** auf der **BEAUTY FORUM LEIPZIG** einen Vortrag zum Thema **„Wissenschaft macht schön – von Microkanälen, 19 Megahertz und anderen Absurditäten aus dem Labor“**. Dr. med. Frank Rösken nimmt Sie mit auf einen Streifzug durchs Labor und erläutert u.a., warum Microkanäle und 19-MHz-Ultraschall schön machen und wie einfach es ist, sie in der Praxis einzusetzen.

Tickets und mehr Infos gibt es unter: [www.beauty-fairs.de/leipzig](http://www.beauty-fairs.de/leipzig)

## Miniglossar

- **Lipogenese:** Fettsäuresynthese
- **Lipolyse:** hydrolytische Spaltung von Neutralfetten im Fettgewebe
- **Adipozyten:** Fettzellen
- **Thermogenese:** Erzeugung von Wärme durch Organismen

der Haut. Abhängig von Größe und Lokalisation sind sie mehr oder weniger dicht von Kollagenfasern umgeben. Ihr Name leitet sich von ihrer Darstellung unter dem Mikroskop ab. Dort erscheint die Fettzelle weiß, da die intensiv gelb und ölig erscheinenden Fetttropfen dort ausgelöst sind. Die weiße Fettzelle ist auch das Ziel aktueller Bodycontouring-Systeme. Gleichgültig auf welcher Technologie das zum Einsatz kommende Gerät basiert, immer geht es darum, die weiße Fettzelle zu eliminieren oder zumindest zu entleeren. Doch Fettgewebe besteht eben nicht nur aus weißen Fettzellen und es ist eventuell zu kurz gedacht, wenn man glaubt, dass Zellen nicht in der Lage sind, auch eine Art Metamorphose zu durchlaufen und sich zu verändern, oder dass Strukturen zwischen den Zellen (u.a. Kollagenfasern

in den Zellzwischenräumen) sich nicht verändern können.

## Fett wärmt nicht nur, es macht auch warm

Stellen wir uns Folgendes vor: Ein kalter Wintertag, Sie stehen im Freien und frieren. Warum? – Einfach gesagt versucht unser Körper durch Muskelzittern Wärme zu erzeugen und so ein Erfrieren zu verhindern. Was beim Erwachsenen aufgrund seiner Muskelmasse gut funktioniert, gelingt dem Säugling hingegen bei Kälte nicht. Einer der Gründe hierfür ist der Mangel an Muskelmasse. Und genau hier kommt die braune Fettzelle ins Spiel.

sener bei gleicher Verteilung in der Lage, dadurch bis zu 4000 Kilokalorien pro Tag zu verbrennen.

## Die Unterschiede zwischen braunen und weißen Fettzellen

Die Zelle des braunen Fettgewebes beinhaltet viele kleinere Fetttropfen statt eines großen und das Gewebe ist im Vergleich zu „normalem“ Fett gut durchblutet. Entscheidend ist aber, dass sie über eine Vielzahl von Mitochondrien (= Kraftwerke der Zelle) verfügt. Diese sind in der Lage, durch Aktivierung den größten Teil der Energie aus dem Fettsäureabbau direkt in Wärme umzuwandeln. Somit bieten sie

„Die weiße Fettzelle ist auch das Ziel aktueller Bodycontouring-Systeme.“

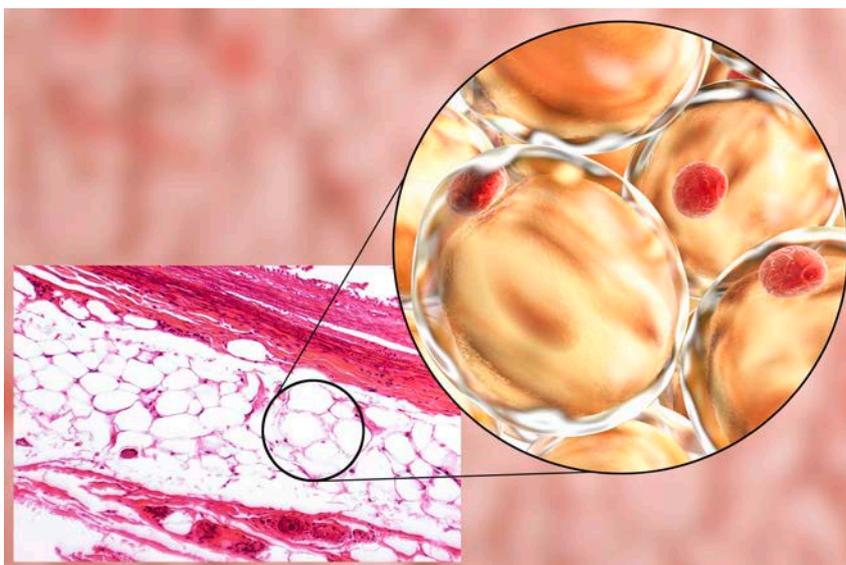
Sie ist für den Säugling eine Art Heizung, die aus Fettsäuren direkt Wärme erzeugt. Dies ist auch der Grund, warum rund 5 Prozent des Fetts bei Neugeborenen aus braunen Fettzellen bestehen, während diese bei Erwachsenen kaum noch vorkommen. Obgleich die Menge zunächst gering erscheint, wäre ein Erwach-

einen schnellen Weg, um Fettsäuren zu verbrauchen und damit auch einen möglichen Angriffspunkt, wenn es darum geht, vorhandene Fettspeicher schnell zu leeren.

Sie ahnen es sicher schon. Die Aktivierung von braunen Fettzellen könnte das Abnehmen leichter machen. Jetzt verfügen leider Erwachsene über nahezu kein braunes Fett mehr und Diätprogramme für Säuglinge sind nun wirklich nicht nötig; doch genau hier wird es jetzt spannend. Denn wissenschaftliche Studien konnten den Beweis erbringen, dass Menschen noch über eine dritte Art von Fettzellen verfügen.

## Beige macht schlank

Im Jahr 2012 konnten Forscher an der Harvard Medical School den Beleg erbringen, dass Menschen neben weißem und braunem auch beiges Fettgewebe in sich tragen. Im Prinzip ähneln beige Fettzellen in Aussehen und Funktion braunen Fettzellen. Daher können auch diese Zellen bei Aktivierung aus Fettsäuren direkt Wärme erzeugen (=Thermogenese) und somit schnell Energiespeicher leeren. Die eigentliche Sensation ist aber, dass neueste Studien auch den Beleg erbracht ha-



Fettzellen haben vielfältige Aufgaben in unserem Körper. Der Fokus aktueller Bodycontouring-Systeme ist die weiße Fettzelle unter der Haut. Mikroskopische Aufnahme von weißen Fettzellen.

ben, dass bestimmte Rahmenbedingungen die Umwandlung von weißen in beige Fettzellen ermöglichen. Denkt man diese wissenschaftlichen Erkenntnisse weiter, wird schnell klar, welches Potenzial hier schlummert: Gelingt es die **Umwandlung von weißen in beige Zellen kontrolliert herbeiführen** zu können und parallel diese zu aktivieren, dann würde der Begriff „Fatburner“ eine völlig neue Bedeutung bekommen. Zwar stehen wir heute noch ganz am Anfang, aber es gibt vielfältige Belege dafür, dass u.a. Kälte in der Lage ist, den oben genannten Prozess anzuregen. Die nächsten Jahre werden jetzt zeigen, wie gut es gelingt, Wunsch und Wirklichkeit in Einklang zu bringen, und ob es gelingt, damit dem Problem ungeliebter „Fettpolster“ leichter zu Leibe zu rücken.

### Methoden: Hier kriegen Sie Ihr Fett weg

Das aktuelle Angebot an Geräten zur nicht invasiven Fettverminderung in Europa wird beinahe monatlich größer. Diese unterscheiden sich nicht nur in der zugrundeliegenden Technologie, sondern auch häufig sehr stark in Qualität, Effektivität und Behandlungssicherheit. Da eine ausführliche Beurteilung der einzelnen Geräte schlichtweg nicht möglich ist, beschränke ich mich hier lediglich auf die Darstellung der wesentlichen Technologien, die derzeit auf dem deutschen Markt zu finden sind.

#### Ultraschall

Wir kennen Ultraschall (= Schall mit Frequenzen oberhalb des Hörfrequenzbereichs des Menschen) aus fast allen Bereichen unseres Lebens. Angefangen von der Einparkhilfe in unseren Autos, über den Einsatz in der medizinischen Diagnostik bis hin zu seinem Stellenwert in der apparativen Kosmetik. Daher überraschte es nicht, dass auch Ultraschall im Rahmen des Bodyforming eine Rolle spielt und auf unterschiedliche Art und Weise Anwendung findet:

**Nichtfokussierter Niedrigenergie-Ultraschall:** Diese Technik hatte bereits vor etwa 10 Jahren einen ersten Höhepunkt und war u.a. auch in vielen Kosmetikinstituten im Einsatz. Trotz des in Studien belegten Effekts auf das Fettgewebe konnte es in der Praxis häufig nicht überzeugen. Auch der postulierte Mechanismus der Kavitation und der nachfolgenden Zerstörung der Fettzelle durch Implosion ist nach wie vor nicht völlig geklärt.

Nachgewiesen ist hingegen eine Art Perforierung der Fettzellmembran und ein damit einhergehendes „Auslaufen“ von Lipiden aus der Zelle. Diese Entleerung der Fettsäuren in die Zellzwischenräume führt zu einer Verkleinerung der Fettzellen und der Möglichkeit eines erleichterten Abtransports aus dem Fettgewebe. Dieser Mechanismus erscheint plausibel und würde auch erklären, warum die Kombination dieser Technik mit einem speziellen Ernährungs- und Bewegungsprogramm den Therapieerfolg nachhaltig positiv beeinflusst. Inwieweit diese Technik für sich allein eine langfristige Reduktion von Fettzellen gewährleisten kann, ist umstritten.

**Fokussierter, gepulster Ultraschall:** Ebenfalls seit Jahren finden sich Geräte dieser Art in Arztpraxen und Kosmetikin-



## MBC HYPERPULSE™

Das revolutionäre  
High-Speed-Verfahren für  
dauerhafte Haarentfernung.



### Behandlungsdauer:

Männer Rücken ~ 3-5 Min.  
Ganze Beine ~ 10 Min.  
Ganzer Körper ~ 30 Min.



Moderne Bodycontouring-Systeme eignen sich für die Behandlung regionaler Problemzonen und können in bestimmten Fällen eine Alternative zur Fettabsaugung darstellen. Behandlung mit „Coolsculpting“ (2 Sitzungen/Region; links vorher, rechts 4 Monate nach 2. Sitzung; Gewichtsveränderung 1 kg)

stituten. Diese Systeme basieren auf der diskontinuierlichen (= gepulste) Abgabe fokussierter akustischer Wellen (mit einer Frequenz von  $200 \pm 30$  kHz), die sich zu einem begrenzten lokalen Volumen unter der Haut zusammenfinden. Diese non-thermale Ultraschalltechnik nimmt für sich in Anspruch, eine Auflösung der Fettzelle auszulösen und so die Fettschicht nachhaltig zu reduzieren.

Die Studienlage ist auch hier kontrovers im Hinblick auf den zugrundeliegenden Mechanismus. Nichtsdestotrotz konnten mehrere Studien eine Umfangsreduktion 12 Wochen nach der letzten Behandlung nachweisen.

#### **Fokussierter Hochenergie-Ultraschall**

Durch fokussierte, lokale Erhitzung des Fettgewebes in einer Tiefe von ca. 1,3 cm wird in einem umschriebenen Areal das Fettgewebe behandelt. Wie der Name schon sagt, kommen hier hohe Energien zum Einsatz, die im Gewebe Temperaturen bis zu  $70^\circ\text{C}$  erzeugen.

Die Folge ist die unmittelbare Zerstörung von Fettzellen. Die Behandlung ist vergleichsweise schmerzhaft. Auch verstärkte Schwellungen und Überempfindlichkeiten über einen Zeitraum von mehreren Wochen sind eine häufige Folge. Obgleich diese Technologie ihre Wirksamkeit in Studien unter Beweis stellen konnte, ist sie doch eher kritisch zu betrachten aufgrund der vergleichsweise starken Nebenwirkungen.

#### **Fokussierter einheitlicher Ultraschall**

Eine neue Ultraschall-Variante ist im letzten Jahr auf den Markt gekommen. Bei dem bisher einzigen System dieser Art („SlimMe“) erfolgt die gleichmäßige Abgabe von Ultraschall horizontal in einer Kammer, in die das Gewebe zuvor mittels pulsierenden Vakuums eingesaugt wird. Ergänzt durch multipolare Radiofrequenz zur gleichzeitigen Verbesserung der Hautstruktur bietet dieses System einen sehr vielfältigen Behandlungsansatz. Erste Studienergebnisse belegen für diese Technik der thermischen Auflösung der Fettzellen einen positiven Effekt im Hinblick auf die Reduktion von Fettzellen durch eine einmalige Behandlung. Aufgrund der Technik ist eine Schädigung von Strukturen außerhalb des Fettgewebes nahezu auszuschließen und sie bietet somit sicher eine Verbesserung im Vergleich zu anderen Hochenergie-Ultraschallsystemen.

Die Vielfalt der beschriebenen Varianten, die allein bei Bodyforming-Systemen auf Ultraschallbasis zur Anwendung kommen, unterstreicht eindrucksvoll, wie sehr die Industrie noch nach dem perfekten System sucht. Doch Ultraschall ist nur eine von vielen Ansätzen, die es derzeit gibt.

#### **Laser**

Ähnlich wie Ultraschall ist auch die Lasertechnik eine sehr vielfältige Technologie, die je nach eingesetzter Wellenlänge und Energie völlig unterschiedliche Effekte er-

zielen kann. Im Rahmen der Behandlung von lokalen Fettdepots kommen derzeit zwei verschiedene Varianten zum Einsatz.

#### **Dioden-Laser**

Ähnlich wie bei Hochenergie-Ultraschall Systemen basiert die Wirkung des Dioden Lasers (Wellenlänge: 1060nm) auf der einmaligen Erhitzung der Fettzelle. Durch Temperaturen von ca.  $45^\circ\text{C}$  über etwa 5 Minuten im Fettgewebe wird hier eine Denaturierung und nachfolgende Auflösung der Zelle ausgelöst. Die Folge ist eine nachweisbare, nachhaltige Reduktion der Fettschicht im behandelten Gebiet.

#### **Low-Level Laser**

Ein völlig anderes Konzept verfolgen sogenannte Low-Level-Lasersysteme. Ihre Wellenlänge variiert um ca. 600nm und die abgegebene Energie ist gering. Dennoch konnten Studien eine Umfangsreduktion nach mehrfachen Behandlungen nachweisen. Der zugrundeliegende Mechanismus ist mit hoher Wahrscheinlichkeit eine temporäre Bildung von kleinen Öffnungen in der Hülle der Fettzelle. Durch diese temporären Öffnungen können Fettsäuren in die Zellzwischenräume austreten, das Volumen der Fettzelle wird reduziert und der Abbau der Lipide erleichtert. Somit ähnelt dieser Wirkmechanismus dem von Niedrigenergie-Ultraschallsystemen.

#### **Radiofrequenz**

Die wohl weltweit am häufigsten eingesetzte Technik zur ästhetischen Behand-

lung von Haut- und Fettgewebe ist Radiofrequenz. Seit fast 20 Jahren ist diese Technologie im Einsatz und hat ihre Fähigkeit zur Straffung der Haut im Gesicht (z.B. durch „Thermage“) und am Körper (z.B. „Velashape“) unter Beweis gestellt. Der maßgebliche Mechanismus dieser auf wiederholende Behandlungen ausgerichteten Technik liegt in der Neustrukturierung der kollagenen Fasern. Durch Verkürzung der bestehenden Fasern und Stimulation der Entstehung neuer kollagener Fasern wird die Haut gestrafft und so u.a. Cellulite gemildert.

Moderne Systeme dieser Art (z.B. „Vanquish“) nehmen für sich in Anspruch, auch eine nachhaltige Umfangsreduktion erzielen zu können. Der zugrundeliegende Mechanismus ist noch nicht endgültig geklärt. Es scheint aber wahrscheinlich, dass hier die Fettzelle nur indirekt beeinflusst wird. Aktuelle Studien gehen eher davon aus, dass durch eine Verdichtung der Zellzwischenräume u.a. durch eine Straffung des kollagenen „Käfigs“ um die Fettzelle eine Art „Komprimierung“ der Fettschicht erzeugt wird und so die in Studien nachgewiesenen Umfangsreduktionen zu erklären sind. Letztendlich sind hier aber weitere Studien nötig, um den zugrundeliegenden Mechanismus fi-

## Technologien mit Kälte

Schon mal was von **Kältekammern** gehört? In einem zweiten Teil widmet sich der Autor den **Bodycontouring-Methoden mit Kälte**. Lesen Sie Teil 2 in einer der kommenden Ausgaben!

Moderne Cold-Air Kältekammer. Eine typische Behandlung in einer solchen Kammer dauert 3 Minuten und der gesamte Körper wird hier Temperaturen bis zu minus 140° Celsius ausgesetzt.



Foto: Cryo

nal zu klären und die Nachhaltigkeit der Ergebnisse beurteilen zu können.

## Riesiges Angebot an Geräten

Nie war das Interesse an Behandlungen zur nicht operativen Fettverminderung größer als heute. Auch das Angebot an potenziell anwendbaren Technologien ist umfangreicher denn je und die Zahl der im Handel befindlichen Geräte wächst. Für Anwender und hier insbesondere für Kosmetikerinnen ist es daher nicht einfach, aus der Fülle das Passende auszuwählen. **Daher gilt, sich vor dem Kauf eines Systems sehr genau über die zu-**

**grundlegende Technologie und die Qualität, Effektivität wie auch Behandlungssicherheit zu informieren.** Moderne Bodyforming-Systeme bieten ein großes Potenzial für Anwender und für Kunden. Wer Überraschungen vermeiden will, der sollte ganz genau hinsehen, bevor er selbst Behandlungen dieser Art im Institut anbietet.

Dr. med. Frank Rösken  
 Facharzt für Plastische und Ästhetische  
 Chirurgie, Die Ästhetiker, München  
[www.plastischechirurgie.aestheten.de](http://www.plastischechirurgie.aestheten.de)

## Literatur

Depletion of white adipocyte progenitors induces beige adipocyte differentiation and suppresses obesity development. Daquinag AC, Tseng C, Salameh A, Zhang Y, Amaya-Manzanares F, Dadbin A, Florez F, Xu Y, Tong Q, Kolonin MG. *Cell Death Differ.* 2015 Feb;22(2):351–63.

Waldeyer Anatomie des Menschen. Fanghaenel J, Pera F, Anderhuber F, et al (Hrsg.). Verlag Walter de Gruyter, 2003

Brown and beige fat: development, function and therapeutic potential. Harms M, Seale P. *Nat Med.* 2013 Oct;19(10):1252–63.

Advanced Human Nutrition. Medeiros DM, Friis RH, Wildman RE. Jones & Bartlett Publishers, 2013.

The browning of white adipose tissue: some burning issues. Nedergaard J, Cannon B. *Cell Metab.* 2014 Sep 2;20(3):396–407.

The roles of metabolic thermogenesis in body fat regulation in striped hamsters fed high-fat diet at different temperatures. Shi LL, Fan WJ, Zhang JY, Zhao XY, Tan S, Wen J, Cao J, Zhang XY, Chi QS, Wang DH, Zhao ZJ. *Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol.* 2017 Oct;212:35–44.

Fat metabolism, exercise, and the cold. Shephard RJ. *Can J Sport Sci.* 1992 Jun;17(2):83–90.

Beige adipocytes are a distinct type of thermogenic fat cell in mouse and human. Wu J, Boström P, Sparks LM, Ye L, Choi JH, Giang AH, Khandekar M, Virtanen KA, Nuutila P, Schaart G, Huang K, Tu H, van Marken Lichtenbelt WD, Hoeks J, Enerbäck S, Schrauwen P, Spiegelman BM. *Cell.* 2012 Jul 20;150(2):366–76.

Connexin 43 Mediates White Adipose Tissue Beiging by Facilitating the Propagation of Sympathetic Neuronal Signals. Zhu Y, Gao Y, Tao C, Shao M, Zhao S, Huang W, Yao T, Johnson JA, Liu T, Cypess AM, Gupta O, Holland WL, Gupta RK, Spray DC, Tanowitz HB, Cao L, Lynes MD, Tseng YH, Elmquist JK, Williams KW, Lin HV, Scherer PE. *Cell Metab.* 2016 Sep 13;24(3):420–433.

Histological and Ultrastructural Effects of Ultrasound-induced Cavitation on Human Skin Adipose Tissue. Bani D, Quattrini Li A, Freschi G, Russo GL. *Plast Reconstr Surg Glob Open.* 2013 Oct 7;1(6):e41.

Safety, tolerability, and efficacy evaluation of the SlimME device for circumference reduction. Ferrando G. *Lasers Surg Med.* 2018 Feb 7.

Long-term follow-up on patients treated for abdominal fat using a selective contactless radiofrequency

device. Fritz K, Salavastru C. *J Cosmet Dermatol.* 2017 Dec;16(4):471–475.

Evaluation of a novel high-intensity focused ultrasound device for ablating subcutaneous adipose tissue for noninvasive body contouring: safety studies in human volunteers. Gadsden E, Aguilar MT, Smoller BR, Jewell ML. *Aesthet Surg J.* 2011 May;31(4):401–10.

Cryolipolysis for noninvasive body contouring: clinical efficacy and patient satisfaction. Krueger N, Mai SV, Luebberding S, Sadick NS. *Clin Cosmet Investig Dermatol.* 2014 Jun 26;7:201–5.

Noninvasive body contouring with radiofrequency, ultrasound, cryolipolysis, and low-level laser therapy. Mulholland RS, Paul MD, Chalfoun C. *Clin Plast Surg.* 2011 Jul;38(3):503-20, vii–iii.

The evidence behind noninvasive body contouring devices. Nassab R. *Aesthet Surg J.* 2015 Mar;35(3):279-93.

Clinical study to evaluate the performance of a noninvasive focused ultrasound device for thigh fat and circumference reduction compared to control. Wilkerson EC, Bloom BS, Goldberg DJ. *J Cosmet Dermatol.* 2018 Jan 22.