



Incluye
**VERSIÓN
DIGITAL**
en inglés

PRINCIPIOS Y PRÁCTICA DE LA

CIRUGÍA DEL LINFEDEMA

Ming-Huei Cheng | David W. Chang | Ketan M. Patel



SEGUNDA EDICIÓN

Principios y práctica de la cirugía del linfedema

Propiedad de Elsevier
Prohibida su reproducción y venta

Propiedad de Elsevier
Prohibida su reproducción y venta

Principios y práctica de la cirugía del linfedema

SEGUNDA EDICIÓN

Ming-Huei Cheng, MD, MBA, FACS

Professor, Department of Plastic Surgery
Chief, Center of Lymphedema Microsurgery
Chief, Center of Tissue Engineering
Chang Gung Memorial Hospital
Adjunct Professor, Section of Plastic Surgery
The University of Michigan

David W. Chang, MD, FACS

Chief of Plastic and Reconstructive Surgery
Director of Microsurgery Fellowship
Professor of Surgery
The University of Chicago Medicine and Biological Sciences

Ketan M. Patel, MD

Associate Professor
Director, Center for Advanced Lymphedema Treatment and Surgery
Division of Plastic Surgery
Department of Surgery
Keck Medical Center of USC





ELSEVIER

Avda. Josep Tarradellas, 20-30, 1.º, 08029, Barcelona, España

Principles and Practice of Lymphedema Surgery, 2nd edition
Copyright © 2022 by Elsevier, Inc. All rights reserved.
ISBN: 978-0-323-69418-6

This translation of *Principles and Practice of Lymphedema Surgery*, 2nd edition, by Ming-Huei Cheng, David W. Chang and Ketan M. Patel, was undertaken by Elsevier España, S.L.U. and is published by arrangement with Elsevier, Inc.

Esta traducción de *Principles and Practice of Lymphedema Surgery*, 2.ª edición, de Ming-Huei Cheng, David W. Chang y Ketan M. Patel, ha sido llevada a cabo por Elsevier España, S.L.U. y se publica con el permiso de Elsevier, Inc.

Principios y práctica de la cirugía del linfedema, 2.ª edición, de Ming-Huei Cheng, David W. Chang y Ketan M. Patel

© 2022 Elsevier España, S.L.U.

ISBN: 978-84-1382-162-7

eISBN: 978-84-1382-309-6

Todos los derechos reservados.

Reserva de derechos de libros

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Dirijase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70/93 272 04 45).

Advertencia

Esta traducción ha sido llevada a cabo por Elsevier España, S.L.U. bajo su única responsabilidad. Facultativos e investigadores deben siempre contrastar con su propia experiencia y conocimientos el uso de cualquier información, método, compuesto o experimento descritos aquí. Los rápidos avances en medicina requieren que los diagnósticos y las dosis de fármacos recomendadas sean siempre verificados personalmente por el facultativo. Con todo el alcance de la ley, ni Elsevier, ni los autores, los editores o los colaboradores asumen responsabilidad alguna por la traducción ni por los daños que pudieran ocasionarse a personas o propiedades por el uso de productos defectuosos o negligencia, o como consecuencia de la aplicación de métodos, productos, instrucciones o ideas contenidos en esta obra. Con el único fin de hacer la lectura más ágil y en ningún caso con una intención discriminatoria, en esta obra se ha podido utilizar el género gramatical masculino como genérico, remitiéndose con él a cualquier género y no solo al masculino.

Revisión científica:

Francisco Leyva Rodríguez

Cirujano plástico. Jefe de Servicio del Hospital Clínico San Carlos

Profesor asociado de la UCM

Servicios editoriales: DRK Edición

Depósito legal: B 603-2022

Impreso en Italia

Índice de contenidos

Índice de vídeos	vi		
Prefacio	vii		
Lista de colaboradores	viii		
Agradecimientos	xi		
Dedicatoria	xii		
1 Introducción a la cirugía del linfedema: principios y práctica	1	14 Procedimientos microquirúrgicos: transferencia de ganglios linfáticos vascularizados de la región submentoniana	117
<i>Ming-Huei Cheng, David W. Chang y Ketan M. Patel</i>		<i>Ming-Huei Cheng y Ketan M. Patel</i>	
Sección I Principios del sistema linfático			
2 Anatomía y fisiología estructural del sistema linfático	4	15 Procedimientos microquirúrgicos: transferencia de ganglios linfáticos vascularizados de la región supraclavicular	125
<i>Hiroo Suami y Akira Shinaoka</i>		<i>David W. Chang</i>	
3 Estudio del linfedema en animales y disección en cadáveres	12	16 Procedimientos microquirúrgicos: transferencia de ganglios linfáticos vascularizados desde el eje toracodorsal	132
<i>Suzanne M. Inchauste, Dung H. Nguyen y Ming-Huei Cheng</i>		<i>Mark L. Smith y Joseph H. Dayan</i>	
4 Fisiopatología e investigación molecular del linfedema	23	17 Tratamiento del linfedema: transferencia linfática epiploica vascularizada	144
<i>Babak J. Mebrara, Joseph H. Dayan, Michelle Coriddi y Raghu P. Kataru</i>		<i>Alexander T. Nguyen</i>	
5 Linfedema primario con lesiones vasculares y linfáticas concomitantes	30	18 Transferencia de ganglios linfáticos vascularizados mesentéricos	149
<i>Ming-Huei Cheng y Tiffany Ting-Fong Liu</i>		<i>Albert H. Chao y Roman J. Skoracki</i>	
Sección II Diagnóstico por imagen del sistema linfático			
6 Interpretación de la linfogammagrafía, estadificación y clasificación del linfedema	39	19 Procedimientos microquirúrgicos: minimización de la morbilidad en la zona donante tras la transferencia de ganglios linfáticos vascularizados	152
<i>Marco Pappalardo y Ming-Huei Cheng</i>		<i>Joseph H. Dayan y Mark L. Smith</i>	
7 Linfografía con verde de indocianina y su aplicación	52	20 Procedimientos microquirúrgicos: técnicas de anastomosis linfovenosa	158
<i>Takumi Yamamoto e Isao Koshima</i>		<i>David W. Chang, Shuji Yamashita e Isao Koshima</i>	
8 Perfeccionamiento de la planificación de la cirugía del linfedema de las extremidades mediante RM y TC	59	21 Método Campisi para la cirugía linfática	165
<i>Assaf Zeltzer y Carola Brussaard</i>		<i>Corrado Cesare Campisi, Francesco Boccardo Jr, Melissa Ryan y Corradino Campisi</i>	
Sección III Tratamiento del linfedema			
9 Evaluación clínica del linfedema	68	22 Reconstrucción linfática inmediata	174
<i>Dorit Tidhar, Jane M. Armer, Allison Brandt Anbari, Yuanlu Sun, Michael Bernas y Joseph L. Feldman</i>		<i>Anna Rose Johnson, Miguel G. Bravo, Francesco Boccardo Jr y Dhruv Singhal</i>	
10 Reducción y manejo del riesgo de linfedema	78	23 Procedimientos escisionales: procedimientos de reducción de volumen	180
<i>Katherine A. Jackson, Joseph L. Feldman y Jane M. Armer</i>		<i>Mehmet Emin Cem Yildirim, Michele Maruccia y Hung-Chi Chen</i>	
11 Panorámica de las técnicas quirúrgicas	91	24 Procedimientos escisionales: liposucción	189
<i>David W. Chang</i>		<i>Håkan Brorson</i>	
12 Elección de la zona receptora y consideraciones sobre la opción de la zona donante para la transferencia de ganglios linfáticos vascularizados	102	Sección IV Manejo postoperatorio	
<i>Edward I. Chang</i>		25 Evaluación y resultados basados en la evidencia después del tratamiento del linfedema	197
13 Transferencia de ganglios linfáticos vascularizados desde la ingle	110	<i>Kate D. Cromwell, Elizabeth A. Anderson, Nuha K. Wareg y Jane M. Armer</i>	
<i>Jeff Chang, Daniel J. Gould y Ketan M. Patel</i>		26 Seguimiento de los resultados después de los tratamientos del linfedema	205
		<i>Thomas Constantine, Nuha K. Wareg, Elizabeth A. Anderson y Ming-Huei Cheng</i>	
		27 Perspectivas de futuro en microcirugía linfática	218
		<i>Ming-Huei Cheng, David W. Chang y Ketan M. Patel</i>	
		Índice alfabético	223

Índice de vídeos*

- 11 Panorámica de las técnicas quirúrgicas**
11.1 Lymphovenous bypass end-to-end technique
DAVID W. CHANG
- 15 Procedimientos microquirúrgicos: transferencia de ganglios linfáticos vascularizados de la región supraclavicular**
15.1 Supraclavicular vascularized lymph node flap
DAVID W. CHANG
- 16 Procedimientos microquirúrgicos: transferencia de ganglios linfáticos vascularizados desde el eje toracodorsal**
16.1 Vascularized axillary lymph node harvest
MARK L. SMITH
- 19 Procedimientos microquirúrgicos: minimización de la morbilidad en la zona donante tras la transferencia de ganglios linfáticos vascularizados**
19.1 Vascularized groin lymph node transfer technique
JOSEPH H. DAYAN
- 20 Procedimientos microquirúrgicos: técnicas de anastomosis linfovenosa**
20.1 Lymphovenous anastomosis
SHUJI YAMASHITA
ISAO KOSHIMA
- 20.2 End-to-side lymphovenous bypass technique**
DAVID W. CHANG
- 20.3 Lymphatic mapping with indocyanine green**
DAVID W. CHANG
- 22 Reconstrucción linfática inmediata**
22.1 Surgical demonstration of immediate lymphatic reconstruction
DHRUV SINGHAL
- 23 Procedimientos escisionales: procedimientos de reducción de volumen**
23.1 Supraclavicular lymph node transfer and modified Charles procedure for lower limb lymphedema
PEDRO CIUDAD
HUNG-CHI CHEN
MICHELE MARUCCIA

*Disponibles en Expert Consult (contenidos en inglés)

Prefacio

El tratamiento del linfedema está a la vanguardia de la medicina. Los pacientes que, de otro modo, podrían haber sufrido una discapacidad y un deterioro funcional a largo plazo disponen ahora de opciones de tratamiento quirúrgico y no quirúrgico capaces de influir significativamente en sus vidas. Recientemente, tanto los cirujanos como los médicos y los terapeutas han reconocido el impacto de esta afección crónica y la necesidad de un plan de tratamiento integral y un enfoque de equipo para proporcionar resultados óptimos. El tratamiento moderno del linfedema está incorporando rápidamente opciones quirúrgicas útiles para ayudar a proporcionar un alivio sintomático. Entre ellas se encuentran técnicas microquirúrgicas como la derivación linfovenosa, los injertos linfáticos y las transferencias de ganglios linfáticos vascularizados. Los conocimientos profundos de estos complejos procedimientos por parte de las autoridades en la materia quedan reflejados en los capítulos de este libro. Además de las técnicas microquirúrgicas, también se exponen y se explican

en detalle las técnicas de liposucción y escisionales. Las indicaciones, los resultados y los detalles técnicos de los diversos procedimientos quirúrgicos proporcionarán al lector la base de conocimientos para ejecutarlos con seguridad y eficacia.

Este libro excepcional y revolucionario se ha estructurado para proporcionar al lector una comprensión integral de la linfología y la cirugía del linfedema, lo que permite incorporar la especialidad a su propia práctica. Desde los fundamentos de la linfología hasta la comprensión de cómo evaluar los resultados del tratamiento, los lectores se familiarizarán completamente con el manejo de un paciente con linfedema. Mientras la cirugía del linfedema continúe expandiéndose, será obligatorio contar con un recurso integral como *Principios y práctica de la cirugía del linfedema* para asegurar, a nivel mundial, la promoción y el apoyo satisfactorios de esta especialidad.

Ming-Huei Cheng, David W. Chang y Ketan M. Patel

Propiedad de Elsevier
Prohibida su reproducción y venta

Lista de colaboradores

Allison Brandt Anbari, PhD, RN, CLT-LANA

Assistant Research Professor
Sinclair School of Nursing
University of Missouri-Columbia
Columbia, MO, USA

Elizabeth A. Anderson, MSN, RN, CLT

T32 Health Behavior Science Fellow
Sinclair School of Nursing
University of Missouri-Columbia
Columbia, MO, USA

Jane M. Armer, PhD, RN, CLT, FAAN

Professor
Sinclair School of Nursing
Director, Nursing Research
Ellis Fischel Cancer Center
Director
American Lymphedema Framework Project
University of Missouri-Columbia
Columbia, MO, USA

Michael Bernas, MS

Associate Professor of Medical Education
Director, Scholarly Pursuit and Thesis
TCU and UNTHSC School of Medicine
Fort Worth, TX, USA

Francesco Boccardo, Jr., MD, PhD, FACS

Scientific Section and Research Center in Lymphatic Surgery
Lymphology and Microsurgery
Department of Surgical Sciences and Integrated Diagnostics—DISC
University School of Medical Sciences and Pharmaceutics
Genoa, Italy

Miguel G. Bravo, MD

Division of Plastic and Reconstructive Surgery
Beth Israel Deaconess Medical Center
Boston, MA, USA

Håkan Brorson, MD, PhD

Associate Professor
Senior Consultant Plastic Surgeon
Department of Clinical Sciences
Lund University
Plastic and Reconstructive Surgery
Skåne University Hospital
Malmö, Sweden
Professor Faculty of Medicine
Escuela de Graduados
Asociación Médica Argentina
Buenos Aires, Argentina

Carola Brussaard, MD

Department of Medical Imaging & Radiology
University Hospital Brussels (VUB)
Brussels, Belgium

Corradino Campisi, MD, PhD, FACS, MD H.C., Prof H.C.

Distinguished Professor of General Surgery, Vascular Surgery,
and Emergency Surgery
Scientific Section and Research Center in Lymphatic Surgery
Lymphology and Microsurgery
Department of Surgical Sciences and Integrated Diagnostics—DISC
University School of Medical Sciences and Pharmaceutics
Genoa, Italy

Corrado Cesare Campisi, MD, PhD, MRMES (Master on Reconstructive Microsurgery European School)

Adjunct Professor
University of Catania
Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgery
Campisi & Partners, Genoa
GVM Care&Research—Private Hospitals
Villa Serena, Genoa
Rapallo-Genoa, Reggio Emilia
Genoa, Italy

David W. Chang, MD, FACS

Chief of Plastic and Reconstructive Surgery
Director of Microsurgery Fellowship
Professor of Surgery
The University of Chicago Medicine and Biological Sciences
Chicago, IL, USA

Edward I. Chang, MD, FACS

Associate Professor
Department of Plastic Surgery
University of Texas MD Anderson Cancer Center
Houston, TX, USA

Jeff Chang, MD

Clinical Assistant Professor
Division of Plastic Surgery, Department of Surgery
City of Hope Comprehensive Cancer Center
Duarte, CA, USA

Albert H. Chao, MD

Associate Professor
Department of Plastic Surgery
Ohio State University
Columbus, OH, USA

Hung-Chi Chen, MD, PhD, FACS

Professor
 Department of Plastic Surgery
 Director
 International Medical Service Center
 China Medical University Hospital
 Taichung City, Taiwan

Ming-Huei Cheng, MD, MBA, FACS

Professor, Department of Plastic Surgery
 Chief, Center of Lymphedema Microsurgery
 Chief, Center of Tissue Engineering
 Chang Gung Memorial Hospital
 Chang Gung University
 College of Medicine
 Taoyuan, Taiwan
 Adjunct Professor, Section of Plastic Surgery
 The University of Michigan
 Ann Arbor, MI, USA

Thomas Constantine, MD, CM, FRCSC, FACS

Plastic Surgeon
 Humber River Hospital
 Toronto, Ontario, Canada

Michelle Coriddi, MD

Assistant professor
 Plastic & Reconstructive Surgeon
 Plastic and Reconstructive Surgery
 Memorial Sloan Kettering Cancer Center
 New York, NY, USA

Kate D. Cromwell, MS, MPH

Clinical Studies Coordinator
 Surgical Oncology
 The University of Texas MD Anderson Cancer Center
 Houston, TX, USA

Joseph H. Dayan, MD

Reconstructive Surgeon
 Division of Plastic Surgery
 Memorial Sloan Kettering Cancer Center
 New York, NY, USA

Joseph L. Feldman, MD, CLT-LANA

Program Director, Lymphedema Treatment Program
 NorthShore University HealthSystem
 Senior Clinician Educator
 University of Chicago Pritzker School of Medicine
 Chicago, IL, USA

Daniel J. Gould, MD, PhD

Plastic Surgeon
 Marina Plastic Surgery
 Cedars Sinai Marina del Rey Hospital
 Marina del Rey, CA, USA

Suzanne M. Inchauste, MD

Division of Plastic and Reconstructive Surgery
 Department of Surgery
 Stanford University School of Medicine
 Stanford, CA, USA

Katherine A. Jackson, MHS, OTR/L, CLT-LANA

Occupational Therapist
 Lymphedema Program Coordinator
 Department of Rehabilitation Services
 NorthShore University HealthSystem
 Evanston, IL, USA

Anna Rose Johnson, MD, MPH

Division of Plastic and Reconstructive Surgery
 Beth Israel Deaconess Medical Center
 Boston, MA, USA

Raghu P. Kataru, PhD

Senior Scientist
 Department Surgery
 Memorial Sloan Kettering Cancer Center
 New York, NY, USA

Isao Koshima, MD, PhD

Professor and Chief
 International Center for Lymphedema
 Hiroshima University Hospital
 Hiroshima City, Japan

Tiffany Ting-Fong Liu, MD

Division of Reconstructive Microsurgery
 Department of Plastic and Reconstructive Surgery
 Chang Gung Memorial Hospital
 College of Medicine
 Chang Gung University
 Taoyuan, Taiwan

Michele Maruccia, MD, PhD

Professor of Plastic and Reconstructive Surgery
 Division of Plastic and Reconstructive Surgery
 Department of Emergency and Organ Transplantation
 University of Bari Aldo Moro
 Bari, Italy

Babak J. Mehrara, MD

Chief
 Plastic and Reconstructive Surgery
 Memorial Sloan Kettering Cancer Center
 Professor
 Plastic and Reconstructive Surgery
 Weill Cornell Hospital
 New York, NY, USA

Alexander T. Nguyen, MD, FACS, CLT

Plastic Surgeon
 Integrative Lymphedema Institute
 Dallas, TX, USA

Dung H. Nguyen, MD

Division of Plastic and Reconstructive Surgery
 Department of Surgery
 Stanford University School of Medicine
 Stanford, CA, USA

Marco Pappalardo, MD, MSc

Division of Reconstructive Microsurgery
 Department of Plastic and Reconstructive Surgery
 Chang Gung Memorial Hospital
 Chang Gung University
 College of Medicine
 Taoyuan, Taiwan
 Plastic and Reconstructive Surgery
 Department of Surgical
 Oncological and Oral Sciences
 University of Palermo
 Italy

Ketan M. Patel, MD

Associate Professor
 Director, Center for Advanced Lymphedema Treatment and Surgery
 Division of Plastic Surgery
 Department of Surgery
 Keck Medical Center of USC
 Los Angeles, CA, USA

Melissa Ryan, PhD

Plastic Surgeon
 Scientific Section and Research Center in Lymphatic Surgery
 Lymphology and Microsurgery
 Department of Surgical Sciences and Integrated Diagnostics—DISC
 University School of Medical Sciences and Pharmaceutics
 Genoa, Italy

Akira Shinaoka, MD, PhD

Assistant Professor
 Department of Human Morphology and Department of Plastic
 and Reconstructive Surgery
 Okayama University Graduate School of Medicine
 Dentistry and Pharmaceutical Science
 Okayama, Japan

Dhruv Singhal, MD

Plastic Surgeon
 Division of Plastic and Reconstructive Surgery
 Beth Israel Deaconess Medical Center
 Boston, MA, USA

Roman J. Skoracki, MD

Plastic Surgeon
 Department of Plastic Surgery
 Ohio State University
 Columbus, OH, USA

Mark L. Smith, MD, FACS

Professor
 Surgery
 Zucker School of Medicine at Hofstra/Northwell
 Hempstead, NY, USA
 System Vice Chair
 Vice President
 Surgical Service Line, Eastern Region
 Northwell Health System
 Lake Success
 Director, Reconstructive Oncology
 Northwell Health Cancer Institute
 Lake Success, NY, USA

Hiroo Suami, MD, PhD

Associate Professor
 Australian Lymphoedema Education, Research and Treatment
 Faculty of Medicine and Health Sciences
 Macquarie University
 Sydney, Australia

Yuanlu Sun, PhD, RN, CLT-LANA

Assistant Professor
 College of Nursing
 University of Missouri-St. Louis
 St. Louis, MO, USA

Dorit Tidhar, MPT, CLT

National Director, Research
 Physical Therapy Department
 Maccabi Healthcare Services
 Tel Aviv, Israel

Nuha K. Wareg, MPH, MBBS

Practice Facilitator
 Family and Community Medicine
 University of Missouri-Columbia
 Columbia, MO, USA

Takumi Yamamoto, MD, PhD

Chief and Director
 Department of Plastic and Reconstructive Surgery
 National Center for Global Health and Medicine (NCGM)
 Tokyo, Japan

Shuji Yamashita, MD, PhD

Assistant Professor
 Department of Plastic and Reconstructive Surgery
 The University of Tokyo Hospital
 Tokyo, Japan

Mehmet Emin Cem Yildirim, MD

Reconstructive Microsurgery Fellow
 International Medical Service Center
 China Medical University Hospital
 Taichung City, Taiwan

Assaf Zeltzer, MD, PhD, FCC (Plast)

President of the Belgian Society for Lymphology (BESL)
 Director
 Lymphedema Clinic and European Center for Lymphatic Surgery
 Department of Plastic and Reconstructive Surgery
 University Hospital Brussels (VUB)
 Brussels, Belgium

Agradecimientos

Una buena obra nunca puede realizarse sin el esfuerzo de un grupo de individuos comprometidos. Me gustaría expresar mi más profunda gratitud a las numerosas personas que han contribuido con su tiempo, pasión o energía a este libro. Querría mencionar a mis mentores, los profesores Fu-Chan Wei, Hung-Chi Chen y David Chwei-Chin Chuang, del Chang Gung Memorial Hospital, por todo lo que me han enseñado. También me gustaría expresar mi gratitud a los profesores Geoffrey L. Robb, Gregory R.D. Evans, Michael J. Miller y Stephen S.

Kroll, por ayudarme a desarrollar el pensamiento crítico y las habilidades de escritura académica durante mi beca en el Centro Oncológico M.D. Anderson de la Universidad de Texas entre 1998 y 1999. Debo agradecer a mis ayudantes, Miffy Chia-Yu Lin, Hsing-Yu Lin y Pinky Yang, todo su tiempo y dedicación, así como a Ingrid Kuo y a Spend Design Co., Ltd., Taoyuan, Taiwán, por sus maravillosas ilustraciones.

Ming-Huei Cheng

Propiedad de Elsevier
Prohibida su reproducción y venta

Me gustaría expresar mi sincera gratitud a mi familia. Mis padres, Sz-Shin y Shiou-Shu Wu, mi mujer, Hsiao-Fang, y mis hijas, Josephine, Christine y Stephanie, son una fuente constante de cariño y amor. Gran parte de mi tiempo libre lo he dedicado a este libro, y siempre me han ofrecido su apoyo incondicional. Nunca podré agradecerérselo lo suficiente.

Ming-Huei Cheng

A mis padres, Paul y Esther Chang, por todos sus sacrificios, y a mi mujer, Mary, y mis hijos, Matthew y Loren, por su amor y apoyo.

David W. Chang

A mi mujer, Ashley, por su amor constante y por aportar equilibrio a mi vida.

A mi familia, por su apoyo y ánimo.

A mis mentores y profesores, por sus conocimientos, educación y amistad.

Ketan M. Patel

Propiedad de Elsevier
Prohibida su reproducción y venta

2

Anatomía y fisiología estructural del sistema linfático

HIROO SUAMI Y AKIRA SHINAOKA

PUNTOS CLAVE

- El conocimiento preciso de la anatomía linfática normal de las extremidades superiores e inferiores puede permitir a los profesionales distinguir los cambios estructurales que se producen en el linfedema.
- La anatomía linfática en el linfedema varía sustancialmente con el deterioro de los vasos colectores linfáticos superficiales.
- El linfedema puede estar causado por la restricción del flujo de salida de la vía original a través de la axila o la región inguinal y no siempre se asocia con cambios en las vías de drenaje linfático hacia otras regiones.

Introducción

Un mejor conocimiento de la anatomía del sistema linfático proporciona a los profesionales la información fundamental necesaria para diagnosticar con precisión el linfedema y seleccionar la opción quirúrgica adecuada para cada paciente. Por lo tanto, los cirujanos que trabajan con el sistema linfático deben comprender la anatomía linfática normal, así como los cambios que se producen en el linfedema.

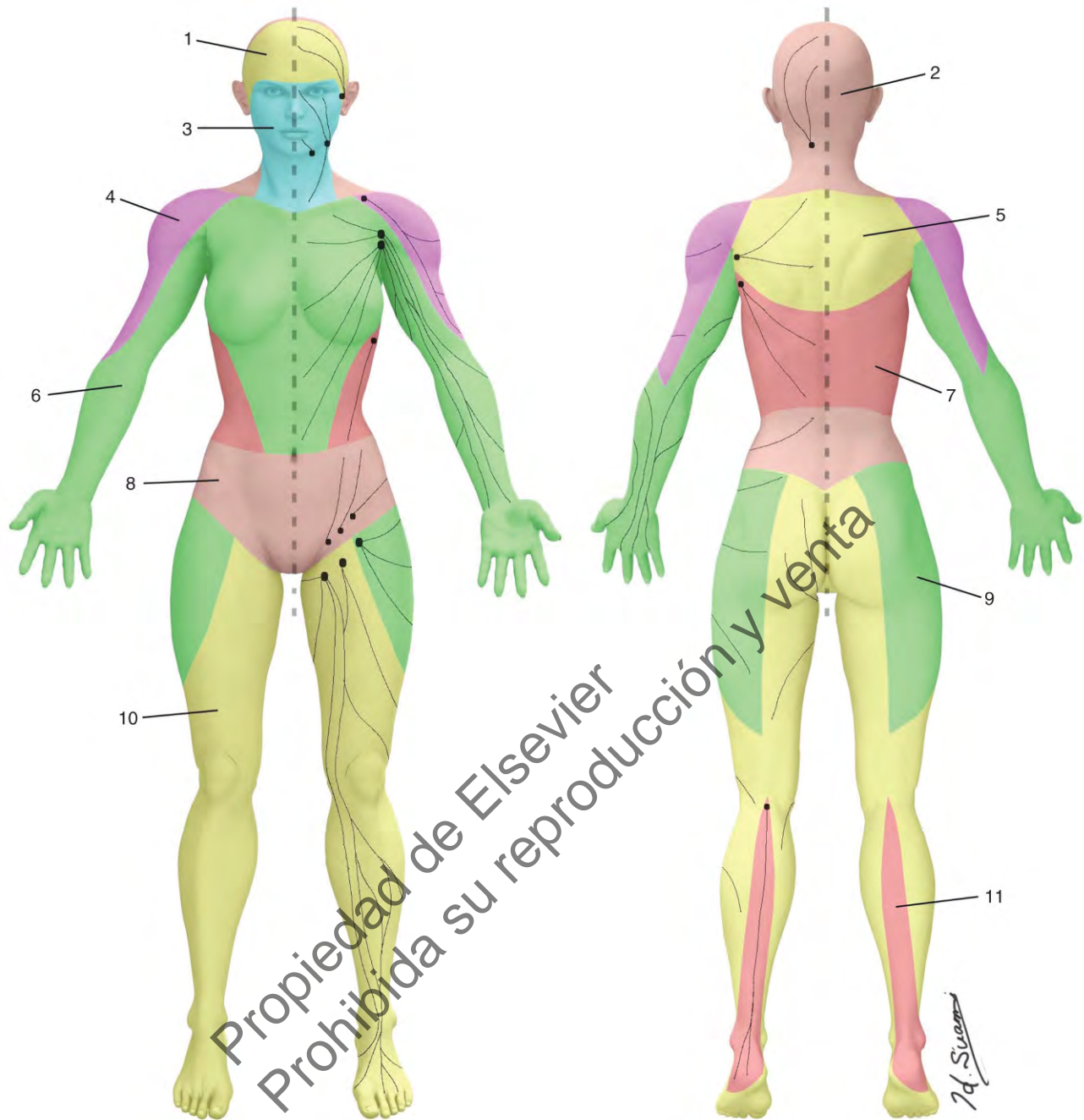
El sistema linfático es claramente diferente del sistema vascular, y nuestros conocimientos convencionales sobre el sistema vascular no ayudan a comprenderlo. Por ejemplo, el sistema linfático no tiene un órgano de bombeo como el corazón. En su lugar, el líquido linfático es impulsado de forma extrínseca por el movimiento muscular e intrínseca por la contracción peristáltica de los vasos colectores de la linfa. La sangre circula a través de los sistemas arterial y venoso y se perfunde por todo el cuerpo, mientras que el líquido linfático se produce en los tejidos periféricos y se transfiere a través del sistema linfático para volver al sistema circulatorio sanguíneo.

La ley de Starling es el principio básico que rige la regulación del intercambio de fluidos en el organismo¹. La ley de Starling tradicional se ha modificado recientemente debido a los nuevos conocimientos sobre la función de la capa de glucocaliz endotelial². La ecuación de Starling revisada sugiere que el líquido filtrado regresa al sistema circulatorio principalmente a través de los linfáticos porque no es posible la reabsorción a través de los capilares sanguíneos y las vénulas. Por lo tanto, se considera que la causa principal del edema tisular es el resultado de una disfunción linfática.

La anatomía normal de los linfáticos se ha investigado a lo largo de tres siglos desde el desarrollo del método de mercurio en el siglo XVII³. Su uso en las preparaciones anatómicas y su percepción como material anatómico evolucionaron con el conocimiento de los sistemas circulatorio y linfático⁴. Sin embargo, el mercurio se abandonó posteriormente

para su uso en estudios anatómicos debido a su toxicidad. El autor (HS) desarrolló la técnica de microinyección para demostrar los linfáticos en preparaciones de cadáveres⁵. Este método utiliza peróxido de hidrógeno para insuflar los vasos linfáticos e identificarlos, tras lo cual se canula una aguja fina en los vasos y se inyecta un colorante o un contraste radiológico para permitir su visualización. En los últimos tiempos, la linfografía fluorescente con verde de indocianina (VIC) se ha utilizado para demostrar los linfáticos no solo en pacientes con linfedema, sino también en cadáveres⁶. Este nuevo método de imagen proporciona mayores datos de imagen y promueve una mayor comprensión de los cambios anatómicos que se producen en el linfedema. Basándonos en los hallazgos anatómicos de los autores, los datos de linfografía con VIC y los diagramas de archivo de materiales históricos, propusimos un nuevo concepto anatómico denominado «linfosoma», que delimita la piel en territorios linfáticos separados^{7,8}. Cada territorio linfático se define por la noción de que varios vasos linfáticos superficiales forman un grupo que conecta con los ganglios linfáticos de primer nivel (centinela) (fig. 2.1).

La comprensión de la anatomía linfática normal es de vital importancia para los profesionales porque proporciona los datos de imagen de referencia necesarios para distinguir las estructuras anatómicas alteradas que se observan en el linfedema. Sin embargo, la anatomía normal en sí misma no es suficiente para interpretar los datos de imagen en el linfedema, ya que otros factores como la linfangiogénesis, el reflujo dérmico y otros cambios estructurales se asocian siempre al linfedema. La anatomía linfática cambia después de la disección de los ganglios linfáticos, y el cuerpo intenta mantener el drenaje linfático de varias maneras diferentes. Los cambios anatómicos no se producen solo en el lugar de la cirugía, sino que también pueden ocurrir en cualquier zona en situación distal a los vasos linfáticos que conectan con los ganglios extirpados. En este capítulo describimos la anatomía linfática normal de las extremidades y presentamos los cambios anatómicos que se producen en el linfedema.



• **Fig. 2.1** Linfosomas del cuerpo. Los territorios linfáticos se delimitan según sus correspondientes ganglios linfáticos: 1. temporal, 2. occipital, 3. submentoniano, 4. infraclavicular, 5. subescapular, 6. axilar lateral, 7. pectoral, 8. inguinal superficial, 9. inguinal lateral, 10. inguinal inferior, 11. poplíteo. (Por cortesía de Hiroo Suami, MD, PhD.)

Anatomía linfática normal de las extremidades superiores

Los linfáticos de la extremidad superior se originan en los dedos y la palma de la mano (fig. 2.2). Los capilares linfáticos y los precolectores situados en la piel se unen para formar los vasos colectores linfáticos en el tejido subcutáneo (fig. 2.3). Tal y como explicó Kubik, cada vaso colector tiene una estrecha franja independiente del territorio cutáneo⁹. Por lo tanto, el trazador linfático para las pruebas de imagen debe inyectarse en múltiples sitios circunferenciales si se desea obtener una visión completa de los linfáticos¹⁰. Si solo se seleccionan uno o dos lugares para la inyección del trazador, el examinador puede pasar por alto la

identificación de los vasos linfáticos afectados que se originan en otros sitios. Se ha comentado antes que los linfáticos difieren sustancialmente entre las personas, pero no hay ninguna evidencia anatómica que apoye esta afirmación y no es exacta. Existen algunas variaciones anatómicas interpersonales, pero la anatomía linfática normal es uniforme en cuanto a la relación entre los vasos colectores y sus correspondientes ganglios linfáticos.

Los linfáticos de la extremidad superior drenan principalmente hacia dos vías posibles: hacia la axila o hacia los ganglios claviculares. El sistema linfático está separado en linfáticos superficiales y profundos por la fascia profunda. Los linfáticos superficiales conectan con uno o dos ganglios linfáticos dominantes en la axila (ganglio/s centinela del brazo)¹¹. Los linfáticos profundos discurren a lo largo de las arterias

principales y conectan con los ganglios axilares. Los vasos linfáticos colectores que conectan con los ganglios claviculares fueron descritos por separado por Mascagni¹² y Sappey¹³. Más recientemente, Kubik denominó a esta vía «el fascículo lateral». Describió la importancia potencial del fascículo lateral en la prevención del linfedema, porque esta vía es independiente de la vía axilar y puede conservarse tras la disección de los ganglios axilares⁹. El estudio de disección en cadáveres de Leduc y cols. mostró que el fascículo lateral estaba presente en la extremidad superior en el 36% de las personas¹⁴.

En la **figura 2.4** se muestran fotografías de disección y diagramas esquemáticos de las vías de drenaje linfático en la extremidad superior. Los sistemas superficial y profundo son independientes entre sí en la mayoría de las zonas, pero una variación anatómica presenta una conexión natural entre ellos en la parte medial del codo. La vena basilica discurre a lo largo de la parte frontal medial del antebrazo y atraviesa la fascia profunda en la zona medial del codo en su recorrido para conectarse con la vena braquial en la parte superior del brazo. Varios vasos colectores superficiales discurren a veces a lo largo de la vena basilica y se convierten en vasos colectores linfáticos profundos en la parte superior del brazo (v. **fig. 2.4B**). Estos vasos suelen pasar por los ganglios linfáticos epitrocleares (pequeños ganglios linfáticos inter-



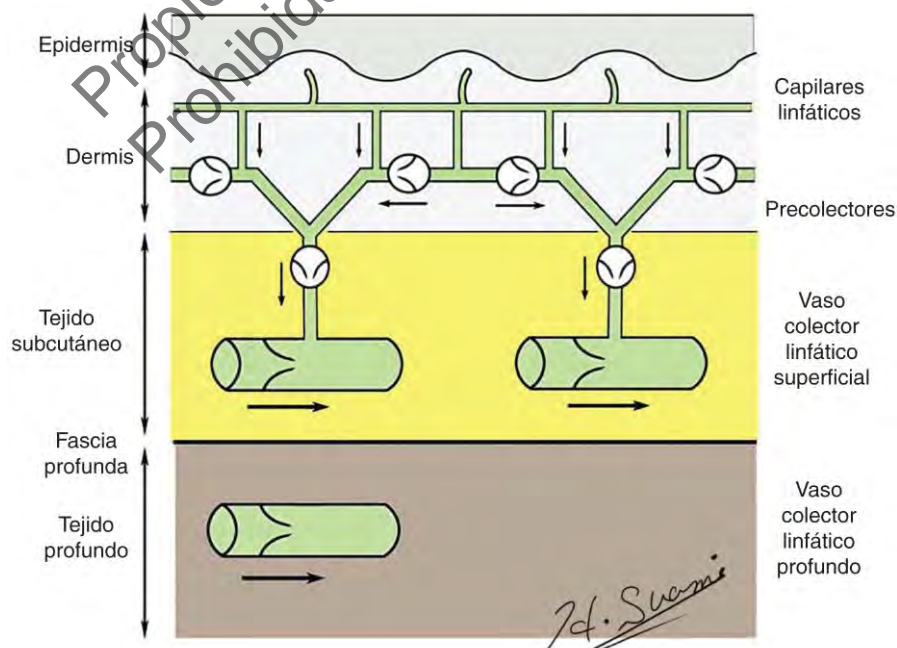
• **Fig. 2.2** Fotografía de una mano de cadáver con tinte inyectado en los vasos colectores superficiales.

medios en la fosa cubital). Si los ganglios epitrocleares se identifican mediante pruebas de imagen linfáticas, el examinador debe considerar que los vasos eferentes de los ganglios se han transformado en vasos linfáticos profundos. Esta variación anatómica puede servir como vía de derivación cuando se realiza una biopsia del ganglio centinela o una disección del ganglio de nivel 1 para el tratamiento del cáncer de mama o de piel. Los vasos linfáticos profundos discurren a lo largo de la vena axilar, y los cirujanos oncológicos no suelen esqueletizar la vena axilar para no alterarlos. Sus correspondientes ganglios linfáticos se sitúan más centrados en la axila, lejos del (los) ganglio(s) centinela del brazo.

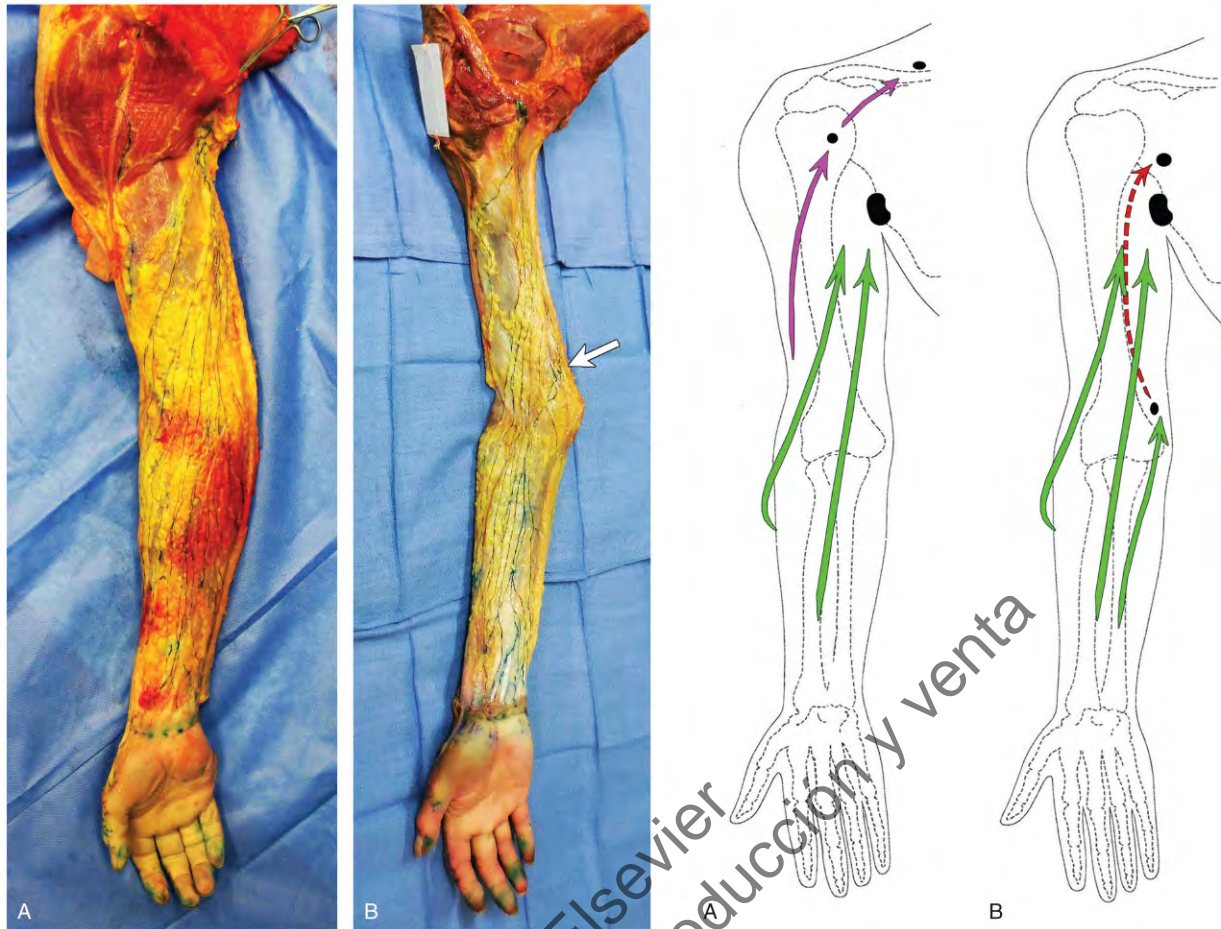
Cambios anatómicos de los linfáticos del brazo en el linfedema

La presencia de reflujo dérmico es un indicador clave en las pruebas de imagen para diagnosticar el linfedema. El reflujo dérmico está causado por la restricción del flujo anterógrado en los vasos colectores linfáticos. Se caracteriza por el reflujo de líquido linfático desde los vasos colectores de la linfa hacia la piel y la dilatación de los capilares linfáticos y los precolectores en la piel. El contenido de agua de la piel en la zona de reflujo dérmico es mayor que en la piel no afectada, por lo que este cambio anatómico puede determinarse de forma no invasiva midiendo el contenido de agua de la piel (**fig. 2.5**). Aunque los pacientes con linfedema refieren molestias y sensación de plenitud en las zonas de reflujo dérmico como síntomas adversos, el reflujo dérmico desempeña un papel importante al crear rutas funcionales alternativas para transferir el líquido linfático cuando los vasos linfáticos superficiales se estrechan. El reflujo dérmico forma un puente entre los vasos linfáticos obstruidos y permeables en el linfedema de leve a moderado (p. ej., estadios I o II de la Sociedad Internacional de Linfología [ISL, International Society of Lymphology]) y sirve como ruta alternativa para transportar líquido linfático cuando la mayoría de los vasos colectores linfáticos se han deteriorado (p. ej., estadio III de la ISL) (**fig. 2.6**)¹⁵.

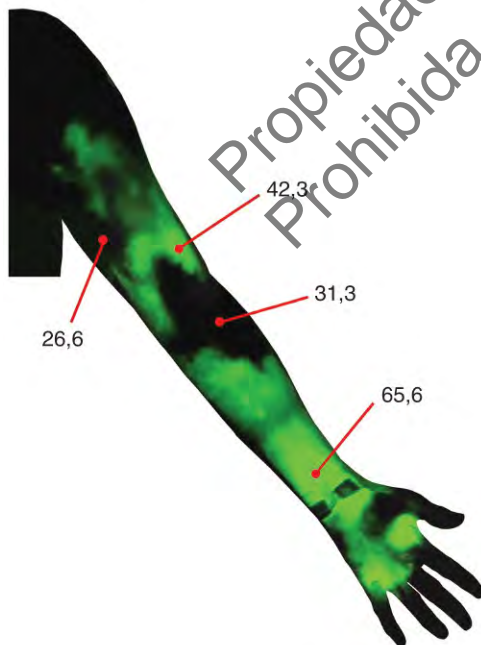
La fisiopatología del linfedema se define como el desequilibrio entre la producción de líquido linfático (flujo de entrada) y la eliminación (flujo de salida), de modo que el flujo de entrada supera al de salida.



• **Fig. 2.3** Diagrama esquemático del sistema linfático. (Por cortesía de Hiroo Suami, MD, PhD.)



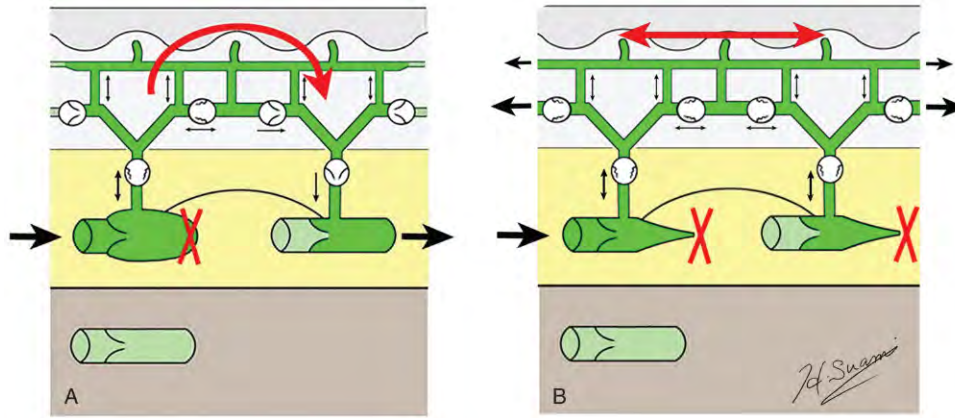
• **Fig. 2.4** Fotografías de disección y diagramas esquemáticos que muestran las vías de drenaje linfático en la extremidad superior. (A) Vías de acceso a los ganglios axilares (verde) y claviculares (púrpura). (B) Vías de acceso al ganglio axilar a través de los vasos colectores superficiales (verde) y a través de los vasos colectores profundos (rojo) que pasan por el ganglio epitroclear (flecha).



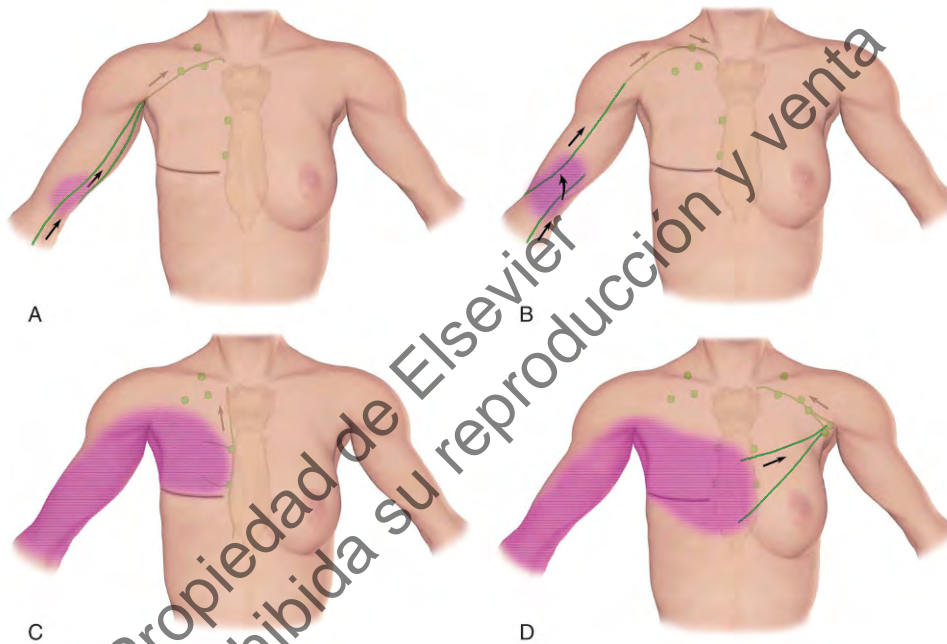
• **Fig. 2.5** Medición del contenido de agua de la piel en las zonas de reflujo dérmico y no dérmico como se muestra con la linfogammagrafía con verde de indocianina en una extremidad superior linfedematosa. El contenido de agua de la piel en la zona de reflujo dérmico es mayor que en la piel no afectada.

Sin embargo, la información anatómica sobre el linfedema sigue siendo muy limitada a la hora de explicar cómo se desarrolla esta afección. Los cirujanos especializados en cáncer suelen explicar a las pacientes el linfedema relacionado con el cáncer de mama (LRCM) como la obstrucción del drenaje linfático hacia la axila debido a la disección de los ganglios axilares. Nuestros datos de las pruebas de imagen clínicas con VIC en pacientes con LRCM indican que la axila ipsilateral sigue funcionando como la principal vía de drenaje tras la disección de los ganglios axilares¹⁶. Por lo tanto, recomendamos que la fisiopatología del linfedema se explique a las pacientes como un drenaje linfático insuficiente causado por la restricción del flujo de salida en la zona operada, y no como un bloqueo completo del drenaje linfático hacia la axila.

La linfografía con VIC, la linfangiografía y la linfogammagrafía han identificado cuatro patrones de drenaje linfático en el linfedema de las extremidades superiores, hacia la región axilar ipsilateral, la región clavicular, la región paraesternal o la región axilar contralateral (fig. 2.7)¹⁶. Encontramos que las áreas de reflujo dérmico están claramente delimitadas en las extremidades linfedematosas, comenzando como pequeñas áreas localizadas sobre los vasos linfáticos comprometidos en el linfedema precoz. El área de reflujo dérmico aumenta en el linfedema avanzado cuando los vasos linfáticos están más dañados⁸. La posibilidad de identificar el área de reflujo dérmico en el linfedema ayudaría a los cirujanos a especificar el lugar o lugares en los que debería considerarse la intervención quirúrgica, así como a guiar a los terapeutas del linfedema en la aplicación del drenaje linfático manual hacia las vías de drenaje linfático alteradas.



• **Fig. 2.6** Diagramas esquemáticos que muestran los cambios estructurales en el linfedema. (A) El reflujo dérmico forma un puente entre los vasos linfáticos obstruidos y los permeables (A), y el reflujo dérmico sirve como vía sustitutiva para transportar el líquido linfático tras el deterioro de los vasos colectores superficiales (B). (Por cortesía de Hiroo Suami, MD, PhD.)



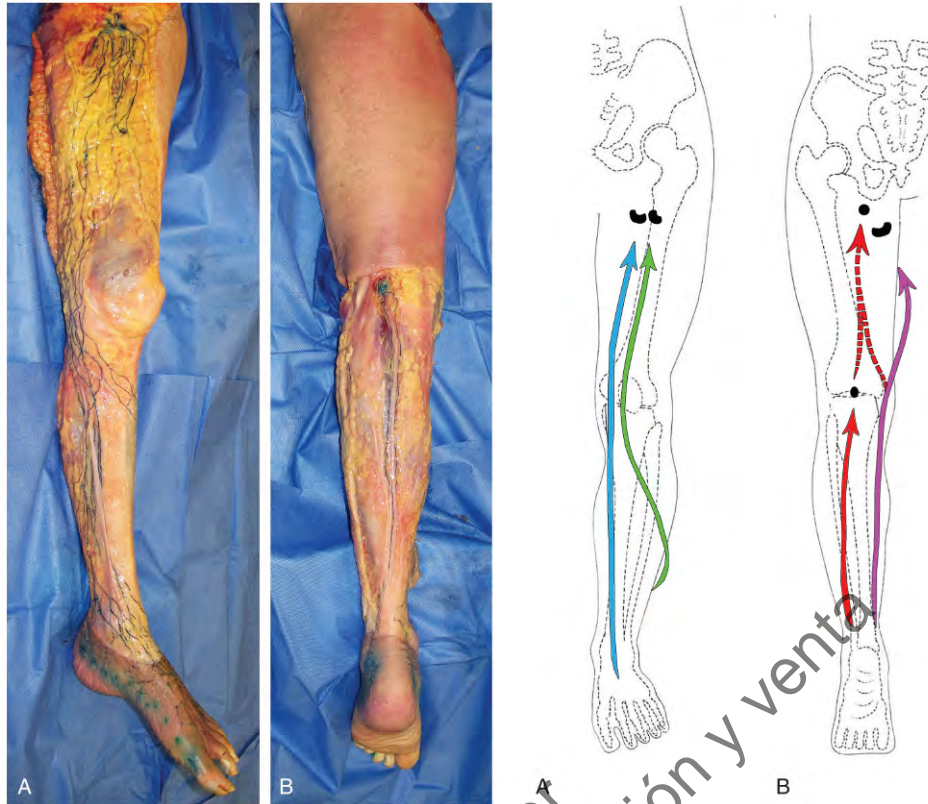
• **Fig. 2.7** Diagramas esquemáticos que muestran los patrones de drenaje linfático en el linfedema de la extremidad superior. (A) Región axilar ipsilateral. (B) Región claviclar. (C) Región paraesternal. (D) Región axilar contralateral. (Tomado de Suami H, Koelmeyer L, Mackie H, et al. Patterns of lymphatic drainage after axillary node dissection impact arm lymphoedema severity: a review of animal and clinical imaging studies. *Surg Oncol.* 2018;27:743-750, con autorización.)

Anatomía linfática normal de las extremidades inferiores

Los linfáticos de la extremidad inferior se dividen en los sistemas superficial y profundo de la misma manera que en la extremidad superior. Ambos sistemas suelen ser independientes entre sí en una anatomía normal en la que no hay linfedema. Su causa principal es la disfunción del sistema linfático superficial, por lo que este sistema es el área principal de investigación del linfedema. La investigación de los estudios anatómicos del sistema linfático profundo es muy limitada, pero se pueden encontrar materiales de referencia en los capítulos de los libros escritos por Kutsuna¹⁷, Kubik¹⁸ y Delamere¹⁹.

Los linfáticos superficiales se originan en los capilares linfáticos de los dedos del pie y de la región plantar. Convergen para formar vasos colectores linfáticos en el tejido subcutáneo. Los vasos colectores linfáticos superficiales pueden verse en dos trayectos, que discurren a lo

largo de la vena safena mayor y se conectan con los ganglios linfáticos inguinales, y a lo largo de la vena safena menor y se conectan con los ganglios linfáticos poplíteos (fig. 2.8). Sappey describió el grupo linfático de la safena mayor y lo dividió en dos subgrupos: el grupo medial y el grupo lateral. Aunque Sappey no mencionó la relación anatómica entre estos dos grupos, nosotros observamos que los vasos linfáticos de estos grupos eran independientes y no tenían conexiones entre ellos. En nuestro estudio de disección, comprobamos que los vasos linfáticos colectores del grupo de la vena safena mayor en la parte inferior de la pierna se dividían a su vez en tres subgrupos: los grupos anteromedial, posteromedial y anterolateral (fig. 2.9)^{20,21}. En total, incluido el grupo posterolateral (safena menor), se identificaron cuatro grupos distintos de vasos linfáticos colectores en la parte inferior de la pierna (fig. 2.10). Los vasos linfáticos del grupo anteromedial discurrían a lo largo de las ramas axiales de la vena safena mayor, y los del grupo posteromedial discurrían a lo largo del tronco principal



• **Fig. 2.8** Fotografías de disección y diagramas esquemáticos que muestran las vías de drenaje linfático en la extremidad inferior. Vistas frontal (A) y posterior (B): vía anteromedial (azul), vía anterolateral (verde), vía posteromedial (púrpura) y vía posterolateral (rojo).

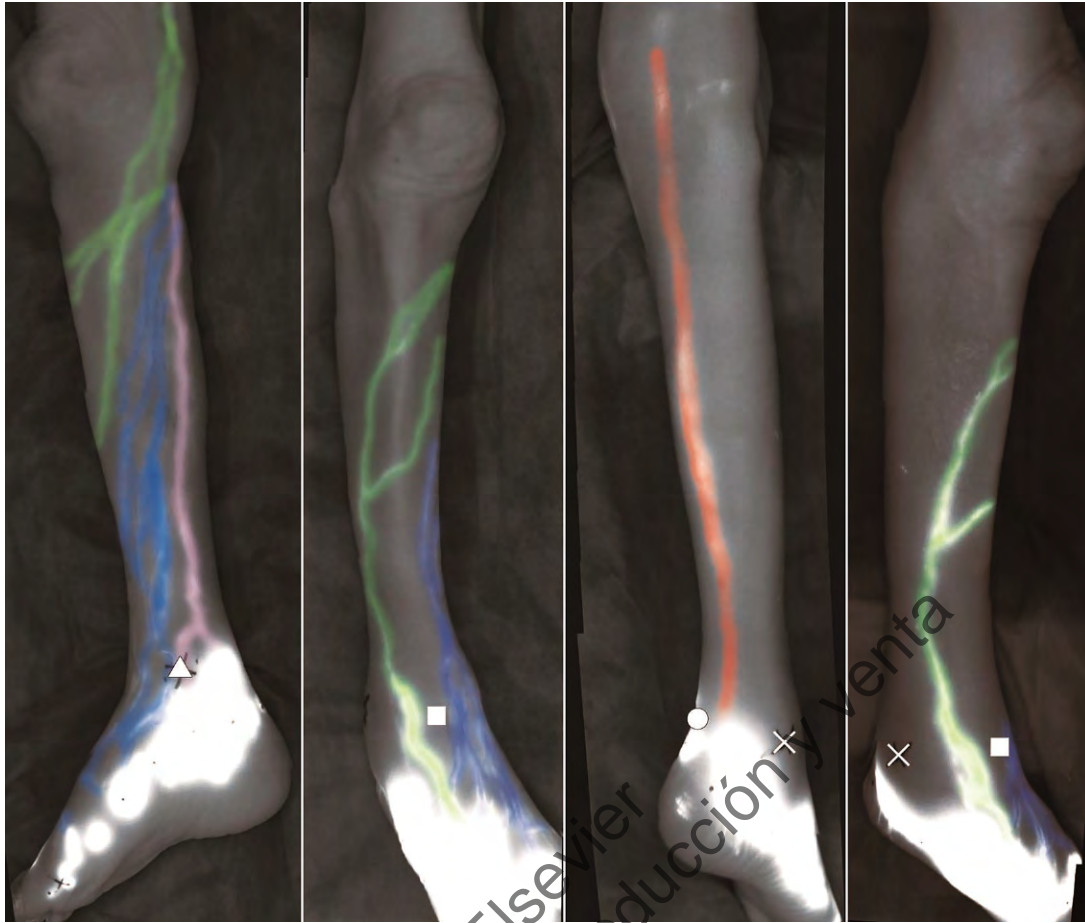
de la vena safena mayor, que tiene una situación más profunda que el grupo anteromedial. El grupo anteromedial permaneció siempre en la capa superficial y no se encontró ninguna conexión con los linfáticos profundos. Sin embargo, el grupo posteromedial se conectaba ocasionalmente con los linfáticos profundos en la región medial distal del muslo (v. fig. 2.8B). Los linfáticos profundos de la extremidad inferior conectaban con los ganglios inguinales profundos. Esta variación anatómica entre los linfáticos superficiales y los profundos en la región medial del muslo es importante porque puede servir como derivación para preservar el drenaje linfático cuando dicho drenaje hacia los ganglios inguinales superficiales está comprometido tras la disección de los ganglios inguinales superficiales.

Los vasos colectores linfáticos del grupo posterolateral discurrían a lo largo de la vena safena menor y conectaban con los ganglios linfáticos poplíteos. Esta vía se encontró sistemáticamente en más del 90% de las piernas normales. Se identificaron sistemáticamente uno o dos ganglios poplíteos superficiales en el hueco poplíteo. Los vasos linfáticos eferentes de los ganglios poplíteos discurrían verticalmente hacia abajo para convertirse en los linfáticos profundos.

En resumen, se identificaron cuatro grupos linfáticos superficiales distintos en la parte inferior de la pierna. Considerando la aplicación clínica del mapeo linfático, la relación entre cada grupo linfático y su correspondiente ganglio centinela (es decir, el linfosoma) adquiere importancia porque permite identificar qué ganglios linfáticos y qué grupo(s) de vasos linfáticos está(n) afectado(s). Por ejemplo, un mapeo linfático preciso puede revelar por qué una biopsia del ganglio centinela para el cáncer de piel en la pierna puede causar linfedema y también puede demostrar cómo evitar el desarrollo de linfedema en la zona donante cuando se selecciona el ganglio inguinal como colgajo de transferencia de ganglios linfáticos²¹. Entre 10 y 20 ganglios linfáticos se encuentran en la región inguinal superficial. Se ha sugerido en



• **Fig. 2.9** Fotografía de disección de la región inguinal derecha. Vasos colectores superficiales y ganglios linfáticos (puntas de flecha) con colores: vía anteromedial (azul), vía anterolateral (verde) y vía posteromedial (rojo).



• **Fig. 2.10** Imágenes de linfografía con verde de indocianina en una pierna de cadáver que muestran cuatro vías diferentes. Vía anteromedial (azul), vía anterolateral (verde), vía posteromedial (púrpura) y vía posterolateral (rojo).

estudios clínicos previos sobre el mapeo del ganglio centinela para el cáncer genital y el melanoma en la pierna una correlación específica entre el lugar de la neoplasia maligna y la localización de los ganglios centinela en la región inguinal superficial^{22,23}. Así pues, es factible concluir que varios ganglios linfáticos específicos de los ganglios inguinales superficiales funcionarían como un ganglio centinela que recibe el flujo linfático de sus correspondientes territorios linfáticos cutáneos (infosomas).

Cambios anatómicos de los linfáticos de la pierna en el linfedema

La anatomía linfática normal de la extremidad inferior cambia significativamente en el linfedema. Después de que algunas vías se hayan visto comprometidas por la disección de los ganglios linfáticos o el deterioro de los ganglios linfáticos inguinales en el linfedema primario, se forman vías alternativas para mantener el drenaje linfático. En varios artículos que utilizan imágenes linfáticas se han descrito los cambios anatómicos que se producen en el linfedema. Kinmonth aplicó la linfangiografía a pacientes con linfedema primario de pierna y los clasificó en dos categorías: proliferativos y aplásicos²⁴. En las exploraciones de linfogammagrafía, la identificación de los ganglios linfáticos poplíteos en la extremidad afectada es uno de los criterios para diagnosticar la disfunción linfática, ya que los ganglios poplíteos no se identifican normalmente mediante la inyección en la red de los dedos²⁵. Nosotros hemos planteado la hipótesis de que los ganglios poplíteos se identificaron mediante la inyección en los espacios



• **Fig. 2.11** Imagen de linfografía con verde de indocianina en un paciente con linfedema unilateral de la pierna tras una disección de ganglio inguinal. La vía de drenaje linfático en la pierna izquierda afectada cambió de la región inguinal ipsilateral a la región inguinal contralateral (flecha).

interdigitales del pie cuando las vías linfáticas de la safena mayor estaban comprometidas y la vía de drenaje linfático se redirigió para conectar con la vía posterolateral. El grupo de Maegawa y cols. utilizó la linfogammagrafía para clasificar la gravedad del linfedema de la pierna²⁶. Sus hallazgos indicaron que el deterioro de los vasos linfáticos comenzó alrededor de la región inguinal y se extendió distalmente

a medida que el linfedema progresaba. Concluyeron que los vasos linfáticos acababan desapareciendo cuando el linfedema grave se manifestaba en estado avanzado.

La linfografía con VIC mostró a menudo alteraciones en la vía de drenaje linfático en el linfedema de la pierna. Cuando los pacientes sufrían una inflamación genital unilateral asociada al linfedema, nosotros identificamos una vía de drenaje linfático alterada desde la región inguinal ipsilateral a la región inguinal contralateral (fig. 2.11). Esta nueva vía estaba formada por un reflujo dérmico y/o vasos linfáticos regenerados. El cruce en la línea media se localizaba a un nivel bajo,

delante de la síntesis del pubis, y descubrimos que los pacientes con linfedema de pierna que tenían esta vía alternativa solían presentar linfedema genital o abdominal inferior. El drenaje a la región axilar ipsilateral se identificó como otra vía alternativa. Sin embargo, esta variación fue poco frecuente y solo puede desarrollarse en casos de linfedema bilateral de la pierna en los que las vías de drenaje intrapélvico están restringidas bilateralmente. Los cambios en las vías de drenaje linfático en el linfedema de la pierna no han atraído mucha atención hasta la fecha, por lo que las investigaciones adicionales en este campo podrían arrojar luz sobre la fisiopatología del linfedema.

Resumen

Todavía no se dispone de libros de texto sobre la anatomía y la fisiología estructural de los linfáticos. Los diagramas de archivo de la anatomía linfática normal en materiales históricos y los estudios anatómicos que se están realizando actualmente proporcionan una mejor comprensión de la anatomía linfática normal. Sin embargo, la cantidad de datos de las pruebas de imagen de linfedema que muestran estructuras anatómicas alteradas sigue aumentando a medida

que se desarrollan nuevas técnicas de imagen. Los autores subrayan que el conocimiento de la anatomía linfática normal es esencial para que los profesionales puedan distinguir los cambios estructurales en el linfedema. Sin embargo, un mayor conocimiento sobre cómo cambian los linfáticos en el linfedema es esencial para desarrollar un plan de tratamiento integral del linfedema que incluya componentes tanto conservadores como quirúrgicos.

Bibliografía

- Starling EH. On the absorption of fluids from connective tissue spaces. *J Physiol*. 1896;19:321-326.
- Levick JR, Michael CC. Microvascular fluid exchange and the revised Starling principle. *Cardiovasc Res*. 2010;87:198-210.
- Mayerson HS. Three centuries of lymphatic history—an outline. *Lymphology*. 1969;2:143-150.
- Hendriksen MM. Anatomical mercury: changing understandings of quicksilver, blood, and the lymphatic system, 1650-1800. *J Hist Med Allied Sci*. 2015;70:516-548.
- Suami H, Taylor GI, Pan WR. A new radiographic cadaver injection technique for investigating the lymphatic system. *Plast Reconstr Surg*. 2005;115:2007-2013.
- Shinaoka A, Koshimune S, Yamada K, et al. A fresh cadaver study on indocyanine green fluorescence lymphography: a new whole-body imaging technique for investigating the superficial lymphatics. *Plast Reconstr Surg*. 2018;141:1161-1164.
- Suami H. Lymphosome concept: anatomical study of the lymphatic system. *J Surg Oncol*. 2017;115:13-17.
- Suami H, Scaglioni M. Anatomy of the lymphatic system and the lymphosome concept with reference to lymphoedema. *Semin Plast Surg*. 2018;32:5-11.
- Kubik S. The role of the lateral upper arm bundle and the lymphatic watersheds in the formation of collateral pathways in lymphedema. *Acta Biol Acad Sci Hung*. 1980;31:191-200.
- Shinaoka A, Koshimune S, Yamada K, et al. Correlations between tracer injection sites and lymphatic pathways in the leg: a near-infrared fluorescence lymphography study. *Plast Reconstr Surg*. 2019;144:634-642.
- Suami H, Taylor GI, Pan WR. The lymphatic territories of the upper limb: anatomical study and clinical implications. *Plast Reconstr Surg*. 2007;119:1813-1822.
- Mascagni P. *Vasorum Lymphaticorum Corporis Humani Historia et Ichonographia*. Sienne: P. Carli; 1787.
- Sappey PC. *Anatomie, Physiologie, Pathologie des Vaisseaux Lymphatiques consideres chez L'Homme et les Vertebres*. Paris: Adrien Delahaye; 1874.
- Leduc A, Caplan I, Leduc O. Lymphatic drainage of the upper limb, substitution lymphatic pathways. *Eur J Lymphology*. 1993;4:1-18.
- Suami H, Kato S. Anatomy of the lymphatic system and its structural disorders in lymphedema. In: Lee BB, Rockson SG, Bergan J, editors. *Lymphedema: A Concise Compendium of Theory and Practice*. Cham: Springer Nature; 2018. p. 57-78.
- Suami H, Koelmeyer L, Mackie H, et al. Patterns of lymphatic drainage after axillary node dissection impact arm lymphoedema severity: a review of animal and clinical imaging studies. *Surg Oncol*. 2018;27:743-750.
- Kutsura M. *Anatomie des lymphsystems der Japaner*. Tokyo: Kanehara Shuppan Co.; 1968.
- Földi M, Földi E, Stossenreuther, et al. *Földi's Textbook of Lymphology for Physicians and Lymphedema Therapists*. 2nd ed. Munich: Elsevier GmbH; 2006.
- Delamere G, Poirier P, Cuneo B. *The Lymphatics*. Westminster: Archibald Constable & Co. Ltd.; 1903.
- Shinaoka A, Koshimune S, Suami H, et al. Lower-limb lymphatic drainage pathways and lymph nodes: A CT lymphangiography cadaver study. *Radiology*. 2020;294:223-229.
- Scaglioni MF, Suami H. Lymphatic anatomy of the inguinal region in aid of vascularized lymph node flap harvesting. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2015;63:419-427.
- Collarino A, Donswijk ML, van Driel WJ, et al. The use of SPECT/CT for anatomical mapping of lymphatic drainage in vulvar cancer: possible implications for the extent of inguinal lymph node dissection. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2015;42:2064-2071.
- Van der Ploeg IMC, Kroon BBR, Olmos RAV, et al. Evaluation of lymphatic drainage patterns to the groin and implications for the extent of groin dissection in melanoma patients. *Ann Surg Oncol*. 2009;16:2994-2999.
- Kinmonth JB. Primary lymphedema: classification and other studies based on oleo-lymphography and clinical features. *J Cardiovasc Surg*. 1969;10(suppl):65-77.
- Burnand KM, Glass DM, Sundaraiya S, et al. Popliteal node visualization during standard pedal lymphoscintigraphy for a swollen limb indicates impaired lymph drainage. *Am J Roentgenol*. 2011;197:1443-1448.
- Mikami T, Hosono M, Yabuki Y, et al. Classification of lymphoscintigraphy and relevance to surgical indication for lymphaticovenous anastomosis in upper limb lymphedema. *Lymphology*. 2011;44:155-167.