



Rund- oder Flachstrickversorgung in der Erhaltungstherapie beim Beinlymphödem? – Übersicht von Literatur und technischen Daten

Round-knit or flat-knit compression garments for maintenance therapy of lymphedema of the leg? – Review of the literature and technical data

**Stefanie Reich-Schupke,
Markus Stücker**

Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie, Venenzentrum der Dermatologischen und Gefäßchirurgischen Kliniken, Bochum

Zusammenfassung

Bisher gibt es keine Studien, die einen Vergleich von Rund- und Flachstrickversorgung in der Erhaltungstherapie bei Patienten mit Beinödemen vorgenommen haben. Entsprechend Expertenkonsens wird in der Literatur eine Flachstrickversorgung in der Erhaltungstherapie von Lymphödem empfohlen. In Zusammenschau der Unterschiedlichkeit des klinischen Bildes eines Lymphödems in den verschiedenen Stadien und Lokalisationen, der Adhärenz der Patienten und nicht zuletzt auch der Wirtschaftlichkeit ist jedoch fraglich, ob tatsächlich alle Patienten mit einem Beinlymphödem eine Flachstrickversorgung brauchen.

Unter Berücksichtigung technischer Aspekte, der aktuellen Literatur sowie eigener klinischer Erfahrungen scheint es sinnvoll, nicht eine diagnose- sondern befundorientierte Versorgung vorzunehmen. Erhebliche Umfangsdifferenzen im Beinverlauf, tiefe Hautfalten und Ödeme an den Zehen bzw. dem Vorfuß sind typische Indikationen für eine Versorgung mit Flachstrickmaterial. Es gibt jedoch auch Lymphödem-Patienten, die auch mit einer Rundstrickversorgung mit hoher Materialfestigkeit gut versorgt sind. Essenziell ist jedoch in allen Fällen eine initiale suffiziente Entstauungstherapie mit Kompressionsverbänden und/oder adaptiven Kompressionssystemen.

Summary

To date, there have been no studies comparing flat-knit and round-knit compression garments for maintenance therapy of lymphedema of the leg. According to expert opinion, flat-knit fabrics are generally recommended for this purpose. Given the differences in the clinical presentation of lymphedema in terms of disease stage and location as well as patient adherence, and, last but not least, for economic reasons, it seems questionable whether all patients with lymphedema of the leg actually do require flat-knit compression garments.

Considering technical aspects, published data and our own clinical experience, it seems reasonable that the choice of compression stockings be based on clinical findings and not on the diagnosis. Typical indications for flat-knit garments include

significant differences in leg circumference as well as deep skin folds and edema of the toes/forefoot. However, there are also patients with lymphedema who benefit from round-knit fabrics with a high degree of stiffness. In any case, prior to maintenance therapy, it is essential to adequately decongest the legs using compression bandages and/or adaptive compression systems.

Definition und Stadien des Lymphödems

Das Lymphödem ist definiert als eine chronische Erkrankung des Interstitiums als Folge einer primären (anlagebedingten) oder sekundären (erworbenen) Schädigung des Lymphdrainagesystems, also der initialen Lymphgefäße (Lymphkapillaren, Lymphsinus), Präkollektoren, Lymphkollektoren, Lymphstämme und/oder Lymphknoten [1]. Es gibt zwei wesentliche Mechanismen zur Bildung interstitieller Ödeme: (1.) ein unphysiologisch hoher Zustrom von Flüssigkeit aus den Blutgefäßen ins Interstitium und (2.) ein nicht ausreichender Abstrom interstitieller Flüssigkeit über die Blut- oder/und Lymphgefäße [1]. Die Schwere der Erkrankung wird in vier Stadien unterteilt (Tabelle 1).

Extremitäten mit Lymphödem unterscheiden sich quantitativ durch die Umfänge und die Ausprägung der Kalibersprünge sowie qualitativ durch die Gewebeveränderungen (Abbildung 1a, b). Daher ist es fraglich, ob alle Extremitäten mit Lymphödem in der Erhaltungstherapie dieselbe Kompressionsbestrumpfung benötigen. Zu diskutieren ist, auch beim Lymphödem eine individualisierte Kompressionstherapie anzustreben, wie sie bei phlebologischen Krankheitsbildern vorgeschlagen wird [2, 3].

Tabelle 1 Stadien des Lymphödems im Überblick [1].

Latenzstadium/ Stadium 0 Subklinisches Stadium	– kein klinisch apparentes Lymphödem – pathologisches Lymphszintigramm
Stadium I Spontan reversibel	– Ödem von weicher Konsistenz – hochlagern reduziert die Schwellung
Stadium II Nicht spontan reversibel	– Ödem mit sekundären Gewebeveränderungen – hochlagern beseitigt die Schwellung nicht
Stadium III	– deformierende harte Schwellung, zum Teil lobäre Form zum Teil mit typischen Hautveränderungen

Die Kompressionstherapie gehört zu den Basismaßnahmen der konservativen Therapie des Lymphödems im Rahmen der komplexen physikalischen Entstauungstherapie (KPE). Diese besteht aus folgenden aufeinander abgestimmten Komponenten:

- Hautpflege und falls erforderlich Hautsanierung,
- manuelle Lymphdrainage, bei Bedarf ergänzt mit additiven manuellen Techniken,
- Kompressionstherapie mit speziellen mehrlagigen, komprimierenden Wechselverbänden und/oder adaptiven Kompressionssystemen und/oder lymphologischer Kompressionsstrumpfversorgung,
- entstauungsfördernde Sport-/Bewegungstherapie,
- Aufklärung und Schulung zur individuellen Selbsttherapie [1].

Die Intensität der jeweiligen Therapiekomponenten richtet sich nach der jeweiligen Therapiephase. Unterschieden werden die KPE-Phase I in Form der Entstauungstherapie (tägliche manuelle Lymphdrainage und Kompressionsverbände) sowie die KPE-Phase II als sogenannte Erhaltungstherapie (bedarfsadaptierte manuelle Lymphdrainage und Kompressionsbestrumpfung). International werden in beiden Phasen der KPE auch adaptive Kompressionssysteme angewendet, die in Deutschland für diese Indikation aber bisher keine Zulassung haben.

Den Fokus der Betrachtung möchten wir im Folgenden auf die Erhaltungstherapie mit Kompressionsstrümpfen beim Beinlymphödem setzen.

Was sagt die Leitlinie und die Literatur?

Die im letzten Jahr aktualisiert erschienene Leitlinie zum Lymphödem fordert in den zwei Phasen der KPE eine Versorgung mit Kompressionsverbänden (Phase I, Entstauung) oder flachgestrickten Kompressionsstrumpfversorgungen (Phase II, Erhaltung) (Tabelle 2) [1]. Ein aktuelles Konsensuspapier bewertete die Kompressionstherapie in Entstauungs- und Erhaltungstherapie als wichtigste Intervention in der Therapie des Lymphödems [4]. Die Höhe des erforderlichen Ruhedrucks ist noch nicht abschließend geklärt. Einerseits wird der höchste für den Patienten tolerable Anpressdruck zwischen 20 mmHg und 60 mmHg für den effektiven

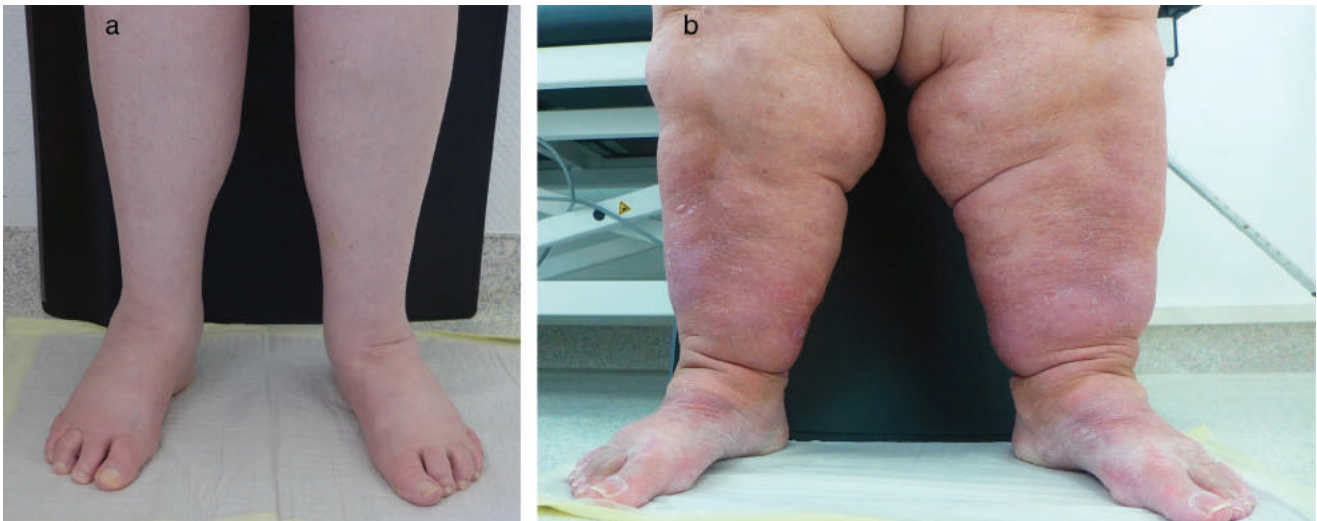


Abbildung 1 Lymphödem ist nicht gleich Lymphödem. Beispielhaft zwei Patienten mit einem Lymphödem beider Unterschenkel mit sehr verschiedener klinischer Ausprägung. Stadium II (kompensiert) (a), Stadium III (dekompensiert) (b).

gehalten [5]. Andererseits kann das Volumen beim Armlymphödem mit Bandagen von 20–30 mmHg Anpressdruck stärker reduziert werden als mit Bandagen von 44–68 mmHg Anpressdruck. Beim Beinödem sinkt die Volumenreduktion wieder ab, wenn Bandagen mit primären Anpressdrücken von über 60 mmHg angelegt werden [6].

Während der Wert der Kompression an sich beim Lymphödem durch Daten dokumentiert ist, gibt es keine Untersuchungen zum Vergleich der Sicherheit und Effektivität von rundgestrickten und flachgestrickten Kompressionsstrümpfen. Auch die Literaturangabe der Leitlinie an dieser Stelle bezieht sich zwar auf die Wirksamkeit von Kompressionsstrümpfen in der Therapie des Lymphödems, nicht aber auf einen Vergleich von Rund- oder Flachstrickware [1]. Die Leitlinie differenziert in ihren Empfehlungen bezüglich der

Kompressionstherapie auch nicht hinsichtlich der verschiedenen Stadien des Lymphödems [1].

Bei der Kombination aus den Suchstichworten „*flat knitted*“ und „*round knitted*“ finden sich in der Datenbank Medline nur wenige Arbeiten, die aber allesamt auf technische Aspekte der Kompressionsversorgung im Allgemeinen fokussieren [7–13] und keinen Bezug zum speziellen Einsatz beim Lymphödem herstellen.

Welche Eigenschaften unterscheiden Rund- und Flachstrickmaterialien?

Rund- und Flachstrickmaterialien werden unterschiedlich gefertigt und weisen unterschiedliche Eigenschaften auf

Tabelle 2 Auszug aus der Leitlinie Lymphödem, Stand 2017 [1].

Weitere unverzichtbare Komponente der komplexen physikalischen Entstauungstherapie (KPE) ist die Kompressionstherapie. Ihre Wirkungen:

- Normalisierung einer pathologisch erhöhten Ultrafiltration mit konsekutiver Reduzierung der lymphpflichtigen Last,
- verstärkter Einstrom der interstitiellen Flüssigkeit in die initialen Lymphgefäße,
- Verschiebung der Flüssigkeit durch die Gewebsspalten,
- Erhöhung des Lymphflusses in den noch funktionierenden Lymphgefäßen,
- Reduzierung des venösen Druckes und damit eine antiödematöse Wirkung,
- Verbesserung der Gewebefunde in der Phase II.

In Phase I soll sie in Form von lymphologischen mehrlagigen Wechselverbänden* angewandt werden.

In Phase II der KPE sollen die Patienten nach Maß angefertigte, flach gestrickte medizinische Kompressionsstrümpfe* tragen.

*Anmerkung der Autoren: Alternativ ist eine Versorgung mit adaptiven Kompressionsverbänden sowohl in der Phase I als auch Phase II möglich, doch sind die adaptiven Systeme in Deutschland bisher lediglich in der Therapie des Ulcus cruris zugelassen.

Tabelle 3 Eigenschaften Rund- und Flachstrick im Vergleich (modifiziert und ergänzt nach [16]).

	Rundstrick	Flachstrick
Strickart	Auf einem Zylinder	Flach auf einer Strickmaschine
Handarbeit	Geringer Anteil	Hoher Anteil
Maschenzahl	Gleiche Anzahl pro Reihe von oben bis unten	In jeder Reihe eine andere Maschenzahl möglich
Kontur und Größe	Wechselt durch Vorspannung des Schussfadens und die Maschengröße	Kontur und Größe werden über eine Variation der Maschenanzahl gesteuert
Material	<ul style="list-style-type: none"> – dünn, hochelastisch – engmaschig – einflächig (weniger querelastisch), 20 Maschen pro Zoll 	<ul style="list-style-type: none"> – ca. 30–40 % größeres Maschenbild – entsprechend dickeres Gestrick – weitmaschig – zweiflächig (Ziehharmonikaeffekt, mehr querelastisch), 14 Maschen pro Zoll
Naht	Nahtlos	Meist eine Naht an der Strumpfrückseite
Festigkeit/Stiffness	Teils verschieden innerhalb einer Kompressionsklasse	Festes, weniger elastisches Material
Formstabilität	Niedrig → Risiko für Schnürfurchen bei Überdehnung	Hoch → geringes Risiko für Schnürfurchen und Überdehnung
Variabilität	Große Vielfalt an Farben und Mustern möglich	Reduzierte Vielfalt an Farben und Mustern möglich
Kompressionsklassen	I–III	I–IV
Varianten	Serie und Maßanfertigung	Nur Maßanfertigung
Zusätze	Nur Hafrand	Breite Palette möglich
„Massageeffekt“	Flächige Massage	Auch punktförmige Massage zwischen den Maschen

(Tabelle 3). Entsprechend dem Laplace-Gesetz resultiert der Anpressdruck des Materials aus der Anzahl der Umwindungen und dem Durchmesser der Extremität, hier des Beines. Zu unterscheiden sind der Ruhedruck des Materials und der Arbeitsdruck, der sich aus dem Zusammenwirken von Material und Muskulatur ergibt. Die Differenz von Arbeits- und Ruhedruck wird dabei maßgeblich durch die Materialeigenschaften der Kompression beeinflusst und als *Static Stiffness Index* (SSI) berechnet. Der SSI wird *in vivo* am Bein eines Probanden ermittelt. Er beschreibt den Druckunterschied, der sich zwischen Material und Bein beim Aufstehen des Probanden ergibt. Ein SSI von weniger als 10 mmHg kennzeichnet ein elastisches Material [14, 15]. Diese Differenz zwischen diastolischem und systolischem Druck während der Muskelarbeit beeinflusst maßgeblich den „Massageeffekt“ der Kompression [14]. Der SSI kann dabei innerhalb einer Kompressionsklasse – insbesondere bei Materialien aus (elastischem) Rundstrickmaterial erheblich schwanken [7], was den Vergleich verschiedener medizinischer Kompressionsstrümpfe (MKS) untereinander sehr erschwert. Abzugrenzen ist der SSI vom dynamischen Stiffness Index (DSI), der zu-

sätzlich zur Kurzzügigkeit die innere Hysterese des Materials bewertet.

Rundgestrickte MKS dominieren auf Grund der guten Adhärenz bei hohem Tragekomfort sowie einfacher Handhabung, und den geringeren Kosten heute den Markt. Im Bereich der Kompressionsversorgung von Patienten mit venösen Erkrankungen sind sie heutzutage praktisch die Regel. Aus den Merkmalen der Rundstrickware ergeben sich weitere Konsequenzen für die Fertigung. So erfordern unterschiedliche Größen Maschinen mit Strickzylindern verschiedenen Durchmessers und verschiedener Nadelzahl. Mit entsprechender Ausstattung sind Serienprodukte und Maßanfertigungen möglich [16].

Grenzen der Rundstrickversorgung

Während mittels Flachstrickmaterial quasi jede Körperregion und jeder Körperumfang in jeder Druckstärke zu versorgen sind, sind der Rundstrickversorgung durch die Stricktechnik Grenzen gesetzt. Der größte Umfang am Oberschenkel kann maximal zweieinhalbfach größer sein als der kleinste Umfang an der Fessel. Außerdem kann bei der Rundstricktechnik

maximal ein Zentimeter Umfangsänderung innerhalb von einem Zentimeter Längenänderung erfolgen. Dementsprechend können extreme Umfangsdifferenzen oder Formvariabilitäten eines Beines nicht mit einer Rundstrickversorgung behandelt werden.

Flachstrick, um Einschnürungen zu vermeiden

Eine mögliche Komplikation bei der Kompressionsstrumpfversorgung bei Lymphödemen liegt in Einschnürungen in Hautfalten, wie sie am Übergang von den Zehen zum Fußrücken oder vom Fußrücken zum Unterschenkel bei primären Lymphödemen nicht selten vorhanden sind. Dies gilt insbesondere für Lymphödeme im fortgeschrittenen Stadium II oder III, seltener im Stadium I. Bei der Frage, ob Rundstrick-

oder Flachstrickversorgung für Patienten mit tieferen Hautfalten auszuwählen ist, spielen stricktechnische Aspekte eine Rolle: zum einen die Führung des Schussfadens, zum anderen die Steifigkeit des Gestricks.

Der überwiegende Anteil der Kompression beim Kompressionsstrumpf wird durch den Schussfaden hervorgerufen, während die Maschenfäden nur einen geringen Teil zur Kompression beitragen. Beim rundgestrickten Strumpf läuft der Schussfaden kontinuierlich und damit spiralförmig im Gestrick. Derartige Spiralen haben die Tendenz sich zusammenzuziehen, so dass in Hautfalten bei spiralförmig gestricktem Schussfaden nicht selten Einschnürungen resultieren. Bei der Flachstricktechnologie läuft der Schussfaden nicht spiralförmig sondern parallel, so dass eine geringere Tendenz zur Kontraktion besteht (Abbildungen 2a, b, 3a, b).

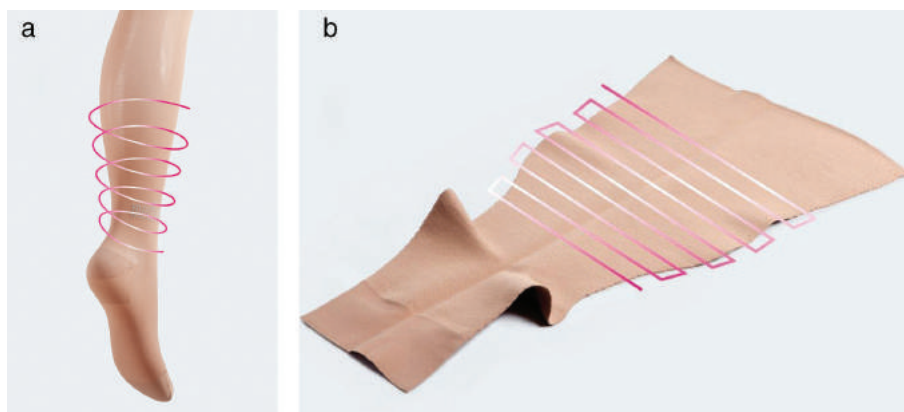


Abbildung 2 Spiralförmig verlaufender Schussfaden beim Rundstrick-Strumpf (a). Parallel verlaufender Schussfaden beim Flachstrick-Strumpf (b) (Bildquelle: Fa. medi GmbH & Co KG).

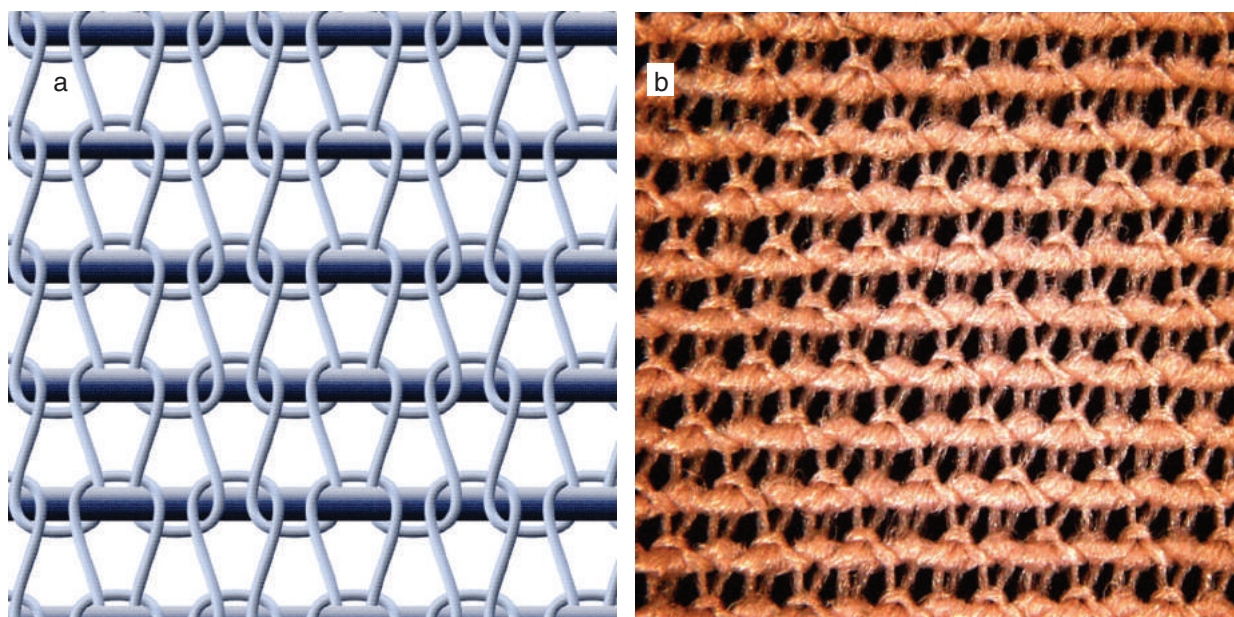


Abbildung 3 Kompressionsgestrick: dünne Maschenfäden (a), dickere Schussfäden (b) (Bildquelle: Reich-Schupke et al. viavital 2013).

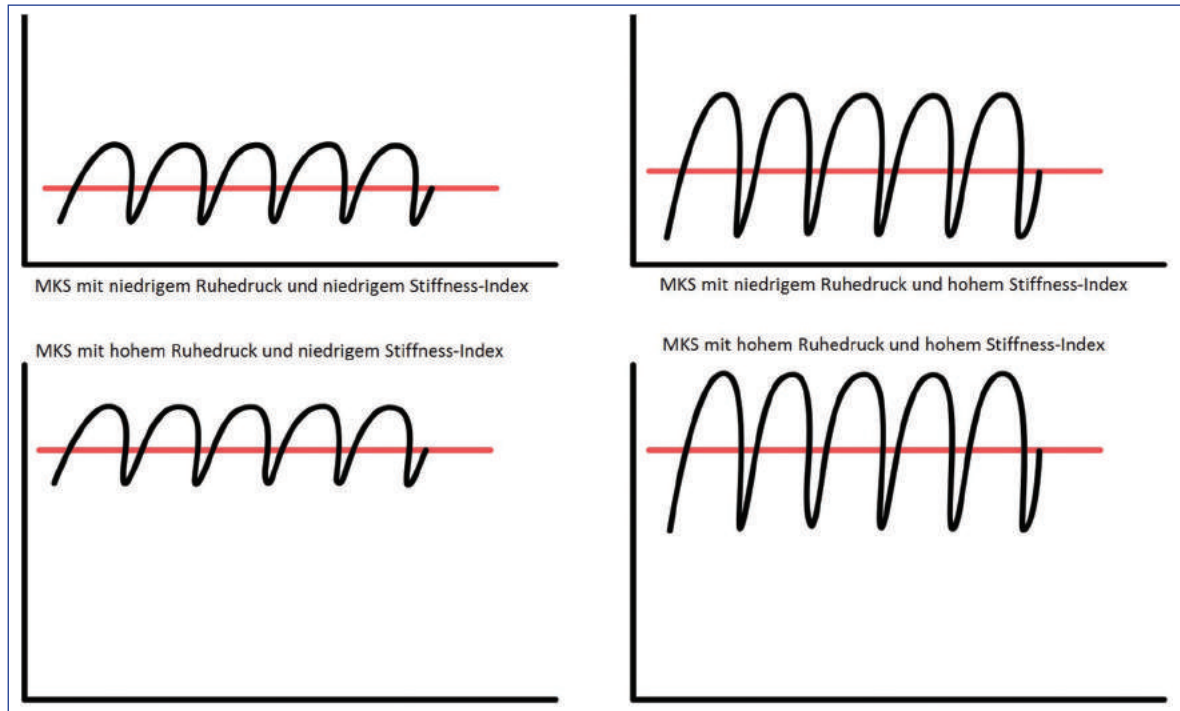


Abbildung 4 Vier Typen von Kraftdehnungskurven für medizinische Kompressionsstrümpfe mit unterschiedlichem Ruhedruck (niedrig/ hoch) und unterschiedlichem dynamischen Stiffness-Index (niedrig/hoch) (modifiziert nach [8]).

Neben der Führung des Schussfadens ist auch die Steifigkeit des Materials relevant für das Risiko, Einschnürungen auszubilden. Je unbeweglicher ein Material ist, umso geringer ist das Risiko, Einschnürungen zu bilden. Je flexibler das Material ist, umso leichter kann es sich in Hautfalten einlegen. Je feiner die Fäden bei einem Gestrick sind, umso beweglicher ist das Gestrick. Je dicker die Maschenfäden wie auch die Schussfäden sind, umso unbeweglicher ist das Gestrick. Bei Flachstrick-Kompressionsstrümpfen können typischerweise dickere Fäden verstrickt werden als bei Rundstrick-Kompressionsstrümpfen. Dies zeigt sich auch in der Maschenzahl. So werden bei Flachstrick-Kompressionsstrümpfen typischerweise 14 Maschen/Zoll bei Rundstrick-Kompressionsstrümpfen 20 Maschen/Zoll verstrickt. Daher ist Flachstrickmaterial in der Regel steifer und unbeweglicher und neigt weniger dazu, Einschnürungen in Hautfalten auszubilden.

Massageeffekt

Nach gängiger Lehrmeinung wird die Wirkung eines Kompressionsstrumpfes ganz wesentlich durch den Massageeffekt des Kompressionsstrumpfes erreicht. Dieser Massageeffekt wird durch drei Aspekte vermittelt:

1. *Je höher die Materialfestigkeit, desto höher der Massageeffekt*

Bei einem niedrigen DSI bestehen geringe Differenzen zwischen dem Ruhedruck und dem Arbeitsdruck. Je höher der DSI, umso höher ist die Differenz zwischen Ruhe- und Arbeitsdruck. Dadurch sind Kompressionsgestricke mit hoher Materialfestigkeit besser in der Lage, bei Bewegung einen Massageeffekt hervorzurufen als Kompressionsgestricke mit niedrigem DSI (Abbildung 4).

2. *Punktförmige oder flächige Massage*

Rundstrickstrümpfe haben ein relativ engmaschiges Gestrick mit dicht nebeneinanderliegenden Maschen (typischerweise 20 Maschen/Zoll im Fesselbereich). Dadurch gibt es relativ wenige Zwischenräume zwischen den Maschen und es kommt zu einem eher „flächigen“ Massageeffekt. Beim Flachstrickstrumpf zeichnet sich typischerweise das gröbere Maschenmuster auf der Haut als Furchenmuster ab. Dies führt nach gängiger Lehrmeinung zu einem eher punktförmigen Massageeffekt „zwischen den Maschen“.

3. *Einflächiges versus zweiflächiges Gestrick*

Bei Rundstrickstrümpfen wird aus stricktechnischen Gründen die Fadenlegung als einflächiges Gestrick so durchgeführt, dass rechte Maschen nebeneinander liegen. Bei der Flachstricktechnik gibt es ein vorderes und hinteres Nadelbett, so dass ein sogenanntes zweiflächiges Gestrick resultiert. Dies führt dazu, dass linke und rechte Maschen unmittelbar in einer Reihe nebeneinander

liegen und das Gestrick dadurch uneben wird. Diese Unebenheiten ermöglichen bei der Flachstricktechnologie eine weitere Form eines Massageeffekts.

Langzug versus Kurzzug

Man spricht von einem Gestrick mit kurzzügigen Eigenschaften, wenn es relativ wenig elastisch ist und ein geringes Dehnungsvermögen hat. Dies führt zu einem hohen Arbeitsdruck. Demgegenüber hat ein Langzugmaterial ein hohes Dehnungsvermögen und ist sehr elastisch. Es erzeugt einen geringeren Arbeitsdruck, aber einen hohen Ruhedruck. Die Kurzzügigkeit oder Langzügigkeit eines Materials wird nur zum Teil durch die Art der Stricktechnik, ganz wesentlich aber durch die Art des verwendeten Elastans bestimmt. Typischerweise wird bei rundgestrickten Kompressionsstrümpfen eher langzüiges Elastan verstrickt, bei flachgestrickten Kompressionsstrümpfen eher kurzzügiges Elastan. Dies ist aber durchaus nicht zwingend so. Bei gut angemessenen rundgestrickten Kompressionsstrümpfen, wie zum Beispiel dem VenoTrain® impuls, ist ein kurzzügiges Elastan verstrickt, welches auch bei einem Rundstrickstrumpf zu einer hohen Materialfestigkeit führt. Dies spiegelt sich in dem DSI wider (Tabelle 4).

Der DSI beschreibt den Druckanstieg bei einer Variation des Umfangs um einen Zentimeter bei einer Zykluslänge von einer Sekunde [9]. Hier zeigt sich beim Vergleich von Rundstrickstrümpfen und Flachstrickstrümpfen, dass Flachstrickstrümpfe von der Tendenz her einen höheren DSI haben. Allerdings gibt es durchaus flachgestrickte Kompressionsstrümpfe, die nur relativ niedrige DSI haben, die im

Tabelle 4 Dynamischer Stiffness-Index verschiedener medizinischer Kompressionsstrümpfe der Kompressionsklasse II im Vergleich. Druckanstieg bei einer Variation des Umfangs um einen Zentimeter bei einer Zykluslänge von einer Sekunde (Daten entnommen aus [9]).

Dynamischer Stiffness-Index MKS-Klasse II	Dynamischer Stiffness-Index (mmHg/cm)	Strickart
Mediven Elegance	15,89	Rundstrick
Mediven Plus	17,71	Rundstrick
Venotrain Micro	16,02	Rundstrick
Venotrain Strong	28,52	Rundstrick
Neo Duna	18,62	Flachstrick
Mediven 550	27,87	Flachstrick
Eurostar	22,66	Flachstrick
Juzo Expert 3022	19,15	Flachstrick

Bereich von Rundstrickstrümpfen liegen. Andererseits gibt es auch Rundstrick-Kompressionsstrümpfe mit sehr hohem DSI. So war in der Untersuchung von van der Wegen-Franken et al. der Strumpf mit dem höchsten DSI nicht etwa ein Flachstrickstrumpf, sondern der Rundstrickstrumpf VenoTrain® strong (Vorgänger des VenoTrain® impuls) [8].

Warum ist die Überlegung Rund- oder Flachstrick für den Alltag so wichtig?

Aus unserer Sicht gibt es vor allem zwei Aspekte, die neben der klinischen Indikation eine Rolle spielen. Hier zu nennen sind: (1.) die Wirtschaftlichkeit der Versorgung und (2.) die Adhärenz des Patienten.

Wirtschaftlichkeit

Vergleicht man die Preise einer Kompressionsversorgung der Klasse II aus verschiedenen Materialien, so ergeben sich erhebliche Preisunterschiede. In Tabelle 5 sind die Preise für Rundstrickmaterial nach Festpreisliste aufgelistet. Für Flachstrick gibt es mit jeder Krankenkasse und jeder Firma gesonderte Verträge. Der hier aufgeführte Preis stammt von einem Vertreter einer Kompressionsfirma und entspricht der günstigsten Preisklasse. Je nach Vertrag und möglichen Zusätzen können sich die Preise hier durchaus verdoppeln.

Nehmen wir als Beispiel eine 50-jährige Patientin mit einer Lebenserwartung von 85 Jahren, einer Indikation zur lebenslangen Versorgung und zwei Versorgung pro Jahr, so ergeben sich – selbst ohne Berücksichtigung von weiteren Preissteigerungen und ggf. auch notwendigen Zusatzversorgungen – erhebliche Differenzen. Selbstverständlich sollte jeder Patient, der eine Flachstrickversorgung braucht, auch diese erhalten und nicht aus wirtschaftlichen Aspekten eine Verweigerung erfahren, doch ist kritisch zu hinterfragen, ob tatsächlich jeder Patient mit einem Lymphödem eine Flachstrickversorgung benötigt.

Adhärenz

Aus zahlreichen Studien und Befragungen wissen wir, dass die Bereitschaft der Patienten eine Kompressionstherapie zu tragen, sehr unterschiedlich ausfällt. Bei kurzfristigen Indikationen (postoperative Versorgung) und im Rahmen von Studien mit kurzzeitiger Tragedauer ist die Bereitschaft in der Regel relativ hoch (80–90 %) [17–19]. Bei längerer Tragedauer nimmt die Bereitschaft, die Kompressionsstrümpfe tatsächlich konsequent zu tragen, deutlich ab [20, 21]. Derzeit gibt es keine Untersuchungen, inwieweit sich die Adhärenz der Patienten bei Rund- und Flachstrickmaterialien unterscheidet. Unsere eigenen Patienten

Tabelle 5 Vergleich verschiedener Strumpfversorgungen. Preise inklusive 19 % MwSt. nach persönlicher Auskunft eines Kompressionsherstellers, Stand 2/2018.

Typ Kompressionsversorgung	Preis Einzelversorgung	Kostenaufwand gemäß Beispiel für 25 Jahre Therapie mit zwei Versorgungen pro Jahr
1 Kompressionsstrumpfhose, Rundstrick Serie (Festpreis 2018)	85,31 €	4265,50 €
1 Kompressionsstrumpfhose, Rundstrick Maßfertigung (Festpreis 2018)	149,51 €	7475,50 €
1 Kompressionsstrumpfhose, Flachstrick Maßfertigung (Basispreis, individuell festzulegen)	367,50 €	18 375,00 €

empfinden jedoch zeitweise folgende Nachteile bei den Flachstrickversorgungen:

- beim Sport Einschränkung der Beweglichkeit aufgrund der (sonst oft positiv bewerteten) Steifigkeit der Flachstrickware,
- fehlende Abwechslung der Haptik auf der Haut, da dieselbe Versorgung über sechs Monate täglich zu tragen ist,
- fehlende Möglichkeit einer modischen Abwechslung aufgrund des hohen Preises.

Auch die Hersteller von Kompressionsmaterialien wissen um diese Limitierungen der Flachstrickwaren in Ästhetik und Tragekomfort. Sie versuchen diesen durch farbliche und grafische Bearbeitungen der Flachstrickware entgegenzuwirken.

Es stellt sich die Frage, ob möglicherweise ein ausgewählter Teil der Lymphödempatienten mit einer schematisch verordneten Flachstrickversorgung üerversorgt ist und ob in diesen Fällen die Adhärenz und Wirtschaftlichkeit durch eine Rundstrickversorgung verbessert würde.

Befundorientierte Auswahl der Kompressionstherapie

Erfahrungsgemäß benötigen viele Patienten mit einem manifesten und fortgeschrittenen Lymphödem eine Flachstrickversorgung. Dies ergibt sich jedoch nicht aus der Diagnose „Lymphödem“ heraus, sondern aus dem klinischen Befund des vom Lymphödem betroffenen Beines.

Für die Auswahl der geeigneten Kompression bei Ödemerkrankungen sind im Wesentlichen vier Fragen relevant, die sich in einem Algorithmus zusammenfassen lassen (Abbildung 5):

- Ist die Extremität entstaut oder nicht entstaut?
- Gibt es Umfangsdifferenzen von mehr als einem Zentimeter pro einem Zentimeter Beinlänge, oder ist der

Oberschenkel mehr als zweieinhalbmal dicker als die Fesseln?

- Sind die Zehen so stark betroffen, dass eine Versorgung mit Zehenkappen erforderlich ist?
- Sind tiefe Hautfalten vorhanden, die durch steifes Material überdeckt werden sollten?

Im Folgenden gehen wir auf diese Fragen noch im Detail ein:

Ist die Extremität entstaut oder nicht entstaut?

Kompressionsstrümpfe beim Lymphödem dienen dazu, eine Zunahme des Ödems zu verhindern. Eine Reduktion eines bestehenden Ödems ist damit nur eingeschränkt möglich. Bei ausgeprägtem Ödem wird daher im Rahmen der KPE eine Entstauungstherapie (KPE-Phase I) vor Anpassung von Strumpfversorgungen (KPE-Phase II) empfohlen [1]. Dazu zählen eine manuelle Lymphdrainage, Kompressionsbandagierungen über 24 Stunden, Bewegungstherapie und Hautpflege, ggf. auch weitere Maßnahmen in Abhängigkeit von bestehenden Begleiterkrankungen. Ziel der Phase I ist eine Rückführung des Ödems ins Stadium I–II, die Minderung von Hautzeichen sowie die Verhinderung von Komplikationen. Nicht selten wird diese Entstauung nicht ausreichend durchgeführt [22, 23]. Komplikationen wie Schnürfurchen unter Kompressionsstrümpfen oder Unzufriedenheit der Patienten mit Kompressionsstrümpfen sind nicht selten in einer unzureichend durchgeführten Entstauungsphase begründet.

Bedeutung der Umfangsdifferenzen

Die Kennzahlen der Umfangsdifferenzen sind die objektivsten Kriterien für die Notwendigkeit einer Flachstrickversorgung. Aus technischen Gründen können beim Rundstrickverfahren nur gewisse maximale Kaliberänderungen des Strumpfes realisiert werden. Zwei Eckdaten sind hier von besonderer

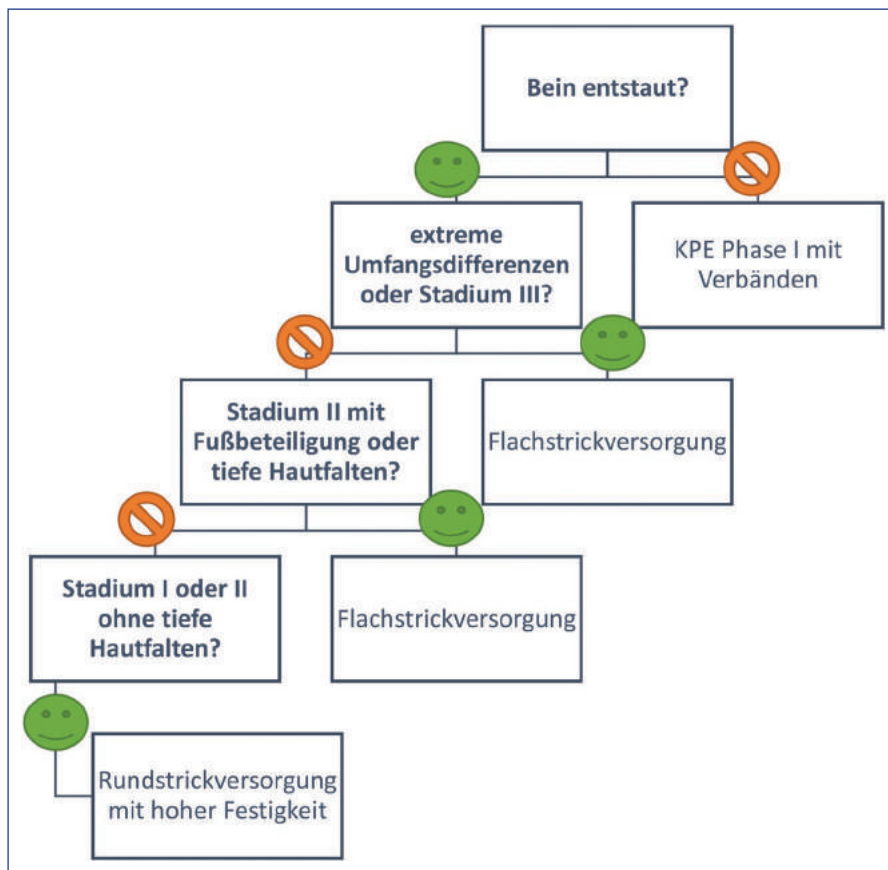


Abbildung 5 Algorithmus zur Auswahl der Kompressionstherapie beim Beinlymphödem. Symbole grün = ja, orange = nein. Abk.: KPE, komplexe physikalische Entstauungstherapie

Bedeutung: Zum einen können mit Rundstricktechnik nur Strümpfe hergestellt werden, bei denen der Oberschenkelumfang nicht mehr als zweieinhalbmal so groß ist wie der Fesselumfang. Zum anderen kann das Rundstrickverfahren nur eingesetzt werden, wenn die Umfangszunahme pro einen Zentimeter Längenzunahme einen Zentimeter nicht überschreitet. Beim Lymphödem kann die Kaliberzunahme gerade am Übergang vom Fußrücken zum Unterschenkel häufig deutlich mehr als einen Zentimeter betragen. Daher ist es bei vielen Patienten mit Lymphödemen aus stricktechnischen Gründen zwingend erforderlich, Flachstrickkompressionsstrümpfe einzusetzen.

Sind die Zehen/der Vorfuß so stark betroffen, dass eine Versorgung mit Zehenkappen erforderlich ist?

Beim primären Lymphödem kommt es typischerweise zu distal betonten Schwellungen unter Beteiligung des Vorfußes und der Zehen. Demgegenüber ist beim sekundären Lymphödem der Schwerpunkt des Ödems beim Bein häufig eher am Oberschenkel als am Fuß zu finden. Bei einer starken Beteiligung der Zehen durch das Lymphödem ist ein Kompressionsstrumpf mit geschlossener Spitze oft nicht ausreichend geeig-

net, das Zehenödem minimal zu halten. In diesen Fällen ist eine Versorgung mit Zehenkappen erforderlich, welche nur bei Flachstrickversorgungen möglich sind. Insbesondere bei älteren Patienten bestehen jedoch Probleme, die Zehenkappen alleine anzuziehen. Sowohl bei Rundstrickstrümpfen als auch bei Flachstrickstrümpfen gibt es für den Fußbereich typischerweise einen Druckverlauf mit sinkenden Druckwerten zu den Zehen hin [24].

Sind tiefe Hautfalten vorhanden, die durch steifes Material überdeckt werden sollten?

Je unbeweglicher ein Material ist bzw. je steifer ein Material ist, umso weniger kann es zu Einschnürungen in Hautfalten führen. Nicht zu verwechseln ist das deutsche Wort Steifheit mit dem englischen Begriff Stiffness. Während Stiffness in der Kompressionstherapie definitionsgemäß das Verhältnis von Arbeitsdruck zu Ruhedruck beziehungsweise den Druckanstieg unter einem Kompressionsmittel, der durch eine Umfangszunahme des Unterschenkels auftritt [25], meint, ist mit dem deutschen Begriff Steifheit im Zusammenhang mit Kompressionsstrümpfen tatsächlich die Unbeweglichkeit und Festigkeit des Gestricks gemeint. Da in der Flachstricktechnik dickeres Garn verwendet werden kann, resultiert eine

tendenziell höhere Steifigkeit als bei Rundstrickware, bei der ein dünneres Garn verwendet wird. Stricktechnisch spiegelt sich dies darin wider, dass in der Rundstricktechnik bis zu 20 Maschen pro Zoll verwendet werden, während bei der Flachstricktechnik typischerweise nur bis zu 14 Maschen pro Zoll verstrickt werden.

Fazit für die Praxis

- ▶ Derzeit gibt es keine Daten aus klinischen Studien zum Vergleich der Sicherheit und Effektivität von Rundstrick-Kompressionsstrümpfen gegenüber Flachstrickkompressionsstrümpfen beim Lymphödem.
- ▶ Die Versorgung mit Kompressionsstrümpfen beim Lymphödem ist befundadaptiert vorzunehmen. Erhebliche Umfangsdifferenzen, tiefe Hautfalten und starke Ödeme an den Zehen bzw. Vorfuß sind typische Indikationen für eine Versorgung mit Flachstrickkompressionsstrümpfen.
- ▶ Wissenschaftliche Untersuchungen zur Frage inwieweit auch Gründe für eine Flachstrickversorgung sprechen, die nicht stricktechnisch bedingt sind (beispielsweise bessere Belüftung der Haut, besserer Massageeffekt) sind dringend überfällig.
- ▶ Es gibt Lymphödempatienten, die auch mit Rundstrick-Kompressionsstrümpfen mit hoher Materialfestigkeit ausreichend versorgt sind.

Danksagung

Wir danken Florian Hasslinghaus für die grafische Unterstützung.

Interessenkonflikt

M. Stücker: Beraterhonorare und Studienkooperationen von/mit: Bauerfeind AG, medi GmbH, Juzo, Medical Data Institut, Ticeba, Hartmann, Servier, Mölnlycke und Urgo. S. Reich-Schupke: Vortragshonorare und Studienkooperationen von/mit folgenden Firmen: Bauerfeind AG, medi GmbH & Co KG, Juzo, Sigvaris, Bayer Healthcare, Medical Data Institut, Ofa, Ticeba, Hartmann, Servier, Mölnlycke und Lohmann & Rauscher.

Korrespondenzanschrift

Prof. Dr. med. Stefanie Reich-Schupke
Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie
Venenzentrum der Dermatologischen und Gefäßchirurgischen Kliniken

Gudrunstraße 56
44791 Bochum

E-Mail: Stefanie.Reich-Schupke@rub.de

Literatur

- 1 AWMF. S2k Leitlinie Diagnostik und Therapie der Lymphödeme. AWMF Reg.-Nr. 058-001 Available from: http://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/058-001_S2k_Diagnostik_und_Therapie_der_Lymphoedeme_2017-05.pdf [Last accessed February 22, 2018].
- 2 Reich-Schupke S, Stücker M. Individualisierte Kompressionstherapie. *Der niedergelassene Arzt* 2018; 09: 75–6.
- 3 Kröger K, Grosskopf V, Hug J et al. Verordnungslogik von medizinischen Kompressionsstrümpfen bei Patienten mit chronischer venöser Insuffizienz. *Vasomed* 2017; 29: 199–201.
- 4 Rabe E, Partsch H, Hafner J et al. Indications for medical compression stockings in venous and lymphatic disorders: An evidence-based consensus statement. 2018; 33(3): 163–84.
- 5 International Society of Lymphology. The diagnosis and treatment of peripheral lymphedema: 2013 consensus document of the International Society of Lymphology. *Lymphology* 2013; 46: 1–11.
- 6 Partsch H, Damstra RJ, Mosti G. Dose finding for an optimal compression pressure to reduce chronic edema of the extremities. *Int Angiol* 2011; 30: 527–33.
- 7 van der Wegen-Franken K, Roest W, Tank B, Neumann M. Calculating the pressure and the stiffness in three different categories of class II medical elastic compression stockings. *Dermatol Surg* 2006; 32: 216–23.
- 8 van der Wegen-Franken CP, Mulder P, Tank B, Neumann HA. Variation in the dynamic stiffness index of different types of medical elastic compression stockings. *Phlebology* 2008; 23: 77–84.
- 9 van der Wegen-Franken CP, Tank B, Nijsten T, Neumann HA. Changes in the pressure and the dynamic stiffness index of medical elastic compression stockings after having been worn for eight hours: a pilot study. *Phlebology* 2009; 24: 31–7.
- 10 Hirai M, Iwata H, Ishibashi H et al. Interface pressure and stiffness of various elastic stockings during posture changes and exercise. *Vascular* 2008; 16: 9–100.
- 11 Veraart JC, Neumann HA. Effects of medical elastic compression stockings on interface pressure and edema prevention. *Dermatol Surg* 1996; 22: 867–71.
- 12 Veraart JC, Daamen E, de Vet HC, Neumann HA. Elastic compression stockings: durability of pressure in daily practice. *Vasa* 1997; 26: 282–6.
- 13 Veraart JC, Pronk G, Neumann HA. Pressure differences of elastic compression stockings at the ankle region. *Dermatol Surg* 1997; 23: 935–9.
- 14 Mosti G. Venous ulcer treatment requires inelastic compression. *Phlebologie* 2018; 47: 7–12.
- 15 Partsch H. The static stiffness index: a simple method to assess the elastic property of compression material in vivo. *Dermatol Surg* 2005; 31: 625–30.
- 16 Thomae HJ. Grundlagen. In: Reich-Schupke S, Stücker M. *Moderne Kompressionstherapie*. Köln, Viavital, 2013: 13–32.
- 17 Reich-Schupke S, Murmann F, Altmeyer P, Stücker M. Quality of life and patients' view of compression therapy. *Int Angiol* 2009; 28: 385–93.
- 18 Reich-Schupke S, Gahr M, Altmeyer P, Stücker M. Resting pressure exerted by round knitted moderate-compression

- stockings on the lower leg in clinical practice – results of an experimental study. *Dermatol Surg* 2009; 35: 1989–97.
- 19 Reich-Schupke S, Feldhaus F, Altmeyer P et al. Efficacy and comfort of medical compression stockings with low and moderate pressure six weeks after vein surgery. *Phlebology* 2014; 29: 358–66.
 - 20 Rabe E, Pannier-Fischer F, Bromen K et al. Bonner Venenstudie der Deutschen Gesellschaft für Phlebologie. *Phlebologie* 2003; 32: 1–14.
 - 21 Kahn SR, Shapiro S, Wells PS et al. Compression stockings to prevent post-thrombotic syndrome: a randomised placebo-controlled trial. *Lancet* 2014; 383: 880–8.
 - 22 Reich-Schupke S, Altmeyer P, Stücker M. Pilotstudie zur Kompressionsversorgung von Patienten mit Lipödem, Lymphödem und Lipolymphödem. *LymphForsch* 2012; 16: 65–9.
 - 23 Reich-Schupke S, Mohren E, Stücker M. Survey on the diagnostics and therapy of patients with lymphedema and lipedema. *Hautarzt* 2018; 69: 471–7.
 - 24 Flour M, Clark M, Partsch H et al. Dogmas and controversies in compression therapy: report of an International Compression Club (ICC) meeting, Brussels, May 2011. *Int Wound J* 2013; 10: 516–26.
 - 25 Neumann HA, Partsch H, Mosti G, Flour M. Classification of compression stockings: report of the meeting of the International Compression Club, Copenhagen. *Int Angiol* 2016; 35: 122–8.