

Ultraschall

aus der Praxis – für die Praxis

Diagnose und Differentialdiagnose
pathologischer Organ- und
Gefäßveränderungen

Sonographie – Doppler – Endosono-
graphie – Transkutane Peritoneal-
Kontakt-Sonographie

Herausgegeben von
W. Zimmermann und N. Frank
München

mit Beiträgen von
H. Arbogast, M. Boron, G. Brehm,
B. Eibl-Eibesfeldt, N. Frank,
Ch. Fuchs, Th. Fuchs,
B. Grieshammer, P. Holzapfel,
C. Rock, K. Ross, T. Schramm,
F.A. Spengel, A. Wenk, B. Zimmer-
mann und W. Zimmermann

und einem Geleitwort von
H. Hege, München

DUSTRI-VERLAG DR. KARL FEISTLE
MÜNCHEN-DEISENHOFEN

Inhalt

Geleitwort	V
Autoren	IX
Vorwort	XI
Hämangiom der Leber – diagnostische Möglichkeiten der Sonographie im Vergleich zu anderen bildgebenden Verfahren	1
<i>Christine Fuchs</i>	
Systemerkrankungen der Leber und der Milz. Diagnose und Differentialdiagnose	11
<i>G. Brehm</i>	
Differentialdiagnose benigner und maligner lokalisierter Prozesse der Niere	24
<i>P. Holzapfel</i>	
Doppelseitiges Nierenkarzinom. Ultraschalldiagnostik (Kasuistik)	42
<i>B. Zimmermann und H. Schwalb</i>	
Ultraschallgezielte Feinnadelpunktion – diagnostischer Stellenwert	53
<i>B. Griesßhammer</i>	
Transkutane Peritoneal-Kontakt-Sonographie	66
<i>K. Ross</i>	
Fallstricke in der Sonographie	71
<i>N. Frank</i>	
Sonographie bei pleuralen und pulmonalen Erkrankungen	87
<i>Th. Fuchs</i>	
Tumoröse Veränderungen im Pleuraraum im Ultraschallbild bei Neurofibromatose (Kasuistik)	103
<i>M. Boron, M. Burzynska-Makuch und M. Grzegorzewski</i>	
Diagnostik lokalisierter intrapulmonaler und mediastinaler Veränderungen mit der Endosonde	113
<i>W. Zimmermann</i>	

Die Wertigkeit der Sonographie in der Diagnostik der Gallenblase und des galleabführenden Systems für die Indikation zur laparoskopischen Cholezystektomie	129
<i>B. Eibl-Eibesfeldt, U. Blabs, C. Rock und K.-J. Pfeifer</i>	
Das pathologische Kokardenphänomen. Transkutane Sonographie	141
<i>Th. Fuchs</i>	
Das akute Abdomen: Ultraschalldiagnostik	163
<i>C. Rock, B. Eibl-Eibesfeldt und K.J. Pfeifer</i>	
Tumoröse Veränderungen im Bereich der Leber. Das hepatozelluläre Karzinom – kasuistische Vorstellung	187
<i>P. Holzapfel</i>	
Die Diagnostik der akuten Phlebothrombose mit der Sonographie. Eine Alternative zur Phlebographie und Duplex-Sonographie?	207
<i>H. Arbogast</i>	
Farbdoppleruntersuchung der extrakraniellen Gefäße und deren Stellenwert für die Indikation zur Gefäßoperation	221
<i>F.A. Spengel und B. Steckmeier</i>	
Aneurysmatische Veränderungen im Bereich des arteriellen Gefäßsystems	233
<i>A. Wenk</i>	
Gynäkologische Erkrankungen. Diagnostische Möglichkeiten im Rahmen der abdominellen Sonographie	255
<i>T. Schramm</i>	
Phäochromozytom – Stellenwert der Ultraschalldiagnostik	272
<i>A. Wenk</i>	
Lokalisationsdiagnostik bei endokrinen Pankreastumoren	290
<i>B. Griesßhammer</i>	

Die Diagnostik der akuten Phlebothrombose mit der Sonographie

Eine Alternative zur Phlebographie und Duplex-Sonographie?

H. ARBOGAST

Einleitung

Die Diagnostik der tiefen Bein-Becken-Venenthrombose ist durch eine Reihe von Problemen gekennzeichnet: Einerseits fordert sie durch ihre akute Bedrohung des Patienten durch die Lungenembolie und chronische Gefährdung durch ein postthrombotisches Syndrom eine – meist im klinischen Alltag nicht gewährleistete – große Aufmerksamkeit, andererseits sind die klinischen Symptome äußerst diskret oder unspezifisch. Häufig verläuft sie klinisch unbemerkt und wird erst durch die nicht selten tödliche Lungenembolie diagnostiziert. Bei fehlender oder nur diskreter klinischer Symptomatik ist die Schwelle zur Indikation einer invasiven diagnostischen Maßnahme, wie der Phlebographie, hoch: Daher erklärt sich die spezielle Problematik der tiefen Bein-Becken-Venenthrombose in bezug auf die Notwendigkeit einer profunden Diagnostik bei möglichst geringer Invasivität. Dies bedeutet, daß die verwendete Methode nach Möglichkeit keiner Strahlenbelastung, keiner belastenden invasiven Punktionsmaßnahmen oder zeitaufwendige Untersuchungstechniken bedarf. Sonographische Verfahren bieten größtenteils oben genannte Vorteile an.

Erst in jüngerer Vergangenheit hat die Sonographie einen festen Platz in der Diagnostik vaskulärer Erkrankungen eingenommen. Bei der Diagnostik der tiefen Bein-Becken-Venenthrombose wurde sie vor al-

lem in Form der farbkodierten Duplex-Sonographie in den letzten Jahren eingesetzt. Aufgabe der vorliegenden Arbeit soll es sein, den Stellenwert der Sonographie im Rahmen der Diagnostik der tiefen Bein-Becken-Venenthrombose darzulegen. Daneben sollen die eigenen Erfahrungen auf dem Gebiet der farbkodierten Duplex-Sonographie in der Diagnostik der tiefen Bein-Becken-Venenthrombose aufgezeigt werden.

Anatomische Grundlagen

Der Venenabfluß der unteren Extremität ist gekennzeichnet durch seine anatomische Variabilität. So beschrieben May und Nißl 1973 Doppelungen der Vena femoralis superior und der Vena poplitea in über 20% der Fälle sowie weitere Variationen in geringerer Häufigkeit.

Aus den Fußsohlenvenen (Venae plantares) gehen die Venae tibiales posteriores und aus den Venae dorsales pedis die meist unpaarige Vena tibialis anterior hervor. Erstere nehmen die relativ großen Venae solares auf, letztere verläuft ventral entlang der Membrana interossea und mündet proximal in die Vena tibialis posterior (Abb. 1a). Die Fibularvenen verlaufen lateral davon und vereinigen sich mit der Vena tibialis posterior zur Vena poplitea, die oberflächlich dorsal der Arterie verläuft. Nach Durchquerung des Adduktorenkanals heißt sie Vena femoralis superficialis, dorsomedial der Arterie verlaufend (Abb. 1b). Etwa handbreit distal des Leistenbandes nimmt sie die Vena profunda femoris auf und verläuft als Vena femoralis communis medial der Arterie (Abb. 1c), das Leistenband unterquerend schließlich als Vena iliaca externa beckenwärts, wo sie, der Beckenhinterwand folgend nach Aufnahme der Vena iliaca interna als Vena iliaca communis sich rechts dorsolateral der Aortenbifurkation mit der gegenseitigen Vene zur Vena cava inferior vereint. Hierbei unterkreuzt die linke Vena iliaca communis die rechte Arteria iliaca communis und zeigt hierbei eine

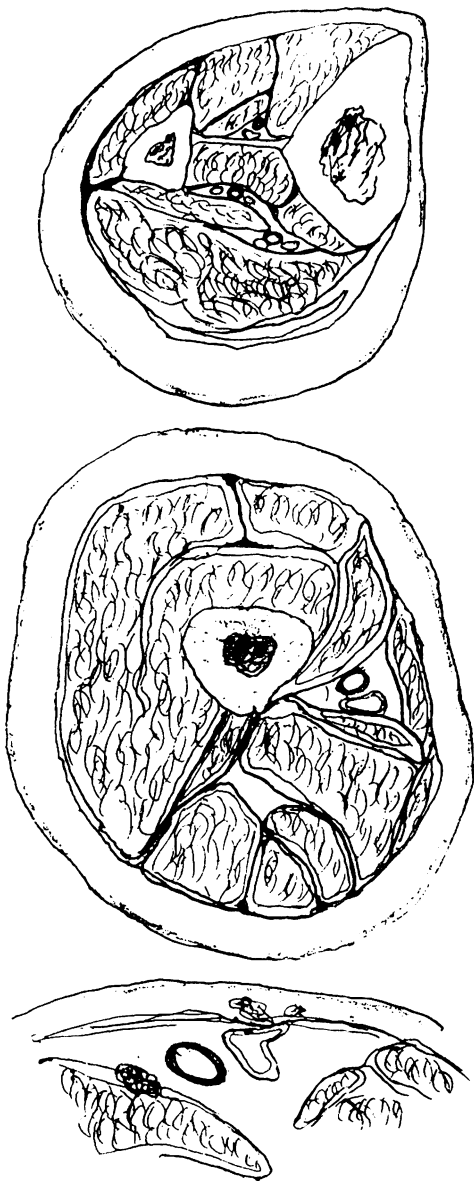


Abb. 1 Anatomie des Beines in verschiedenen Querschnitten:
 a) Unterschenkel; b) Oberschenkel; c) Leistenband.

pulsatile Stenose, die häufig durch einen Endothelschaden wandständiges, altes thrombotisches Material entwickelt, den sogenannten "Venensporn" nach May und Thurner – die einleuchtendste Ursache für die doppelt höhere Inzidenz linksseitiger Venenthrombosen im Vergleich zur Gegenseite (Abb. 1d).

Sonographische Untersuchungstechnik und Thrombosekriterien

Wichtigstes Thrombosekriterium bei der Diagnostik der tiefen Bein-Becken-Venenthrombose mittels B-Bild-Sonographie ist die Komprimierbarkeit der untersuchten Venen (Prinzip der Kompressionssonographie) (Abb. 2). Eine offene, nicht thrombosierte Vene läßt sich hierbei immer komplett komprimieren, eine (frisch) thrombosierte Vene stellt sich als echoarm und nicht komprimierbar dar. In einigen Fällen kann ein sogenanntes "Randsaumphänomen" (echofreier Saum um echoarme Struktur zentral) nachgewiesen werden. Ältere Thrombosen zeigen hingegen häufig keine sonographische Abgrenzbarkeit mehr und sind vielmehr in ihrer Echogenität dem umliegenden Gewebe vergleichbar. Weitere Kriterien sind nach dem Erstbeschreiber

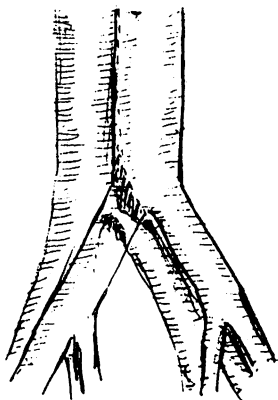


Abb. 2 Schema des Venensporns.

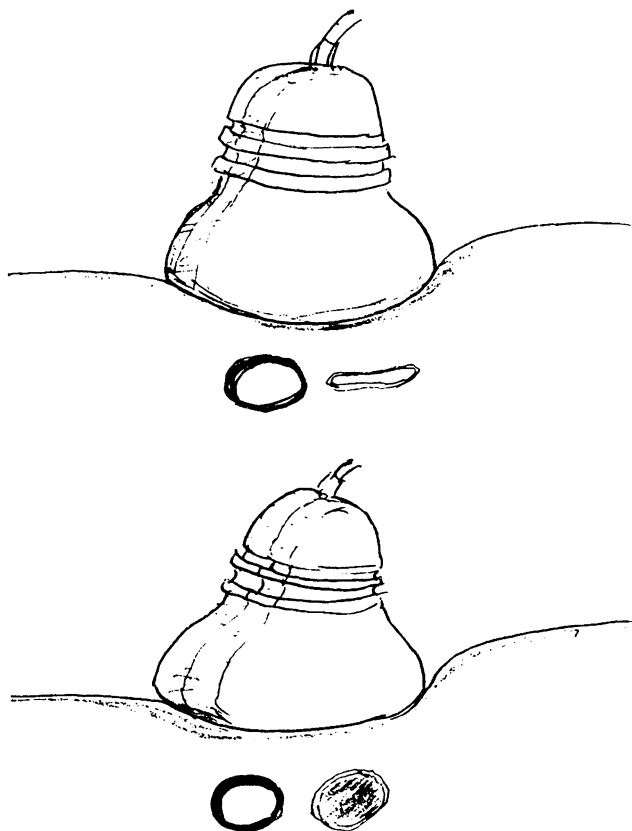


Abb. 3 Kompressionssonographie: die offene Vene ist durch Druck mit dem Schallkopf komprimierbar, die Arterie und die thrombosierte Vene nicht.

Talbot der vermehrte Reflexbesatz des thrombosierten Lumens, die fehlende Kalibervarianz bei Valsalvamañöver und die Weitung des thrombosierten Lumens.

Der konkrete Untersuchungsgang beginnt mit der Darstellung der *Vena femoralis communis* am Leistenband und ihrer leicht feststellbaren Komprimierbarkeit. Die Verfolgung nach proximal erlaubt jedoch meist nur eine begrenzte Darstellung der *Vena iliaca externa* in ihrem distalen Verlauf. Der Bereich der

Beckenvenen bleibt in der Regel (mit der Ausnahme extrem schlanker Patienten) der B-Bild-Sonographie verborgen und erlaubt lediglich in Einzelfällen durch die distale Dilatation der abhängigen einsehbaren Venenabschnitte die indirekte Diagnose einer Beckenvenenthrombose.

Nach kaudal läßt sich die Vena femoralis superficialis gut verfolgen und bis zum Adduktorenkanal kompressionssonographisch beurteilen. Am liegenden Patienten wird nun die Vena poplitea von dorsal dargestellt (hier ist sehr sanftes Vorgehen aufgrund des oberflächennahen Verlaufs erforderlich). Ihre Aufzweigung in die Unterschenkelvenen läßt sich meist noch gut darstellen. Der technisch anspruchsvollste Teil der Untersuchung ist die Darstellung der Unterschenkelvenen, die nur bei aufrechter Beinposition (Füllungsgrad!) möglich ist. (Frisch) thrombosierte Venen zeigen sich jedoch auch am liegenden Patienten als nicht komprimierbare, echoarme Stränge. Daher sollte die Untersuchung auch im Unterschenkelbereich am liegenden Patienten erfolgen. Hierbei stößt man jedoch auf eine Reihe von z.T. erheblichen Problemen: So ist die Abgrenzung gegenüber echoarmen Muskelsträngen häufig schwierig. Beim (kachektischen) Tumorpatienten, der in unserem Krankengut mit ca. 30% aller Thrombosen vertreten ist, ist die Identifikation der tiefen Unterschenkelvenen häufig unmöglich. Im Zweifelsfalle hilft der Vergleich mit der Gegenseite möglicherweise weiter. Daher sollte jede Untersuchung auf Thrombose beidseitig durchgeführt werden.

Vergleich mit der Duplexsonographie

Im Vergleich mit der reinen B-Bild-Sonographie bietet die Duplex-Sonographie weitere Thrombosekriterien:

- Neben dem Kriterium der Komprimierbarkeit – nach heutigen Gerätestandards sind die Qualitätsverluste des B-Bildes durch die Duplex-Technolo-

gie eher zu vernachlässigen – lassen sich die durch Flowverlangsamung und Erythrozyten-Aggregatbildungen allenfalls diskreten echogenen Flowphänomene durch die (ggf. farbkodierte) Duplex-Sonographie sehr viel eindeutiger beurteilen. Hierbei zeigt sich ein fehlendes, gegebenenfalls randständig noch vorhandenes Signal im thrombosierten Abschnitt, ein abgeschwächtes Signal distal der Thrombose, mit neueren Geräten sogar zuverlässig quantifizierbar.

- Das B-Bild-sonographisch nur durch Kaliberaugmentation aussagekräftige Valsalva-Pfeßmanöver läßt in farbkodierter Duplex-Darstellung eine sofortige, eindeutige Aussage (durch Farbumschlag gekennzeichnete Reflux-Darstellung) zu. Hierdurch wird nicht nur die Beurteilbarkeit des direkt zugänglichen Bereichs verbessert, sondern auch eine Aussage über proximale Venenabschnitte – speziell der Beckenetaße – wird mit hoher Treffsicherheit möglich.
- Die Möglichkeit einer Flowquantifizierung – insbesondere im Vergleich mit der Gegenseite eröffnet der Duplex-Sonographie eine weitere diagnostische Komponente von großer praktischer Bedeutung.
- Der Kompressionssonographie schwer zugängliche Bereiche können Farbdoppler-sonographisch häufig noch gut eingesehen werden und sind damit besser beurteilbar.

Eigene Erfahrungen

In der Hand eines einzelnen Untersuchers wurden im Klinikum Großhadern im Zeitraum zwischen Mai 1989 und August 1992 mit verschiedensten Fragestellungen 1924 farbkodierte Duplex-Sonographien durchgeführt (Tab. 1). Hierunter waren 1053 Venenuntersuchungen, in 992 Fällen mit der Frage nach dem

Tab. 1 Farbkodierte Duplexsonographien im Klinikum Großhadern, eingeteilt nach Indikationen.

	1989	1990	1991	1992	
periphere Venen	212	243	311	286	1052
periphere Arterien	26	41	62	102	231
Nierenarterien	0	25	83	108	216
Transplantat-Nieren	5	32	153	192	382
Lebergefäße	6	7	5	12	30
sonstige Untersuchungen	4	2	2	5	13
gesamt	253	350	616	705	1924

Vorliegen einer Venenthrombose. In prospektiver Form wurden anfänglich alle Patienten mit Thromboseverdacht parallel dazu phlebographiert. Demnach liegen für 343 Patienten diesbezügliche Vergleichsdaten vor. Ein Radiojod-Fibrinogentest, der in der Literatur als treffsicherste Diagnostik angeführt wird, konnte aus Gründen der fehlenden HIV-Sicherheit ethisch nicht vertreten werden. Somit wurde die Phlebographie als Goldstandard herangezogen, obschon in mindestens zwei Fällen die Phlebographie falsch-positive Ergebnisse (Beckenvenenthrombose) lieferte, die durch die Duplex-Sonographie richtiggestellt werden konnten.

In 250/343 (72,9%) aller Verdachtsfälle wurde phlebographisch eine Thrombose diagnostiziert. Die Verteilung der Befunde auf die vier Etagen können der Tabelle 2 entnommen werden. Am häufigsten waren (n = 90) Vieretagen-Thrombosen, isolierte Unterschenkelvenen-Thrombosen kamen in 31 Fällen (12,4%) vor.

Die Anzahl der falsch-positiven und der falsch-negativen Duplex-Diagnosen sind aus der Tabelle 3 er-

Tab. 2 Phlebographisch kontrollierte Duplex-Diagnosen bei Verdacht auf tiefe Bein-Becken-Venenthrombose (n = 343); anatomische Verteilung gemäß Phlebographie.

	n	%
Beckenbeteiligung	141	41%
Oberschenkelbeteiligung	107	31%
Poplitealbeteiligung	125	36%
Unterschenkelbeteiligung	131	38%

sichtlich. Hieraus ermittelt sich eine sehr hohe Sensitivität und Spezifität in Becken-, Oberschenkel- und Poplitea-Etage. Lediglich die Unterschenkeletage fällt mit geringerer Sensitivität und Spezifität aus dem Rahmen.

Aus obigen Ergebnissen lassen sich eine Reihe von Schlußfolgerungen ziehen, die derzeit unser klinisches Procedere bei dem Verdacht auf das Vorliegen einer tiefen Bein-Becken-Venenthrombose maßgeblich bestimmen:

- Die Duplex-Sonographie ist im Bereich der Becken-, Oberschenkel- und Poplitea-Etage der Phlebographie (mindestens) ebenbürtig.
- Im Bereich der Unterschenkelvenen-Thrombosen ist die Phlebographie der Duplex-Sonographie überlegen.
- Somit kann die Diagnostik einer Thrombose mit Becken- und/oder Oberschenkel- bzw. Poplitea-Beteiligung durchaus mit alleiniger Duplex-Sonographie erfolgen, die Phlebographie wird ersetzlich.
- Im Falle einer unauffälligen Duplex-Sonographie der Becken-, Oberschenkel- und Poplitea-Etage muß hingegen bei klinischem Verdacht auf eine isolierte Unterschenkelvenen-Thrombose nach wie vor phlebographiert werden.

Tab. 3 Treffsicherheit der Duplex-Sonographie, gemessen an der phlebographischen Diagnose; Verteilung nach Lokalisation der Thrombose.

	falsch pos.	falsch neg.	Sensitivität	Spezifität
Becken	2	2	98,6%	99,0%
Oberschenkel	0	2	98,1%	100%
Poplitea	3	1	99,2%	98,7%
Unterschenkel	33	38	71,0%	84,4%
gesamt ohne Untersch.	5	5	98,7%	99,2%
gesamt mit Untersch.	38	43	92,5%	95,0%

Vergleich mit der Literatur

Seit der erstmaligen Beschreibung der Diagnostik der tiefen Bein-Becken-Venenthrombose durch Sonographie durch Talbot 1982 wurden viele Studien publiziert, die die Treffsicherheit der sonographischen Diagnose am Goldstandard der Phlebographie maßen. Tabelle 4 zeigt die wichtigsten Studien, die zumeist jedoch Beckenvenenthrombosen ausklammern.

Eine Übersicht über die phlebographisch kontrollierten Studien zum Stellenwert der Duplex-Sonographie kann der Tabelle 5 entnommen werden.

Die beeindruckend hohen Werte für Sensitivität und Spezifität unterstreichen die bereits aus unseren eigenen Ergebnissen gezogenen Schlußfolgerungen bezüglich des hohen Stellenwerts der Duplex-Sonographie in der Diagnostik der tiefen Bein-Becken-Venenthrombose. Verblüffenderweise zeigt jedoch die Kompressionssonographie ebenfalls extrem hohe Sensitivität und Spezifität im Vergleich zur Phlebographie. Be-

Tab. 4 Phlebographisch kontrollierte Studien zum Stellenwert der Real-time-Sonographie (ohne Beckenvenenthrombosen).

Literatur	n Pat.	n Thrombosen	Sensitivität (%)	Spezifität (%)
Aitken	46	16	94	100
Appelmann	112	52	96	97
Cronan	51	28	89	100
Dauzat	145	100	94	100
Elias	430	303	98	95
Gaitini	45	23	87	91
Habscheid	178	113	95	99
Lensing	220	66	99	100
Raghavendra	20	14	100	100
Sullivan	30	14	94	100

rücksichtigt man jedoch die Tatsache, daß die Becken-
 etage, deren Thrombose jedoch die in der akuten Be-
 drohung des Patienten durch eine Lungenembolie
 größte Bedeutung besitzt, nicht oder nur sehr unvoll-
 ständig beurteilt werden kann, so relativiert sich der
 Wert des Verfahrens doch erheblich. Für die Diagno-
 stik eines klinischen Verdachts auf tiefe Beinvenen-
 thrombose ohne Beckenbeteiligung ist die Kompres-
 sionssonographie ein im Vergleich mit der Duplex-So-
 nographie nahezu gleichwertiges diagnostisches Ver-
 fahren. Speziell in der Diagnostik von Unterschenkel-
 venen-Thrombosen bietet die Duplex-Sonographie
 keine ersichtlichen Vorteile gegenüber dem B-Bild-
 Verfahren. Zusätzlich besticht die Kompressionssono-
 graphie durch die erheblich geringere Erforderlichkeit
 gerätetechnischer Infrastruktur gegenüber den anderen
 Verfahren.

Zusammenfassung

Die B-Bild-Kompressionssonographie ist ein Ver-
 fahren, das in der Diagnostik der tiefen Bein-Becken-

Tab. 5 Phlebographisch kontrollierte Studien zum Stellenwert der Duplex-Sonographie in der Diagnostik der tiefen Bein-Becken-Venenthrombose.

Literatur	n Pat.	n Thrombosen	Sensitivität (%)	Spezifität (%)
Killewich	47	38	95	83
O'Leary	50	25	88	96
Patterson	60	27	89	91
Rosner	32	10	90	100
Schoenhofer	100	67	97	98
Stapf	50	26	96	71
Vogel	54	25	91	100
Eigene Ergebnisse	343	212	92	95

Venenthrombose einen hohen Stellenwert besitzt, bedingt durch seine gerätetechnische Verfügbarkeit, einfache Handhabung und beliebige Wiederholbarkeit ohne erkenntlichen Schaden für den Patienten. Die hohe Sensitivität und Spezifität des Verfahrens im Bereich des Oberschenkels und Unterschenkels werden jedoch begleitet von einer fehlenden Beurteilbarkeit der Beckenetape, womit sich die Indikation auf die der Kompression zugänglichen Bereiche limitiert. Ergänzend kann hier die Duplex-Sonographie einen entscheidenden Beitrag zur Vervollständigung der sonographischen Diagnostik leisten, durch die hohe Treffsicherheit der Diagnose im Beckenbereich und in anderen der Kompressionssonographie nicht zugänglichen Venenbereiche. Durch den Nachweis von Randsaumphänomenen läßt die farbkodierte Duplex-Sonographie eine grobe Altersschätzung der Thrombose zu. Flowquantifizierung und Flußprofilmorphologie sind weitere Vorzüge der Duplex-Sonographie zur Diagnosesicherung im Bereich der tiefen Bein-Becken-Venenthrombose. In weiten Indikationsbereichen ist somit die Phlebographie ersetzlich, sie muß jedoch für jedes diagnostische Procedere im Sinne der Sicherheit des Patienten als Goldstandard beurteilt werden.

LITERATUR

- [1] *Aitken A.G.F., D.J. Godden*: Real-time ultrasound diagnosis of deep vein thrombosis: a comparison with venography. *Clin. Radiol.* 38, 309-313 (1987).
- [2] *Appelmann P.T., T.E. DeJong, L.E. Lampmann*: Deep venous thrombosis of the leg, ultrasound findings. *Radiol.* 163, 743-746 (1987).
- [3] *Arbogast H.*: Die Diagnostik der tiefen Bein-Becken-Venenthrombosen. *Heparin* 90, 6-7 (1990).
- [4] *Cronan J.J., G.S. Dorfman, F.H. Scola, B. Schepps, J. Alexander*: Deep venous thrombosis: US assessment using vein compression. *Radiology* 162, 191-194 (1987).
- [5] *Danzat M.M. et al.*: Real-time-B-mode ultrasonography for better specificity in the non-invasive diagnosis of deep venous thrombosis. *J. Ultras. Med.* 5, 89-95 (1986).
- [6] *Elias A., G. Le Corff, J.L. Bouvier, M. Benichou, A. Serradigni*: Value of real-time-B-mode ultrasound imaging in the diagnosis of deep vein thrombosis of the lower limbs. *Intern. Angio.* 6, 175-182 (1987).
- [7] *Gaitini D., J.K. Kaftori, M. Pery, Y.L. Weich, K.L. Markel*: High resolution real-time ultrasonography in the diagnosis of deep vein thrombosis. *Fortsch. Röntg.* 149, 26-30 (1988).
- [8] *Habscheid W., M. Höhmarm, S. Klein*: Kompressionssonographie als Verfahren zur Diagnostik der akuten tiefen Beinvenenthrombose. *Med. Klinik* 85, 6-12 (1990).
- [9] *Killewich L.A., G.R. Bedford, K.W. Beach, D.E. Strandness*: Diagnosis of deep venous thrombosis. A prospective study comparing duplex scanning to contrast venography. *Circulation* 79, 810-814 (1989).
- [10] *Lensing A.W.A. et al.*: Detection of deep vein thrombosis by real-time-B-mode ultrasonography. *N. Eng. U. Med.* 320, 392-398 (1989).
- [11] *O'Leary D., R.A. Kane, B.M. Chase*: A prospective study of the efficacy of B-scan sonography in the detection of deep venous thrombosis in the lower extremities. *J. Clin. Ultrasound.* 16, 1-8 (1988).
- [12] *Patterson R.B., R.J. Fowl, J.D. Keller, W. Schomaker, R.F. Kempczinski*: The limitations of impedance plethysmography

- in the diagnosis of acute deep venous thrombosis. *J. Vasc. Surg.* 9, 725-730 (1989).
- [13] *Raghavendra A., V.N.J. Rosen, S. Lam, T. Riles, S. Horii*: Deep venous thrombosis: detection by high resolution ultrasonography. *Radiology*. 152, 789-793 (1984).
- [14] *Rosner N.H., P.E. Dons*: Diagnosis of femoro-popliteal venous thrombosis: Comparison of duplex sonography and plethysmography. *Am. J. Radiol.* 150, 623-627 (1988).
- [15] *Schönhofer B., H.-D. Bundschu, K. Wolf, S. Grebn*: Farbkodierte Duplex-Sonographie im Vergleich zur Phlebographie bei tiefer Bein- und Beckenvenen-Thrombose. *Medizinische Klinik* 87, 172-178 (1992).
- [16] *Stapff M., G. Belzl, G.V. Küffer, D. Hahn, F.A. Sprengel*: Stellenwert der Duplex-Sonographie in der Diagnostik der tiefen Bein-Becken-Venenthrombose. *Bildgebung/Imaging* 56, 52-56 (1989).
- [17] *Stiegler H., H. Arbogast, A. Halder, A. Grau, H. Riess, U. Tosch*: Operation, Lyse, Heparintherapie: drei gleichwertige Therapieformen bei einer akuten Bein-Becken-Venenthrombose? *VASA* 20 (Suppl.), 153-156 (1987).
- [18] *Stiegler H., H. Arbogast, E. Hiller, G. Heberer*: Die Phlebothrombose der unteren Extremitäten aus chirurgischer Sicht. In: Hepp W.: *Angiologische Notfälle*. Steinkopff, Darmstadt 1991, 49-58.
- [19] *Stiegler H., H. Arbogast, S. Nees, A. Halder, A. Grau, H. Riess*: Thrombectomy, lysis or heparin treatment: concurrent therapies of deep vein thrombosis; therapy and experimental studies. *Seminars. Thromb. Hemostasis* 15, 250-258 (1989).
- [20] *Sullivan E.D., D.J. Peter, J.J. Cronley*: Real-time-B-mode venous ultrasound. *J. Vasc. Surg.* 1, 465-471 (1984).
- [21] *Talbot M.L.*: Use of real-time imaging in identifying deep venous obstruction. A primary report. *Bruit* 6, 41-42 (1982).
- [22] *Vogel P., F.C. Laing, R.B. Jeffrey, V.W. Wing*: Deep venous thrombosis of the lower extremity: ultrasound evaluation. *Radiology* 163, 747-751 (1987).