Aucun article ou résumé dans cette revue ne peut être reproduit sous forme d'imprimé, photocopie, microfilm ou par tout autre procédé sans l'autorisation expresse des auteurs et de l'éditeur. Editions Phlébologiques Françaises
No article or abstract in this journal may be reproduced in the form of print, photocopy, microfilm or any other means without the express permission of authors and the editor. Editions Phlébologiques Françaises

EFFETS de la COMPRESSOTHÉRAPIE dans le DOMAINE des VEINES JAMBIÈRES en FONCTION de la PRESSION et du MATÉRIEL UTILISÉ

EFFECTS of COMPRESSION THERAPY DEPENDING on PRESSURE and MATERIAL

H. PARTSCH

R É S U M É

Dans cet article sont discutés les effets hémodynamiques des moyens de compression en relation avec le matériel utilisé et la pression exercée.
Méthode : Les effets hémodynamiques du traitement compressif furent analysés en mesurant la vitesse du sang veineux, le volume veineux, les reflux veineux ainsi que la fonction de la pompe veineuse au moyen des isotopes, de la pléthysmographie, de la volumétrie à eau (par refoulement), du duplex, de différentes méthodes pléthysmographiques et aussi de la mesure de la pression veineuse.
Résultats : L'objectif des bas de compression faible est d'accélérer la vitesse du flux veineux en position debout et couchée et d'empêcher la survenue d'un œdème de jambe après une longue période passée en position assise ou debout.
Sur un corps droit, en orthostatisme, une pression de 50 mm Hg est nécessaire pour fermer de façon intermittente une veine insuffisante et réduire ainsi l'hyperpression veineuse à la marche.
De la même façon, une forte pression peut être exercée par une bande multicouche à allongement long, mais pas par un bas de compression élastique.
Conclusion : Les bandages élastiques ou les bas de compression d'une pression de 40 mm Hg permettent de prévenir ou de réduire les œdèmes de jambe.
Les bandages de compression multicouches exerçant une pression supérieure à 40 mm Hg comme par exemple le système de bande à allongement court améliorent par ailleurs la fonction d'une pompe veineuse défectueuse diminuant ainsi l'hyperpression veineuse ambulatoire.

Mots-clefs : *bas de compression, bandages de compression multicouches à allongement court, pression.*

S U M M A R Y

This is a review of hemodynamic data obtained with compression devices with different elastic properties and applied with different pressure.
Methods : *Hemodynamic effects of compression therapy were demonstrated by measuring venous flow velocity, venous volume, venous reflux and venous pumping function using radioisotopes, phlebography, water displacement volumetry, Duplex, air plethysmography, foot-volumetry and phlebodynamometry.*
Results : *Light compression stockings are able to increase venous blood flow velocity in the supine position and to prevent leg-swelling after prolonged sitting and standing. In the upright position an interface pressure of more than 50 mm Hg is needed for an intermittent occlusion of incompetent veins and for a reduction of ambulatory venous hypertension during walking. Such high interface pressures may be achieved by short-stretch, multilayer bandages but not by an elastic stocking.*
Conclusion : *Elastic compression stockings or elastic bandages exerting interface pressures up to 40 mm Hg are effective to prevent or to reduce oedema. Multilayer compression bandages, eg short stretch multilayer systems, with a pressure over 40 mm Hg additionally improve severely disturbed venous pumping function and may even reduce ambulatory venous hypertension.*

Keywords : compression stockings, short stretch multilayer system, pressure, stiffness, natural dynamic compression.

Baumeistergasse 85, 1160 WIEN, Autriche.

© Éditions Phlébologiques Françaises, vol. 59, n° 3/2006, p. 245-249

Aucun article ou résumé dans cette revue ne peut être reproduit sous forme d'imprimé, photocopie, microfilm ou par tout autre procédé sans l'autorisation expresse des auteurs et de l'éditeur. Editions Phlébologiques Françaises
No article or abstract in this journal may be reproduced in the form of print, photocopy, microfilm or any other means without the express permission of authors and the editor. Editions Phlébologiques Françaises

Le traitement compressif a des conséquences considérables sur l'hémodynamique veineuse des membres inférieurs dont l'analyse dépend avant tout de l'épreuve et du matériel utilisés. Ci-dessous seront discutées les recherches en fonction des paramètres suivants :

– calibres et volumes veineux,
– vitesse du flux veineux, prévention de l'œdème,
– reflux veineux,
– rendement de la pompe veineuse,
– microcirculation.

Calibres et volumes veineux

Une veine ne peut être comprimée que si la pression extérieure effective est plus élevée que la pression intra-vasculaire. Il peut être démontré que les valeurs de pression nécessaires dépendent de la position du corps. Sous le genou, elles sont de l'ordre de 20 à 25 mm Hg en position couchée, de 50 à 60 mm Hg en position assise et de 70 mm Hg en position debout.

Pour obtenir une diminution du calibre de la veine, des valeurs basses suffisent [1]. Une telle réduction de la veine fémorale à la cuisse, comme nous l'observons lors des thromboses veineuses des membres ou après une opération des varices lors de la mise en place de bandes collées fermes, peut être objectivée de façon répétée par la phlébographie [2]. Lors de la compression des deux jambes, un déplacement du volume sanguin se fait du segment de la jambe comprimée vers l'abdomen et le thorax [3].

Vitesse du flux veineux, prévention de l'œdème

En position horizontale, les bas de prophylaxie anti-thrombose sont capables, avec une pression de 15 mm Hg de réduire le calibre des veines et d'accélérer ainsi le flux veineux [4].

Déjà, avec des pressions moindres, on réussit à empêcher la survenue d'un œdème vespéral de jambe après une journée de travail en position assise ou debout [5].

Reflux veineux

Chez les patients présentant des ulcères veineux et une insuffisance veineuse profonde, on peut montrer avec l'aide de la pléthysmographie à air (APG) que les reflux veineux peuvent être réduits par la compression de la jambe en fonction de la manœuvre effectuée. Pour la même manœuvre, un matériel inélastique à allongement court est plus efficace qu'un matériel à allongement long ou des bas de compression. Des bandages multicouches ont un effet proche de celui obtenu par des bandes à allongement court, même quand leur simple composant correspond au type d'allongement long [6].

Au niveau de la cuisse, les reflux profonds peuvent être réduits par des bandages exerçant une pression de 40 à 60 mm Hg mais pas par les bas de compression qui exercent une pression locale de l'ordre de 15 mm Hg [7]. De la même façon, en cas d'absence congénitale des valvules, les reflux veineux et l'hypertension veineuse ambulatoire peuvent être diminués par une pression à la cuisse supérieure à 60 mm Hg [8].

Rendement de la pompe veineuse

Une petite réduction du calibre de la veine au moyen d'un bas de compression produit déjà une augmentation du volume sanguin pompé à partir du pied. Les patients porteurs de varices en bénéficient davantage que les porteurs d'un syndrome post-thrombotique [9].

Une hypertension veineuse ambulatoire, chez les patients porteurs d'une insuffisance veineuse chronique manifeste, peut être réduite au moyen de bandages fermes à allongement court avec une pression supérieure à 50 mm Hg à la partie distale de la jambe, mais pas avec des bandages légers ou des bas de compression exerçant une pression de l'ordre de 30 mm Hg [10].

Microcirculation

Avec l'aide du Laser Doppler Flow ainsi qu'avec la capillaroscopie, le groupe de travail de Coleridge Smith a pu montrer qu'en position assise une augmentation maximale du flux dans les capillaires sanguins pouvait être atteinte en exerçant une pression de 60 mm Hg à la partie distale de la jambe [11].

Conséquences pratiques en relation avec la pression et le type de matériel

Comme le montrent les recherches qui ont été menées, les pressions de compression inférieures à 40 mm Hg ont un effet positif sur l'œdème et, en raison du faible rétrécissement veineux, permettent aussi une amélioration du rendement de la pompe veineuse à partir de la peau. Si l'on veut réduire le diamètre des veines profondes en position debout, une pression d'environ 70 mm Hg est nécessaire mais ne peut être obtenue avec des bas de compression ou des bandes posées de façon relâchée.

De plus, la pression en position couchée peut vraiment être plus faible afin d'être mieux tolérée par le patient.

En conséquence, l'idéal serait un type de compression dont la pression s'adapte chaque fois à l'effet hémodynamique nécessaire, réalisant une pression basse en position couchée, une pression plus haute en orthostatisme et des pics de pression lors de la marche. Ceux-ci provoquent une fermeture intermittente des veines au moment de la systole musculaire et par conséquent une interruption des vagues de reflux générées par les valvules insuffisantes.

Des bandes multicouches appliquées avec une pression de 40 mm Hg en position couchée approchent de cet idéal.

Aucun article ou résumé dans cette revue ne peut être reproduit sous forme d'imprimé, photocopie, microfilm ou par tout autre procédé sans l'autorisation expresse des auteurs et de l'éditeur. Editions Phlébologiques Françaises
No article or abstract in this journal may be reproduced in the form of print, photocopy, microfilm or any other means without the express permission of authors and the editor. Editions Phlébologiques Françaises

Élastique ou inélastique ?

Lors de la pose de plusieurs couches d'un système de bandage à allongement court, par exemple Rosidal sys® (Lohmann & Rauscher Gmbh & Co KG) avec une pression de repos à la partie distale de la jambe de 50 mm Hg, le lever induit une montée de la pression de plus de 20 mm Hg *(Fig. 1)*. Les valeurs de pression résultantes de plus de 70 mm Hg en position debout ainsi que les pics de pression pendant la marche de 80-90 mm Hg sont sans aucun doute efficaces debout contre la pression hydrostatique des veines des jambes. En distalité, ces pressions varient lors de la marche en fonction de l'état des valvules et s'élèvent d'environ 15 à 30 mm Hg dans les veines saines et d'environ 70 à 120 mm Hg dans les syndromes post-thrombotique sévères [12].

La *Figure 2* montre de façon schématique les rapports de pression dans les veines de jambe d'un patient porteur d'une insuffisance veineuse sévère et simultanément les modifications de la pression mesurées sous un bandage. On note que les pics de pression sous le bandage pendant la systole musculaire sont plus élevés que dans la veine, d'où sa fermeture intermittente à chaque pas.

De même, une fermeture de courte durée des veines profondes peut être observée au moyen du Duplex en position assise à chaque dorsiflexion.

Face à cela, une bande élastique (Perfekta® fine, Lohmann & Rauscher Gmbh & Co KG) donne seulement, en position debout et à la marche, des pics de pression qui restent inférieurs à 10 mm Hg au-dessus de la pression de repos, même quand elle est posée avec la même pression de repos que les bandes à allongement court. Les valeurs de pression lors de la marche sont nettement plus basses que celles observées dans les veines si bien que l'occlusion veineuse ne survient dans aucune des phases.

Les occlusions veineuses intermittentes courtes au moyen d'un bandage à allongement court permettent manifestement une réduction de l'hypertension veineuse ambulatoire dans le sens d'un « mécanisme valvulaire artificiel » [8]. Lors d'une insuffisance valvulaire sévère, la pression des veines de jambe lors de la marche est principalement conditionnée par les reflux qui surviennent pendant la systole musculaire.

Ainsi, par l'effet d'un système valvulaire qui se ferme à chaque pas, un bandage peut par suite de sa compression intermittente interrompre brièvement ce reflux.

La pression d'une bande à allongement court « perd » dans les deux premières heures après sa pose environ 25 % de sa valeur tandis que la bande élastique continue de conserver sa pression. C'est pourquoi il est conseillé de dérouler un matériel inélastique avec une pression plus forte que celle que l'on appliquerait avec une bande élastique [13].

La perte de pression de la bande à allongement court de moins de 40 mm Hg s'explique par la réduction immédiate du volume de la jambe et permet que le bandage soit bien toléré en décubitus. Au contraire, des pressions constantes de l'ordre de 50 mm Hg seront mal supportées.

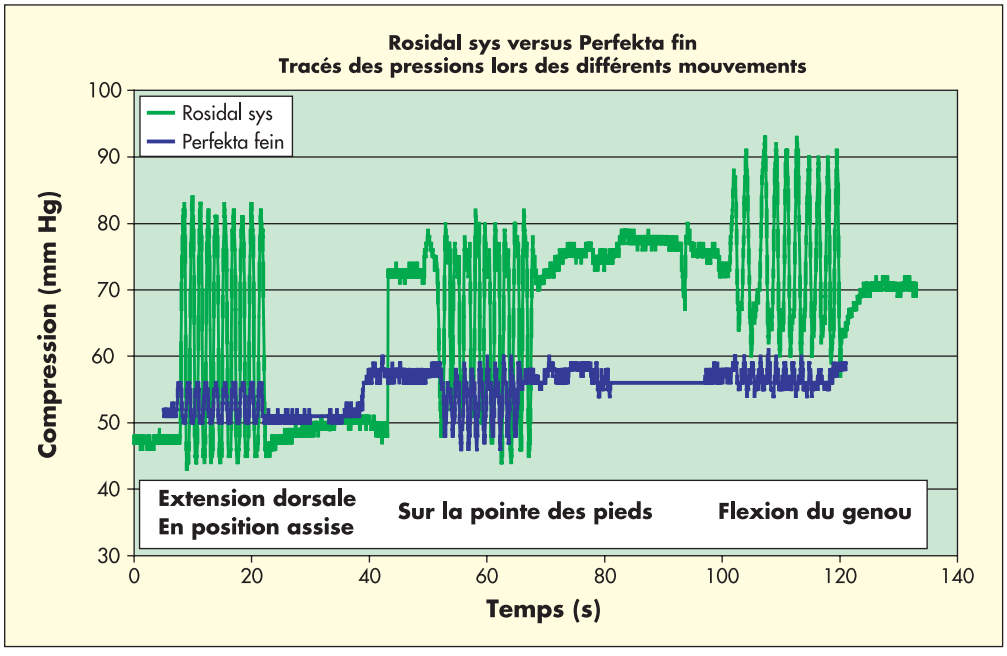


Figure 1. – Mesures simultanées des pressions 10 cm au-dessus de la face interne de la cheville sous un système de compression par bandes à allongement court (Rosidal® sys, Lohmann & Rauscher GmbH & Co KG) placé sur une jambe et un bandage à allongement long (Perfekta® fein, Lohmann & Rauscher GmbH & Co KG) sur l'autre jambe. Les deux bandages sont posés en position assise avec une pression d'environ 50 mm Hg. Lors du passage de la position assise à la position debout, l'augmentation de pression sous un système de bandage à allongement long passe de 50 à 58 mm Hg, et sous un système de bandage à allongement court de 50 à 72 mm Hg. La dorsiflexion, la position sur la pointe des pieds et la flexion des genoux conduisent à des pics de pression vraiment plus élevés et à des variations de pression plus prononcées sous le bandage à allongement court (natural dynamic compression, NDC) comparés au bandage à allongement long (permanent static compression, PSC)

Aucun article ou résumé dans cette revue ne peut être reproduit sous forme d'imprimé, photocopie, microfilm ou par tout autre procédé sans l'autorisation expresse des auteurs et de l'éditeur. Editions Phlébologiques Françaises
No article or abstract in this journal may be reproduced in the form of print, photocopy, microfilm or any other means without the express permission of authors and the editor. Editions Phlébologiques Françaises

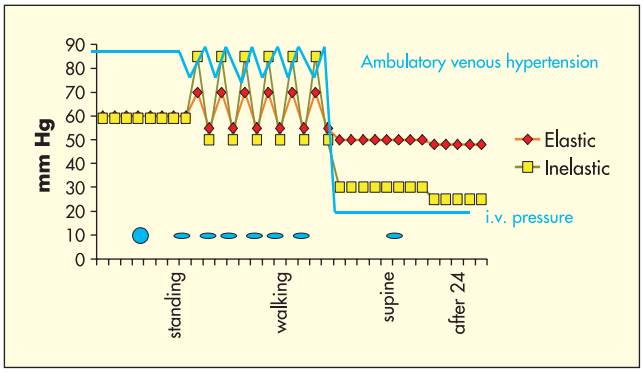


Figure 2. – La courbe du haut montre de façon schématique le tracé de la pression veineuse d'un patient porteur d'un syndrome post-thrombotique sévère avec, à la marche, une chute maximale à 75 mm Hg à la partie distale de la jambe. Une bande à allongement court posée avec une pression de 60 mm Hg a, lors de l'exercice, des pics de pression de 90 mm Hg pendant la systole musculaire qui dépassent de façon intermittente les variations de pression intraveineuse, aboutissant par là à une occlusion veineuse intermittente (les cercles et les ovales symbolisent les diamètres veineux correspondants sous la compression). En comparaison, les pics de pression d'un bandage élastique posé avec la même pression de repos s'abaissent lors de la marche pour se rapprocher des pressions intraveineuses. Lors de l'arrêt, la pression du bandage à allongement long chute seulement modérément, celle du bandage à allongement court de moitié, ce qui s'explique par sa meilleure capacité d'adaptation

Ainsi les bandages à allongement court correspondent à « un design intelligent », qui s'adapte aux exigences naturelles des positions respectives du corps et qui garantit une pression de repos tolérable en décubitus, et dans le même temps des valeurs de pression intrinsèquement plus fortes en position debout ainsi que des pointes de pression élevées lors de l'exercice (« compression dynamique naturelle »). Il apparaît donc raisonnable d'adapter la pression exercée par des bandages à la sévérité de l'hypertension veineuse ambulatoire.

Lorsqu'une pression veineuse chute à 50 mm Hg lors de la marche, les pointes de pression d'un bandage, qui restent un peu élevées, sont suffisantes pour garantir une occlusion veineuse intermittente *(Fig. 3)*, tandis que les valeurs de pression intraveineuse telles qu'elles sont décrites dans l'exemple de la *Figure 2* nécessitent des pressions de bandage plus élevées.

De tels bandages sont caractérisés par un matériel à allongement court, lequel offre une élasticité au-dessous de 100 %. Grâce aux couches superposées, la rigidité du bandage définitif est encore renforcée. De la même façon, la pose de plusieurs couches de matériel à allongement long ou la superposition de bas de compression conduit à une augmentation de la rigidité.

Comme le montre la *Figure 1*, la rigidité d'un bandage peut aussi être analysée in vivo au moyen de différents paramètres. Elle est caractérisée par l'augmentation de pression qui est provoquée par l'augmentation de circonférence du membre [15]. Comme cela est montré dans la *Figure 1*, le capteur sera placé au niveau où la partie musculaire du chef interne du jumeau se prolonge en partie tendineuse ; à chaque dorsiflexion du pied se produit une saillie du tendon et ainsi une diminution du rayon jambier à ce niveau. L'augmentation de pression provoquée aussi par le changement de géométrie de la jambe est ainsi mesurée d'après la Loi de Laplace.

Dans la *Figure 1*, l'augmentation de pression lors du lever du sujet et la hauteur de l'amplitude entre la systole et la diastole musculaire (effet de massage) soulignent les différences frappantes entre le bandage inélastique et le bandage élastique. La différence de pression entre l'orthostatisme et le décubitus est appelée « index de rigidité statique » [16, 17] et peut aussi être mesurée par les capteurs de pression qui ne permettent que les mesures de pression statique et non dynamique [18].

Compression des structures compressibles

Sur la *Figure 3*, un schéma (à gauche) montre de façon exemplaire les pressions qui existent dans le tissu sous-cutané d'un patient porteur d'un œdème ainsi que les pressions intraveineuses d'un patient qui présente une hyperpression veineuse ambulatoire de grade moyen. A droite, ces pressions sont exercées comme si elles venaient de bas de compression

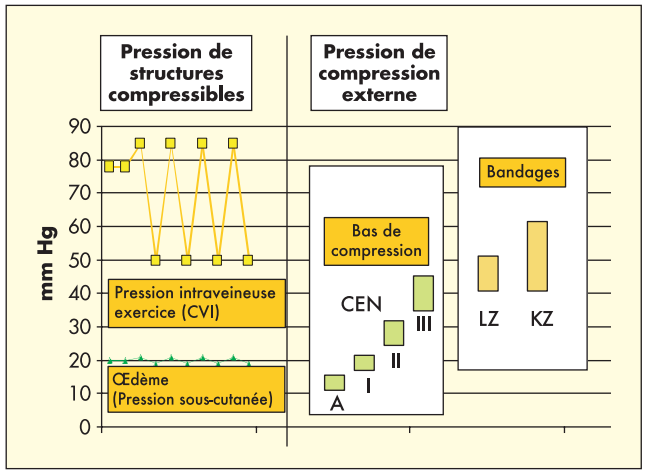


Figure 3. – Dans la moitié gauche de la Figure, les valeurs de pression sont représentées de façon exemplaire comme elles peuvent être mesurées dans la structure compressible de la peau dans le cas d'un œdème respectif dans une veine de la partie distale de la jambe d'un patient porteur d'une insuffisance veineuse chronique de grade moyen (CVI). Dans la moitié droite de la figure, ces valeurs de pression sont restituées schématiquement telles qu'elles seraient exercées par des bas de compression classe 1 à 3 correspondant à la norme européenne (CEN), respectivement par des bandages à allongement long (LZ) et à allongement court (KZ), qui furent appliqués chaque fois avec une pression de repos de 40 mm Hg. On note que seul le bandage à allongement court produit à la marche des pics de pression qui dépassent de façon intermittente les valeurs de pression intraveineuse. En comparaison, les bas de compression classe 2 et 3 sont capables de comprimer un œdème chez un sujet en situation debout mais pas les veines jambières

Aucun article ou résumé dans cette revue ne peut être reproduit sous forme d'imprimé, photocopie, microfilm ou par tout autre procédé sans l'autorisation expresse des auteurs et de l'éditeur. Editions Phlébologiques Françaises
No article or abstract in this journal may be reproduced in the form of print, photocopy, microfilm or any other means without the express permission of authors and the editor. Editions Phlébologiques Françaises

et de bandages de forces différentes. Des bas de compression d'une pression comprise entre 15 et 40 mm Hg dépassent les valeurs de pression interstitielle dans le sous-derme et sont ainsi capables de comprimer un œdème en orthostatisme. Les bandes posées avec une pression de repos de 40 mm Hg induisent, lors de la marche, des pics de pression qui dépassent instantanément la pression veineuse à chaque pas. Sous les bandes à allongement court, ces pics de pression sont nettement plus élevés que sous les bandes élastiques à allongement long. Ainsi, une interruption plus longue et plus efficace du reflux est obtenue sous bandage à allongement court en comparaison avec du matériel élastique à allongement long comme a pu le prouver la pléthysmographie à air [6].

Les bandes à allongement long peuvent entraîner une douleur en raison de leurs propriétés élastiques.

Remerciements : *Au docteur M. Schadeck pour l'aide à la traduction de cet article.*

RÉFÉRENCES

1 Partsch B., Partsch H. Calf compression pressure required to achieve venous closure from supine to standing positions. *J Vasc Surg* 2005 ; 42 : 734-8.

2 Haid-Fischer F., Haid H. Venenerkrankungen. 5. edn. Stuttgart G. Thieme, 1985.

3 Mostbeck A., Partsch H., Peschl L. Änderungen der Blutvolumenverteilung im Ganzkörper unter physikalischen und pharmakologischen Maßnahmen. *VASA* 1977 ; 6 : 137-42.

4 Partsch H, Kahn P . Venöse Strömungsbeschleunigung in Bein und Becken durch « AntiThrombosestrümpfe ». Klinikarzt 1982 ; 11 : 609-12.

5 Partsch H., Winiger J., Lun B. Compression stockings reduce occupational swelling. *J Derm Surg* 2004 ; 30 : 737-43.

6 Partsch H., Menzinger G., Mostbeck A. Inelastic leg compression is more effective to reduce deep venous refluxes than elastic bandages. *Dermatol Surg* 1999 ; 25 : 695-700.

7 Partsch H., Menzinger G., Borst-Krafek B., Groiss E. Does thigh compression improve venous hemodynamics in chronic venous insufficiency ? *J Vasc Surg* 2002 ; 36 : 948-52.

8 Partsch B., Mayer W., Partsch H. Improvement of ambulatory venous hypertension by narrowing of the femoral vein in congenital absence of venous valves. *Phlebology* 1992 ; 7 : 101-4.

9 Stöberl C., Gabler S., Partsch H. Indikationsgerechte Bestrumpfung-Messung der venösen Pumpfunktion. *VASA* 1989 ; 18 : 35-9.

10 Partsch H. Improvement of venous pumping function in chronic venous insufficiency by compression depending on pressure and material. *VASA* 1984 ; 13 : 58-64.

11 Abu-Own A., Shami S.K., Chittenden S.J., Farrah J., Scurr J.H., Smith P.D. Microangiopathy of the skin and the effect of leg compression in patients with chronic venous insufficiency. *J Vasc Surg* 1994 ; 19 : 1074-83.

12 Partsch H. Simultane Venendruckmessung und Plethysmographie am Fuß. In : R. May, A. Kriessmann : *Periphere Venendruckmessung*. S147-56, G. Thieme-Verlag, 1978.

13 Partsch H. The use of pressure change on standing as a surrogate measure of the stiffness of a compression bandage. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2005 ; 30 : 415-21.

14 Brouwer E., Damstra R., Partsch H. Warum kommt es zu einem Druckabfall unter Kompressionsverbänden ? *Vasomed* 2005 ; 17 : 139.

15 CEN European Prestandard. Medical compression hosiery. European Committee for Standardization. Brussels, 2001 : 1-40.

16 Partsch H. The static stiffness index. A simple method to assess the elastic property of compression material in vivo. *Dermatol Surg* 2005 ; 31 : 65-30.

17 Partsch H., Clark M., Bassez S., et al. Measurement of lower leg compression in vivo : recommendations for the performance of measurements of interface pressure and stiffness: consensus statement. *Dermatol Surg* 2006 ; 32 : 229-38.

18 Stolk R., Wegen van der-Franken C.P.M., Neumann H.A.M. A method for measuring the dynamic behavior of medical compression hosiery during walking. *Derm Surg* 2004 ; 30 : 729-36.