

간헐적공기압박치료의 기전과 효과

국립암센터 재활의학과

유지성

Basic Concept and Clinical Evidence of Intermittent Pneumatic Compression Therapy

Ji Sung Yoo, MD

Department of Rehabilitation Medicine, National Cancer Center, Goyang, Korea

Intermittent pneumatic compression therapy (IPC) is a non-surgical compression treatment option for lymphedema, used either alone or in combination with complex decongestive therapy (CDT). Clinical evidence suggests IPC can improve lymphatic flow and reduce limb volume, with additional benefits in quality of life and health economics. However, studies examining the combined use of IPC and CDT show mixed results, with some reporting enhanced outcomes and others finding no significant difference. There is currently no standardized guideline for IPC parameters such as pressure, frequency, and duration, leading to variability in clinical application. In conclusion, IPC is a valuable tool in lymphedema management, particularly for patients unable to fully comply with CDT. However, the lack of standardized protocols underscores the need for further research to establish evidence-based guidelines for IPC use.

Key Words: Lymphedema • Intermittent Pneumatic Compression • Compression Therapy

* Disclosure of any commercial interest: The authors declare no conflict of interests

서론

림프부종의 비수술적 치료에서 가장 대표적인 방법은 도수 림프배출법, 피부관리, 근육축운동(muscle pumping exercise) 및 압박붕대(multilayered compression bandage)나 저탄성압박스타킹(low-stretch elastic stocking)에 의한 압박 치료로 구성된 복합림프물리치료(complex decongestive therapy, CDT)이며[1], 그 외의 비수술적 치료 중의 하나로 간헐적공기압박치료(intermittent pneumatic compression

therapy, IPC)가 있다[1]. 간헐적공기압박치료는 복합림프물리치료와 함께 시행되기도 하고, 간헐적공기압박치료만 시행하기도 하며[2] 일반적으로 간헐적공기압박치료를 시행한 후, 부종감소 효과를 유지하기 위해 압박스타킹 혹은 슬리브를 착용하며 관리하도록 권유된다[1]. 하지만 간헐적공기압박치료의 적용 방법 및 효과에 대해서는 아직 다양한 의견이 있다. 따라서 본 종설에서는 림프부종에서의 간헐적공기압박치료의 기전 및 현재까지의 임상효과에 대한 연구결과를 정리하고자 한다.

본론

1. 간헐적공기압박치료의 기전 및 역사

간헐적공기압박장치(intermittent pneumatic compression

► Received: May 5, 2025, ► Accepted: May 20, 2025

Address for correspondence: **Ji Sung Yoo, MD**

Department of Rehabilitation Medicine, National Cancer Center,
323 Ilsan-ro, Ilsandong-gu, Goyang, 10408, Republic of Korea

Tel: +82-31-920-1738, Fax: +82-31-920-2798

E-mail: jsyoo@ncc.re.kr

devices)는 공기펌프에 연결된 컵 형태로, 순차적인 팽창을 통하여 근육의 수축과 이완에 의한 생리학적인 펌프 효과를 모방하여 기능을 수행한다[2]. 공기압박장치는 1950년대초부터 부종치료를 위한 의학적인 관리에 사용되기 시작되었으며 공기압박치료는 처음에는 단실(single chamber)의 컵 및 사지에 균일한 압력(uniform level of compression)이 적용되었으며 1970년대부터 분절형 압박 장치(segmented compression device)가 개발되었고 이로 인해 압력이 원위부에서 근위부 방향으로 순차적(sequential) 압력 적용이 가능하게 되었다[3]. 최근에는 도수림프배출법을 모방하는 고도화된 공기압박장치(advanced pneumatic compression device, APCD)가 등장하여 몸통과 사지로부터의 체액 배출을 촉진할 수 있게 되었다[3]. International Society of Lymphology (ISL)에서는 순차적, 점진적 압력이 적용되는 공기압박장치를 시행한 후 부종감소 효과를 유지하기 위해 압박스타킹 등을 착용하도록 권유하고 있으며, 도수림프배출법을 모방하는 고도화된 공기압박장치가 복합림프물리치료를 완료하지 못하는 환자에서의 순응도(compliance)를 높이는 데 도움이 될 수 있다고 권고한다[1]. 또한 ISL는 간헐적 공기압박치료를 시행할 때는 사지의 기저부나 생식기의 부종 악화에 대해 주의 깊게 관찰해야 한다고 권고하며, 사지의 기저부나 체간에 부종이 있는 경우 고도화된 공기압박장치를 이용하거나 치료 프로토콜에 사지의 기저부를 포함하여 치료하는 방법을 적용하도록 하고 있다[1]. 따라서 International Lymphoedema Framework에서는 간헐적공기압박치료는 전문가에 의해 처방되고 시행되어야 한다고 권고한다[4].

간헐적공기압박장치는 사지에 적용을 하는 동안 바로 누운 자세로 시행되어야 한다. 최근에는 환자가 일상생활의 유지 및 보행을 하면서 종아리 펌프 작용을 활성화할 수 있도록 제작된 비공기압박장치(nonpneumatic compression device)가 2022년 미국 식품의약국에 승인되어 사용되고 있다[5]. 비공기압박장치는 형상기억합금(니켈/티타늄) 작동기(actuator)를 사용하며 이 작동기는 컨트롤러의 신호에 따라 수축과 이완을 반복하면서 공기 없이 원위부에서 근위부로 순차적, 점진적인 압박을 제공한다. 컨트롤러는 배터리로 작동되어 사용 중 환자가 비공기압박장치를 착용한 상태로 일상생활을 유지하면서 이동 가능하도록 설계되었다[5].

2. 간헐적공기압박치료의 효과에 대한 임상 증거(Clinical Evidence)

근적외선 형광 림프 영상을 통하여 림프의 흐름을 평가한 최근 연구들은 순차적 공기압박장치 및 고도화된 공기압박장치를 이용한 치료후에 상지 혹은 하지 림프부종 및 대조군에서 림프의 흐름이 호전되는 것을 보고한 바 있다[6,7]. 이는 간헐적공기압박치료가 림프의 흐름에 기여할 수 있음을 시사하며, 림프부종 관리에서 유효한 치료방법으로서의 가능성을 보여주었다고 할 수 있다. 이후 간헐적공기압박치료의 압력수준, 시간 및 적용 장치에 따른 효과에 대한 임상 연구에 대한 필요성이 제안되었다.

간헐적공기압박치료만 시행한 연구를 살펴보면 고도화된 공기압박장치를 52주간 적용하였을 때 하지 둘레 감소는 치료 시작 12주 내에 유의하게 나타나서 52주까지 지속되었으며, 삶의 질 개선은 치료 52주 시점에 신체 기능 영역에서 통계적으로 유의한 호전이 확인되었다[8]. 미국의 보험청구 데이터 분석을 기반으로 진행된 후향적 연구에서는, 고도화된 공기압박장치의 활용은 림프부종 환자에서 봉와직염 발생률, 림프부종 관련 수기치료 및 외래 방문 횟수를 유의하게 감소시켰으며 관련 직접 의료비도 각각 36~37% 수준으로 절감됨을 보고하여 간헐적공기압박치료가 봉와직염 발생률의 감소 및 건강/경제적인 측면에서 유의미한 이점을 제공할 수 있음을 보고하기도 하였다[9].

하지만 림프부종 치료에서 복합림프물리치료에 간헐적공기압박치료를 병행하는 경우의 효과는 연구마다 일관되지 않다. 일부 연구에서는 복합림프물리치료만 시행한 경우에 비해 복합림프물리치료와 간헐적공기압박치료를 함께 시행한 경우 유의한 사지의 부피 감소가 관찰되었다고 보고된 바 있으나 [10,11], 효과가 없었다고 보고된 연구들도 체계적 문헌고찰을 포함하여 있다[12-14]. 최근의 최근에 보고된 체계적 문헌고찰에서는 간헐적공기압박치료를 복합림프물리치료에 추가 적용하면 치료 종료 후 약 4주 이내의 시점에서는 림프부종이 더 개선될 수 있지만, 물리치료가 종료된 후 약 8주 내에 이러한 효과는 점차 감소되는 경향을 보인다고 보고하였다[2]. 이는 기존 연구들에서 시행된 치료 기간이 4주에서 12주로 다양하게 진행되었기 때문에 이에 따른 바이어스의 가능성이 있어 [2] 복합림프물리치료와 간헐적공기압박치료를 병행한 치료의 효과에 대한 잘 설계된 연구가 더 필요하다.

3. 간헐적공기압박치료의 지표에 따른 치료 효과

간헐적공기압박치료의 시행에서 논란이 있는 부분은 공기압박후 간질에 단백질이 잔존하게 되어 부종이 재발할 수 있다는 점과 과도한 압력은 림프계의 손상을 유발할 가능성이 있다는 점이다[2]. 부적절한 기계적 압박은 외상성 유발인자로 생각되어 지기 때문에[15] 적절한 간헐적공기압박치료를 위해서는 압력강도, 사용 빈도 및 지속시간 등에 대한 지표가 필요하다. 하지만 아직 최적화된 압박용량(dosage)이 아직 명확히 정해져 있지 않다. 따라서 이 부분에 대한 현재까지의 연구들을 살펴보는 것이 필요하다.

압력과 관련된 연구들을 살펴보면, 최근의 메타분석에 포함된 연구들을 보았을 때 유방암관련 상지림프부종 연구에서 사용되는 압력의 범위는 25-60 mmHg였으며, 주로 40 mmHg로 진행되었다[2]. 하지의 경우는 사용된 압력의 범위가 더욱 다양한데, 몇몇 연구자들은 하지의 경우 80-130 mmHg의 높은 압력을 권장하지만[16], 주로는 40-60 mmHg 범위의 압력을 권장한다[17]. International Lymphoedema Framework에서는 30-60 mmHg의 압력을 권유하고, 완화치료를 목적으로 할 때는 20-30 mmHg의 낮은 압력을 권유하고 있다[4].

임상연구에서 주로 사용된 압력지속시간은 30-60분이었으며[2], International Lymphoedema Framework에서는 30분에서 2시간을 지속하는 것을 권유한다[4]. 치료빈도는 주에 5회 이상 시행하는 연구들이 많다[8,12]. 간헐적공기압박치료를 얼마나 지속해야 하는지에 대해서는 연구기간에 따라 다양하지만, 위에서 언급한 하지림프부종 환자에서 고도화된 공기압박장치를 52주간 적용한 연구를 살펴보았을 때 하지 둘레 감소는 치료 시작 12주 내에 유의하게 나타났고 삶의 질 개선은 치료 52주 시점에 통계적으로 유의한 호전이 확인되었으며[8], 간헐적 공기압치료를 중단하였을 때 사지의 부피가 다시 늘어남을 확인한 연구를 참고하면[18] 이는 림프부종의 부피의 호전 및 삶의 질 회복을 위해서 정기적으로 치료를 유지하는 것이 필요할 수 있음을 의미한다.

4. 공기압박장치에 따른 치료 효과

공기압박장치에 따른 림프부종 치료효과를 확인한 연구들은 중에는 기존의 순차적, 점진적 공기압박장치와 고도화된

공기압박장치의 효과를 비교하는 연구 및 고도화된 공기압박장치와 비공기압박장치를 비교하여는 보고한 연구들이 보고되고 있다. 먼저 순차적, 점진적 공기압박장치와 고도화된 공기압박장치의 효과를 살펴보면, 상지림프부종환자에서 두장치를 12주간 사용하였을 때 두 군에서 모두 팔 부피의 호전이 관찰되었으며 고도화된 공기압박장치에서 더 유의한 호전을 보였다고 보고하였으며[19] 하지림프부종에서 5주간 간헐적 공기압치료를 시행한 후에 두군에서 모두 하지의 부피와 삶의 질에서 호전조건이 관찰되었으며 고도화된 공기압박장치에서 순차적, 점진적 공기압박장치에 비해 원위부의 부피감소에 유의한 효과가 있었다고 보고하였다[18]. 다만, 상지림프부종에서 30일간 체간부터 시작하여 팔로 적용되는 고도화된 공기압박치료군과 팔에만 공기압박치료를 시행한 군으로 나누어 간헐적공기압박치료를 시행하였을 때 두 군간의 유의한 차이가 없었다는 연구보고도 있어[20] 치료지속 기간 등을 고려한 더 많은 연구가 필요하다.

최근에는 고도화된 공기압박장치와 움직이면서 시행할 수 있는 비공기압박장치간의 효과를 비교한 연구들도 보고되고 있다. 상지림프부종 및 하지림프부종을 대상으로 두 장치를 비교한 연구가 보고되었으며, 비공기압박장치가 고도화된 공기압박장치에 비해 부피호전, 삶의 질 및 치료 순응도에서 모두 유의한 효과를 보였다고 보고하고 있다[5,21]. 하지만 최근 미국에서 사용되며 연구보고가 시작되는 상황이고, 한국에서는 아직 상용화되지 않은 방법이기 때문에 치료효과에 대한 앞으로의 연구보고들에 대해서 확인이 더 필요하며, 문화적인 차이가 있는 곳에서도 치료 순응도를 높일 수 있는 지 등에 대한 앞으로의 고민해야 할 부분들이 많을 것으로 생각된다.

결 론

간헐적공기압박치료는 림프부종의 비수술적 압박치료 중의 하나로, 복합림프몰리치료에 간헐적공기압박치료를 병행하는 경우의 부가적인 효과가 있는지는 연구마다 일관되지 않는다. 하지만 복합림프몰리치료를 잘 시행하지 못하는 환자의 경우 림프부종치료의 순응도를 높일 수 있는 방법으로 고려될 수 있다. 간헐적공기압박치료의 효과적인 사용을 위해서는 압력 강도, 사용 빈도 및 치료 지속 시간 등에 대한 구체적인 기준이 명확히 정립될 필요가 있다. 그러나 현재까지 이에 대

한 과학적 근거는 부족하며, 이러한 정보의 부재는 임상에서 최적이 아닌 수준의 근거에 의존하게 만드는 한계로 작용하고 있다. 따라서 향후에는 간헐적공기압박치료 적용에 대한 정량적 지침 마련을 위한 체계적인 연구가 요구된다.

REFERENCES

- Executive Committee of the International Society of L. The Diagnosis and Treatment of Peripheral Lymphedema: 2023 Consensus Document of The International Society of Lymphology. *Lymphology* 2023;56:133-151.
- Hou S, Li Y, Lu W, Zhang X, Luo H, Qiu J, et al. Efficacy of intermittent pneumatic compression on breast cancer-related upper limb lymphedema: a systematic review and meta-analysis in clinical studies. *Gland Surg* 2024;13:1358-1369.
- Feldman JL, Stout NL, Wanchai A, Stewart BR, Cormier JN, Armer JM. Intermittent pneumatic compression therapy: a systematic review. *Lymphology* 2012;45:13-25.
- Framework L. International consensus: best practice for the management of lymphoedema. London: MEP Ltd 2006.
- Barfield M, Winokur R, Berland T, Davis S, Ralph V, Chatham N, et al. Results from a comparative study to evaluate the treatment effectiveness of a nonpneumatic compression device vs an advanced pneumatic compression device for lower extremity lymphedema swelling (TEAYS study). *J Vasc Surg Venous Lymphat Disord* 2025;13:101965.
- Adams KE, Rasmussen JC, Darne C, Tan IC, Aldrich MB, Marshall MV, et al. Direct evidence of lymphatic function improvement after advanced pneumatic compression device treatment of lymphedema. *Biomed Opt Express* 2010; 1:114-125.
- Aldrich MB, Gross D, Morrow JR, Fife CE, Rasmussen JC. Effect of pneumatic compression therapy on lymph movement in lymphedema-affected extremities, as assessed by near-infrared fluorescence lymphatic imaging. *J Innov Opt Health Sci* 2017;10.
- Maldonado TS, Rokosh RS, Padberg F, Rotella V, Miller H, Nassiri N, et al. Assessment of quality of life changes in patients with lower extremity lymphedema using an advanced pneumatic compression device at home. *Journal of Vascular Surgery: Venous and Lymphatic Disorders* 2021;9:745-752.
- Karaca-Mandic P, Hirsch AT, Rockson SG, Ridner SH. The Cutaneous, Net Clinical, and Health Economic Benefits of Advanced Pneumatic Compression Devices in Patients With Lymphedema. *JAMA Dermatol* 2015;151:1187-1193.
- Haghighat S, Lotfi-Tokaldany M, Yunesian M, Akbari ME, Nazemi F, Weiss J. Comparing two treatment methods for post mastectomy lymphedema: complex decongestive therapy alone and in combination with intermittent pneumatic compression. *Lymphology* 2010;43:25-33.
- Szuba A, Achalu R, Rockson SG. Decongestive lymphatic therapy for patients with breast carcinoma-associated lymphedema. A randomized, prospective study of a role for adjunctive intermittent pneumatic compression. *Cancer* 2002;95:2260-2267.
- Tastaban E, Soyder A, Aydin E, Sendur OF, Turan Y, Ture M, et al. Role of intermittent pneumatic compression in the treatment of breast cancer-related lymphoedema: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil* 2020;34:220-228.
- Shao Y, Qi K, Zhou QH, Zhong DS. Intermittent pneumatic compression pump for breast cancer-related lymphedema: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Oncol Res Treat* 2014;37:170-174.
- Tran K, Arguez C. In: Intermittent Pneumatic Compression Devices for the Management of Lymphedema: A Review of Clinical Effectiveness and Guidelines. Ottawa (ON); 2017.
- Zaleska MI, Olszewski WL. The Effectiveness of Intermittent Pneumatic Compression in Therapy of Lymphedema of Lower Limbs: Methods of Evaluation and Results. *Lymphat Res Biol* 2019;17:60-69.
- Taradaj J, Rosinczuk J, Dymarek R, Halski T, Schneider W. Comparison of efficacy of the intermittent pneumatic compression with a high- and low-pressure application in reducing the lower limbs phlebolymphedema. *Ther Clin Risk Manag* 2015;11:1545-1554.
- Mosti G, Cavezzi A. Compression therapy in lymphedema: Between past and recent scientific data. *Phlebology* 2019; 34:515-522.
- Dunn N, Williams EM, Dolan G, Davies JH. Intermittent Pneumatic Compression for the Treatment of Lower Limb Lymphedema: A Pilot Trial of Sequencing to Mimic Manual Lymphatic Drainage Versus Traditional Graduated Sequential Compression. *Lymphat Res Biol* 2022;20:514-521.
- Fife CE, Davey S, Maus EA, Guillioud R, Mayrovitz HN. A randomized controlled trial comparing two types of pneumatic compression for breast cancer-related lymphedema treatment in the home. *Support Care Cancer* 2012; 20:3279-3286.
- Ridner SH, Murphy B, Deng J, Kidd N, Galford E, Bonner C, et al. A randomized clinical trial comparing advanced pneumatic truncal, chest, and arm treatment to arm treatment only in self-care of arm lymphedema. *Breast Cancer Res Treat* 2012;131:147-158.
- Rockson SG, Whitworth PW, Cooper A, Kania S, Karnofel H, Nguyen M, et al. Safety and effectiveness of a novel nonpneumatic active compression device for treating breast cancer-related lymphedema: A multicenter randomized, crossover trial (NILE). *J Vasc Surg Venous Lymphat Disord* 2022;10:1359-1366 e1351.