



G. Sattler, Rosenparkklinik

Fachklinik für ästhetisch-operative Dermatologie

Darmstadt

U. Pohl, Rosenparkklinik

Fachklinik für ästhetisch-operative Dermatologie

Darmstadt

K. Raegener

STORZ MEDICAL AG

Tägerwilen, Schweiz

Pilotstudie Akustische Wellen Therapie (AWT) bei Cellulite

Der Einsatz von akustischen Wellen gewinnt in der ästhetischen Medizin an Bedeutung. Hauptindikation für die Akustische Wellen Therapie „AWT“ ist die Cellulite. Das im Bereich der Stoßwellenforschung führende Unternehmen, die Storz Medical AG, entwickelte mit dem CELLACTOR SC1 ein Cellulite-Therapiegerät, welches oszillierende (schnell, gleichmäßig schwingende), radiale Druckwellen und planare akustische Wellen für ein breites Einsatzspektrum in der ästhetischen Medizin kombiniert. Eine Pilotstudie der Rosenparkklinik in Darmstadt überprüfte bei 30 Frauen mit Cellulite die Behandlungsergebnisse bei rein radialer, rein planarer und kombinierter Behandlung. Die besten Ergebnisse zeigte die Studie beim Einsatz oszillierender, radialer Druckwellen, sowohl in Bezug auf die fotografischen Auswertungen als auch auf die Patientenzufriedenheit. Aufgrund dieser Erkenntnisse wurde der kompakte D-ACTOR 200 als rein radiales Gerät mit oszillierendem Schallkopf gezielt für die Cellulite-Behandlung entwickelt. Das kombinierte Gerät CELLACTOR SC1 empfiehlt sich darüber hinaus für die Behandlung weiterer kosmetischer Indikationen wie Narben, Striae, Body-Slimming und Body-Shaping, da durch den Einsatz der planaren Wellen zusätzliche Effekte wie Hautstraffung und mehr Nachhaltigkeit zu erwarten sind.

Hintergrund Cellulite ist ein bei Frauen weit verbreitetes Problem. Meist zeigt sie sich an den Oberschenkeln und in der Gesäßregion, selten am Bauch. Obwohl viele Frauen sehr unter den psycho-sozialen Folgen leiden, wird Cellulite nicht als Erkrankung, sondern als rein kosmetisches Problem angesehen.

Die Pathophysiologie der Cellulite ist vielschichtig, die Entstehung sehr komplex. Normalerweise sind nur Frauen betroffen. Grundlage ist die spezielle Struktur des weiblichen Bindegewebes. Die Bindegewebs-Septen des Unterhautfettgewebes sind bei Frauen oft sehr straff und verlaufen senkrecht zur Hautoberfläche. Nehmen die Fettzellen in der Subcutis an Größe zu, werden diese von den senkrecht verlaufenden Septen nicht fixiert, drücken in Richtung Dermis/Epidermis und sind an der Hautoberfläche als Dellen (Cellulite) sichtbar. Hinzu kommt, dass diese oft sehr straffen, unelastischen Septen sich der Volumenzunahme im Unterhautfettgewebe schlecht anpassen, wodurch zusätzliche Dellen entstehen. Bei Männern hingegen verlaufen die Septen über Kreuz, so dass die Fettzellen nicht nach oben durchdrücken können bzw. besser durch das Bindegewebe zurückgehalten werden.

Generell haben Frauen deutlich mehr Fettzellen als Männer, da diese als Energiereserve für die Schwangerschaft dienen. Außerdem kommt es infolge von hormonellen Schwankungen immer wieder zu einer Verschiebung des Fettstoffwechsels hin zur Lipogenese.

Zudem könnten die vergrößerten bzw. immer größer werdenden Fettzellen den Druck im Gewebe erhöhen, wodurch die lokale Mikrozirkulation beeinträchtigt wird; hieraus resultiert eine Verminderung der Lipolyse. Somit vergrößern sich die Fettzellen weiter, die Cellulite nimmt zu – ein Teufelskreis entsteht. Im Laufe der Zeit bilden sich zusätzlich Ödeme und lokale Entzündungen. Als Folge zeigen sich im fortgeschrittenen Stadium der Cellulite typische Fibroseknötchen.

- ▶ **Stufe 0:** Zeigt keine Dellen beim Zusammendrücken der Haut.
- ▶ **Stufe I:** Zeigt spontan keine Veränderung, nur Druck führt zu Dellen.
- ▶ **Stufe II:** Zeigt Dellen im Stehen, aber nicht im Liegen.
- ▶ **Stufe III:** Ist gekennzeichnet durch Veränderungen der Haut im Stehen und im Liegen.

Tabelle nach Nürnberger-Müller

Das Ziel der Behandlung mit akustischen Wellen ist die Stimulation von Stoffwechselvorgängen im subkutanen Fettgewebe bzw. die Verbesserung der lokalen Mikrozirkulation, um den Teufelskreis aus Minderversorgung, Drucksteigerung und reduzierter Lipolyse zu unterbrechen. Außerdem soll das Verfahren zu einer Verbesserung des Lymphabflusses führen. Als Resultat wird eine Verfeinerung des Hautbildes und Verminderung der Dellen erwartet.

Patienten und Methoden Es handelt sich um eine deskriptive prospektive Monocenter-Studie, bei der 30 konsekutive bzw. aus der Kundenkartei der Rosenparkklinik rekrutierte Patientinnen randomisiert einem von drei Behandlungsgruppen zugeordnet wurden. Ihre Cellulite wurde ärztlich beurteilt, sie entsprach in der Stadieneinteilung einem Grad I-III. Die Zuteilung zur Studie erfolgte nach ärztlicher Anamnese. Alle Patientinnen wurden über Studieninhalt und -ziele sowie über die Vorteile und Nebenwirkungen der Therapie aufgeklärt und gaben ihre Einwilligung. Das Mindestalter für die Teilnahme betrug 18 Jahre.

Folgende Ausschlusskriterien wurden definiert: Schwerwiegende Herz-Kreislaufprobleme, nicht eindeutig ausmachbare Schmerzbereiche, nicht behandelte Blutungsneigung oder Einnahme eines Vitamin-K-Antagonisten (z.B. Marcumar®), Herzschrittmacher, Schwangerschaft und nicht ausreichend behandelte arterielle Hypertonie.

Studiengruppen Nach dem Zufallsprinzip wurden die Patientinnen je einer der 3 Gruppen zugeordnet.

- 1. Gruppe:** ausschließlich radiale Behandlung mit D-ACTOR
Intention-to-treat-Gruppe n=11,
Per-protocol-Gruppe n=11
- 2. Gruppe:** ausschließlich planare Behandlung mit C-ACTOR
Intention-to-treat-Gruppe n=11,
Per-protocol-Gruppe n=9 (Ausfall von 2 Teilnehmerinnen wegen Termenschwierigkeiten)
- 3. Gruppe:** kombinierte Cellactor-Behandlung bestehend aus D-ACTOR und C-ACTOR Mode (radiale und planare Anwendung)
Intention-to-treat-Gruppe n=8,
Per-protocol-Gruppe n=7, bei einer Patientin keine vollständige Dokumentation

Akustische Wellen AWT Die aus der Lithotripsie und Schmerztherapie bekannten extrakorporalen Stoßwellen (ESWT) wurden speziell für die dermatologisch-kosmetische Anwendung in so genannte akustische Wellen modifiziert. Die Akustische Wellen Therapie (AWT) hat eine vielschichtige Wirkung auf verschiedene Zell- und Gewebearten. Die Verbesserung des Stoffwechsels und die Durchblutungssteigerung, u.a. durch Neubildung von Blutgefäßen (Neovaskularisation) bzw. eine vermehrte Zellproliferation, sind Wirkmechanismen der Stoß-/Druck- bzw. akustischen Welle.

CELLACTOR SC1 Für die Studie wurde der speziell für die akustische Wellentherapie (AWT) entwickelte CELLACTOR SC1 von STORZ MEDICAL AG, Tägerwilten/Schweiz verwendet. Der CELLACTOR ist das einzige Gerät auf dem Markt mit kombinierter EPAT-Technologie (Extracorporeal Pulse Activation Therapy). Dieses Gerät hat zwei unterschiedliche Systeme und Handstücke und erzeugt zwei physikalisch unterschiedliche akustische Wellen:



(STORZ MEDICAL AG, 2008)

Abb. 1: STORZ MEDICAL CELLACTOR SC1;
planare akustische Welle und radiale Druckwelle.



(STORZ MEDICAL AG, 2008)

Abb. 2: STORZ MEDICAL D-ACTOR 200;
oszillierende, radiale Druckwelle.



Abb. 3: Radiales akustisches Druckwellenhandstück.



Abb. 4: Planares akustisches Wellenhandstück.

(STORZ MEDICAL AG, 2008)

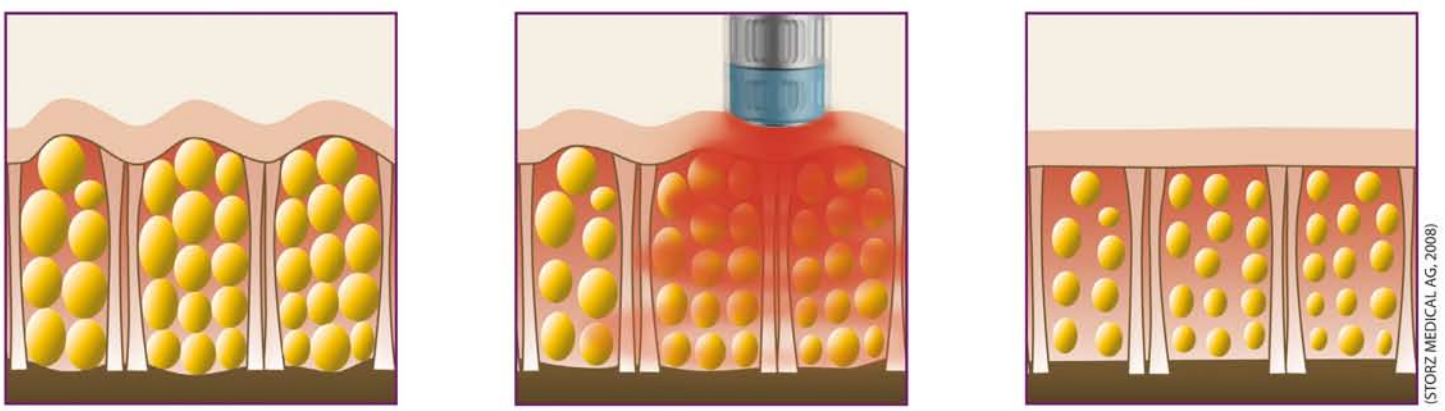


Abb. 5: Behandlungsschema radiale Druckwelle des D-ACTOR.

- ▶ C-ACTOR (planare Welle): Die Pulse werden in einer Zylinderquelle mit Parabolreflektor elektromagnetisch erzeugt. Der einstellbare Energiebereich beträgt $0,01 \text{ mJ/mm}^2$ bis $0,38 \text{ mJ/mm}^2$.
- ▶ D-ACTOR (radiale Welle): Die Pulse werden ballistisch erzeugt. Dazu wird in einem Handstück ein Projektil mittels Druckluft beschleunigt. Der maximale Energiebereich beträgt 1,4 bar bis 5,0 bar.

Behandlung Die Behandlung der Patientinnen erfolgte im Liegen. Für beide Therapieformen wurden die jeweiligen Handstücke mit Ultraschallgel an die zu behandelnde Stelle angekoppelt, um eine optimale Energieübertragung zu gewährleisten.

Behandelt wurde entweder der Gesäßbereich mit Oberschenkel dorsal oder der Oberschenkel ventral, je nachdem, welches Areal eine ausgeprägtere Cellulite aufwies.

Die Behandlungsrichtung wurde entsprechend der manuellen Lymphdrainage ausgeführt. Durch die Aktivierung des Lymphsystems wird der Abtransport der lymphpflichtigen Substanzen (v.a. extrazelluläre Flüssigkeit, Lipid-Stoffwechselprodukte) aus dem Interstitium begünstigt, durch Ausstreichen des Gewebes in zentripetaler Richtung der Lymphfluss verstärkt.

Behandlungsparameter Das Behandlungsprotokoll sah 6-7 Behandlungen im Abstand von 2-7 Tagen vor. Die Energiestufen für die einzelnen Methoden wurden dem subjektiven Empfinden der Patientin angepasst. Schmerzen sollte die Pa-

tientin nicht spüren, durchaus aber einen unmittelbaren Effekt der Behandlung empfinden.

Die 11 Patientinnen der 1. Gruppe (D-ACTOR, rein radiale Behandlung) waren im Durchschnitt 40 Jahre alt (26-51) und hatten einen durchschnittlichen BMI von 27 (19-44). In durchschnittlich 6,18 Sitzungen (5-7) wurde mit folgenden Behandlungsparametern gearbeitet: je Sitzung \varnothing 1909 (1000-2000) radiale Impulse mit einer mittleren Energie von \varnothing 2,95 bar (2,4-3,0) und einer Frequenz von 15 Hz.

In der 2. Gruppe (C-ACTOR, rein planare Behandlung) lag das Durchschnittsalter der 11 Patientinnen bei 34 Jahren (31-53), der BMI betrug \varnothing 23 (20-31). Zwei Patientinnen haben die Behandlung wegen Terminproblemen abgebrochen. Bei den verbleibenden 9 Patientinnen wurde mit folgenden Parametern behandelt: Sitzungen \varnothing 6,11 (5-7), 1000 Impulse pro Sitzung mit einer Energie von $0,34 \text{ mJ/mm}^2$.

In der 3. Gruppe wurde eine kombinierte CELLACTOR-Behandlung an 8 Patientinnen (C-ACTOR & D-ACTOR) durchgeführt. Das durchschnittliche Alter war 40 (31-53), der BMI betrug \varnothing 23 (21-25). In durchschnittlich 6,375 Sitzungen (6-7) wurden \varnothing 2350 (2000-3000) radiale Impulse pro Sitzung mit einer Energie von \varnothing 2,875 bar (2,6-3,0) verwendet. Anschließend wurden \varnothing 1925 (1400-3000) planare Impulse pro Sitzung mit einer Energie von \varnothing $0,3475 \text{ mJ/mm}^2$ ($0,32$ - $0,38$) appliziert.

Studienziel Bisherige Untersuchungen zeigten, dass die „Akustische Wellen Therapie“ (AWT) das kosmetische Hautbild verbessert, indem die Wellen die Mikrozirkulation so-

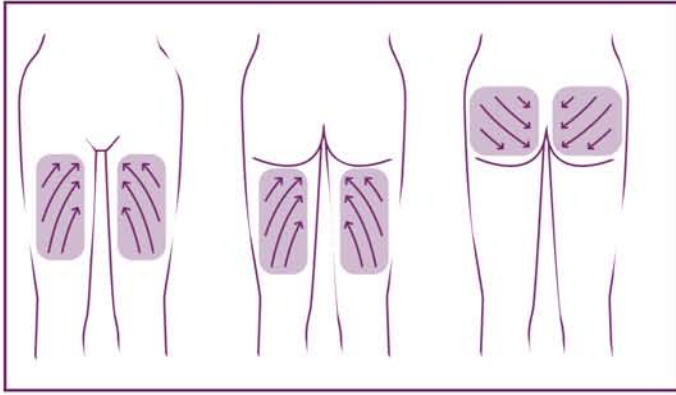


Abb. 6: Behandlungsrichtungen in Lymphrichtung.

wie den Gewebestoffwechsel anregen. Insbesondere die Steigerung der Blut- und Lymphzirkulation in der Subkutis beeinflusst das kosmetische Erscheinungsbild günstig, so dass sich die Symptome der Cellulite auch langfristig verbessern.

Diese aus Anwendungsbeobachtungen gewonnenen Erkenntnisse sollten anhand der vorliegenden Arbeit reproduziert werden. Darüber hinaus sollte mehr Klarheit zur Differenzierung der einzelnen Methoden in Bezug auf die Cellulitebehandlung geschaffen werden. Hierzu wurden die Ergebnisse der singulären radialen Therapie (D-Actor), der singulären planaren Therapie (C-Actor) und der kombinierten Therapie verglichen. Als Studienendpunkte wurden definiert: 1) Die optisch sichtbare Verbesserung, dokumentiert mit Hilfe von standardisierten Fotografien, 2) die Patientenzufriedenheit und 3) die Hautelastizität, jeweils drei Monate nach Behandlungsende, verglichen zum Ausgangsbefund bei Behandlungsbeginn.

Fotos Um das kosmetische Erscheinungsbild zu dokumentieren, wurden standardisierte Fotoaufnahmen vor dem Behandlungsbeginn, nach der letzten Behandlung und 3 Monate nach Behandlungsende angefertigt.

Die Fotos wurden anschließend von sieben Personen nach dem „blinded review“ Verfahren beurteilt. Verwendet wurde eine Skala von 0-10 (nicht signifikantes Ergebnis 0.0-3.9, zufrieden stellendes Ergebnis 4.0-5.9, optimales Ergebnis 6.0-10).

Patientenzufriedenheit Zur Evaluierung der Zufriedenheit mit den neuen AWT-Methoden wurden die Patientinnen am



Abb. 7: Behandlung planare akustische Welle, dorsal (C-ACTOR).



Abb. 8: Behandlung planare akustische Welle, ventral (C-ACTOR).



Abb. 9: Behandlung radiale akustische Druckwelle (D-ACTOR).

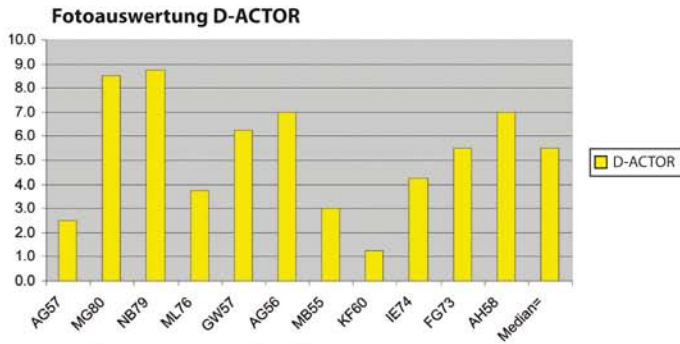


Abb. 10: Fotoauswertung D-ACTOR.

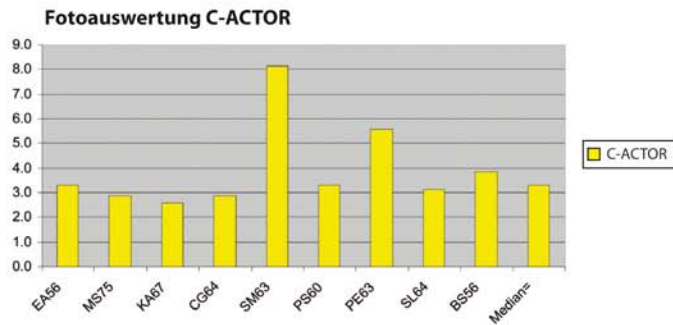


Abb. 11: Fotoauswertung C-ACTOR.

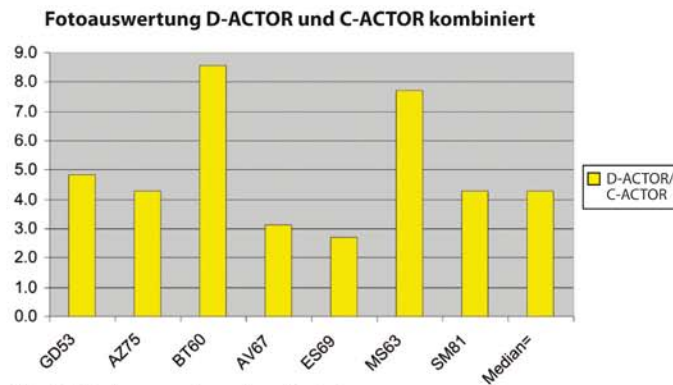


Abb. 12: Fotoauswertung kombiniert.

Ende der Therapie mit Hilfe eines Bewertungsbogens befragt. Die Teilnehmerinnen gaben Auskunft, ab wann sie eine Verbesserung der Cellulite verspürten und ob sie die Therapie weiterempfehlen würden.

Außerdem wurde nach folgenden Nebenwirkungen gefragt: Rötung, Schmerzen während und nach der Therapie, Entstehung von Besenreisern, Hämatome und andere Veränderungen.

Hautelastizität Vor der ersten und letzten Behandlung sowie beim 3-Monats-Follow-up wurde auf der trockenen Behandlungsstelle die Hautelastizität gemessen. Alle Messungen wurden im Liegen und an gleicher Stelle durchgeführt. Verwendet wurde hierfür der Derma Lab der Fa. Cortex, DK.

Ergebnisse

1. Gruppe 1, D-ACTOR, radiale Druckwelle

Die Auswertung der Fotoaufnahmen aller 11 Teilnehmerinnen zeigte mit einer Verbesserung von Ø 5,5 (1.3-8.8) Punkten die besten kosmetischen Ergebnisse. Bei der Beurteilung zeigten 5 Patientinnen ein optimales Ergebnis, drei zeigten ein zufrieden stellendes Ergebnis und drei zeigten ein nicht signifikantes Ergebnis.

Das Ergebnis spiegelt sich ebenfalls in der Patientenzufriedenheit wider: Die radiale Druckwellenbehandlung würden 91% der Patientinnen weiterempfehlen. Alle 11 Teilnehmerinnen bestätigten den subjektiven Eindruck einer Verbesserung ihrer Hautstruktur. Bei der radialen Behandlung spürten die Frauen im Schnitt nach 2,5 Sitzungen eine Verbesserung der Cellulite. Während und nach der Behandlung wurden keine Nebenwirkungen beschrieben.

Die Daten zur Hautelastizität wurden in der 1. Gruppe nur von 8 Teilnehmerinnen vollständig erhoben. Hier lag der durchschnittliche Anfangswert vor der 1. Behandlung bei 11.58 MPa. Bei der Messung vor der letzten Behandlung

ging der Wert auf \emptyset 10.03 MPa zurück. Beim 3-Monats-Follow-up konnte eine leichte Steigerung auf \emptyset 10.08 MPa gemessen werden. Insgesamt konnte für die Hautelastizität keine signifikante Veränderung festgestellt werden.

2. Gruppe, C-ACTOR, planare akustische Welle

Neun der elf Patientinnen standen für die Auswertung zur Verfügung. Die mittlere Verbesserung der fotografisch dokumentierten Ergebnisse betrug hier 3.3 (2.6-8.1) Punkte. Bei der Beurteilung zeigte eine Patientin ein optimales Ergebnis, fünf zeigten ein zufrieden stellendes Ergebnis und drei zeigten ein nicht signifikantes Ergebnis.

Die planare Behandlung wurde von 44% der Teilnehmerinnen als weiterempfehlenswert eingestuft. 50% der Patientinnen verspürten nach durchschnittlich 3,8 Behandlungen eine Verbesserung der Cellulite, 50% verspürten keine Besserung. Nebenwirkungen wurden nicht berichtet.

Die Messung der Hautelastizität zeigte keine signifikante Veränderung. Der durchschnittliche Anfangswert lag bei 12.10 MPa, ging auf \emptyset 10.81 MPa vor der letzten Behandlung zurück. Beim 3-Monats-Follow-up konnte jedoch wieder eine leichte Zunahme der Hautelastizität auf \emptyset 12.11 MPa festgestellt werden.

3. Gruppe, kombinierte Behandlung

7 Patientinnen standen zur vollständigen Auswertung zur Verfügung. Die Auswertung der fotografischen Dokumentation erbrachte einen Durchschnittswert für die Verbesserung von 4.3. Bei der Beurteilung zeigten zwei Patientinnen ein optimales Ergebnis, vier zeigten ein zufrieden stellendes Ergebnis und eine zeigte ein nicht signifikantes Ergebnis.

Diese kombinierte Therapieform würden 75% der Patientinnen weiterempfehlen. Sieben Patientinnen fühlten nach \emptyset 3,6 Behandlungen eine Verbesserung der Cellulite, eine Patientin stellte keine Wirkung fest.

Eine Patientin dokumentierte eine leichte Rötung nach der Behandlung, dies war die einzige Nebenwirkung.

Die Hautelastizität konnte vollständig bei 5 Teilnehmerinnen gemessen werden.

Der durchschnittliche Anfangswert in der kombinierten Gruppe lag bei 10.33 MPa und stieg auf einen Wert von 10.36 MPa vor der letzten Sitzung. Im 3-Monats-Follow-up wurde eine weitere Verbesserung der Hautelastizität auf \emptyset 10.85 MPa gemessen. Bei der Auswertung ließ sich eine Verbesserungstendenz erkennen, jedoch keine signifikante Steigerung feststellen.

Diskussion In dieser Pilotstudie liegen zunächst nur kleine Patientenzahlen vor. In der Gruppe mit rein planarer Behandlung lag das Durchschnittsalter deutlich niedriger als in den beiden anderen Gruppen. In der Gruppe mit rein radialer Behandlung war der BMI in Richtung Übergewicht verschoben, während in den beiden anderen Gruppen im Durchschnitt Normgewicht vorlag. Dies mag auf das Behandlungsergebnis einen Einfluss haben, was in größeren Studien geprüft werden sollte. Bei den jüngeren, normgewichtigen Frauen in der Gruppe der planaren Behandlung fiel das Ergebnis auch für die Frauen selbst weniger überzeugend aus, während ein Großteil der Frauen, die mit radialen Wellen behandelt wurden, ein deutliches Ergebnis spürte. Unter der kombinierten Behandlung lag das Ergebnis in der Mitte zwischen beiden Behandlungen. Die Kombination von radialen mit planaren Wellen führt also nicht zu einer Steigerung des Effekts. Für die Indikation Cellulite erwiesen sich die radialen Wellen als die zu bevorzugende Strategie, da die hierdurch hervorgerufenen Ergebnisse am deutlichsten sichtbar, spürbar und auch am deutlichsten fotografisch reproduzierbar sind. Das Nutzen-Risiko-Verhältnis ist hier am höchsten, ein erster für die Patientin nachvollziehbarer Behandlungseffekt tritt im Durchschnitt bereits nach ein bis zwei Wochen auf.



Abbildung 13: Vor Behandlungsbeginn (oben), nach 6 Behandlungen über 4 Wochen (Mitte), drei Monate nach Behandlungsende (unten) – Beispiel 1.

Die sicht- und spürbaren Resultate stellen sich ein, ohne dass sich die Hautelastizität signifikant in die eine oder andere Richtung verändert. Sie spielt also allenfalls eine untergeordnete Rolle und ist für den Behandlungserfolg bei Cellulite nicht ausschlaggebend. Dies stimmt mit dem pathogenetischen Konzept überein, dass die zu schwachen, anatomisch ungünstig angeordneten Bindegewebssepten im Verbund mit sich vergrößernden Fettzellen eine Hauptursache für Cellulite darstellen, dass jedoch auch Zirkulationsstörungen auf Kapillar- und Lymphgefäßebene mit beteiligt sind, die sich mit akustischen Wellen angehen lassen. Hier sowie an der vermehrten Lipolyse setzen die Wirkungen der akustischen Wellen an, die sich nicht nur auf einen engen zeitlichen Rahmen begrenzen, sondern die selbst drei Monate nach Therapieende noch dokumentierbar sind. Die Veränderungen sind also nicht nur wie etwa bei einer Lymphdrainage kurzfristiger Natur, sondern bewirken eine länger anhaltende strukturelle Veränderung des Gewebes.

Die Patientinnen wurden dazu aufgefordert, ihren Lebensstil nicht zu verändern und weiterhin im selben Umfang Sport und Gymnastik zu betreiben. Trotz dieser Umstände fielen die Ergebnisse in den einzelnen Gruppen deutlich unterschiedlich aus, so dass sie mit dem Verfahren korreliert sein dürften.

In dieser Pilotstudie hat sich die AWT bei bestimmungsgemäßem Einsatz als praktisch nebenwirkungsfrei erwiesen.

Schlussfolgerung Die AWT ist besonders bei Verwendung der radialen Wellen ein effektives und sehr interessantes Behandlungsverfahren gegen Cellulite, das in diesem Patientenkollektiv frei von Nebenwirkungen war. Das rein radiale Druckwellen-Gerät (D-ACTOR 200) wurde von der Fa. Storz Medical AG speziell für den Einsatz der AWT bei Cellulite entwickelt.

Die Methode hat großes Potenzial. Im Hinblick auf die Langzeitergebnisse befinden sich derzeit weitere Konzepte zu verschiedenen Behandlungsparametern in Erprobung. ■



Abbildung 14: Vor Behandlungsbeginn (links), nach 6 Behandlungen über 4 Wochen (Mitte), drei Monate nach Behandlungsende (rechts) – Beispiel 2.

Literatur

1. Dr. med. Werner Voss, Dr. Stefan Siebrecht: „Gesunde Haut“; Trias Verlag, 2005; Seite 102 ff.
2. Dr. med. Werner Voss, Dr. med. Gerrit Schlippe: „Gutachten zur Wirkung der Stoßwellentherapie auf das subkutane Fettgewebe und ihrer Wirkung auf die kosmetische Cellulite“; Dermatest GmbH, Medical Research Company, (12,2005)
3. R.H.K. Stroessenreuther: „Lipödem und Cellulitis sowie andere Erkrankungen des Fettgewebes“; Viavital Verlag, 2001
4. Horst Weissleder und Christian Schuchhardt: „Erkrankungen des Lymphgefäßsystems“; Viavital Verlag, 2000
5. M.Földi / F.Tischendorf: „Lipödem und Zellulitis“ ein Symposium, Medizinischer Verlag Erdmann-Brenger, München, 1988
6. M.Földi / R. Stroessenreuther: „Grundlagen der manuellen Lymphdrainage“, 3. Auflage, Urban&Fischer 2003
7. Busch S: „Vergleichende Untersuchungen der bindegewebigen Binnenstrukturen des Oberschenkels von Männern und Frauen“, Universität Mainz, Med. Diss., 1976
8. Hendriks FM, Brokken D, van Eemeren JT, Oomens CW, Baaijens FP, Horsten JB: „A numerical-experimental method to characterize the nonlinear mechanical behaviour of human skin“, Skin Res Technol. 2003 Aug, 9(3):274-83
9. Goldman, Bacci, Leibaschoff, Hexsel, Anglini: „Cellulite – Pathophysiology and Treatment“; Taylor & Francis; 2006
10. Diidollou S, Patat F, Gens F, Vaillant L, Black D, Lagarde JM, Gall Y, Berson M: „In vivo model of the mechanical properties of the human skin under suction“; Skin Res Technol. 2000 Nov;6(4):214-221
11. O. Wess, Storz Medical AG, Kreuzlingen, in J Mineral-Stoffwechs. 2004;11(4): 7-8
12. Gambihler S, Delius M, Ellwart JW: „Permeabilization of the plasma membrane of L1210 mouse leukaemia cells using lithotripter shock waves“, J. Membr. Biol. 141:267:275, 1994
13. C.E. Bachmann: „ESWT und Sonographie der Stütz- und Bewegungsorgane“, Steinkopf Verlag Darmstadt, 1999, Seite 4
14. M. Delius, F. Ueberle, L.Guo: „Anwendung von Stoßwellen für den Transfer von Molekülen in Zellen“; Biomedizinische Technik, Band 47; Teil1. Seite 382 ff.; 2002
15. W. Siems, T. Grune, P. Voss, R. Brenke: „Anti-Fibrosclerotic effects of shock wave therapy in lipedema and cellulite“; BioFactors 24(2005); IOS Press; page 275-282.
16. W. Lucassen, W.L.N. van der Sluys, J.J. van Herk: „The effectiveness of massage treatment on cellulite as monitored by ultrasound imaging“; Skin Research and Technology 1997; Denmark; 154-160