

# Intermittierende Kompression in der orthopädischen Chirurgie

F. Bachmann  
Hämatologische Abteilung  
CHUV  
CH-1011 Lausanne

Die Einführung des markierten Fibrinogentests für die Früherfassung von tiefen Venenthrombosen sowie die vermehrte Anwendung und Verfeinerung der Doppler-Methode, der Plethysmographie und der Phlebographie haben unsere Kenntnisse über die Häufigkeit der postoperativen tiefen Venenthrombose wesentlich erweitert und präzisiert. Dabei hat es sich herausgestellt, daß die Thromboseinzidenz nach den meisten größeren operativen Eingriffen bei über 40jährigen im Mittel um 25 % liegt. Viel häufiger sind jedoch Thrombosen nach orthopädischen Eingriffen am Bein, besonders nach der operativen Versorgung einer Schenkelhals- oder intertrochantären Fraktur und nach einem Hüft- oder Kniegelenkersatz.

Bei Operationen am Oberschenkel ist der Radiofibrinogentest recht unzuverlässig. Insbesondere ist er nicht in der Lage, entstehende Thrombosen im Bereich der Femoralvenen mit ausreichender Sicherheit zu erfassen. Auch die Doppler-Methode und die Plethysmographie sind an einer Extremität, die im proximalen Abschnitt ein bedeutendes postoperatives Ödem aufweist, schwerer zu interpretieren. Die einzige Methode, die uns zuverlässig Aufschluß über das Vorhandensein einer tiefen Venenthrombose im Oberschenkel gibt, ist die Phlebographie. Diese Methode liefert zudem auch Aufschluß über die Ausdehnung einer Thrombose. Sie hat den Nachteil, invasiv zu sein und in ca. 5 % aller Patienten zu Nebenreaktionen zu führen, wie z. B. Auslösung einer Thrombose infolge Reizwirkung des Kontrastmittels auf die Gefäßintima und allergische Reaktionen auf das Kontrastmittel, die in seltenen Fällen zu Blutdruckabfall und Schock führen. In der Tabelle 1 sind die phlebographisch erhaltenen Resultate nach Oberschenkelfrakturen zusammengestellt. Nach intertrochantären und nach Schenkelhals-Frakturen wurde in 7 Studien eine Inzidenz der tiefen Venenthrombose von 34–75 %, im Mittel 44 %, gefunden.

Tabelle 1. Die Häufigkeit der tiefen Venenthrombose (TVT)  
nach Oberschenkelfrakturen. Phlebographische Studien.

Autor(en)	Art der Fraktur	Anzahl der Patienten		
		Total	mit TVT	%TVT
Johnsson et al, 1968	Schenkelhals	25	12	48
Stevens et al, 1968	Schenkelhals	21	11	53
	IT	50	17	34
Culver et al, 1970	Sch.hals + IT	100	40	40
Hamilton et al, 1970	Sch.hals + IT	38	18	49
Kakkar, 1972	IT	24	18	75
	Schenkelhals	26	9	34
Moskovitz et al, 1978	Sch.hals + IT	23	9	39
TOTAL		307	134	44

IT : Intertrochantäre Frakturen

Tabelle 1

Nach elektiver Hüftgelenkschirurgie - es handelt sich dabei meist um den Ersatz eines Hüftgelenks - liegt die Häufigkeit der phlebographisch ermittelten tiefen Venenthrombosen im Mittel um 54% (Tabelle 2). Besonders interessant erscheinen mir die Arbeiten von Stamatakis und Nillius, die sich ausgiebig mit dem Problem der Lokalisation befaßt haben. Stamatakis und Mitarbeiter untersuchten 160 Patienten mit totalem Hüftgelenksersatz mittels Phlebographie. Bei 81 Patienten (51%) fanden sie postoperativ eine tiefe Venenthrombose im operierten Bein. In 46 dieser 81 Fälle (57%) war die Femoralvene der Ursprungsort der Thrombose; in 34 dieser 81 Fälle konnte festgestellt werden, daß die Femoralthrombose ihren Ursprung auf der Höhe des kleinen Trochanters nahm. Mittels intraoperativer Phlebographie bei 8 Patienten stellten diese Autoren fest, daß gerade an dieser Stelle die Femoralvene während der Operationen stark abgknickt wurde, was meist zu einem zeitweilig vollständigen Verschuß der Vene führte. Nillius und Nylander erzielten fast identische Resultate.

Tabelle 1. Die Häufigkeit der tiefen Venenthrombose (TVT)  
nach Oberschenkelfrakturen. Phlebographische Studien.

Autor(en)	Art der Fraktur	Anzahl der Patienten		
		Total	mit TVT	%TVT
Johnsson et al, 1968	Schenkelhals	25	12	48
Stevens et al, 1968	Schenkelhals	21	11	53
	IT	50	17	34
Culver et al, 1970	Sch.hals + IT	100	40	40
Hamilton et al, 1970	Sch.hals + IT	38	18	49
Kakkar, 1972	IT	24	18	75
	Schenkelhals	26	9	34
Moskovitz et al, 1978	Sch.hals + IT	23	9	39
TOTAL		307	134	44

IT : Intertrochantäre Frakturen

Tabelle 1

Nach elektiver Hüftgelenkschirurgie - es handelt sich dabei meist um den Ersatz eines Hüftgelenks - liegt die Häufigkeit der phlebographisch ermittelten tiefen Venenthrombosen im Mittel um 54% (Tabelle 2). Besonders interessant erscheinen mir die Arbeiten von Stamatakis und Nillius, die sich ausgiebig mit dem Problem der Lokalisation befaßt haben. Stamatakis und Mitarbeiter untersuchten 160 Patienten mit totalem Hüftgelenksersatz mittels Phlebographie. Bei 81 Patienten (51%) fanden sie postoperativ eine tiefe Venenthrombose im operierten Bein. In 46 dieser 81 Fälle (57%) war die Femoralvene der Ursprungsort der Thrombose; in 34 dieser 81 Fälle konnte festgestellt werden, daß die Femoralthrombose ihren Ursprung auf der Höhe des kleinen Trochanters nahm. Mittels intraoperativer Phlebographie bei 8 Patienten stellten diese Autoren fest, daß gerade an dieser Stelle die Femoralvene während der Operationen stark abgknickt wurde, was meist zu einem zeitweilig vollständigen Verschuß der Vene führte. Nillius und Nylander erzielten fast identische Resultate.

Tabelle 2. Die Häufigkeit der tiefen Venenthrombose (TVT) nach elektiven Hüftgelenksoperationen. Phlebographische Studien

Autor(en)	Art der Operation	Anzahl der Patienten		
		Total	mit TVT	%TVT
Evarts und Feil, 1973	Verschiedene	56	30	54
Stamatakis et al, 1977	THE	160	81	51
Moskovitz et al, 1978	THE	32	19	59
Nillius und Nylander, 1979	THE	134	78	58
<b>TOTAL</b>		<b>382</b>	<b>208</b>	<b>54</b>

THE : Totaler Hüftgelenkersatz

Tabelle 2

Diese Autoren phlebographierten 134 Patienten nach totalem Hüftgelenkersatz. Bei 78 Patienten (58%) fand sich eine tiefe Venenthrombose, und bei 39 dieser 78 Patienten (50%) hatte die Thrombose ihren Ursprung im Bereich der Femoralvene. Klinische Symptome traten nur in 3% der Fälle mit Unterschenkelthrombose und in 23% der Fälle mit Femoralvenenthrombose auf. Wichtig ist die Feststellung, daß die Hälfte der phlebographisch positiven Fälle eine Thrombose der tiefen Oberschenkelvenen entwickelten, die in der Mehrzahl weder klinische Symptome verursachten noch mit dem Radiofibrinogentest zuverlässig erfaßt werden. Bekannt ist auch, daß Femoralvenenthrombosen bezüglich des Risikos einer klinisch bedeutsamen Lungenembolie viel gefährlicher sind.

Noch höher liegt die Inzidenz der tiefen Beinvenenthrombose nach Kniegelenkersatz (Tabelle 3). In unserer ersten Studie (McKenna et al., 1976) fanden wir retrospektiv eine reziproke Korrelation zwischen der Menge eingenommenen Aspirins und der Häufigkeit einer postoperativen Venenthrombose. Wir haben dann eine zweite prospektive Studie unternommen, in der wir die Wirksamkeit von zwei verschiedenen Dosen Aspirin und der intermittierenden Kompression mit den Ergebnissen bei einer Kontrollgruppe verglichen (McKenna et al., 1980).

Tabelle 3. Die Häufigkeit der tiefen Venenthrombose (TVT) nach Knieoperationen. Phlebographische Studien in Kontrollgruppen.

Autor(en)	Art der Operation	Anzahl der Patienten		
		Total	mit TVT	%TVT
Cohen et al, 1973	Verschiedene	35	20	57
Lynch, 1974	TKE	74	43	58
Mc Kenna et al, 1976 *	TKE	8	7	88
Mc Kenna et al, 1980	TKE	12	9	75
TOTAL		129	79	61

\* Retrospektive Studie; Patienten die keine Medikamente einnahmen, die die Plättchenaggregation hemmen.

TKE : Totaler Kniegelenksersatz

Tabelle 3

Die phlebographisch ermittelte Thrombosefrequenz in der Kontrollgruppe war erschreckend hoch, was zum Abbruch der Studie aus ethischen Gründen führte.

Die Prophylaxe der tiefen Venenthrombosen mit 2 bis 3 subkutanen Injektionen von 5000 E. Heparin ist bei nicht orthopädischen Eingriffen recht erfolgreich. Nach Bergqvist (1979) führte die 12stündliche Verabreichung von 5000 E. Heparin in 16 Studien zu einer Verminderung der Thrombosefrequenz von 27% auf 9%. In 10 weiteren Studien erbrachte die 8stündliche Verabreichung von 5000 E. Heparin im Mittel eine kaum signifikant bedeutsamere Herabsetzung der Thrombosehäufigkeit von 29% auf 7,4%.

Viel weniger günstig liegen die Resultate, wenn Heparin prophylaktisch in fixen Dosen nach elektiven Hüftgelenksoperationen verabreicht wird. Leider gibt es kaum kontrollierte Studien, in denen bei allen, auch den fibrinogentest-negativen Patienten eine Phlebographie ausgeführt wurde (Tabelle 4). Die in der Literatur angegebenen Zahlen sind wahrscheinlich zu niedrig. So fanden wir in einer eigenen (unveröffentlichten) Studie eine phlebographisch ermittelte Thrombosefrequenz von 40% bei Patienten, die vor elektivem totalem Hüftgelenksersatz und bis zur vollständigen Mobilisation alle 8 Stunden 75 E. Heparin/kg erhielten, und Kakkar ermittelte eine TVT-Häufigkeit von 52% bei Patienten mit Hüftgelenkchirurgie, denen täglich  $2 \times 5000$  E. Heparin subkutan injiziert wurden (Kakkar et al., 1979).

Es steht daher sicherlich fest, daß die subkutane Heparinprophylaxe nach selektivem Hüftgelenkersatz keine überzeugenden Resultate liefert und daß noch über ein Viertel aller Patienten eine tiefe Beinvenenthrombose entwickeln. Wir können geradezu sagen, daß die orthopädischen Operationen am Bein eine Modellsituation darstellen, an der Methoden zur Thromboseprophylaxe getestet werden sollten.

Tabelle 4. Kontrollierte Studien über die Häufigkeit der tiefen Venenthrombose nach elektiver Hüftchirurgie. Wirksamkeit der Prophylaxe mit subkutanem Heparin. Nach Bergqvist (1979).

DOSIERUNG	Kontrollen		Mini-Heparin	
	Patienten	%TVT	Patienten	%TVT
5000 U, 12stündlich (3 Studien)	123	51	86	27
5000 U, 8stündlich (8 Studien)	251	51	278	24

Für die Diagnose der TVT wurde der radioaktive Fibrinogentest verwandt.

Tabelle 4

Wir haben eine ganze Reihe von Methoden untersucht mit der Absicht, die optimale Thromboseprophylaxe zu finden. Abschließend möchte ich über die Resultate berichten, die wir mit der intermittierenden Kompression (IK) erhalten haben. Es handelt sich um ein System, das innerhalb von 3 bis 5 Sekunden einen Kompressionsdruck von 20 bis 30 mm Hg entwickelt, der sofort anschließend von 10 Sekunden auf 0 abfällt.

Je eine breite Manschette wurde am Unterschenkel und Oberschenkel angebracht. Die IK beginnt während der Narkosevorbereitung und dauert bis zur vollständigen Mobilisierung des Patienten. Alle Patienten erhielten radioaktives Fibrinogen, und jedes operierte Bein wurde sofort phlebographisch untersucht, wenn aufgrund des Fibrinogentests oder der Plethysmographie der Verdacht auf eine tiefe Venenthrombose bestand. Bei Patienten mit negativem Fibrinogentest- und Plethysmographiebefund wurde die Phlebographie am 8. bis 10. postoperativen Tag durchgeführt. Alle Patienten wurden den Versuchsgruppen randomisiert zugewiesen.

Nach elektivem Hüftgelenkersatz fand sich bei 52% der Kontrollpatienten eine phlebographisch ermittelte TVT. Mit der IK erzielten wir eine Verminderung der TVT auf 20% (Tabelle 5). Dabei ist zu bemerken, daß es unter den Patienten mit

phlebographisch nachgewiesener Thrombose zwei Fälle gab, bei denen ein Apparatdefekt die IK während mehrerer Stunden oder während der Dauer einer ganzen Nacht unwirksam gestaltete. Ausgezeichnet waren die Resultate mit der IK nach Kniegelenksersatz. Hier wurde die Thrombose-Inzidenz statistisch signifikant von 75% auf 10% gesenkt.

**Tabelle 5. Häufigkeit der tiefen Beinvenenthrombose (TVT) nach totalem Hüft- und Kniegelenksersatz in Kontrollpatienten und nach intermittierender Kompression.**

Operation	Kontrollpatienten			Intermittierende Kompression			P
	Total	mit TVT	%TVT	Total	mit TVT	%TVT	
THE	21	11	52	20	4*	20	0.07
TKE	12	9	75	10	1	10	0.004
TOTAL	33	20	60	30	5	17	0.001

\* davon 2 Patienten mit unterbrochener Therapie  
 THE: Totaler Hüftgelenksersatz  
 TKE: Totaler Kniegelenksersatz

Tabelle 5

Faßt man beide Gruppen zusammen, so sind die Resultate sicherlich mindestens so gut wie diejenigen, die man mit niedrigdosiertem Heparin erhält, das jedoch den Nachteil hat, die Zahl der Wundhämatome leicht, aber signifikant zu erhöhen.

Tabelle 6 zeigt die Lokalisation der tiefen Venenthrombosen, die Häufigkeit von positiven Lungenszintigraphien in der Kontrollgruppe und in der IK-Gruppe nach Kniegelenksersatz. In der Kontrollgruppe gab es insgesamt 9 Patienten mit positiver Venographie; von diesen hatten 5 eine Thrombose in einem größeren Gefäß, zwei in der Vena poplitea, drei in der Femoralvene. Bei 4 dieser 9 Patienten fand sich eine Lungenszintigraphie. In der IK-Gruppe gab es nur einen Fall von Wadenvenenthrombose auf 10 Patienten, der allerdings auch eine positive Lungenszintigraphie aufwies. Kein einziger Patient hatte klinische Zeichen einer Lungenembolie.

Tabelle 6. Korrelation zwischen proximalster Lokalisation der tiefen Beinvenenthrombose (TVT) und positiver Lungenszintigraphie nach totalem Kniegelenkersatz. Kontrollen und intermittierende Kompression (IK).

Patientengruppe	Lokalisation der TVT			Lungenszintigraphie	
	Wade	Poplitea	Femoralv.	pos	neg
Kontrollen	4			3	1
		2		1	1
			3	0	3
IK	1			1	

Tabelle 6

Die Verträglichkeit der IK war ausgezeichnet. Alle Patienten haben diese Form der Prophylaxe entweder einfach akzeptiert oder sogar als angenehm empfunden. Erwartungsgemäß war die Zahl der postoperativen Wundhämatome bei der IK nicht größer als bei den Kontrollgruppen und kleiner als bei der Heparinprophylaxe. Dies ist von besonderer Wichtigkeit bei orthopädischen Operationen, da ein Wundhämatom der Ausgangspunkt einer späteren tiefen, schleichenden Infektion sein kann, die bekanntlich eine gefürchtete Komplikation des Hüftgelenkersatzes ist.

Allenby und Mitarbeiter haben 1973 erstmals darauf hingewiesen, daß bei Patienten, die nicht an krebsartigen Erkrankungen leiden, die IK zu einer Verkürzung der Euglobulinlysezeit führt. Diese Autoren wendeten für die Thromboseprophylaxe das Hydroven-(Flowtron) System an, bei dem der Druck in den Kompressionsstulpen innerhalb einer Minute graduell auf 40–45 mm Hg gesteigert wird und danach langsam wieder abfällt. Während der Druckphase kommt es offensichtlich zu einer temporären Okklusion des Venenflusses und zur Freisetzung von Plasminogenaktivatoren aus den Gefäßendothelzellen.

Dies führt zu einer Steigerung der fibrinolytischen Aktivität des zirkulierenden Blutes, die entstehende Thrombosegerinnsel leichter lysieren kann. Mit unserem Tiefdrucksystem, bei dem der Druck sich rasch bildete und wieder abfiel, war keine Steigerung der fibrinolytischen Aktivität in der Euglobulinfraction des Plasmas nachweisbar, und es ist anzunehmen, daß unser Tiefdrucksystem wohl hauptsächlich den Rückstrom des Venenblutes in den Beinen fördert.

Zusammenfassend halten wir fest, daß die intermittierende Kompression eine wertvolle Bereicherung der Thromboseprophylaxe auch in der orthopädischen Chirurgie darstellt.



## Literatur

1. Allenby, F., Boardman, L., Pflug, J. J., Calnan, J. S.: Effect of external pneumatic intermittent compression on fibrinolysis in man. *Lancet* 4: 1412–14, 1973.
2. Bachmann, F., McKenna, R., Meredith, P., Carta, S.: Intermitterende pneumatische Kompression von Unter- und Oberschenkel, eine neue erfolgreiche Methode zur postoperativen Thromboseprophylaxe. *Schweiz. Med. Wschr.* 106: 1819–21, 1976.
3. Bergqvist, D.: Prophylaxis of postoperative thromboembolic complications with low-dose heparin. *Acta Chir. Scand.* 145: 7–14, 1979.
4. Cohen, S. H., Ehrlich, G. E., Kauffman, M. S., Cope, C.: Thrombophlebitis following knee surgery. *J. Bone Joint Surg.* 55A: 106–12, 1973.
5. Culver, D., Crawford, J. S., Gardiner, J. H., Wiley, A. M.: Venous thrombosis after fractures of the upper end of the femur. A study of incidence and site. *J. Bone Joint Surg.* 52B: 61–69, 1970.
6. Everts, C. M., Feihl, E. J.: Prevention of thromboembolic disease after elective surgery of the hip. *J. Bone Joint Surg.* 53A: 1271–80, 1970.
7. Hamilton, H. W., Crawford, J. S., Gardiner, J. H., Wiley, A. M.: Venous thrombosis in patients with fracture of the upper end of the femur. A phlebographic study of the effect of prophylactic anticoagulation. *J. Bone Joint Surg.* 52B: 268–89, 1970.
8. Johnsson, S. R., Bydggeman, S., Eliasson, R.: Effect of dextran on postoperative thrombosis. *Acta Chir. Scand. Suppl.* 387: 80–82, 1968.
9. Kakkar, V.: The diagnose of deep vein thrombosis using the  $^{125}\text{I}$  fibrinogen test. *Arch. Surg.* 104: 152–59, 1972.
10. Kakkar, V. V., Stamatakis, J. D., Bentley, P. U. G., Lawrence, D., de Haas, H. A., Ward, V. P.: Prophylaxis for postoperative deep-vein thrombosis. Synergistic effect of heparin and dihydroergotamine. *JAMA* 241: 39–42, 1979.
11. Lynch, J. A.: Thromboembolic disease after total knee arthroplasty. *Ann. Meeting Amer. Acad. Orthop. Surgeons, Dallas, 1974* (abstract).
12. McKenna, R., Bachmann, F., Kaushal, S. P., Galante, J. O.: Thromboembolic disease in patients undergoing total knee replacement. *J. Bone Joint Surg.* 58A: 928–32, 1976.
13. McKenna, R., Galante, J., Bachmann, F., Wallace, D. L., Kaushal, S. P., und Meredith, P.: Prevention of venous thromboembolism after total knee replacement by high-dose aspirin or intermittent calf and thigh compression. *BMJ* 1: 514–17, 1980.
14. Moskovitz, P. A., Ellenberg, S. S., Feffer, H. L., Kenmore, P. I., Neviasser, R. J., Rubin, B. E., Varma, V. M.: Low-dose heparin for prevention of venous thromboembolism in total hip arthroplasty and surgical repair of hip fractures. *J. Bone Joint Surg.* 60A: 1065–70, 1978.
15. Nillius, A. S., und Nylander, G.: Deep vein thrombosis after total hip replacement: a clinical and phlebographic study. *Brit. J. Surg.* 66: 324–26, 1979.
16. Stamatakis, J. D., Kakkar, V. V., Sagar, S., Lawrence, D., Nairn, D., Bentley, P. G.: Femoral vein thrombosis and total hip replacement. *BMJ* 2: 223–25, 1977.
17. Stevens, J., Fardin, R., Freeark, R. J.: Lower extremity thrombophlebitis in patients with femoral neck fractures. A venographic investigation and a review of the early and late significance of the findings. *J. Trauma* 8: 527–34, 1968.