

Aus der Abteilung für Kardiologie (Leiter: OMR Prof. Dr. sc. med. KNAPPE) der Klinik für Innere Medizin (Direktor: MR Prof. Dr. sc. med. ANGER) der Medizinischen Akademie Erfurt

Die externe pneumatische Kompression – Physiotherapie zur Förderung des venösen und lymphatischen Rückstroms aus den Extremitäten

Von K. GROSSMANN und D. WEGENER

Mit 3 Abbildungen

Schlüsselwörter: Chronisch venöse Insuffizienz – Lymphödem – Thromboseprophylaxe – pneumatische intermittierende Kompressionstherapie

Zusammenfassung

Es wird über erste Erfahrungen mit der pneumatischen Kompressionstherapie bei chronischen Ödemen und bei der Thromboseprophylaxe berichtet. Die Indikationen und Kontraindikationen werden dargestellt und mit den Erfahrungen anderer Autoren diskutiert.

Резюме

Сообщается о первом опыте с пневматической компрессионной терапией при хронических отёках и при профилактике тромбоза. Представляются показания и противопоказания и они обсуждаются с опытом других авторов.

Summary

It is reported on first experiences with the pneumatic compression therapy in chronic edemas and in the prophylaxis of thrombosis. The indications and contraindications are represented and discussed with the experiences of other authors.

Die Therapie chronischer Beinschwellungen venöser oder lymphatischer Genese stellt nicht selten eine „crux medicorum“ dar. Eine langfristige Anwendung der häufig nur ungenügend wirkenden Diuretika ist nicht zuletzt wegen der Nebenwirkungen wie Hypokaliämie, Schwächung der Wadenmuskelpumpe und Verschlechterung hämorrheologischer Parameter nicht ratsam (15).

Sind kausale Therapieverfahren (Operation, Thrombolysse) nicht möglich, wird neben einer adjuvanten medikamentösen Behandlung auf eine Kompressionstherapie zurückgegriffen, um den venösen bzw. lymphatischen Rückfluß aus den Extremitäten zu fördern.

In Zusammenarbeit zwischen dem VEB Meßgerätewerk Ballenstedt und der Medizinischen Klinik der Medizinischen Akademie Erfurt wurde das Gerät „Fluvopress“ zur pneumatischen Kompressionsbehandlung entwickelt.

Mittels einer Pumpe wird eine die gesamte Extremität umschließende Manschette mit einem von der jeweiligen Anwendungsart abhängigen Druck zwischen 20 (2,6 kPa) und 150 mm Hg (19,9 kPa) aufgepumpt. Die dadurch ausgelöste Erhöhung des hydrostatischen Druckes in den Lymphgefäßen und Venen führt zum Abtransport sowohl der extravasalen Flüssigkeitsansammlungen als auch zur deutlichen Verbesserung des venösen Rückstromes.

Entsprechend der vorgesehenen Anwendungsart der Kompressionstherapie können folgende Druckbereiche, die am Gerät eingestellt und kontrolliert werden können, empfohlen werden:

Thromboseprophylaxe	30–50 mm Hg (4,0–6,6 kPa)
chronisch venöse Insuffizienz	40–90 mm Hg (5,3–12,0 kPa)
chronische Lymphödeme	80–120 mm Hg (10,7–16,0 kPa).

Um durch die Anwendung des externen Druckes eine arterielle Minderdurchblutung zu verhindern, wird die pneumatisch erzeugte Kompression nur intermittierend durchgeführt. Nach einer Kompression von 30 s erfolgt eine Entlüftung, d. h. Dekompression, die ebenfalls 30 s andauert (Abb. 1). Danach wird dieser Zyklus bis zum Ende der Behandlung wiederholt.

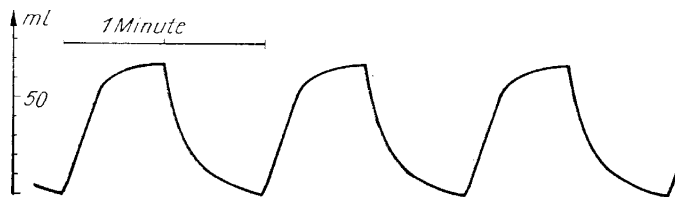


Abb. 1. Indirekt und plethysmographisch gemessene Volumenverdrängung unter einer der angelegten Beinmanschetten (Kompression 30 s Dekompression 30 s)

Bei den bisher bekannten Systemen zur pneumatischen Kompression schwanken die Kompressionszeiten je Behandlungszyklus zwischen 5 und 120 s (Tab. 1). Die pneumatische Kompressionstherapie soll für eine Extremität mindestens 30 min lang durchgeführt werden. Sie kann aber bei chronischen Ödemen auch wesentlich länger (z. B. 2mal täglich 1 h) angewandt werden.

Tabelle 1. Zusammenstellung der verschiedenen intermittierenden pneumatischen Behandlungssysteme in bezug auf Druckhöhe, Druckzeit und einzelnen Behandlungszyklus

Autoren	Druckhöhe (Torr)	Druckzeit (s)	Zyklus Druck/Entlüftung (in s)	Bemerkungen Manschettenart
SALZMAN et al. (32)	35	10	10/ 60	Stiefelform
SKILLMAN et al. (34)	40			
MCKENNA et al. (21)	30	5	5/ 30	Stiefel oder Gesamtbein
BACHMANN et al. (2)	20	5–8	8/ 25	Ringmanschette, 20 cm Höhe
TURPIE et al. (38)	50	4 × 5 + 5	25/ 60	4teilige Ringmanschette
CALNAN et al. (6)	40	120	120/120	Stiefelmanschette

Nach einer initialen, oft mehrmals täglich durchgeführten Behandlung kann das Therapieintervall auseinander gezogen und die erreichte Wirkung durch eine Kompressionstherapie mit Bandagematerial erhalten werden.

Nach zweijähriger Erfahrung mit dem Gerät „Fluvopress“ konnten wir mittels hydraulischer Plethysmographie feststellen, daß bei einer 30minütigen Therapie zwischen 150 und 500 ml Flüssigkeit aus einer Extremität herausgepreßt werden können. Dies entspricht einer Volumenreduktion von 9–15% bezogen auf das Extremitätenvolumen vor der Behandlung. LAWRENCE et al. konnten selbst bei niedrigen Drucken von 8–18 mm Hg in den Manschetten eine signifikante Zunahme des venösen Rückstromes, des Muskelblutflusses und des subkutanen Gewebsblutstromes nachweisen.

Die Indikationen zur intermittierenden pneumatischen Kompressionstherapie mit dem „Fluvopress“-System sind in Tabelle 2 aufgeführt. Eine Kontraindikation besteht dann, wenn eine akute Phlebothrombose, eine Rechtsherzinsuffizienz oder entzündliche Prozesse im Bereich der zu behandelnden Extremität vorliegen (Tab. 3).

Tabelle 2. Indikationen zur Anwendung einer intermittierenden pneumatischen Kompressionsbehandlung – System „Fluvopress

- Chronisch venöse Insuffizienz auf dem Boden eines postthrombotischen Syndroms oder/und Varikosis vom klinischen Schweregrad III und IV
- Lymphödeme primärer und sekundärer Genese
- Posttraumatische Ödeme
- Prophylaxe tiefer Phlebothrombosen aller Gefährdungsgruppen

- Akute und floride Thrombophlebitis
- Akute Phlebothrombose
- Erysipel
- Furunkel und andere entzündliche Hauterkrankungen
- Ödeme bei Rechtsherzinsuffizienz

Tabelle 3. Kontraindikationen zur Anwendung einer intermittierenden Kompressionsbehandlung

Nachdem zunächst Weichplastmanschetten für diese Behandlung erprobt wurden, die aber wegen der geringen Haltbarkeit nicht geeignet sind, werden jetzt die Manschetten in einer von Gliedmaßenumfang unabhängigen, schlauchförmigen Gummiausführung bereitgestellt. Dies hat den Vorteil, daß nicht verschiedene, den Extremitätenmaßen entsprechende Formen zur Verfügung stehen müssen. Um einer Schweißentwicklung bei längerer Anwendung vorzubeugen, wird die zu behandelnde Extremität vorher mit einer gut sitzenden Schlauchbinde versehen. Danach wird das Schlauchende mit dem Ansatzstück für den Luftschlauch an der vom Körper entferntesten Stelle (Fußrücken, Handrücken) so angelegt, daß mit der ersten Umwicklung das Schlauchende mit fixiert werden kann. Der 6 m lange Schlauch wird dann wie eine Binde zum Körper hin um die Extremität gewickelt und dabei beachtet, daß jede Wickeltour etwa 3–5 mm auf dem Band der vorhergehenden Wicklung aufliegt und keine Lücken entstehen. Dies ist wichtig, da sonst während der Behandlung nichtkomprimiertes Gewebe hervorquillt. Nach Anlegen der schlauchförmigen Manschette wird eine Kunstlederhülle darübergezogen und mittels der vorhandenen Schnürung fest über dem Gummiteil verschnürt.

Neben der Therapie in stationären und ambulanten Gesundheitseinrichtungen sollte bei schweren Formen von Phlebödemen und beim Lymphödem auch eine Heimbehandlung angestrebt werden. Solche Patienten können diese Behandlung so in ihren Tagesablauf einordnen, daß die Arbeitsfähigkeit sehr lange erhalten werden kann. Für Patienten mit einem chronischen schweren Lymph- oder Phlebödem stellt das „geschwollene Bein“ meist ein lebenslängliches therapeutisches Problem dar. Es versteht sich von selbst, daß eine tägliche Anwen-

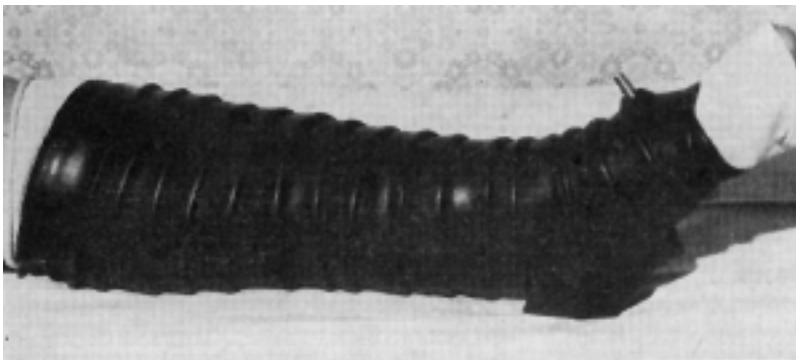


Abb. 2. Am Bein angelegter Kompressionsschlauch. Die Luftfüllung erfolgt von distal nach proximal

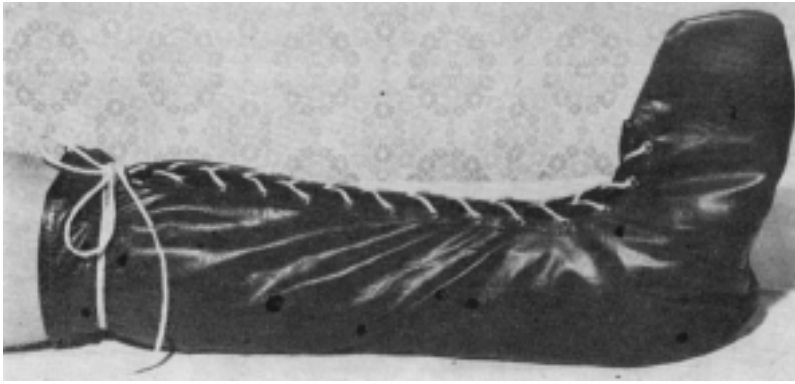


Abb. 3. Komplett angelegtes pneumatisches System mit verschnürbarer Kunstlederhülle

dung der Wecheldruckmanschetten zwar eine klinisch entscheidende Entlastung der gestauten Gliedmaßen bewirkt, die pathophysiologischen Faktoren aber nicht auszuschalten vermag. Besonders in Form einer täglichen Heimbehandlung kann das vorgestellte Gerät „Fluvo-press“ die einer Prothese ähnliche Bedeutung als Heilhilfsmittel erlangen (4, 6, 17, 36). Eine weitere wichtige Indikation von „Fluvo-press“ ist die Prophylaxe der tiefen Phlebothrombose. Bei posttraumatischen, postoperativen und postpuerperalen Zuständen führen die vorübergehende Inaktivität der Wadenmuskelpumpe und die dabei oft vorhandenen Phasen einer Hyperkoagulabilität zu einem stark erhöhten Thromboserisiko. Die Gefahr einer Thrombose und ihrer Komplikationen, der Lungenembolie, ist bei den verschiedenen Krankheiten und Operationen unterschiedlich hoch einzuschätzen (2, 9, 21, 38). Die Wirksamkeit der externen pneumatischen Kompressionstherapie wurde in einer Reihe von Untersuchungen Patienten- gruppen gegenübergestellt, die keiner Thromboseprophylaxe unterzogen wurden (Tab. 4).

Tabelle 4. Übersicht über die Wirksamkeit der externen pneumatischen Kompression (EPC) im Vergleich zu nicht prophylaktisch behandelten Patienten (Kontr.) im Hinblick auf die Effektivität der Thromboseprophylaxe (n = Fallzahl, DVT = Tiefe Beinvenenthrombose)

Autoren	n	DVT	Behandlungsart
BACHMANN, F. et al. (2)	Kontrollen 26	15 = 54,0%	Orthopädische Operationen Hüft- und Kniegelenkersatz
	EPC 28	5 = 15,0%	
McKENNA, R. et al. (21)	Kontrolle 12	9 = 75,0%	Orthopädische Operationen Kniegelenkersatz
	EPC 10	1 = 10,0%	
TURPIE, G. G. et al. (38)	Kontrollen 96	20 = 20,0%	Neurochirurgische Erkrankungen
	EPC 103	8 = 7,8%	
SKILLMAN, J. J. et al. (34)	Kontrollen 48	11 = 22,8%	Neurochirurgische Operationen
	EPC 47	3 = 6,3%	
COE, N. P. et al. (9)	Kontrollen 24	6 = 25,0%	Urologische Operationen
	EPC 29	2 = 7,0%	

Unabhängig von der Operationsart ist der prophylaktische Effekt der intermittierenden Wadenmuskelpression nachweisbar.

Weitere Untersuchungen vergleichen die Ergebnisse der medikamentösen Thromboseprophylaxe mit der externen pneumatischen Kompressionstherapie (Tab. 5). Hierbei werden ähnliche und z. T. bessere Ergebnisse mit der physikalischen Methode erzielt.

Tabelle 5. Vergleich der prophylaktischen Wirksamkeit von niedrig dosiertem Heparin (LDH) und der externen pneumatischen Kompression (EPC)
(n = Fallzahl, DVT = Tiefe Beinvenenthrombose, DHE = Dihydroergotamin)

Autoren	n	DVT	Behandlungsart	
MOSER, G. et al. (23)	LDH + DHE	76	7 = 9,2%	Abdominal-Operation
	EPC	76	5 = 6,5%	
COE, N. P. et al. (9)	LDH	28	6 = 21,0%	Urologische Operationen
	EPC	29	2 = 7,0%	
MÜHE, E. (24)	LDH	20	3 = 15,0%	Abdominal-Operationen
	EPC	25	3 = 12,0%	35 mm Hg Manschettendruck
		24	1 = 4,2%	100 mm Hg Manschettendruck

Eine Thromboembolie-Prophylaxe sollte neben der Wirksamkeit nach GRUBER folgende Anforderungen erfüllen (14):

1. Sie soll in der Anwendung einfach sein.
2. Sie soll wenig Kontraindikationen aufweisen.
3. Sie soll möglichst wenig Nebenwirkungen haben.
4. Sie soll bereits intraoperativ wirksam sein.

Größere Untersuchungen der letzten Jahre haben ergeben, daß lediglich für die externe pneumatische Kompressionsbehandlung unter den physikalischen Methoden ein sicherer Wirkungsnachweis erbracht werden konnte. Die Zahl der postoperativen tiefen Beinvenenthrombosen wurde signifikant reduziert (13). Alle anderen physikalischen Methoden sind in ihrer prophylaktischen Potenz als unsicher anzusehen. MÜHE hat darauf hingewiesen, daß bei einer Steigerung der Kompressionsdrücke in der intermittierenden pneumatischen Behandlung auf 1,3 kPa (100 mm Hg) der Effekt auf die Beschleunigung des venösen Rückstromes auf 366% gesteigert werden kann. Inzwischen sind auch Untersuchungen bekannt geworden, die über den strömungsbegünstigenden Kompressionseffekt eine Steigerung der fibrinolytischen Eigenaktivität des Organismus nachgewiesen haben (1, 18, 33). Die externe pneumatische Kompressionstherapie wird besonders für bewegungseingeschränkte Patienten, wie Bewußtlose, beatmete Querschnittgelähmte oder Patienten mit totalem Hüftgelenkersatz empfohlen (28). Darüber hinaus kommen Patienten in Betracht, bei denen eine gerinnungswirksamen medikamentöse Thromboembolie-Prophylaxe kontraindiziert ist, wie bei Schädel-Hirn-Verletzten, Rückenmarkverletzten, neurochirurgischen Patienten und Ulkuskranken.

Bei Beachtung der Kontraindikationen wird diese Prophylaxe von den Patienten gut vertragen. Schmerzen treten nicht auf. Ob auch die fibrinolytische Eigenaktivität des Organismus durch die externe pneumatische Kompression gesteigert werden kann, wie es von einigen Autoren beschrieben wurde, kann aufgrund unserer Erfahrungen noch nicht gesagt werden (1, 18, 34).

Weitere Untersuchungen sollten die bisher gesammelten Erfahrungen sowohl von chirurgischer Seite als auch auf dem Gebiet möglicher gerinnungswirksamer Komponenten ergänzen. Die externe pneumatische Kompressionstherapie ist zudem wirtschaftlicher als die niedrig dosierte Heparinprophylaxe, was in diesem Rahmen nicht unerwähnt bleiben sollte (31).

Mit der externen pneumatischen Kompression steht damit ein vielfältig einsetzbares Behandlungssystem zur Verfügung, das eine breite Anwendung verdient.

Literatur

1. ALLENBY, F., L. BOARDMAN, J. PFLUG, J. S. CALNAN: Effects of external pneumatic intermittent compression on fibrinolysis in man. *Lancet* II (1973) 1412-1414.
2. BACHMANN, F. R. MCKENNA, R. MEREDITH, S. CARTA: Intermittierende pneumatische Kompression von Unter- und Oberschenkel; eine neue erfolgreiche Methode zur postoperativen Thromboseprophylaxe. *Schweiz. med. Wschr.* 106 (1976) 1819-1821.

3. BARNES, A. B.: External pneumatic compression for prevention of deep venous thrombosis and pulmonary emboli. *Amer. J. Obstet. Gynaecol.* 133 (1979) 226–230.
4. BOLLINGER, A.: Mechanische Maßnahmen zur Entstauung beim dicken Bein in: BRUNNER, U.: *Das dicke Bein*. Hans Huber Verlag Bern 1970, S. 254ff.
5. BUTSON, A. R.: Intermittent pneumatic calf compression for prevention of deep venous thrombosis in general abdominal surgery. *Amer. J. Surg.* 142 (1981) 525–527.
6. CALNAN, J. S., J. J. PFLUG, C. J. MILLS: Pneumatic intermittent compression legging simulating calf muscle pump. *Lancet II* (1970) 502–503.
7. CAPRINI, J. A., J. L. CHUCKER, L. ZUCKERMANN, J. P. VAGHER, C. A. FRANCK, J. E. CULLEN: Thrombosis Prophylaxis using external Compression. *Surg. Gyn. Obstet* 156 (1983) 599–604.
8. CLARK, W. G., A. B. MAC GREGOR, R. J. PRESCOTT, C. V. RUCKLY: Pneumatic compression of the calf and postoperative deep vein thrombosis. *Lancet II* (1974) 5–6.
9. COE, N. P., R. E. C. COLLIN, L. A. KLEIN, M. A. BETHMANN, J. J. SKILLMAN, R. M. SHAPIRO, E. W. SALZMAN: Prevention of deep vein thrombosis in urological patients: a controlled randomized trial of low-dose heparin and external pneumatic compression boots. *Surgery* 83 (1978) 230–233.
10. DILLON, R. S.: Effect of therapy with the pneumatic end-diastolic leg compression boot on peripheral vascular disease. *Angiology* 31 (1980) 614–622.
11. Ders.: An end-diastolic air compression boot for circulation augmentation. *J. Clin. Engin.* 5 (1980) 63–66.
12. EHRINGER, H., H. FISCHER, C. O. NETZER, R. SCHMUTZLER, E. ZEITLER: *Venöse Abflußstörungen*. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart 1979.
13. GRUBER, K. F.: Die medikamentöse Thromboseprophylaxe. *Swiss. Med.* 4a (1980) 13–17.
14. Ders.: Postoperative Thromboembolie. *Helv. chir. Acta* 42 (1975) 665–669.
15. GROSSMANN, K., D. WEGENER, I. HEERKLOTZ, I. BRAUNS: Pneumatische Kompression zur Behandlung von chronischen Ödemen und zur Thromboseprophylaxe. *Z. ärztl. Fortbild.* 78 (1984) 341–343.
16. HARTMAN, J. T., J. L. PUGH, R. D. SMITH, W. W. ROBERTSON: Cyclic sequential compression of the lower limb in prevention of deep venous thrombosis. *J. Bone Jount Surg. Amer.* 64 (1982) 1059–1062.
17. HILLS, N. H., J. J. PFLUG, K. JEYASHINGH, L. BOARDMAN, J. S. CALNAN: Prevention of deep vein thrombosis by intermittent pneumatic compression of calf. *Brit. med. J. I* (1972) 131–134.
18. LAWRENCE, D., V. V. KAKKAR: Graduated, static, external compression of the lower limb: a physiological assessment. *Brit. J. Surg.* 67 (1980) 119–121.
19. LINDSTRÖM, B., K. KORSAN-BENGTSEN, O. JONSSON, B. PETRUSON, S. PETTARSON, J. WIKSTRAND: Electrically induced short-letting tetanus of the calf muscles for prevention of deep vein thrombosis. *Brit. J. Surg.* 69 (1982) 203–206.
20. LING, L.: The effect of external pressure and elevation on venous function in normal and thrombotic legs. *Angiology* 23 (1972) 453–463.
21. MCKENNA, R., J. LALANTE, F. BACHMANN, D. L. WALLACE, S. P. KAUSHAL, P. MEREDITH: Prevention of venous thromboembolism after total knee replacement by high-dose aspirin or intermittent calf and thigh compression. *Brit. med. J.* 280 (1980) 514–524.
22. MELROSE, D. G.: Intermittierende Kompressionstherapie: System Flowtron, in: BRUNNER, U.: *Physikalische Therapie in Phlebologie und Lymphologie*. Hans Huber Verlag, Bern 1977.
23. MOSER, G., B. KRAHENBUHL, R. BARROUSSEL, J. J. BENE, A. DONATH, A. ROHNER: Mechanical versus pharmacologic prevention of deep venous thrombosis. *Surg. Gynecol. Obstet.* 152 (1981) 448–450.
24. MÜHE, E.: Neue Methoden zur Thromboseprophylaxe: Intermittierende segmentale Hochdruck-Beinkompression. *Dtsch. med. Wschr.* 107 (1982) 1092–1095.
25. NEUGEBAUER, J., J. H. A. MÜLLER: *Venenerkrankungen der Extremitäten*. VEB Verlag Volk und Gesundheit, Berlin 1982.
26. NICOLAIDES, A. N., J. FERNANDESEFERNANDES, A. V. POLLICK: Intermittent sequential pneumatic compression of the legs in the prevention of venous stasis and postoperative deep venous thrombosis. *Surgery* 87 (1980) 69–71.
27. NICOLAIDES, A. N., C. MILES, M. HOARE, P. JURY, E. HELMIS, R. VENNIKER: Intermittent sequential pneumatic compression of the legs and thromboembolism – deterrent stockings in the prevention of postoperative deep venous thrombosis. *Surg.* 94 (1983) 21–25.
28. ÖHLUNG, C., S. G. FRANNSON, S. A. STARCK: Calf Compression for Prevention of Thromboembolism following Hip Surgery. *Acta orthop. scand.* 54 (1983) 896–899.
29. OLSON, D. A., R. D. KAMM, A. H. SHAPIRO: Bioengineering studies of periodic external compression as prophylaxis against deep vein thrombosis. 2. Experimental studies on a simulated leg. *J. Biomed. Eng.* 104 (1982) 96–101.
30. ROBERTS, V. C., L. T. COTTON: Prevention of postoperative deep vein thrombosis in patients with malignant disease. *Brit. med. J. I* (1974) 358–361.
31. SALZMAN, E. W. G. C. DAVIES: Prophylaxis of venous thromboembolism. *Ann. Surg.* 191 (1980) 207–218.

32. SALZMAN, E. W., J. J. PLOETZ, M. BETTMANN, J. SKILLMAN: Intraoperative external pneumatic calf compression to longterm prophylaxis against deep vein thrombosis in urological patients. *Surgery* 87 (1980) 239–242.
33. SEDLARIK, W., H. WEIDENBACH, G. SEELIG: Zur Prevention postoperativer Phlebothrombose mittels pneumatischer Massage der Extremitäten im Tierversuch. *Folia Haematol.* 106 (1979) 724–731.
34. SKILLMAN, J. J., R. E. C. COLLINS, N. P. COE, B. S. GOLDSTEIN, R. M. SHAPIRO, N. T. ZERRAS, M. A. BETTMANN, E. W. SALZMAN: Prevention of deep vein thrombosis in neurosurgical patients. A controlled, randomized trial external pneumatic compression boots. *Surgery* 83 (1978) 354–358.
35. STREHLER, E. H.: Druckwellentherapie: Prinzip, experimentelle Begründung der Wirkungsweise, Indikationen. In: BRUNNER, U.: *Physikalische Therapie in Phlebologie und Lymphologie*. Hans Huber Verlag, Bern 1977.
36. TARNAY, T. J., P. R. ROHR, A. G. DAVIDSON, M. M. STEVENSON, E. F. BYARS, G. R. HOPKINS: Pneumatic calf compression, fibrinolysis and the prevention of deep venous thrombosis. *Surgery* 88 (1980) 489–496.
37. TÖRNGREN, S.: Low dose heparin and compression stockings in the prevention of postoperative deep venous thrombosis. *Brit. J. Surg.* 67 (1980) 482–484.
38. TURPIE, A. G., T. DELMORE, J. HIRSH, R. HULL, E. GENTON, CH. HISCOE, M. GENT: Prevention of venous thrombosis by intermittend sequential calf compression in patients with intracranial disease. *Thromb. Res.* 15 (1979) 611–616.
39. WYSS, P. A., U. F. GRUBER: Was nützt das Einbinden der Beine oder elastische Strümpfe zur Verhinderung postoperativer tiefer Venenthrombosen? *VASA* 6 (1977) 376–380.

Manuskripteingang: 19. 12. 1984

Anschr. d. Verf.: Dozent Dr. sc. med. K. GROSSMANN,
 Facharzt für Innere Medizin,
 Medizinische Klinik der Medizinischen Akademie Erfurt,
 Nordhäuser Straße 74,
 Erfurt, DDR-5010;
 Ing. D. WEGENER,
 VEB Meßgerätewerk Ballenstedt,
 Marienstraße 12,
 Ballenstedt (Harz), DDR-4303