

ORIGINAL REPORT (Deutsche Übersetzung)

**BEHANDLUNGSEFFEKT ELEKTROSTATISCHER FELDER NIEDRIGER INTENSITÄT UND EXTREM NIEDRIGER FREQUENZ (DEEP OSCILLATION®) AUF BRUSTGEWEBE UND SCHMERZ BEI PATIENTINNEN MIT SEKUNDÄREM BRUST-LYMPHÖDEM**

Silke Jahr, Birgit Schoppe, Anett Reissbauer, Charité Universitätsmedizin Berlin, Deutschland

**Ziel:** Untersuchung von Symptomen und der funktionellen Beeinträchtigung bei Frauen mit sekundären Brustlymphödem nach chirurgischer Behandlung und Überprüfung des therapeutischen Nutzens elektrostatischer Felder mit niedriger Intensität und extrem niedriger Frequenz (Deep Oscillation®) als Zusatzbehandlung zur manuellen Lymphdrainage.

**Methode:** 21 Patientinnen wurden randomisiert entweder der Treatmentgruppe (n=11; 12 Behandlungseinheiten manuelle Lymphdrainage und zusätzlich Deep Oscillation®) oder der Kontrollgruppe (n=10; nur manuelle Lymphdrainage) zugeführt. Im Rahmen der Untersuchungsmethoden erfolgten eine subjektive Evaluation von Schmerz und Schwellung, Bewegungsumfangbestimmungen (range of motion) von Schulter und Halswirbelsäule sowie eine Analyse des Brustvolumens mittels eines 3D-Messsystems.

**Ergebnis:** Die Patientinnen hatten bei Baseline starke Schmerz- und Schwellungsscores. Bei allen Patientinnen war die Mobilität der Schulter und HWS eingeschränkt; Einschränkungen der Halswirbelsäule waren bei Baseline vorhanden und verschlechterten sich in der Kontrollgruppe weiter. Deep Oscillation® resultierte in einer signifikanten Schmerzreduktion in der Treatmentgruppe. Die subjektive Beurteilung der Schwellung ergab in beiden Gruppen eine Reduktion, wurde objektiv anhand des 3D-Messverfahrens jedoch nur für die Treatmentgruppe bestätigt.

**Zusammenfassung:** Zusätzliche Applikation von Deep Oscillation® zur manuellen Lymphdrainage kann die Schmerz- und Schwellungsreduktion bei Patienten mit sekundären Brustlymphödem im Vergleich zur manuellen Lymphdrainage alleine signifikant verbessern.

**Schlüsselwörter:** Brustkrebs, deep oscillation therapy, lymphatische Drainage, Schmerz, Schwellung

J Rehabil Med 2008; 40: 645-650

**Korrespondenzadresse:** Anett Reißbauer, Department für Physikalische Medizin und Rehabilitation Charité, Universitätsmedizin Berlin, Charitéplatz 1, DE-10117 Berlin, Deutschland. E-Mail: [anett.reissbauer@charite.de](mailto:anett.reissbauer@charite.de)

Eingereicht 4. Juli, 2007; angenommen 2. April, 2008

**EINLEITUNG:**

Viele Brustkrebspatientinnen entwickeln nach einer Krebstherapie sekundäre Lymphödeme an Arm, Brustkorb und Brust. Das Inzidenzverhältnis von Armlymphödem nach Mastektomie mit anschließender Radiotherapie beträgt 0–54 % [1]. Diese große Variation kann mit der unterschiedlichen Benutzung von Definitionen, Messmethoden und Studiendesigns erklärt werden. Ausgehend von unserer klinischen Erfahrung vermuten wir, dass zukünftig mehr Frauen sekundäre Lymphödeme entwickeln werden, da immer mehr Operationen brusterhaltend erfolgen. Das Fehlen von zuverlässigen Daten resultiert daraus, dass bisher keine allgemein anerkannte Definition für sekundäre Lymphödeme existiert und keine

eindeutigen Diagnosekriterien bestehen. Meric et.al. [2] berichteten, dass 28,9% der Patientinnen nach brusterhaltender Operation Brustfibrosen entwickelten, welche als Verdickungen oder Fibrose der Brust definiert wurden. Goffman et al. [3] identifizierten in 9,6% ihrer Patientinnen Brustlymphödeme. Sie definierten Brustlymphödem als Schwellung und Oranjenhaut der Brust kombiniert mit einem Schweregefühl und Schmerz. Die größte Studie umfasste 160 Patientinnen und wurde von Rönka et al. [4] durchgeführt. Die Autoren beschreiben Brustschwellungen in 34% der Patienten, Oranjenhaut in 3,8% und Brustschmerz bei Palpation in 59% der Fälle. Das Risiko der Entstehung eines Brustlymphödems erhöht sich mit dem Schweregrad des axillären Traumas (Anzahl entfernter Lymphknoten, Bestrahlungsdosis) [3-5]. Während Lymphödem benigner Genese die Arme oder Beine meist nahezu ohne Schmerz belasten, können Patienten mit chronischen sekundären Lymphödem unter starken Schmerzen und Beschwerden sowie einer erheblichen Einschränkung ihrer Lebensqualität leiden. Velanovich & Szymansky [6] untersuchten die Lebensqualität bei Patientinnen mit Armlymphödem und kamen zu dem Schluss, dass eine verbesserte Therapie von Lymphödem notwendig ist, um eine adäquate Lebensqualität bei Brustkrebspatientinnen sicherzustellen. Die diagnostische Bewertung konzentriert sich gewöhnlich auf Armlymphödem, während Brustlymphödem nicht die Aufmerksamkeit gilt, die ihnen eigentlich gebührt. Mittels Umfangsmessungen am Arm oder optoelektronischen Volumen- und Umfangsmessungen kann das Ausmaß von Armlymphödem reproduzierbar quantifiziert werden [7]. Der einzige bisher verfügbare objektive diagnostische Parameter zur Bestimmung des Schweregrades von Brustlymphödem ist die Veränderung der Hautfaltendicke. Dieser Parameter ist jedoch schlecht reproduzierbar und unzuverlässig für die Kontrolle von Behandlungsergebnissen.

Lymphödem werden mit komplexer physikalischer Entstauungstherapie, Kompressionstherapie, Hautpflege und Bewegungstherapie behandelt. In einem systematischen Review zu sekundären Lymphödem nach Brustkrebs kommen Kligmann et al. [8] zu dem Schluss, dass Hinweise darauf bestehen, dass Kompressionstherapie und manuelle Lymphdrainage das Ausmaß des Lymphödems reduzieren können, dass aber weitere Studien zur Bekräftigung des Benefits dieser therapeutischen Ansätze vonnöten sind. Eine in unserer Gruppe durchgeführte Studie demonstrierte einen signifikant steigenden transkutanen Sauerstoffpartialdruck bei Patientinnen, die wegen Arm- oder Beinlymphödem mit manueller Lymphdrainage behandelt wurden [9]. Da eine Kompressionstherapie bei Patientinnen mit Brustlymphödem nicht möglich ist, besteht ein Bedarf für alternative Therapieansätze. In einer von Bertelli et al. [10] durchgeführten Studie führte elektrisch stimulierte lymphatische Drainage zu keinem zusätzlichen Benefit im Vergleich zu Kompression alleine. Im Gegensatz dazu fanden Schönfelder & Berg [11] eine Schmerzreduktion und verbesserte Armfunktion bei Patientinnen mit Brustlymphödem, die mit Deep Oscillation® behandelt wurden. Das Ziel von Deep Oscillation® ist, den Lymphfluss zu stimulieren und Schwellungen zu reduzieren. Die hier vorgestellte Studie hatte 2 Ziele: Symptome (Schwellung, Schmerz) und funktionelle Einschränkungen (verminderter Bewegungsumfang der Schulter und Halswirbelsäule) von Patientinnen mit sekundärem Brustlymphödem zu evaluieren und den zusätzlichen therapeutischen Benefit von Deep Oscillation® in Kombination mit manueller Lymphdrainage zu untersuchen.

## METHODEN

### *Patientengut*

Die Patientinnen für die Studie wurden mittels Bekanntmachungen, Artikel in Printmedien sowie Patienten- und Ärztevorträgen rekrutiert. Die Diagnose Brustlymphödem wurde während der gesamten Studie durch denselben erfahrenen Untersucher bei Palpation eines pastösen Ödems in der betroffenen Brust, im Vergleich mit der kontralateralen Seite, gestellt. Einschlusskriterien waren: Altersbereich 18-80 Jahre, Brustlymphödem, mindestens 6 Wochen seit der letzten Bestrahlung, aktualisierte Dokumentation der Nachbehandlung, Wohnortnähe zum Studienzentrum. Ausschlusskriterien waren: Behandlung mit Deep Oscillation® während der 3 vorausgehenden Monate, akute Entzündung, akute Thrombose, Herzkrankheiten, elektronische Implantate, Schwangerschaft, subjektive Sensibilität gegenüber elektrischen

Feldern. Zweiundzwanzig Patientinnen, welche die Einschlusskriterien erfüllten und keine Ausschlusskriterien aufwiesen, willigten zur Teilnahme an der Studie ein. Die Patientinnen wurden der Treatmentgruppe (manuelle Lymphdrainage und additional Deep Oscillation®) oder der Kontrollgruppe (Lymphdrainage alleine) durch Blockrandomisierung zugeführt (Benutzung einer Liste mit A-B-C Blöcken durch einen Zufallsgenerator mit 6 Stellen pro Block). Eine Patientin schied aus der Studie aufgrund einer rezidiven Brustkrebsdiagnose aus.

Der Altersdurchschnitt der Patientinnen betrug 59,2 (von 41-71 Jahre). Alle in die Studie eingeschlossenen Frauen hatten sekundäre Lymphödeme in der Brustregion; 21 nach brusterhaltender Operation aufgrund Krebs und eine nach Entfernung eines Melanoms am oberen Arm mit axillärer Lymphknotendisektion. Bei 9 Patientinnen war die linke Brust operiert worden und bei 12 Patienten die rechte Brust. Die durchschnittliche Zeitspanne seit der Operation betrug 4 Jahre und einen Monat. Alle Patientinnen erhielten adjuvante Radiotherapie (4 Monate bis 5 Jahre früher) (Tabelle I). Die Schulterbeweglichkeit war bei allen Patientinnen beeinträchtigt (Tabelle II). Der Score der mittleren Schmerzintensität aller Patientinnen beider Gruppen lag bei 4.9 auf einer visuell analogen Skala (VAS) von 1 bis 10; der Score der Schwellung betrug 5.9. Es bestand kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen im Hinblick auf diese Baseline-Parameter (siehe Tabellen III und IV).

Die Studie wurde von der Ethikkommission des Krankenhauses Charité genehmigt (Referenz EA 1/028/05).

Table I. Group characteristics

	Treatment group	Control group
Age, years, mean (range)	56.6 (41– 65)	62.0 (42–71)
Months after OP, mean (range)	47.6 (9–110)	50.8 (9–142)
Affected breast	5 right, 6 left	4 right, 6 left
Years after radiotherapy, mean (range)	3.5 (0.5–12)	3.8 (0.5–12)

OP: operation.

### Studienparameter

Die Studienpatientinnen wurden vor und nach Ende der 4-wöchigen Therapieeinheit, sowie nochmals 8 Wochen nach Therapieende untersucht. Die Patientinnen bewerteten subjektiv das Schmerzgeschehen, Brustschwellung und Effektivität der Lymphödembehandlung auf einer VAS von 10 Punkten. Zusätzlich wurden die Brustlymphödeme fotografisch dokumentiert und es wurden funktionale Tests zur Bestimmung des Beweglichkeitsgrades der Schulter- und Halswirbelsäule angewendet. Die Schulterbeweglichkeit der betroffenen Seite im Vergleich mit der kontralateralen Seite wurde mithilfe der Neutral-Null-Methode zur Bestimmung der passiven Beweglichkeit bewertet [12] (Normalwerte siehe Tabelle II). Die aktive Beweglichkeit der Wirbelsäule wurde unter Verwendung des ultraschallbasierten Zebris-Bewegungssensors untersucht (Zebris, Medizintechnik GmbH, Isny, Deutschland) [13]. Grenzen für normale Beweglichkeit waren: Lateralflexion 45°, Rotation 60°, Anteflexion 40°, Retroflexion 30°. Die Extensionskapazität des Brustmuskels wurde unter Verwendung des Muskelfunktionstests nach Janda bestimmt [14].

Scan Mobile (GFal, Berlin, Deutschland) diente als mobiles 3D Messsystem zur einfachen und schnellen Erfassung der Größe der Körperoberfläche in der Zielregion [15, 16]. Mit dieser Vorrichtung wurde die Brustoberfläche hochauflösend (ca. 0,3 mm) in 1,3 Sekunden gescannt. Vor der Studie ausgeführte Tests der Abweichung während der Ausatmung ergaben eine maximale Volumendifferenz von 28 ml über die verschiedenen Phasen des Expirationsvorgangs. Aus diesem Grund wurde stark auf die jeweilige Durchführung der Messung in ruhender Ausatemposition geachtet. Die gescannten Punktwolken dienten zur Interpolierung einer geschlossenen Oberfläche (Triangulation) zur anschließenden Berechnung von Distanzen und Differenzen der Volumina. Die zu den verschiedenen Zeitpunkten gewonnenen Datensätze wurden mittels einer iterativen closest-point Technik der Final Surface software verglichen. Nach dem Matching der Datensätze wurde auf der Oberfläche eines Datensatzes (Master) eine Region für die Berechnung der Volumendifferenz ausgewählt und es wurde das Volumen zwischen dieser Oberfläche und der eines zweiten Datensatzes für diese Region bestimmt. Dreißig Messungen des gleichen Objekts ergaben eine maximale Differenz von 0,5 mm; Mittelwert 0,2 mm in jede Richtung, was gesamt einem Wert von nur 0,125 ml entspricht.

Table II. Numbers of patients with limited range of motion of the shoulder for the movements tested at baseline

Movement (all 21 patients)	Normal range	Ipsilateral mean	Ipsilateral, n with limited range	Contralateral mean	Contralateral, n with limited range
External rotation with 90° abduction	70°	75.9°	7	83.6°	1
Internal rotation with 90° abduction	70°	58.9°	15	65.9°	8
External rotation	60°	61.1°	0	70.9°	0
Internal rotation	95°	58.2°	20	62.3°	20
Forward flexion	170°	140.2°	14	157.5°	5
Extension	40°	40.0°	10	48.6°	1
Abduction	180°	132.5°	16	159.3°	6
Adduction	40°	13.7°	11	18.25°	8
Abduction without scapula	90°	71.7°	20	80.6°	17

### Treatment

Patientinnen der Treatmentgruppe erhielten 12 Behandlungseinheiten manuelle Lymphdrainage unterstützt durch Deep Oscillation® innerhalb von 4 Wochen. Die Oszillationsbehandlung erfolgte mit dem Hivamat (Physiomed Elektromedizin AG, Schnaittach/ Laipersdorf, Deutschland). Nach den 4 Wochen kombinierter Behandlung erhielten die Patienten für weitere 8 Wochen manuelle Lymphdrainage alleine. Die Patientinnen der Kontrollgruppe erhielten weiterhin turnusmäßig manuelle Lymphdrainagen (usual care, in der Regel von der Krankenkasse bezahlt), bestehend aus 1 oder 2 Behandlungseinheiten von 30-45 Minuten pro Woche, beim selben Therapeuten wie vor der Studie.

Deep Oscillation® ist ein Therapieverfahren, bei dem ein gepulstes elektrostatisches Feld geringer Intensität ( $U=100-400\text{ V}$ ;  $I=150\text{ }\mu\text{A}$ ) und extrem niedriger Frequenz (30-200 Hz, rechteckig, biphasisch) in der Zielregion appliziert wird. Durch das Feld wird das Gewebe des Patienten in der gewählten Frequenz elektrostatisch angezogen und fallengelassen, was in einer tief reichenden und nachhaltigen Resonanzschwingung resultiert (Fig. 1). Patient und Therapeut werden mit dem Deep Oscillation® Gerät verbunden, welches als Spannungsquelle mit hohem Innenwiderstand dient. Ein spezieller Handschuh fungiert als Isolator. Der Spannungsimpuls ruft eine elektrostatische Anziehungskraft auf das Gewebe hervor und führt zu einer erhöhten Reibungskraft während der Behandlung des Ödems. Die Behandlungseinheiten dauerten jeweils 1 Stunde, ausgehend von einer 15 minütigen Vorbehandlung mit konventioneller manueller Lymphdrainage, gefolgt von manueller Lymphdrainage unterstützt durch Deep Oscillation® der Brust und Brustwand, unter Einbeziehung des Armes bei Patientinnen mit einhergehenden Armlymphödemen. Die Oszillationsbehandlung wurde mit 100 Hz über 30 min. und anschließend 30 Hz für 15 min. verabreicht.

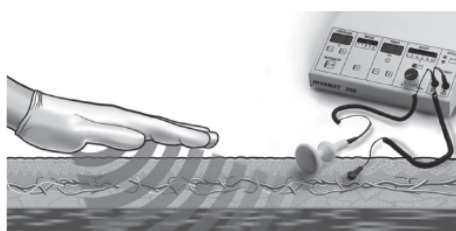


Fig. 1. Diagram of manual lymphatic drainage assisted by Deep Oscillation®.

### Statistik

Die statistische Analyse erfolgte mit SPSS für Windows, Version 14.0. Für die Gruppenanalysen kam der nicht-parametrische U-Test nach Mann-Whitney zum Einsatz. Zur Analyse der Veränderungen im Zeitverlauf wurde der Friedmann-Test, für Veränderungen zwischen 2 Zeitpunkten in einer Gruppe der Wilcoxon-Test verwendet. Ferner wurde der  $\chi^2$ -Test verwendet. Als Signifikanzniveau wurde 0.05 gesetzt.

## ERGEBNISSE

### Evaluation der Symptome bei Baseline

**Visuell analoge Skalen.** Patientinnen beider Gruppen zusammen hatten bei Baseline einen mittleren Schmerzscore von 4.9. Für die Schwellung wurde von den Patientinnen bei Baseline ein Score von 5.9 angegeben.

**Beweglichkeit von Schulter und Halswirbelsäule.** Die Schulterbeweglichkeit war bei Baseline bei allen Patientinnen beeinträchtigt. Der Bewegungsumfang auf der betroffenen Seite war merklich schlechter (siehe Tab. II).

Bei der Eingangsuntersuchung bei Baseline zeigten die Patientinnen im Allgemeinen gute Werte für Vorwärts-Flexion und Extension der Halswirbelsäule. Diese Bewegungen waren bei nur jeweils 2 (Flexion) und 5 (Extension) Patientinnen eingeschränkt. Die Werte für Rotation und Lateralflexion der Halswirbelsäule waren bei Baseline reduziert, jedoch im Seitenvergleich nicht signifikant. Eine Rotation zur betroffenen Seite war bei 11 Patientinnen und zur nicht betroffenen Seite bei 12 Patientinnen eingeschränkt. Lateralflexion zur betroffenen Seite erwies sich in 17 und zur nicht betroffenen Seite in 20 Patientinnen als reduziert.

Die Extensionskapazität des Brustmuskels war bei Baseline bei 15 Patientinnen auf der betroffenen und auf der kontralateralen Seite bei einer Patientin vermindert.

### Ergebnisse der Intervention

**Visuell analoge Skalen.** Die Schmerzscores der Kontrollgruppe blieben durch die Behandlung unbeeinflusst. Bei den Patientinnen, die zusätzlich mit Deep Oscillation® behandelt wurden, verringerten sich die Schmerzscores signifikant von 4.0 vor der Therapie zu 2.1 (Therapieende) und zu 2.0 (bei 8-Wochen Follow-Up). Im Vergleich der Schmerzscores der beiden Gruppen bei Therapieende ergab sich ein signifikant besseres Ergebnis für die Interventionsgruppe, nicht jedoch bei Follow-Up (Tabelle III). Der Vergleich der nach Therapie und bei Follow-Up erreichten Schmerzscores brachte keine signifikanten Unterschiede zu Tage.

Table III. Visual analogue scale (VAS) pain scores assigned to breast lymphoedema at the 3 time-points: T1 = baseline at start of therapy, T2 = at end of therapy after 4 weeks, T3 = 8-week follow-up: median (quartile 25–75)

	T1	T2	T3	p-value/ Friedman	Difference T2–T1	Difference T3–T1
Control group, n = 10	5.0 (4.0 to 6.0)	4.8 (3.8 to 6.5)	4.6 (1.9 to 6.5)	1.000	–0.5 (–1.2 to 1.3)	0.2 (–1.5 to 0.9)
Treatment group, n = 11	4.0 (2.0 to 5.0)	2.1 (1.0 to 4.0)	2.0 (1.0 to 3.0)	0.048	–1.0 (–2.0 to 0)	–1.6 (–2.3 to 0)
p-value / Whitney U test	0.284	0.031	0.104		0.173	0.282

Bei der subjektiven Beurteilung der Schwellung durch die Patienten ergab sich in beiden Gruppen eine signifikante Reduktion (Kontrollgruppe bei Follow-Up, Interventionsgruppe bei Therapieende). Bei Therapieende ergab sich nur eine Tendenz für bessere Therapieergebnisse in der Gruppe mit zusätzlicher Tiefenoszillation (Tabelle IV). Ferner ergab sich bei Therapieende ein signifikanter Unterschied zwischen beiden Gruppen in der VAS für die Schwellung.

Table IV. Visual analogue scale (VAS) swelling scores assigned to the affected breast at the 3 time-points: T1 = baseline at start of therapy, T2 = at end of therapy after 4 weeks, T3 = 8-week follow-up: median (quartile 25–75)

	T1	T2	T3	p-value/ Friedman	Difference T2–T1	Difference T3–T1
Control group (n = 10)	5.2 (3.7–7.1)	5.5 (3.8–8.4)	4.5 (2.5–5.3)	0.023	–0.1 (–1.1–1.9)	–1.9 (–2.7––0.2)
Treatment group (n = 11)	6.0 (5.0–7.9)	4.0 (2.7–6.0)	3.4 (3.0–5.9)	0.046	–2.0 (–3.2––1.4)	–2.0 (–4.0–0)
p-value / U test	0.481	0.090	0.919		0.020	0.512

Die Wirksamkeit der Therapie (konventionelle Lymphdrainage) wurde von den Patientinnen vor Einschluss in die Studie nicht als „gut“ bewertet. Der entsprechende VAS Score (mit höchsten Werten für optimale Ergebnisse) war nur 3.1. Im Vergleich dazu wurden der Wirksamkeit einer kombinierten Therapie mit Deep Oscillation® und Lymphdrainage sofort

nach Behandlungsende Scores von 6.0 und beim 8-Wochen Follow-Up von 6.9 zugeordnet. Die Scores in der Kontrollgruppe blieben merklich geringer (3.0 beziehungsweise 4.0). Die Gruppenunterschiede erreichten jedoch keine statistische Signifikanz.

Die subjektive Zufriedenheit mit Deep Oscillation® als Zusatz zur manuellen Lymphdrainage war sehr hoch (Score von 8.9). Keine Patientin berichtete von unerwünschten Ereignissen.

**Beweglichkeit von Schulter und Halswirbelsäule.** Der weitere Verlauf bei Follow-Up ergab in der Kontrollgruppe eine signifikante Reduktion der Schulterbeweglichkeit für die Innenrotation auf der betroffenen Seite (von 63° zu 50°,  $p=0.015$ ) sowie die Abduktion auf der nicht betroffenen Seite (von 163° zu 150°,  $p=0.039$ ). Der Bewegungsumfang der Interventionsgruppe blieb unverändert ( $p>0.30$ ).

Die Werte der Vorwärts-Flexion der Halswirbelsäule nach Therapie ergab einen statistischen Unterschied zwischen den 2 Gruppen: die Mobilität in den Kontrollgruppen war geringer und leicht verbessert in der Oszillations-Treatmentgruppe (siehe Abb. 2). Bei der Rotation zur kontralateralen Seite war die Situation ähnlich (Interventionsgruppe: 62° bei Baseline zu 61° bei Follow-Up; Kontrollgruppe: entsprechend 54° zu 41°;  $p=0.025$  zwischen den Gruppen bei Follow-Up). Bei der Lateralflexion zur betroffenen Seite wurde bei Follow-Up im Gruppenunterschied fast Signifikanzniveau erreicht,  $p=0.053$  (Interventionsgruppe: 37° zu 36°; Kontrollgruppe: 32° zu 30°).

Außer für die Vorwärts-Flexion wurden bei der Schulter- und Halswirbelsäulenbeweglichkeit indes keine signifikanten Veränderungen zur Baseline gefunden.

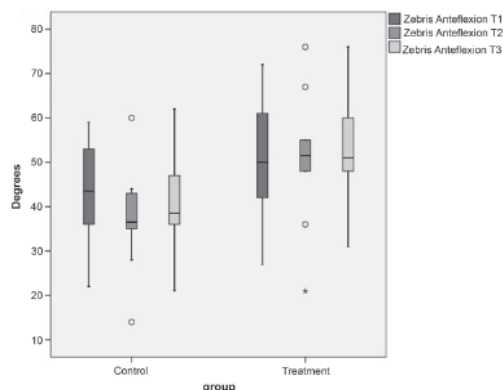


Fig. 2. Forward flexion of the cervical spine at the 3 time-points: T1 = start of therapy, T2 = end of 4-week therapy, and T3 = 8-week follow-up (12 weeks after start of therapy); *U* test between groups: T1  $p=0.240$ ; T2  $p=0.026$ ; T3  $p=0.023$ , Whitney *U* test difference T2–T1  $p=0.240$ ; T3–T1  $p=0.037$ . Outliers are defined by 1.5–3 times interquartile-distance; extreme values are defined by more than 3 times interquartile-distance.

**Extensionsionskapazität des Brustmuskels.** Es gab nach Therapieende weder in der Interventions- noch in der Kontrollgruppe signifikante Veränderungen, einzig eine Tendenz zu weniger Beeinträchtigung auf der ipsilateralen Seite in der Interventionsgruppe.

**Volumenmessungen.** Die Volumenbestimmung mittels des oben beschriebenen 3D-Messverfahrens objektiviert eine Reduktion der Schwellung nach dem Interventionszeitraum in der Treatmentgruppe von -15,7 ml (-35,2 bis -6,1 ml) im Gegensatz zu einer Volumenzunahme in der Kontrollgruppe von 13,3 ml (-3,6 bis 26,3 ml),  $p=0.007$ . Bei Follow-Up verlor der Unterschied seine statistische Signifikanz: Treatmentgruppe -15,4 ml (-36,4 bis -1,2 ml), Kontrollgruppe -1,1 ml (-16,9 bis 7,0 ml),  $p=0.191$ .

## DISKUSSION

Bisher wurde Brustlymphödemen als Nebenwirkung brusterhaltender Operationen bei Frauen mit Brustkrebs wenig Beachtung beigemessen. Schönfelder & Berg [11] zählten das Brustlymphödem als einen der vielen Zustände auf, die sie unter Hautveränderungen

subsumierten, während andere Untersucher sie gänzlich übergangen [1, 6]. Ein Review-Artikel [17] stellte die Bemerkungen von Frauen dar, ihre behandelnden Ärzte wüssten zu wenig über Lymphödeme.

Betroffene Patientinnen leiden stark unter den mit der Schwellung assoziierten Schmerzen und suchen daher dringend nach einer Behandlung; eine Tatsache, die sich auch in ihrer freiwilligen Teilnahme an unserer zeitaufwändigen Studie widerspiegelt. Mit einem Wert von 4.9 war der anfängliche Mittelwert des Schmerz-Scores in unserer Studie sehr hoch. Nach unserem Wissen existieren keine Studien über den Einfluss von Brustlymphödem auf das Schmerzgeschehen. Velanovich & Szymansky [6] berichteten von einem signifikant höheren Anteil an Patientinnen, die nach Brustkrebs-Operationen Schmerzen beklagten, wenn sie ein Armlymphödem hatten. Schönfelder & Berg [11] fanden, dass 37% der Frauen nach brusterhaltender Operation und Bestrahlung sich über Schmerzen und Hyperästhesien in der Brust beschwerten, ohne jedoch zwischen Frauen mit und ohne Brustödem zu differenzieren. Gewöhnlich wird in Studien lediglich das Armvolumen als ein Parameter für das Lymphödem herangezogen. Aus diesem Grund ist nur wenig bekannt über das Symptom Schmerz bei Frauen mit Brustödem und dessen Behandlung.

Eines der wichtigen Symptome in unserer Studienpopulation ist die deutliche Einschränkung der Mobilität der Halswirbelsäule, vor allem Rotation und Lateralflexion. Die Schultermobilität war bei allen Patientinnen unserer Studie eingeschränkt, wohingegen die Inzidenz in der Literatur von 4,8% bis 35% reicht [2, 11, 18]. Die wesentlich höhere Inzidenz in unserer Patientenpopulation könnte durch die Benutzung unterschiedlicher Referenzwerte und Testmethoden bedingt sein. Es ist auch vorstellbar, dass das Brustödem verursachende axiale Trauma in unserer Studienpopulation stärker ausgeprägt ist. Die Extensionskapazität des Brustmuskels war bei der Mehrzahl unserer Patienten reduziert. Lee et al. [19] schrieben die reduzierte Länge der Fibrose des Muskels zu, fanden jedoch keine Korrelation zwischen dem Ausmaß der Verminderung der Schultermobilität und den Symptomen, die ihnen von ihren Patientinnen berichtet wurden. Weder das von Lee et al. [19] benutzte Stretching-Programm, noch unser therapeutischer Ansatz hatten einen merklich positiven Effekt auf die Funktion des Brustmuskels. Allerdings ist es möglich, dass unsere Messtechnik zu unspezifisch war, um einen therapeutischen Effekt auf den Brustmuskel zu registrieren.

Unser neuer Ansatz, Volumenänderungen der Brust mittels eines 3D-Oberflächen-Scannings zu messen, ist eine vielversprechende Technik zur Evaluierung therapeutischer Wirkungen auf Lymphödem und andere von Schwellung begleitete Zustände. Die Methode ist schnell, einfach und hat keine Nebenwirkungen. Um den Einfluss durch Bewegung zu minimieren, standardisierten wir die Liege- und Atemposition der Patientin. Das Ergebnis sollte indes dennoch mit Vorsicht behandelt werden. Unseres Wissens nach wurde das 3D-Oberflächen-Scanning bisher ausschließlich zur Messung lebloser Objekte benützt. Daher bedarf es einer Bewertung seiner Reliabilität und Validität zur Benutzung bei Menschen.

Die in die Studie eingeschlossenen Patientinnen waren mit den Ergebnissen der Behandlung, die Ihnen vor der Studie zuteil geworden war, nicht zufrieden. Die hier vorgestellten Ergebnisse zeigen, dass Patientinnen, die manuelle Lymphdrainage mit Unterstützung durch Deep Oscillation<sup>®</sup> erhielten, eine Schmerz- und Schwellungsreduktion erfuhren und hoch zufrieden mit dem Resultat waren. Die verringerte Halswirbelsäulen- und Schulterbeweglichkeit verschlechterte sich nicht weiter, im Unterschied zur Situation in der Kontrollgruppe.

Unseres Wissens nach existieren keine weiteren Studien, die systematisch Brustlymphödem untersuchen. In einer Studie zur Inzidenz von Brust- und Armlymphödem erwähnten Goffman et al. [3] lediglich, dass mit manueller Lymphdrainage bei 21 von 23 Patientinnen mit Brustlymphödem gute Ergebnisse erreicht wurden. Es bestehen weitere Daten zu physikalischer Therapie bei Patientinnen mit Armlymphödem nach Brustkrebsbehandlung [7, 8, 20]. Diese Ergebnisse sind indes nicht direkt auf die Behandlung von Brustlymphödem übertragbar, da Kompressionsverbände bei diesen Zuständen nicht möglich sind.

Wir konnten nur 2 andere *in vivo* Studien zur Tiefenoszillation ermitteln. Schönfelder & Berg [11] applizierten manuelle Lymphdrainage unterstützt durch Deep Oscillation<sup>®</sup> bei allen Patientinnen, die sich einer brusterhaltenden Operation mit nachfolgender Radiotherapie unterziehen mussten, unabhängig vom Bestehen eines Brustlymphödems. In einer unkontrollierten Studie von Gasbarro et al. [21] wurde bei Patienten mit Beinlymphödem

gezeigt, dass dieser kombinierte Ansatz Ödemvolumina und die Dicke der subkutanen Hautschicht signifikant reduziert.

Die in der Interventionsgruppe festgestellte positive Wirkung könnte partiell durch einen Placeboeffekt aufgrund der Benutzung einer neuen Technik erklärt werden. Leider war eine Sham-Oszillationstherapie nicht möglich. Zudem war die Anzahl an Behandlungssitzungen in der Treatmentgruppe mit 2-3 Sitzungen im Vergleich zur Kontrollgruppe mit 1-2 Sitzungen höher.

Jedoch wurde bis dato kein Versuch unternommen, den Einfluss der Häufigkeit manueller Lymphdrainage auf das Ergebnis zu untersuchen.

Wir gehen davon aus, dass der therapeutische Benefit der manuellen Lymphdrainage unterstützt durch eine Behandlung mit elektrostatischen Feldern geringer Intensität und extrem niedriger Frequenz (Deep Oscillation®) der Kombination verschiedener Wirkungen zugeschrieben werden kann: Stimulation des Lymphflusses, Reduktion des Muskeltonus und Schmerzreduktion durch Stimulation von Schmerzrezeptoren. Diese Mechanismen müssen allerdings verifiziert werden. Bisher erfolgten *in vitro* Experimente nur zum Nachweis immunstimulierender und antioxidativer Effekte von Deep Oscillation® [22, 23].

Die Ergebnisse der hier vorgestellten Pilotstudie zeigen, dass Deep Oscillation® als unterstützende Therapie zur manuellen Lymphdrainage bei Patientinnen mit sekundären Brustlymphödemen das Resultat im Hinblick auf Schmerzreduktion, Mobilität und Volumenreduktion von Lymphödemen im Vergleich zur manuellen Lymphdrainage alleine substantiell verbessert. Wir folgern daher, dass Patientinnen mit Brustlymphödemen mehr Aufmerksamkeit gegeben werden sollte und dass die Behandlung mit elektrostatischen Feldern geringer Intensität und extrem niedriger Frequenz (Deep Oscillation®) eine nützliche ergänzende Behandlung bei der Versorgung von Patientinnen mit Brustlymphödem sein könnte.

#### DANKSAGUNG

Die Studie wurde unterstützt durch Förderungen der Physiomed Elektromedizin AG, Schnaittach/Laipersdorf, Germany.

#### LITERATUR

1. Hinrichs, C., et al., *Lymphedema secondary to postmastectomy radiation: incidence and risk factors*. Ann Surg Oncol, 2004. **11**: p. 573-580.
2. Meric, F., et al., *Long-term complications associated with breast conservation surgery and radiotherapy*. Ann Surg Oncol, 2002. **9**: p. 543-549.
3. Goffman, T., et al., *Lymphedema of the arm and breast in irradiated breast cancer patients: risks in an era of dramatically changing axillary surgery*. Breast J, 2004. **10**: p. 405-411.
4. Rönka, R., et al., *Breast lymphedema after breast conserving treatment*. Acta Oncologica, 2004. **43**: p. 551-557.
5. Clarke, D., et al., *Breast edema following staging axillary node dissection in patients with breast carcinoma treated by radical radiotherapy*. Cancer, 1982. **49**: p. 2295-2299.
6. Velanovich, V. and W. Szymansky, *Quality of life of breast cancer patients with lymphedema*. Am J Surg, 1999. **3**: p. 184-188.
7. Didem, K., et al., *The comparison of two different physiotherapy methods in treatment of lymphedema after breast surgery*. Breast Cancer Res Treat, 2005. **93**: p. 49-54.
8. Kligmann, L., et al., *The treatment of lymphedema related to breast cancer; a systematic review and evidence summary*. Supp Care Cancer, 2004. **12**: p. 421-431.
9. Reißhauer, A., A. Bischoff, and K. Mathiske-Schmidt, *Transcutaneous oxygen partial pressure before and after manual lymphatic drainage in patients with chronic lymphedema of the limbs*. Eur J Lymphol, 2004. **40**: p. 13-16.



10. Bertelli, G., et al., *Conservative treatment of postmastectomy lymphedema; a controlled, randomized trial*. Ann Oncol, 1991(2): p. 575-578.
11. Schönfelder, G. and D. Berg, *Nebenwirkungen nach brusterhaltender Therapie des Mammakarzinoms*. Gynakol prax, 1991. **15**: p. 109-122.
12. Terwee, C., et al., *Interobserver reproducibility of the visual estimation of range of motion of the shoulder*. Arch Phys Med Rehabil, 2005. **86**: p. 1356-1361.
13. Dvir, Z. and T. Prushansky, *Reproducibility and instrument validity of a new ultrasonography-based system for measuring cervical spine kinematics*. Clin Biomech, 2000. **15**: p. 658-664.
14. Janda, V., ed. *Manuelle Muskelfunktionsdiagnostik*. 2000, Urban und Fischer: München, Jena.
15. Luhmann, T., *Nahbereichsphotogrammetrie - Grundlagen, Methoden und Anwendungen*. 2000, Heidelberg: Herbert Wichmann Verlag.
16. Sasse, R., *Bestimmung von Entfernungsbildern durch aktive stereoskopische Verfahren; Fortschritte der Robotik*. Vol. 23. 1994, Braunschweig/ Wiesbaden Vieweg & Sohn.
17. Johansson, K., et al., *Breast cancer patients' experiences of lymphoedema*. Scand J Caring Sci, 2003. **17**: p. 35-42.
18. Sugden, E., et al., *Shoulder movement after the treatment of early stage breast cancer*. Clin Oncol (R Coll Radiol), 1998. **10**: p. 173-181.
19. Lee, T., et al., *Pectoral stretching program for women undergoing radiotherapy for breast cancer*. Breast Cancer Res Treat, 2007. **102**: p. 313-321.
20. Mirolo, B., et al., *Psychosocial benefits of postmastectomy lymphedema therapy*. Cancer Nurs, 1995. **18**: p. 197-205.
21. Gasbarro, V., et al., *Ruolo dell'oscillazione profonda (HIVAMAT® 200) nel trattamento fisico del linfedema degli arti*. La medicina estetica, 2006. **30**: p. 373-478.
22. Mikhalchik, E., et al. *Effects on blood parameters of DEEP OSCILLATION®*. . in *1st International Conference on Skin and Environment, Moscow-St- Petersburg 2005*.
23. Mikhalchik, E., et al. *Wound Healing Effects of DEEP OSCILLATION®*. . in *1st International Conference on Skin and Environment 2005*. Moscow-St- Petersburg.