REVIEW ARTICLE

ISSN 2508-190X

CLL 5(2):34-39, 2020

www.kslymph.or.kr

림프부종에서 초음파 검사의 임상적 적용

충남대학교 의과대학 재활의학교실

복 수 경

Clinical Applications of Ultrasonography in Lymphedema

Soo-Kyung Bok, MD

Department of Rehabilitation Medicine, Chungnam National University College of Medicine, Daejeon, Korea

Lymphedema is one of the most common complications after breast cancer surgery. There are many diagnostic tools for lymphedema, but no standard method yet exists. Ultrasonography is widely used in many clinics because of its easy accessibility, safety, and inexpensiveness. Although ultrasonic measurements are operator-dependent, it has the advantages of being able to directly measure the thickness and stiffness of subcutaneous tissue and muscles. Progressive resistive exercise with complex decongestive physiotherapy did not cause additional swelling, and it reduced arm circumference by decreased subcutaneous tissue thickness and increased muscle thickness through ultrasonographic evaluation. We assessed the improvement in stiffness in patients with post-mastectomy lymphedema (PMLE) after intermittent pneumatic compression (IPC) using acoustic radiation force impulse imaging (ARFI), and evaluate the effects of different IPC pressures. Ultrasound will be one of the best tools for diagnosing and determining treatment efficacy on breast cancer-related lymphedema if you have skills and consistent standards.

Key Words: Breast cancer · Exercise · Lymphedema · Stiffness · Ultrasonography

서 론

림프부종은 림프 수송 능력 감소 또는 림프부하 증가로 인한 세포 외 공간에 단백질이 풍부한 액체의 피하조직에 축적으로 나타난다[1]. 유방암에 의한 이차적인 림프부종은 초기에는 간질 조직 공간에서 액체의 축적으로 시작해서 팔, 어깨, 목 또는 몸통의 부종으로 발전한다.

▸ Received: November 2, 2020, ▸ Accepted: November 14, 2020
Address for correspondence: **Soo-Kyung Bok,** MD, PhD
Department of Rehabilitation Medicine, Chungnam National University College of Medicine, 266 Munhwa-ro, Jung-gu, Daejeon 35015, Korea
Tel: +82-42-338-2417, Fax: +82-42-338-2461
E-mail: skbok111@gmail.com

과거의 연구에서 유방암 환자의 림프부종 발생률이 94%까지 보고된 적이 있지만[2], 림프부종의 진단 방법 및 기준, 연구 디자인 및 림프부종 측정시기에 의해 다양했을 것으로 여겨지고[3], 다른 연구에서는 유방암 후에 약 20%에서 림프부종이 발생했다고 보고되었다[4]. 림프부종은 상지의 가동운동범위를 감소시키고, 통증 및 근육약화를 유발시키며, 또한 불안, 우울증, 성 기능 장애 및 사회적 회피 등의 정신적 문제를 일으키고, 기존에 정신질환이 있는 경우 더 악화시킨다[5].

림프부종의 평가는 팔둘레 측정법, 물을 이용한 부피측정, 적외선이나 레이저를 이용한 부피측정법, 다주파수 생체교류저항분석 또는 자가부종 보고 등이 사용되고 있지만, 아직 림프부종을 위한 표준화된 진단 기준은 없다. 최근에는 초음파 검사가 림프부종에서 피부와 피하조직의 두께를 평가할 수 있는 방법으로, 접근성과 안전성이 좋고, 비교적 저렴해서 많은 클

Copyright © 2020 Korean Society of Lymphedema
This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

리닉에서 사용하고 있다[6,7]. 이에 초음파 검사가 림프부종에서 임상적으로 적용되는 사례를 조사하고, 임상적 유용성을 알아보려 한다.

본 론

1. 초음파의 측정 프로토콜

초음파는 검사자의 수기 능력과 검사 부위에 따라 측정값이 달라질 수 있으므로, 정해진 프로토콜에 따라 검사하는 것이 중요하다.

1) 대상자의 검사 자세

환자는 앙와위 자세에서 손목 주름의 중간부위, 팔꿈치 외과와 내과의 중간부위, 이두박건(bicipital groove)에 표시를 하고, 이 세 점을 선으로 연결한다. 팔꿈치 중간 부위에서 각각 표시된 선을 따라 근위부 10 cm 부위와 원위부 10 cm 부위에 점을 표시하여 이 부위를 초음파 검사 부위로 설정한다(Fig. 1)[8].

2) 초음파 검사

초음파의 transducer에 충분하게 젤을 바르고, transducer를 상지 축에 수직 방향으로 검사한다. 젤의 두께는 1 cm 정도 두꺼울수록 좋고, 연부조직의 변형이 없게 압력을 최소한 시킨다. 근육의 두께는 골 표면의 최고점에서 근막의 초고점까지 측정하고, 연부조직의 두께는 근막에서 피부까지의 거리로 한다(Fig. 2) [8].

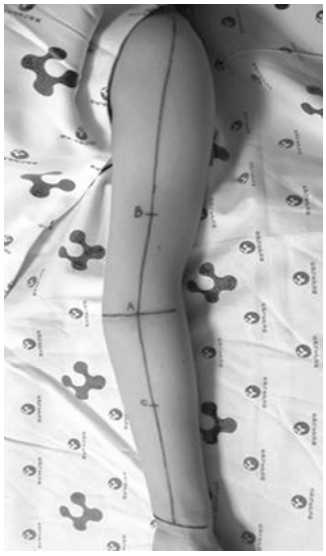

Fig. 1. A Photograph illustrating the measurement sites on a subject's arm.

2. 초음파로 림프부종의 운동 치료 효과 평가

1) 대상

유방암 수술 후 림프부종이 발생한 환자로, 대상기준은 ① 부종 팔이 정상 측보다 2 cm 이상인 환자, ② Lymphoscintigraphy에서 림프부종을 진단받은 환자이고, 배제기준은 ① 원발성 림프부종 환자, ② 양측 림프부종 환자, ③ 체질량지수(BMI)가 35 이상 환자, ④ 연구시점에서 6개월 이내에 암이 재발한 환자, ⑤ 동시에 항암화학요법이 필요한 환자이다.

2) 방법

32명의 환자를 무작위로 실험군과 대조군으로 나누어, 실험군은 복합림프물리치료와 점진적 저항운동(Progressive resistance exercise)을 시행하였고, 대조군은 복합림프물리치료만 시행하였다. 점진적 저항운동은 상지의 림프부종을 예방하기 위해 압박스타킹이나 붕대를 감은 상태에서 0.5 kg 아령을 사용하여 Biceps curl, Dumbbell fly, Triceps extension, 1-arm bent-over roe, Dumbbell side raise, Lifting the arms forward를 시행하였다(Fig. 3) [9]. 이 운동은 하루에 2회씩 5번 반복하였고, 매주 5번을 추가하여 반복횟수를 증가하였다. 림프부종의 평가는 초음파로 실험 시작전, 운동 4주, 운동 8주에

Fig. 2. Measurements of the thickness of muscle and subcutaneous on the upper arm. S.C.: the thickness of subcutaneous tissure; M.: the thickness of muscle.

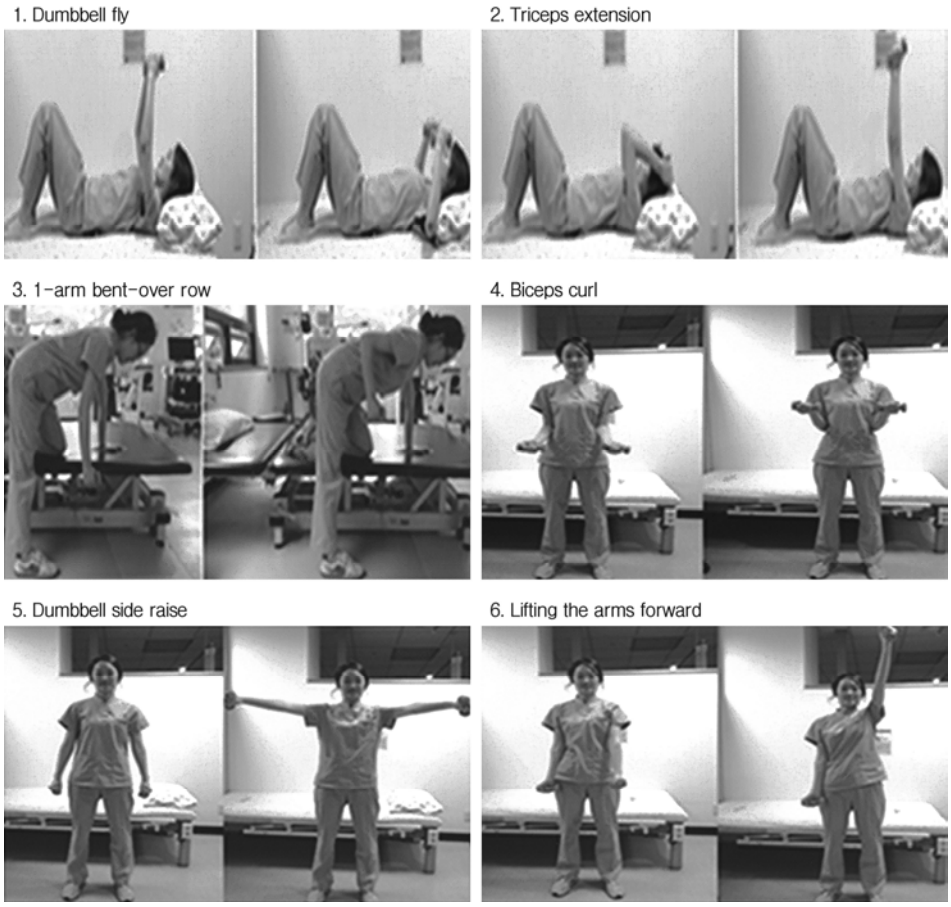

Fig 3. Progressive resistive exercise.

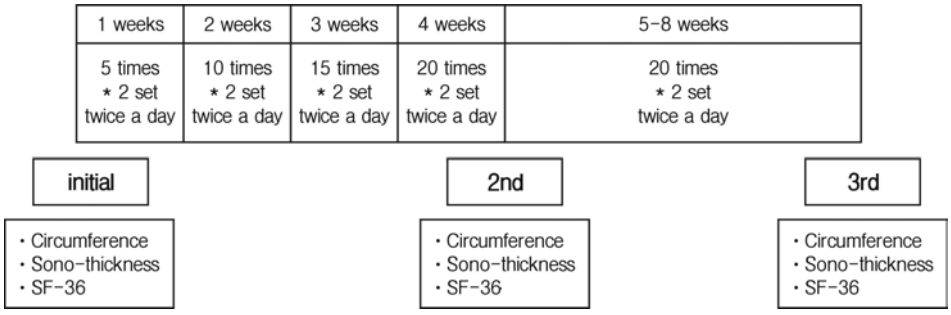

Fig. 4. Protocol of progressive resistive exercise.

측정하였다(Fig. 4) [9].

3) 결과

환자군의 평균 나이는 실험 군은 45.4세, 대조군은 53.3세였고, 평균 BMI는 각각 22.6, 24.9였다. 모든 환자는 유방전절제술과 액와림프절절제술을 시행받았고, 수술 후에 부종이 발생하여 치료를 시작할 때까지의 기간은 17개월과 18개월이었다. 실험 전에 초음파로 측정한 근육의 두께는 정상측보다 부종측에서 통계적으로 유의하게 감소하였다. 실험군에서 팔 둘레의 길이는 4주의 운동 후에도 큰 변화가 없었으나, 운동 8주

후에 전완부와 상완부 모두에서 의미있는 감소가 있었다. 실험군에서 근육의 두께는 전완부에서는 운동 4, 8주 후에 증가하였으나, 상완부에서는 운동 8주 후에 의미있는 증가가 있었다(Table 1) [9]. 피하조직의 두께는 운동군에서 운동 8주 후에 의미 있는 감소를 보였다(Table 2) [9].

3. 림프부종에서 ARFI (Acoustic Radiation Force Impulse)를 이용한 stiffness 측정

1) 목적

림프부종 환자에서 발생하는 stiffness의 정도를 평가하기 위해, 초음파에서 ARFI (Acoustic Radiation Force Impulse)를 이용하였고, 유방절제술 후에 발생한 림프부종 환자에서 간헐적 압박 후의 stiffness 변화를 연구하였다.

2) 방법

ARFI (Acoustic Radiation Force Impulse) 영상

ARFI는 초음파의 elastography 기술을 이용한 것으로 임상에서 비침습적으로 사용할 수 있는 방법이다. ARFI는 국소적인 충격방사력(localized impulsive radiation force)으로 조직을 자극해서 얻어진다. 자극된 조직에서 전단파(Shear wave)가 전달되고, 전단파 속도(Shear wave velocity: SWV)는 조직의 stiffness에 직접적으로 관련이 있다[10]. 일반적으로 SWV가 클수록 더 단단한 조직을 의미하고, 이는 간, 유방, 신장, 비장, 전립선, 췌장 등의 여러 조직을 연구하는 데 사용되고 있다[11]. 가장 유용하게 되는 경우는 간 섬유증(liver fibrosis)으로 섬유조직이 주위 조직보다 더 단단하기 때문에 진단할 수 있다[12,13].

대상자는 앙와위 자세에서 팔꿈치를 신전시킨 상태로, 팔꿈치관절에서 근위부 10 cm 지점을 측정한다. 초음파 transducer에 젤을 충분히 발라서 피부와의 간격을 2-8 mm으로 유지시키고 최소한의 압박을 가한다. 검사는 Virtual Touch IQTM software를 이용하여 3번씩 측정하는데, ROI는 5×5 mm로 한다(Fig. 5). 이 ROI에 해당하는 SWV 측정으로 이 부위의 stiffness를 알 수 있다.

대상 환자는 유방암 수술 후에 림프부종이 발생한 환자로,

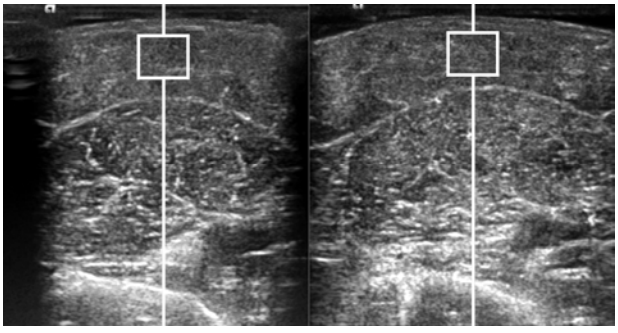

Fig. 5. ARFI imaging. The ROI located within the subcutaneous tissue.

Table 1. The thickness of muscle of affected and unaffected limb (cm) by ultrasonography

		initial	4 weeks	p-value	8 weeks	p-value
PRE group	Proximal	2.015	2.12	0.080	2.16	0.002*
	Distal	0.92	1.04	0.042*	1.09	0.005*
Control group	Proximal	1.99	2.04	0.656	2.09	0.279
	Distal	0.94	0.90	0.609	0.96	0.056

*p<0.05 by repeated-measures ANOVA.

Table 2. The thickness of subcutaneous tissue of affected limb (cm) by ultrasonography

		initial	4 weeks	p-value	8 weeks	p-value
PRE group	Proximal	0.87	0.74	0.517	0.71	0.085*
	Distal	0.67	0.57	0.260	0.52	0.026*
Control group	Proximal	1.05	0.98	0.947	0.96	0.619
	Distal	0.84	0.70	0.922	0.78	0.212

*p<0.05 by repeated-measures ANOVA.

3그룹으로 나누어 공기압박정도를 각각 25 mmHg, 35 mmHg, 45 mmHg으로 치료하였다. 간헐적 공기압박치료기는 Lympha Press® Plus (1033-EL, Mego Afek, Israel)로 10개의 챔버를 가지고 있고, 원위부에서 근위부로 순차적으로 압력을 전달하고, 말단부는 공기의 뺌이 없어서 정맥의 역류나 정체를 예방하였다(Fig. 6). 압박지속시간은 30분으로 공기의 주입과 뺌이 18초/4초로 번갈아서 반복된다.

3) 결과

팔둘레의 감소는 기준치와 비교하여 3군 모두에서 각각 0.41 cm, 0.43 cm, 0. 67 cm의 통계적으로 유의한 감소를 보였다(Table 3) [14].

초음파 측정에서 피하조직 두께 감소의 평균값은 각각 25, 35, 45 mmHg에서 1.16, 1.53, 1.20 cm였고, 35 mmHg 그룹은 다른 그룹보다 피하두께의 감소가 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 전단파속도(SWV)는 35 mmHg 군에서 0.40 m/s로 통계적으로 유의한 감소를 보였고, 다른 그룹과 비교하여 유의한 차이가 있었다. 25, 45 mmHg 군에서는 압박 전후에 SWV 속도의 감소 경향이 있었으나 통계적으로 유의성은 없었다(Table 3) [14].

결 론

림프부종은 유방암 수술 후 가장 흔한 합병증 중의 하나로, 여러 가지 방법에 의해 진단되고 있지만, 정확하게 부종을 측정할 수 있는 표준 방법은 없는 실정이다. 이 중에 초음파검사는 손쉬운 접근성, 안전성 및 저렴함과 함께 피하조직과 근육의 두께를 측정할 수 있는 장점으로 많은 클리닉에서 널리 사용되고 있다. 유방암 수술 후의 림프부종 환자에서 초음파 검사를 통해 점진적 저항 운동이 추가적인 부종을 유발하지 않았고, 피하조직 두께 감소와 근육의 두께를 증가시켰다고 연구되었다. 또한, 초음파의 ARFI를 사용하여 부종환자에서 간헐적 공기압박치료 후의 stiffness 변화를 평가하였다. 비록 초음파 검사가 검사자 주관적이지만, 숙련된 기술과 일관된 기준을 사용한다면, 유방암 관련 림프부종의 진단과 치료의 효과를 평가하는데 가장 좋은 진단 도구 중의 하나가 될 것이다.

Fig. 6. Pneumatic compression therapy system.

Table 3. The arm circumference, subcutaneous tissue depth, and shear wave velocity before and immediately after intermittent pneumatic compression

	25 mmHg			35 mmHg			45 mmHg		
	Before	After	p-value	Before	After	p-value	Before	After	p-value
Arm circumference (cm)	32.03	31.62	0.01	30.92	30.49	0.00	31.96	31.29	0.00
Subcutaneous tissue (mm)	11.59	10.43	0.01	13.18	11.11	0.03	10.91	9.71	0.00
Shear wave velocity (m/s)	1.12	1.04	0.05	1.49	1.09	0.02	1.12	1.07	0.23

REFERENCES

1. Lasinski BB. Complete decongestive therapy for treatment of lymphedema. Semin Oncol Nur 2013;29:20-27.
2. Armer JM, Stewart BR. Post-breast cancer lymphedema: Incidence increases from 12 to 30 to 60 months. Lymphology 2010;43:118-127.
3. DiSipio T, Rye S, Newman B, Hayes S. Incidence of unilateral arm lymphoedema after breast cancer: A systematic review and meta-analysis. Lancet Oncol 2013;14:500-515.
4. Gillespie TC, Sayegh HE, Brunelle CL, Daniell KM, Taghian AG. Breast cancer-related lymphedema: Risk factors, precautionary measures, and treatments. Gland Surg 2018;7: 379-403.
5. Hwang JH, Kwon JY, Lee KW, Choi JY, Kim BT, Lee BB, et al. Changes in lymphatic function after complex physical therapy for lymphedema. Lymphology 1999;32:15-21.
6. Lee JH, Shin BW, Jeong HJ, Kim GC, Kim DK, Sim YJ. Ultrasonographic evaluation of therapeutic effects of complex decongestive therapy in breast cancer-related lymphedema. Ann Rehabil Med 2013;37:683-689.
7. DiSipio T, Rye S, Newman B, Hayes S. Incidence of unilateral arm lymphoedema after breast. Lancet Oncol 2013;14: 500-515.
8. Bok SK, Jeon Y, Hwang PS. Ultrasonographic evaluation of the effects of progressive resistive exercise in breast cancer-related lymphedema. Lymphat Res Biol 2016;14: 18-24.
9. Jeon Y, Beom J, Ahn S, Bok SK. Ultrasonographic evaluation of breast cancer-related lymphedema. J Vis Exp 2017; 119:54996.
10. Nightingale K, McAleavey S, Trahey G. Shear-wave generation using acoustic radiation force: In vivo and ex vivo results. Ultrasound Med Biol 2003;29:1715-1723.
11. Friedrich-Rust M, Romenski O, Meyer G, Dauth N, Holzer K, Grünwald F, et al. Acoustic radiation force impulse-imaging for the evaluation of the thyroid gland: A limited patient feasibility study. Ultrasonics 2012;52:69-74.
12. Kot BCW, Zhang ZJ, Lee AWC, Leung VYF, Fu SN. Elastic modulus of muscle and tendon with shear wave ultrasound elastography: variations with different technical settings. PLoS One 2012;7:443-448.
13. Palmeri ML, Wang MH, Rouze NC, Abdelmalek MF, Guy CD, Moser B, et al. Noninvasive evaluation of hepatic fibrosis using acoustic radiation force-based shear stiffness in patients with nonalcoholic fatty liver disease. J Hepatol 2011;55:666-672.
14. Bok SK, Jeon Y, Lee JA, Ahn S. Evaluation of stiffness in postmastectomy lymphedema using acoustic radiation force impulse imaging: A prospective randomized controlled study for identifying the optimal pneumatic compression pressure to reduce stiffness. Lymphar Res Biol 218;16:36-42.