



Kerstin Protz · Joachim Dissemond
Knut Kröger

Kompressions- therapie

Ein Überblick für die Praxis

 Springer

Kompressionstherapie

K. Protz
J. Dissemond
K. Kröger

Kompressionstherapie

Ein Überblick für die Praxis

Mit 152 Abbildungen

Kerstin Protz
Hamburg, Germany

Joachim Dissemond
Universitätsklinikum Essen, Essen, Germany

Knut Kröger
HELIOS Klinikum Krefeld
Klinik für Gefäßmedizin, Krefeld, Germany

ISBN 978-3-662-49743-2 978-3-662-49744-9 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-662-49744-9

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2016

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Speicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag, noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen.

Umschlaggestaltung: deblik Berlin
Fotonachweis Umschlag: © tibanna79, fotolia.com

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer ist Teil von Springer Nature
Die eingetragene Gesellschaft ist Springer-Verlag GmbH Berlin Heidelberg

Geleitwort

Die Phlebologie hat sich in den letzten Jahren rasch weiterentwickelt. Die Thrombosetherapie hat sich durch neue Medikamente dramatisch gewandelt. Die invasive Therapie der Varikose ist durch zahlreiche neu entwickelte Verfahren sehr differenziert geworden. Lymphödeme und Lipödeme sind mehr in das Bewusstsein aller therapeutisch Tätigen gerückt. Basis für die Behandlung in der Phlebologie ist seit vielen Jahren die Kompressionstherapie, die aktuell einen Modernisierungsprozess unterliegt. Trotzdem wird die Kompressionstherapie im Medizinstudium, in der Ausbildung der Pflegenden und der Physiotherapierenden relativ wenig gelehrt. Auch wenn die Kompressionstherapie fester Bestandteil von Facharztausbildungen und Zusatzweiterbildungen ist, besteht doch der Bedarf einer ständigen Aktualisierung des Wissens. Wie die anderen Verfahren in der Phlebologie auch, gab es gerade in den letzten Jahren zahlreiche neue Entwicklungen für den Bereich der Kompressionstherapie. Dies betrifft alle Formen der Kompressionstherapie, insbesondere die Kompressionsbandagen, Kompressionsstrümpfe und intermittierende pneumatische Kompressionstherapie. Das vorliegende Buch gibt einen Überblick über die Kompressionstherapie für die Praxis, um so den differenzierten Einsatz der modernen Kompressionsmittel zu ermöglichen. Unsere phlebologischen Patienten werden sehr davon profitieren.

Prof. Dr. Markus Stücker

Präsident der Deutschen Gesellschaft für Phlebologie

Vorwort

Die Kompressionstherapie wurde bereits in den frühesten Epochen der Menschheitsgeschichte für die Unterstützung von Kraft und Ausdauer genutzt. Erste Beschreibungen der pathophysiologisch orientierten Behandlung von Venenerkrankungen in Form von Kompressionsverbänden in Kornährentechnik finden sich dann im Corpus Hippocraticum, dem berühmten Buch von Hippokrates (ca. 460–377 v. Chr.). In den folgenden knapp 2500 Jahren haben sich die medizinischen Erkenntnisse und Therapieoptionen erheblich weiterentwickelt. Hierbei kamen sehr viele Impulse aus dem deutschsprachigen Raum, was sich beispielsweise in den Eigennamen verschiedener Verbandstechniken wie Pütter, Sigg, Fischer oder Unna widerspiegelt. Trotz dieser sehr langen Tradition der Kompressionstherapie zeigen aktuelle wissenschaftliche Ergebnisse, dass die Versorgungsrealität in Deutschland erschreckend ist. So sind viele der in den letzten 15 Jahren etablierten Therapieoptionen, wie Mehrkomponentensysteme, Ulkus-Strumpfsysteme oder adaptive Kompressionsbandagen der Mehrheit der Therapeuten unbekannt und werden daher viel zu selten genutzt. Auch bei dem Umgang mit bewährten Materialien zeigen sich viele Wissensdefizite und Fehler. Da die Kompressionstherapie immer noch eine nebenwirkungsarme Basis der Behandlung der meisten Patienten mit Ödemen darstellt, erschien es daher sinnvoll, ein Buch für die Verbesserung der praktischen Durchführung der Kompressionstherapie mit den verschiedenen aktuell verfügbaren Therapieoptionen zu erstellen. Unter Berücksichtigung der aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnisse richtet sich dieses Buch somit an alle Beteiligten, die an dem alltäglichen Versorgungsprozess der Behandlung von Patienten mit Kompressionstherapie beteiligt sind. Die Zusammenstellung des Autorteamts mit einer Krankenschwester, einem Angiologen und einem Dermatologen zeigt, dass die anzugehenden Probleme in der Diagnostik und Therapie der Patienten, die einer Kompressionstherapie bedürfen, sehr vielschichtig sein können und daher ein interdisziplinäres und interprofessionelles Team benötigt wird.

In diesem Sinne wünschen wir den Lesern dieses Buches, dass sie bereits bekanntes Wissen auffrischen und neue Erkenntnisse zugewinnen können. Konstruktive Anmerkungen oder Kritik sind ausdrücklich erwünscht und können sehr gerne an die Autoren zurückgemeldet werden.

Knut Kröger, Kerstin Protz, Joachim Dissemmond

Februar 2016



Danksagung

Wir danken Frau Dr. P. H. Kristina Heyer für das Kapitel über den aktuellen Versorgungsstand des Ulcus cruris venosum in Deutschland, das unser Buch um wichtige Aspekte ergänzt. Unser Dank gilt ebenfalls Herrn Jan Hinnerk Timm, der zahlreiche Zeichnungen, Grafiken und Fotos zur Illustration unserer Kapitel beigesteuert und wiederholt nach unseren Vorstellungen überarbeitet hat. Weiterer Dank gebührt Frau Barbara Temme und Herrn Bernd von Hallern für die Unterstützung mit Fotomaterial. Zudem danken wir Herrn Frank Kamperhoff und dem Medical Data Institute (MDI) für die Anregung zu diesem Buchprojekt und die Unterstützung bei der Realisierung.

Die Autoren



Kerstin Protz

Kerstin Protz (geb. 1969) ist examinierte Gesundheits- und Krankenpflegerin und studierte Managerin im Sozial- und Gesundheitswesen. Sie ist Fachautorin, Beraterin und Dozentin im Themenbereich Pflege von Menschen mit chronischen Wunden und im Vorstand des Wundzentrum Hamburg e. V. sowie im Beirat der Initiative Chronische Wunden (ICW) e. V. Kerstin Protz arbeitet als Projektmanagerin Wundforschung im Comprehensive Wound Center (CWC) am Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf. Zudem ist sie Mitglied der Arbeitsgruppe des Deutschen Netzwerks für Qualitätsentwicklung in der Pflege (DNQP) des Expertenstandards »Pflege von Menschen mit chronischen Wunden«.



Prof. Dr. med. Joachim Dissemond

Joachim Dissemond (geb. 1968) ist Facharzt für Dermatologie und Venerologie mit den Zusatzbezeichnungen Allergologie und Sportmedizin. Er ist in der Abteilung für Dermatologie, Venerologie und Allergologie am Universitätsklinikum Essen als Oberarzt tätig. Dort leitet er u. a. die zertifizierte dermatologische Wundambulanz mit dem Schwerpunkt »chronisches Ulcus cruris«. Nachdem er in der Vergangenheit u. a. Vizepräsident der Deutschen Gesellschaft für Wundheilung (DGfW), 1. Vorsitzender der Arbeitsgemeinschaft Wundheilung (AGW) der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft (DDG) und Chefreditor der Zeitschrift Wundheilung war, ist er aktuell Vorstandsmitglied von Wund-DACH (Dachorganisation deutschsprachiger Wundheilungsgesellschaften) sowie der Initiative Chronische Wunden (ICW) e. V.



Prof. Dr. med. Knut Kröger

Knut Kröger (geb. 1962) ist Facharzt für Innere Medizin und Angiologie mit den Zusatzbezeichnungen Hämostaseologie und Sportmedizin. Er leitet die Klinik für Gefäßmedizin an der HELIOS Klinik Krefeld und ist Mitglied im Vorstand der Initiative Chronische Wunden (ICW) e. V. Außerdem ist er Herausgeber der Zeitschrift WundManagement und Council Member der European Wound Management Association (EWMA).



Unter Mitarbeit von

Dr. P. H. Kristina Heyer

Kristina Heyer (geb. 1983) studierte Bachelor of Science in Health Communication (BSc), Master of Public Health (MSc) und promovierte im Studienfach Public Health. Sie arbeitet als wissenschaftliche Projektleiterin am Institut für Versorgungsforschung in der Dermatologie und bei Pflegeberufen (IVDP, Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf). Dort leitet sie die Abteilung Sekundärdaten.

Inhaltsverzeichnis

1	Grundlagen der Phlebologie und Lymphologie	1
	<i>Knut Kröger</i>	
1.1	Einleitung	2
1.2	Das Venensystem	2
1.3	Das Lymphgefäßsystem	3
2	Pathophysiologie des Ulcus cruris venosum	7
	<i>Joachim Dissemond</i>	
3	Abgrenzung des Ulcus cruris venosum zu anderen Differenzialdiagnosen	11
	<i>Joachim Dissemond</i>	
3.1	Ulcus cruris arteriosum	12
3.2	Vaskulitis	13
3.3	Pyoderma gangraenosum	14
3.4	Livedo-Vaskulopathie	14
3.5	Kalziphylaxie	15
3.6	Necrobiosis lipoidica	15
3.7	Neoplasien	16
3.8	Kutane Artefakte	16
4	Indikationen und Kontraindikationen der Kompressionstherapie	19
	<i>Knut Kröger, Joachim Dissemond, Kerstin Protz</i>	
4.1	Knöchel-Arm-Druck-Index (KADI)	20
4.2	Absolute Kontraindikationen	21
4.3	Relative Kontraindikationen	21
5	Grundlagen und Wirkweise der Kompression	23
	<i>Kerstin Protz</i>	
6	Materialien der Kompressionstherapie	27
	<i>Kerstin Protz</i>	
6.1	Bindentypen und Polstermaterialien	29
6.1.1	Kurzzugbinden	29
6.1.2	Langzugbinden	30
6.1.3	Zinkleimbinden	30
6.1.4	Polstermaterialien	30
6.1.5	Fertigbinden-/Mehrkomponentensysteme	31
6.2	Kompressionsdruck	34
6.3	Ulkus-Strumpfsysteme und medizinische Kompressionsstrümpfe	34
6.3.1	Ulkus-Strumpfsysteme	35
6.3.2	Medizinische Kompressionsstrümpfe	37
6.3.3	Vermessung von MKS	39
6.3.4	RAL-Gütezeichen	40
6.3.5	Kompressionsklassen	41

7	An- und Ausziehhilfen	43
	<i>Kerstin Protz</i>	
7.1	Versorgungsmöglichkeiten	45
7.1.1	Gestelle	45
7.1.2	Gleiter	45
8	Intermittierende pneumatische Kompressionstherapie	49
	<i>Kerstin Protz</i>	
8.1	Funktion und Wirkweise	51
8.2	Geräte und Manschetten	52
8.3	Anwendungsempfehlungen	52
8.4	Verordnung	54
9	Neue Entwicklungen in der Kompressionstherapie	55
	<i>Joachim Dissemond</i>	
9.1	Adaptive Kompressionsbandagen	56
9.2	Zweiteiliges Kompressions-Kit mit Klettfixierungen	56
9.3	Hybridsysteme	56
10	Entstauungsphase und Erhaltungsphase	59
	<i>Kerstin Protz</i>	
11	Grundlagen der Kompressionsbandagierung mit Kurzzugbinden	63
	<i>Kerstin Protz</i>	
11.1	Praktische Durchführung der Kompressionsbandagierung	64
11.2	Polsterung	66
11.3	Zehenbandagierung	67
11.4	Beispiele für Bandagierungstechniken – Pütter und Sigg	68
11.4.1	Kompressionsbandagierung nach Sigg	68
11.4.2	Kompressionsbandagierung nach Pütter	68
12	Kompressionsdruckmessung	71
	<i>Kerstin Protz</i>	
12.1	Druckmessgeräte	72
12.2	Druckmesspunkt B1	72
12.3	Druckmessung	73
13	Materialpflege	75
	<i>Kerstin Protz</i>	
13.1	Strumpfpflege	76
13.2	Bindenpflege	76
13.3	Pflege von adaptiven Kompressionsbandagen	77
14	Risiken, Komplikationen und häufige Fehler bei der Kompressionstherapie	79
	<i>Kerstin Protz</i>	
14.1	Hautkomplikationen	80
14.2	Komplikationen durch falsche Kompressionsanlage oder -passform	81
14.3	Sonstige Komplikationen durch die Kompressionstherapie	85

15	Thromboseprophylaxe	87
	<i>Knut Kröger</i>	
15.1	Mobiler Patient mit Kompressionsbandagierung bzw. -bestrumpfung	88
15.2	Chirurgische Therapie des Ulcus cruris venosum	89
15.3	Medizinische Kompressionsstrümpfe (MKS)	89
15.4	Medizinische Thromboseprophylaxestrümpfe (MTPS)	90
16	Lymphödem und Lymphtherapie	91
	<i>Knut Kröger</i>	
16.1	Einleitung	92
16.2	Klinische Einteilung	92
16.3	Diagnostik	93
16.4	Therapie des Lymphödems	93
16.4.1	Komplexe physikalische Entstauung	93
16.4.2	Lymphdrainage	94
16.4.3	Kompressionstherapie	94
16.4.4	Intermittierende pneumatische Kompressionstherapie	95
16.4.5	Limitationen	95
16.4.6	Medikamentöse und chirurgische Maßnahmen	96
17	Kompressionstherapie bei peripherer arterieller Verschlusskrankheit	97
	<i>Knut Kröger</i>	
17.1	Definition der pAVK	98
17.2	Diagnostik der pAVK	98
17.3	Grenzwerte für die Kompressionstherapie	99
17.4	Möglichkeiten der Kompressionstherapie bei einem Ulcus cruris mixtum	99
18	Verordnung von medizinischen Kompressionsstrümpfen	101
	<i>Kerstin Protz</i>	
18.1	Verordnungsrelevante Angaben auf dem Rezept	102
18.2	Besonderheiten	103
19	Prävention und Rezidivprophylaxe	105
	<i>Knut Kröger</i>	
19.1	Progression der chronisch venösen Insuffizienz	106
19.2	Konsequente Kompressionstherapie	106
19.3	Begleitende Maßnahme	106
20	Unterstützende Maßnahmen/Adjuvante Therapie	109
	<i>Joachim Dissemond, Kerstin Protz</i>	
20.1	Venensport	110
20.2	Medikamentöse Therapie bei Venenerkrankungen	112
20.3	Hautpflege	113
21	Edukation	117
	<i>Kerstin Protz</i>	
21.1	Was ist Edukation	118
21.2	Compliance und Adhärenz	118

21.3	Patientenperspektive	118
21.4	Durchführung der Edukation	119
21.5	Inhalte der Edukation	119
21.5.1	Bekleidung	120
21.5.2	Hautpflege	121
21.5.3	Venensport	121
21.5.4	Schmerzen	121
21.5.5	Umgang mit Kompressionstrümpfen und -binden	122
21.5.6	An- und Ausziehhilfen	122
22	Aktueller Versorgungsstand des Ulcus cruris venosum in Deutschland . . .	123
	<i>Kristina Heyer</i>	
	Serviceteil	129
	Anhang: Tabellenüberblick – Kompressionsmaterialien	130
	Weiterführende Literatur und Kontaktadressen	138
	Stichwortverzeichnis	141

Grundlagen der Phlebologie und Lymphologie

Knut Kröger

- 1.1 Einleitung – 2
- 1.2 Das Venensystem – 2
- 1.3 Das Lymphgefäßsystem – 3

1.1 Einleitung

Neben den Arterien stellen die Venen und die Lymphgefäße die wichtigen Leitstrukturen für den Kreislauf dar. Die gesamte Blutmenge, die das arterielle Gefäßsystem in den Körper hinein transportiert (etwa 5 l pro Minute oder 7200 l pro Tag) muss über die Venen und Lymphgefäße wieder zum Herzen zurücktransportiert werden. Das meiste Blut fließt dabei über die Venen und nur ein Bruchteil über das Lymphsystem. Dieser Bruchteil summiert sich über den Tag auf etwa 2–3 l. Bei einem liegenden Menschen ist dieser Rückfluss problemlos möglich. Bei einem stehenden Menschen addiert sich zu den niedrigen Drücken im Venen- und Lymphgefäßsystem noch der hydrostatische Druck der Flüssigkeitssäule, den die Gravitationskraft verursacht. So hat ein stehender Mensch in einer Fußrückenvene einen Blutdruck von etwa 90–100 mmHg (Abb. 1.1), und ohne das komplexe Zusammenspiel von Bewegung, Muskulatur, Klappen und Atmung

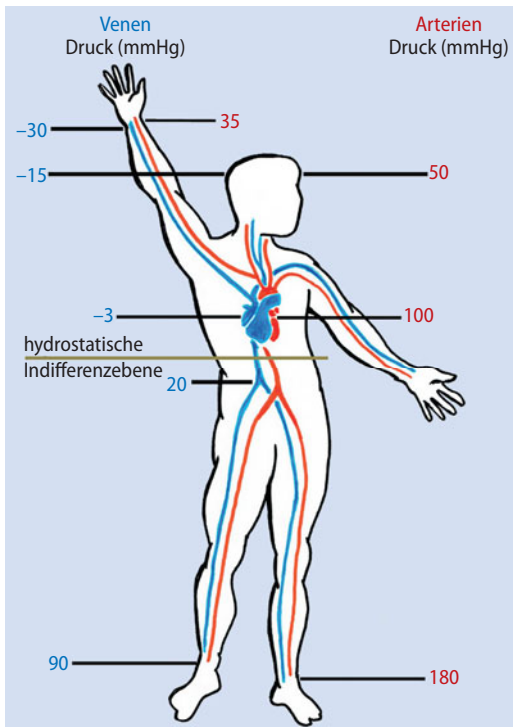


Abb. 1.1 Blutdrücke im arteriellen und venösen System bei einem stehenden Menschen. (Zeichnung: Jan H. Timm, Hamburg)

würde weder das venöse Blut noch die Lymphe aus der unteren Körperhälfte herzwärts gelangen.

1.2 Das Venensystem

Im Bereich der Beine unterscheidet man das oberflächliche und das tiefe Venensystem, die über Verbindungsvenen, die sogenannten Perforansvenen, miteinander verbunden sind. Oberflächlich heißt, dass die Venen im Unterhautfettgewebe eingebettet außerhalb der Muskelfaszie liegen. Tief heißt, dass die Venen innerhalb der Muskelfaszie liegen (Abb. 1.2).

Im Unterschenkel laufen die tiefen Venen paarig neben den drei Arterien und werden auch so benannt (Vena tibialis anterior, Vena tibialis posterior und Vena fibularis). Im Oberschenkel und Becken findet sich in der Regel nur eine Vene, die parallel zu der Arterie verläuft und im Oberschenkel Vena femoralis und im Becken Vena iliaca heißt. Die Vena iliaca beider Beine fließen dann etwa in Bauchnabelhöhe zusammen und bilden die untere Hohlvene (Vena cava inferior). Diese führt das Blut durch das Zwerchfell direkt in den rechten Herzvorhof.

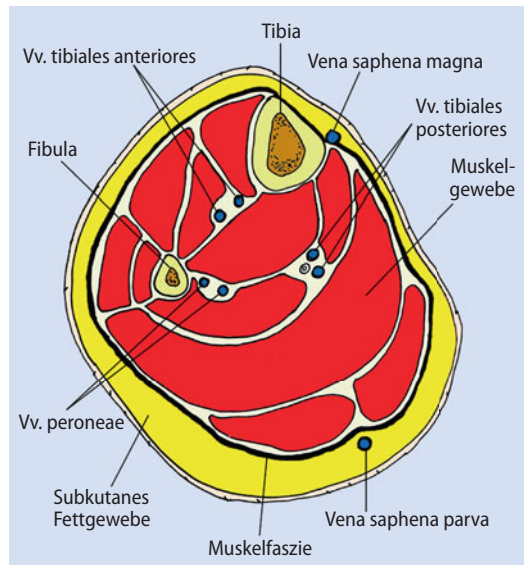


Abb. 1.2 Alle Venen innerhalb der Muskelfaszie gehören zum tiefen Venensystem. Alle Venen außerhalb der Muskelfaszie, also im subkutanen Fettgewebe, gehören zum oberflächlichen Venensystem. (Zeichnung: Jan H. Timm, Hamburg)

Das oberflächliche Venensystem ist wesentlich varianter als das tiefe. Die Hauptvenen des oberflächlichen Venensystems sind die Vena saphena magna, die auf der Innenseite des Beins vom Fuß bis in die Leiste reicht, und die Vena saphena parva, die auf der Wadenrückseite von der Achillessehne bis zur Kniekehle reicht. Beide oberflächlichen Venen münden in das tiefe Venensystem. Daneben gibt es eine Vielzahl von oberflächlichen Venen, die bei jedem Menschen anders angelegt sind.

Für den Rücktransport des venösen Blutes reicht der Druckunterschied zwischen rechter und linker Herzhälfte nicht aus. Hier greifen Zusatzmechanismen wie die Sprunggelenk- und die Wadenmuskelpumpe, die bei einer Beinbewegung das Blut aus den tiefen Venen auspressen und zu dem Herzen zurücktreiben. Bei der Muskelentspannung wird das oberflächliche Venensystem in das tiefe Venensystem entleert. Venenklappen in oberflächlichen und tiefen Venen sorgen dafür, dass das Blut zielgerichtet herzwärts fließt und nicht in die Peripherie zurückgedrückt wird. Ist das Blut einmal in die großen klappenlosen Beckenvenen und in die Vena cava inferior gelangt, kommt dem Wechselspiel des intraabdominellen und intrathorakalen Drucks eine große Bedeutung zu. Bei der Einatmung sinkt der Druck im Thorax, und es steigt der Druck im Abdomen, sodass die großen Venen im Abdomen gleichzeitig ausgedrückt und ausgesogen werden. Bei der Ausatmung sinkt der abdominelle Druck und das Blut kann aus den Beinvenen in die Beckenvenen einströmen.

➤ **Alle aktiven Beinbewegungen unterstützen über die Muskelanspannung den venösen Rücktransport.**

Bei ruhigem Stehen oder Sitzen fehlt die Unterstützung durch die Wadenmuskulatur. In diesem Fall spielt die arterielle Pulsation eine wichtige Rolle für den venösen Fluss. Ohne Muskelbewegung läuft das in der Muskelfaszie des Unterschenkels liegende tiefe Venensystem komplett voll. Die Muskelfaszie gibt nicht nach und ein Einstrom arteriellen Blutes ist nur noch möglich, wenn gleichzeitig etwas venöses Blut aus dem Unterschenkel verdrängt wird. Diese Wechselwirkung zwischen arteriellem Einstrom und venösem Ausstrom funktioniert im Unterschenkel gut, da die paarigen Unterschenkelve-

nen direkt neben den Arterien liegen. Die Ausdehnung der Arterien in der Systole komprimiert gleichzeitig die daneben liegenden Venen und sorgt für einen pulssynchronen venösen Blutfluss aus den Unterschenkelvenen heraus.

Diese komplexen Mechanismen des venösen Rückflusses sind anfällig für eine Vielzahl von Störungen. Einengende Kleidung kann auf verschiedenen Höhen zu Abschnürungen führen. Eine Adipositas erhöht den abdominellen Druck und eine chronisch obstruktive Lungenerkrankung erhöht den intrathorakalen Druck. Alle diese Veränderungen erschweren den venösen Rückfluss.

Neben der Sicherstellung eines funktionierenden Blutkreislaufes haben die Venen weitere wichtige Aufgaben. Sie dienen den oberflächlichen Venen als Wärmeregulatoren und als Volumenspeicher. Diese Aufgaben sind aber von untergeordneter Rolle. Die Entfernung großer Teile des oberflächlichen Venensystems, z. B. bei einer Varizenoperation, aber auch bei Entnahme der Venen als Bypassgefäß, ist möglich, ohne wesentlichen Einfluss auf diese Funktionen zu haben.

Die Unterteilung in oberflächliches und tiefes Venensystem dient dem besseren Verständnis und der systematischen Beschreibung des Venensystems. Insgesamt stellt das Venensystem in sich eine Einheit dar, und alle Veränderungen der oberflächlichen oder der tiefen Venen führen langfristig zu Veränderungen, die als chronisch venöse Insuffizienz (CVI) bezeichnet werden.

1.3 Das Lymphgefäßsystem

Das Lymphgefäßsystem hat zwei grundlegende Aufgaben. Zum einen dient es der immunologischen Abwehr und zum anderen der Drainage der Flüssigkeit des intra- und extrazellulären Raumes. Die immunologische Funktion, die hauptsächlich über Lymphknoten und andere sekundäre lymphatische Organe wie z. B. die Tonsillen vermittelt wird, ist nur zusammen mit der Drainagefunktion zu gewährleisten. Über die Drainage der Gewebeflüssigkeit werden aus allen Bereichen des Körpers eingedrungene Fremdkörper, wie Mikroorganismen, Eiweiße, Gifte oder Schadstoffe aufgenommen, in die regionalen Lymphknoten transportiert und dort