REVIEW ARTICLE

ISSN 2508-190X

CLL 6(2):45-48, 2021

www.kslymph.or.kr

림프부종 수술의 원리와 이에 관련된 림프 생리

서울대학교 의과대학 분당서울대학교병원 성형외과

명유진

Physiologic Backgrounds of Lymphedema Surgery

Yujin Myung, MD

Department of Plastic and Reconstructive Surgery, Seoul National University Bundang Hospital, Seoul National University, Seongnam, Republic of Korea

Three main methods of lymphedema surgery are liposuction, lymphovenous anastomosis (LVA), and vascularized lymph node transfer (VLNT). Although liposuction alone cannot improve the lymphatic circulation, it can reduce the volume of the affected limb. Selection of appropriate lymphatic vessel is important in performing LVA, and the pressure gradient between the lymphatic vessel and the vein is also critical. When performing VLNT, the location of the recipient site should be decided discreetly.

Key Words: Lymphedema · Microsurgery · Lipectomy · Surgical Anastomosis

서 론

림프부종의 수술은 Charles 등이 처음으로 debulking surgery를 1901년도에 시행한 뒤부터 림프부종의 치료에 있어 중요한 한 축을 담당해 왔다[1]. 하지만 이러한 긴 역사에도 불구하고, 림프부종을 수술적으로 치료하는 것은 아직 수많은 성형외과, 그 중에서도 미세수술과 초미세수술을 전문으로 하는 여러 의사들에게는 매우 어렵고 도전적인 과제이다.

1967년도에 하지 림프부종이 미세 수술적인 방법으로 치료될 수 있는 가능성이 있다는 것이 발표되었다. 이는 서혜부 림프절을 찾아 림프절에 작은 구멍을 낸 후 림프절을 정맥 벽에 봉합하는 shunt procedure였는데, 이러한 수술은 O'Brien 등에 의해 1970년대 이후 몇 번의 수정과 변형을 거쳤음에도 불구하고 수술의 결과가 일정하지 않다는 단점으로 인해 표준적인 치료로 받아들여지지 못하였다[2].

이후 약 50년간 많은 새로운 수술 방법이 림프부종의 치료를 위해 소개되어 왔다. Brorson 등은 지방흡입 수술을 림프부종 환자에게 보다 특화하여 좋은 결과를 얻었음을 발표하였고[3], Baumeister 등은 림프관을 포함한 연부조직을 림프부종이 있는 상지나 하지에 이식하는 방법을 발표하기도 하였다[4]. Campisi는 lymphatic vessel이 림프부종 환자에서 막혀 있다는 것에서 착안하여 재건 영역에서 자주 활용하는 정맥 이식(vein graft)을 림프부종 수술에 소개하기도 하였다[5]. Becker 등은 유경 피판(free flap)을 이용한 림프절 이식 수술(vascularized lymph node transfer)이 림프부종 환자에서 증상을 경감하고, 통증을 줄인다고 보고하였다[6]. 일본의 미세재건 전문의인 Koshima는 미세수술에서 더 나아간 '초미세수술(supermicrosurgery)' 기법을 발표하였으며, 이는 0.8 mm

▸ Received: October 25, 2021, ▸ Accepted: November 2, 2021
Address for correspondence: **Yujin Myung,** MD, PhD
Department of Plastic and Reconstructive Surgery, Seoul National University Bundang Hospital, Seoul National University College of Medicine, Gumi-ro 173, Bundang-gu, Seongnam-si, Gyeonggi-do 16499, Republic of Korea
Tel: +82-31-787-2568, Fax: +82-31-787-4055
E-mail: surgene@snu.aac.kr

Copyright © 2021 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/).

보다 더 작은 혈관과 림프관을 최근 들어 더욱 발전한 수술용 현미경, 미세수술 도구, 그리고 미세수술 기법의 발달을 통해 가능하게 만들었으며, 이를 림프부종의 림프관-정맥 문합에 활용함으로써 본격적으로 림프부종 수술의 시대를 열게 되었다[7].

하지만 지금까지 수많은 미세수술 전문의들의 노력에도 불구하고, 림프부종 수술은 환자나 보호자, 다른 의사들의 요구에 전부 부응하지 못하고 있다. 림프부종 수술의 표준적인 치료 방법의 정립과, 수술 효과에 대한 보다 정확한 생리적 증명이 먼저 선행되고, 이를 통해 보다 많은 환자들이 수술로 인한 이점을 누릴 수 있어야 할 것이다.

본 론

1. 지방흡입술

지방흡입술은 처음엔 체형에 대한 성형수술로 시작되었다. 지방흡입은 vacuum machine에 연결된 가는 철제 캐뉼라(cannula)를 통해 지방 세포를 파괴하면서 뽑아내는 수술이다. 이러한 수술 과정은 지방을 흡입함과 동시에 림프관을 손상시킬 수 있다는 우려가 있다. 이러한 우려에 대하여 연구자들은 카데바를 이용한 연구를 통해, 지방 흡입술을 시행할 때 앞뒤로 캐뉼라가 관통하는 방향이 다리의 axial 방향과 맞는 경우 림프관의 손상이 없을 수 있다고 밝히기도 하였다[8].

지방흡입술은 직접 림프관의 기능이나 림프계통의 순환에 도움을 줄 수는 없지만, 림프부종이 발생한 팔다리의 부피를 즉시 감소시킴으로써 환자의 증상 경감에 도움을 준다. 하지만 지방흡입수술은 수술 후에도 일정한 압력을 수술부위에 꾸준히 주어야 재발하지 않는다는 단점이 있으며, 환자의 부종이 일정 수준 이상으로 발전하여 지방이 섬유화되게 되면 도움이 되지 못한다.

2. 림프관-정맥 문합술(Lymphovenous Anastomosis, LVA)

1) 적절한 림프관의 선택

림프관-정맥 문합술에서 가장 중요한 단계는 적절한 림프관을 찾는 일이다. 수술에 적절한 림프관은 일정한 굵기(0.2 mm 이상)를 가진, 림프액을 받아들일 수 있는(lymph-collecting) 림프관이어야 하며, 수축력이 유지되어야 한다.

이전 조직학적 연구를 통해, 림프부종 환자들에서의 림프관 벽에 존재하는 림프관 내피세포(lymphatic endothelial cell)들의 평활근 섬유는 파괴되거나 콜라겐으로 대체되어 있다고 밝혀졌다. 이러한 변화는 대체적으로 팔다리의 원위부보다는 근위부에서 먼저 시작되는 경향이 있으나, 임상적으로 반드시 그렇지는 않다.

좋은 림프관을 선택하기 위해서, 여러 진단 도구가 필요하지만, 가장 중요하게 사용되는 기기는 ICG 림포그라피, 핵의학적인 림포신티그라피 검사와 high-frequency 초음파이다. 수술하는 의사는 수술의 적응증이 되는지, 어떠한 림프관에 수술을 시행할 수 있는지, 그리고 어떠한 방향으로 수술을 해야 하는지에 대해 지속적으로 발전하고 있는 진단기기의 도움을 끊임없이 받고 있다.

2) 림프관과 정맥 사이의 적절한 압력차이

림프관-정맥 문합술에서 또한 매우 중요한 측면은 림프관과 정맥 간의 압력차이이다. Olszewski 등은 하지에서 림프관의 근위부와 원위부에서 림프관 압력을 측정하는 연구결과를 통해, 림프부종이 없는 정상인의 하지에서 평균 수축압력은 13.5±8.01 mmHg이며, 이는 평균적인 다리에서의 정맥압력인 12.4±3.6 mmHg에 비해 수축기 시에는 더 올라가 있는 것으로 밝혔다. 이에 더해, 림프부종에서는 평균적으로 2 mmHg 가량의 림프 압력이 증가하는 것으로 측정하여, 림프관과 정맥 간의 압력 차이는 수술의 효과를 생리적으로 증명하였다[9].

수술 후 림프관-정맥 문합 부위가 지속적으로 작동하는지의 여부에 대해서는 현재까지 효율적인 방법이 알려져 있지 않다. 또한 정맥으로 림프액, 즉 장액이 효율적으로 전달되고 있는지에 대한 정확한 평가를 하는 것이 현실적으로는 불가능하다. 지금까지 중대동물 연구를 통해 이를 분석하고자 하는 시도가 있어왔는데, Gilbert 등은 림프부종이 없는 개에서 74%의 문합 부위가 수술 후 일주일까지, 66%가 수술 후 3개월까지 흐름이 유지된다고 증명한 바가 있다[10].

3) 림프관 정맥 문합술의 위치와 숫자

현재까지는 문합술을 어디에 하는 것이 표준인지에 대한 동의가 이루어지지는 않았다. 상지와 하지에서 림프부종의 발

생 이후 높은 비율의 환자들은 근위부, 즉 림프절을 절제한 부위의 근처에서부터 림프관의 손상이 일어나기 시작하고, 많은 환자들의 림프관이 팔다리의 원위부 쪽에 상대적으로 정상적인 기능을 하는 밸브를 유지하고 있다는 가설에 따라 주로 원위부 쪽에서 문합수술을 시행하고는 있으며, 또한 실질적으로 림프관과 굵기가 매우 흡사한 미세 정맥 또한 팔다리의 원위부에서 보다 많이 발견되고, 부종의 두께가 얕아 수술이 원활하게 행해질 수 있다.

문합술을 몇 개를 시행해야 하는지 또한 표준적인 가이드라인은 없다. 수술 전 ICG 림포그라피를 시행하면서 적절한 위치를 발견하고, 이에 대하여 수술을 계획하는 단계는 림프부종 미세문합을 시행하는 의사들마다 조금씩 차이가 있다. 이전에는 최대한 많은 숫자의 문합을 시행하여 바이패스의 성공확률을 높이는 것을 주장하는 연구자들이 많았으나, 최근들어 아직 정상적인 기능을 작동하고 있는 림프관을 보존하고, 수축력이 강한 몇 개의 림프관만을 문합에 사용해야 한다는 주장이 설득력을 얻고 있다. 하지만 림프 문합술을 10부위 이상 한 경우에도, 수술 후 림프관 손상으로 인한 부작용이나 부종의 심화는 관찰되지 않았다[11].

3. 미세문합을 이용한 림프관 이식수술(Vascularized Lymph Node Transfer, VLNT)

1) VLNT의 기능적인 원리

VLNT를 포함한 유경피판, 즉 동맥과 정맥을 연결한 이식편이 공여부위에서 이식 부위로 옮겨진 후, 피판의 기능 변화에 대하여 많은 연구자들이 연구를 수행하였다. Saaristo 등은 림프절에서 VEGF-C(vascular endothelial growth factor-C)의 높은 수준의 효과적인 배출이 림프관의 새로운 형성을 유발하고 림프관 손상을 막는 것으로 발표하였다. 또한 Becker 등은 이식된 림프절이 방사성 추적자(radiotracer)를 효과적으로 흡수하는 것을 동물실험을 통해 증명하기도 하였다[6,12].

현재까지 연구된 바에 따르면, 이식된 림프절은 새로운 부위에서 근위부와 원위부 사이의 림프 순환의 다리(bridge) 역할을 하며, 이를 촉진하기 위해 Honkonen 등[13]은 성장인자 치료를 주장하였고, 이에 대하여 현재 임상연구가 진행중에 있다. 또한 Lin 등[14]은, 이식된 림프절들이 '림프 펌프'의 역할을 수행하는데, 주변의 림프액 및 체액을 흡수하여 정맥 순환계통으로 보내주는 역할을 하게 되는 것으로 가설을 세우고, 실제로 수술을 받은 환자들에서 ICG 림포그라피 연구를 통해 증명하기도 하였다.

2) 림프절 이식편 공여부와 수혜부의 위치

현재까지 림프절 이식 수술을 위해서 림프절을 채취하는 부위는 서혜부, 액와부, 두경부, 그리고 복강 내의 대망 림프절 등이다. 림프절 이식수술을 위해 서혜부나 액와부에서 림프절을 채취하는 것은 채취 부위의 상, 하지에 새로운 림프부종을 유발할 수 있는 위험성이 있기 때문에, 채취 시에는 반드시 역행성 매핑(reverse mapping) 기술을 통해 림프 흐름의 중간에 위치하는 림프절을 피하여 채취하게 된다[15].

수혜부의 위치 또한, 림프부종이 발생한 원위부에 림프절을 이식할지, 혹은 림프절이 처음 절제되었던 부위인 근위부에 이식하는 것이 맞는지에 대하여 완전한 답변을 얻지는 못한 상태이다. '림프 펌프' 이론에 따르면 이식된 림프절은 림프부종이 발생한 팔다리의 원위부에 이식되어 주변의 림프액 및 체액을 정맥으로 보내주는 역할을 수행해야 하는 것으로 이해될 수 있지만[16], 또한 '림프 다리' 이론[17]에 따르면 처음 절제된 부위에 림프절이 이식되어 림프 순환이 절단된 부위에 새로운 림프 흐름을 만들어 줌으로써 부종을 완화시킬 수 있다는 원리 또한 받아들여질 수 있다. 최근에는 원위부에 이식하는 것은 환자의 미용적인 결과가 상당히 좋지 않기 때문에, 원위부에 심한 섬유화를 호소하는 경우가 아니라면 대체적으로 근위부 쪽으로 이식수술을 하는 추세이다.

결 론

100년이 넘는 기간동안 많은 재건 전문의와 연구자들에 의해 림프부종을 극복하기 위한 수술적인 방법과 발전이 논의되어 왔지만, 여전히 림프부종의 수술적인 치료는 매우 어려운 도전이다. 하지만, 점점 더 많은 의사들이 림프부종을 수술적으로 극복이 가능한, 혹은 도움을 줄 수 있는 질병으로 인식하고 있으며, 나날이 발전하고 있는 진단 기기의 발달이 이러한 발전을 보다 빠르게 촉진시킬 가능성이 있다. 앞으로 더욱 중요하고 많은 연구들을 통해, 다양한 단계와 양상의 림프부종에 대한 정밀한 수술적인 해결 방법이 모색되길 바란다.

REFERENCES

1. Charles MRH. The surgical treatment of elephantiasis. Ind Med Gaz 1901;36:84-99.
2. O'Brien BM, Skykes P, Threlfall GN, Browning FS. Microlymphaticovenous anastomoses for obstructive lymphedema. Plast Reconstr Surg 1977;60:197-211.
3. Brorson H, Svensson H. Liposuction combined with controlled compression therapy reduces arm lymphedema more effectively than controlled compression therapy alone. Plast Reconstr Surg 1998;102:1058-1067.
4. Baumeister RG, Siuda S. Treatment of lymphedemas by microsurgical lymphatic grafting: what is proved? Plast Reconstr Surg 1990;85:64-74.
5. Campisi C. Use of autologous interposition vein graft in management of lymphedema: preliminary experimental and clinical observations. Lymphology 1991;24:71-76.
6. Becker C, Vasile JV, Levine JL, Batista BN, Studinger RM, Chen CM, et al. Microlymphatic surgery for the treatment of iatrogenic lymphedema. Clin Plastic Surg 2012;39:385-398.
7. Koshima I, Kawada S, Moriguchi T, Kajiwara Y. Ultrastructural observations of lymphatic vessels in lymphedema in human extremities. Plast Reconstr Surg 1996;97:397-405.
8. Zampell JC, Aschen A, Weitman ES, Yan A, Elhadad S, Andrade MDB, et al. Regulation of adipogenesis by lymphatic fluid stasis part I: adipogenesis, fibrosis, and inflammation. Plast Reconstr Surg 2012;129:825-834.
9. Olszewski WL, Engeset A. Intrinsic contractility of prenodal lymph vessels and lymph flow in human leg. Am J Physiol-Heart Circ Physiol 1980;239:775-783.
10. Gilbert A, O'Brien BM, Vorrath JW, Sykes PJ. Lymphaticovenous anastomosis by microvascular technique. Br J Plast Surg 1976;29:355-360.
11. Koshima I, Inagawa K, Urushibara K, Moriguchi T. Supermicrosurgical lymphaticovenular anastomosis for the treatment of lymphedema in the upper extremities. J Reconstr Microsurg 2000;16:437-442.
12. Saaristo AM, Niemi TS, Viitanen TP, Tervala TV, Hartiala P, Suominen EA. Microvascular breast reconstruction and lymph node transfer for postmastectomy lymphedema patients. Ann Surg 2012;255:468-473.
13. Honkonen KM, Visuri MT, Tervala TV, Halonen PJ, Koivisto M, Lahteenvuo MT, et al. Lymph node transfer and perinodal lymphatic growth factor treatment for lymphedema. Ann Surg 2013;257:961-967.
14. Lin CH, Ali R, Chen SC, Wallace C, Chang YC, Chen HC, et al. Vascularized groin lymph node transfer using the wrist as a recipient site for management of postmastectomy upper extremity lymphedema. Plast Reconstr Surg 2009;123:1265-1275.
15. Schaverien MV, Badash I, Patel KM, Selber JC, Cheng MH. Vascularized lymph node transfer for lymphedema. in Seminars in plastic surgery. Semin Plast Surg 2018;32:28-35.
16. Tourani SS, Taylor GI, Ashton MW. Vascularized lymph node transfer: a review of the current evidence. Plast Reconstr Surg 2016;137:985-993.
17. Raju A, Chang DW. Vascularized lymph node transfer for treatment of lymphedema: a comprehensive literature review. Ann Surg 2015;261:1013-1023.