

Persönliche PDF-Datei für Tobias Hirsch, Corneliu Popescu, Andreas Köhler

Mit den besten Grüßen vom Georg Thieme Verlag

www.thieme.de

Diagnostik des akuten und chronischen Beckenvenenverschlusses

DOI 10.1055/a-0898-2513
Phlebologie 2019; 48: 219–227

Dieser elektronische Sonderdruck ist nur für die Nutzung zu nicht-kommerziellen, persönlichen Zwecken bestimmt (z. B. im Rahmen des fachlichen Austauschs mit einzelnen Kollegen und zur Verwendung auf der privaten Homepage des Autors). Diese PDF-Datei ist nicht für die Einstellung in Repositorien vorgesehen, dies gilt auch für soziale und wissenschaftliche Netzwerke und Plattformen.

Verlag und Copyright:
© 2019 by
Georg Thieme Verlag KG
Rüdigerstraße 14
70469 Stuttgart
ISSN 0939-978X

Nachdruck nur
mit Genehmigung
des Verlags



Diagnostik des akuten und chronischen Beckenvenenverschlusses

Diagnosis of acute and chronic iliac vein thrombosis

Autoren

Tobias Hirsch¹, Corneliu Popescu^{1,2}, Andreas Köhler³

Institute

- 1 Praxis für Innere Medizin und Gefäßkrankheiten/ Venen Kompetenz-Zentrum®, Halle (Saale)
- 2 Klinik und Poliklinik für Angiologie, Universitätsklinik Leipzig
- 3 Gemeinschaftspraxis Kardiologie/Angiologie, Halle (Saale)

Schlüsselwörter

Duplexsonographie, Beckenvenen, Beckenvenenstenting, Rekanalisation der Beckenvenen, May-Thurner-Syndrom

Key words

Duplex ultrasound, iliac veins, iliac vein stenting, iliac vein recanalization, May-Thurner syndrome

eingereicht 31.03.2019

akzeptiert 31.03.2019

Bibliografie

DOI <https://doi.org/10.1055/a-0898-2513>

Online-Publikation: 05.06.2019

Phlebologie 2019; 48: 219–227

© Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York

ISSN 0939-978X

Korrespondenzadresse

Dr. Tobias Hirsch

E-Mail: info@gefaessmedizin-hirsch.de



Englische Version unter:

<https://doi.org/10.1055/a-0898-2513>

ZUSAMMENFASSUNG

Die akute Beckenvenenthrombose stellt ein dramatisches Krankheitsbild dar. Auf der einen Seite geht sie mit einem hohen Risiko für eine lebensbedrohliche Lungenembolie einher, auf der anderen Seite kann sie die Entwicklung einer Phlegmasia coerulea dolens bewirken, welche zum Verlust der betroffenen Extremität führen kann und ebenfalls eine vital bedrohliche Komplikation darstellt. Neben konservativen Behandlungsansätzen wie Kompressionstherapie und Antikoagulation stehen eine Reihe interventioneller Optionen zur Verfügung,

welche darauf abzielen, fatale Krankheitsverläufe zu verhindern und auch die Ausprägung eines postthrombotischen Syndroms zu begrenzen.

Die Prognose der Erkrankung hängt maßgeblich von der frühzeitigen sicheren Diagnosestellung ab. Sowohl in der akuten Krankheitsphase, als auch im chronischen Stadium nimmt die Duplexsonographie die Schlüsselrolle ein. Sie gibt Aufschluss über die Pathomorphologie der Becken- und Beinvenen und liefert zusätzlich hämodynamische Informationen.

Im Gegensatz zur sonographischen Befundung der tiefen und epifaszialen Beinvenen ist zur Exploration der proximalen Gefäßabschnitte neben dem Einsatz einer Linearsonde auch die Untersuchung mittels Konvexsonde erforderlich und die eingeschränkte Auflösung in der Tiefe des kleinen Beckens macht einen subtilen Umgang mit den Einstellungen des Ultraschallgerätes nötig.

Im Rahmen der Behandlung postthrombotischer Veränderungen der Beckenvenen können radiologische und funktionsdiagnostische Methoden zusätzliche Informationen liefern.

ABSTRACT

The clinical picture of acute iliac vein thrombosis can be dramatic. Iliac vein thrombosis is associated with a high risk of a life-threatening pulmonary embolism. It can also result in the development of phlegmasia cerulea dolens, a dangerous complication which can lead to the loss of the affected extremity. In addition to conservative treatment approaches, such as compression therapy and anticoagulation, there are a number of interventions that can limit the severity of post-thrombotic syndrome and prevent the disease from becoming fatal.

The prognosis of the disease depends to a large extent on an early and reliable diagnosis. Duplex ultrasound plays a key role both in the acute and chronic stages of the disease. It sheds light on the pathomorphology of the iliac and leg veins and provides information about the dynamics of blood flow.

In contrast to an ultrasound examination of the deep and epifascial veins in the leg, investigating the proximal vascular segments requires the use of both a linear and curved-array probe. A limited resolution deep inside the pelvis requires delicate handling of the settings on the ultrasound device.

Radiological and functional diagnostic methods can provide additional information for treating post-thrombotic changes in the iliac veins.

Einleitung

Die aktuellen deutschen und internationalen Leitlinien zur Behandlung der Phlebothrombose empfehlen neben der therapeutischen Antikoagulation und Kompressionstherapie in geeigneten Fällen auch den frühzeitigen Einsatz rekanalisierender Maßnahmen wie chirurgische Thrombektomie, Thrombolyse und die kathetergestützte pharmako-mechanische Thrombektomie, um das Risiko der Entwicklung eines postthrombotischen Syndroms (PTS) zu reduzieren [1, 2]

Zur Behandlung des PTS hat die technologische Entwicklung der vergangenen zwei Jahrzehnte die Etablierung der Rekanalisation und Stenting chronischer Beckenvenenverschlüsse beigetragen.

Die Inzidenz der Phlebothrombose wird mit 1–3/1000 Menschen pro Jahr in der Gesamtbevölkerung angegeben. Das Risiko eines PTS wird dabei mit 20–50% beziffert, wobei 5–10% der Betroffenen eine schwere Ausprägung zu erwarten haben [3, 4]. Die Prävalenz des PTS wird von verschiedenen Autoren mit 1–5% angegeben [5, 6].

Invasive Optionen zur Therapie von Thrombose und PTS zielen maßgeblich auf die Behandlung der proximalen Becken- und Beinvenen ab. Während die herstellerunabhängige ATTRACT-Studie einen Behandlungsvorteil (Verringerung eines postthrombotischen Syndroms) durch eine katheterassistierte Thrombolyse bei der akuten Phlebothrombose nicht nachweisen konnte [7], lassen zahlreiche Untersuchungen darauf schließen, dass bei geeigneten Patientenkollektiven Rekanalisation und Stenting chronischer Beckenvenenverschlüsse eine Beschwerdelinderung bewirken können [8–10].

Die wenigen zur Verfügung stehenden Daten zur topographischen Manifestation postthrombotischer Veränderungen legen allerdings nahe, dass es sich bei der für eine endoluminalen Rekanalisation geeigneten isolierten Beckenvenenthrombose um eine seltene Krankheitsentität handelt [11–14].

Wenngleich die vorliegenden Studienergebnisse auf sehr gute therapeutische Ergebnisse bei hoher Sicherheit schließen lassen, handelt es sich doch um Eingriffe, die mit Strahlenbelastung und Discomfort für die Patienten verbunden sind und auch gesundheitsökonomisch wohlüberlegt erfolgen müssen. Die Untersuchung der Beckenvenen und der Vena cava inferior ist von besonderer Bedeutung bei der Therapieplanung und besitzt eine maßgebliche prognostische Bedeutung.

Die Diagnostik akuter Verschlüsse der Beckenvenen

Eine akute Thrombosierung der V. iliaca communis und/oder der V. iliaca externa mit hämodynamisch relevanter Beeinträchtigung des venösen Abstroms und damit einhergehender Druckerhöhung in den tiefen ipsilateralen Beinvenen führt beim mobilen Patienten in der Regel zu einem ausgeprägten, schmerzhaften Phlebödem des Beines, häufig mit begleitender Phlebozyanose (► **Abb. 1**).

Bei einer kompletten Thrombosierung und schlechter Kollateralisierung kann sich durch eine Behinderung des arteriellen Einstroms das schwere Krankheitsbild einer Phegmasia coerulea dolens mit potenzieller vitaler Gefährdung entwickeln. Die konsekutiven Amputationsraten betragen zwischen 25 und 50% [15].



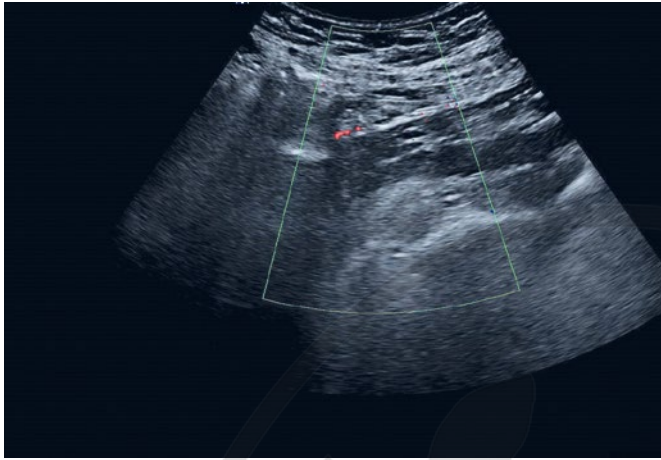
► **Abb. 1** **a** Akute Thrombose der V. iliaca externa und communis links sowie partielle thrombotische Okklusion der V. cava inferior: schmerzhaftes Ödem des linken Beines vom Innenknöchel bis zum Oberschenkel, livide Verfärbung und Umfangsdifferenz +4 cm zu Gunsten des linken Beines am Oberschenkel, venöse Claudicatio. **b** Sonographischer Befund: frischer inhomogen echoreicher Thrombus in der dilatierten V. femoralis communis. Flusssignal sistiert unmittelbar an der Gabel.

Bei bettlägerigen Patienten kann eine Schwellung allerdings auch vollständig fehlen.

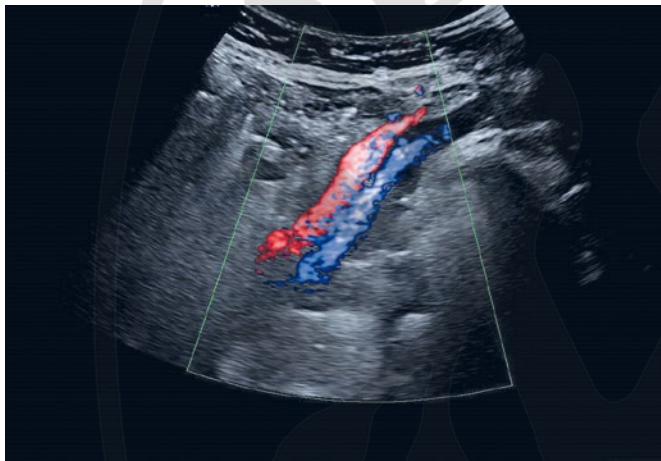
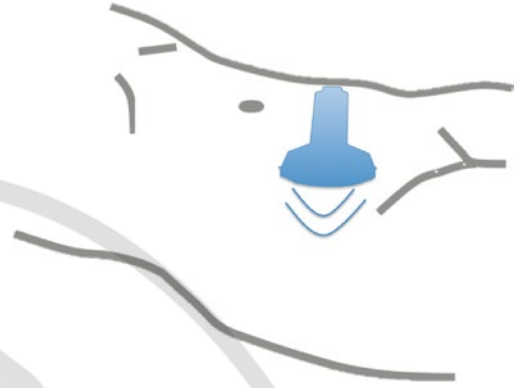
Die sonographische Exploration der akuten Becken-Beinvenen-Thrombose

Am Beginn der Diagnostik der akuten Beckenvenenthrombose sollte wie bei allen thrombembolischen Erkrankungen die Einschätzung der klinischen Wahrscheinlichkeit stehen [1]. Nur bei niedriger klinischer Wahrscheinlichkeit ist die Durchführung eines D-Dimer-Tests sinnvoll, weil dessen negatives Ergebnis nur dann, nicht jedoch bei höherer klinischer Wahrscheinlichkeit eine Thrombose mit hinreichender Sicherheit ausschließt. Bei mittlerer und hoher klinischer Wahrscheinlichkeit ist bereits der erste diagnostische Schritt eine sonographische Untersuchung der Becken- und Beinvenen.

Trotz hoher Sensitivität der CW-Doppler-Sonographie (continuous wave) für proximale Venenthrombosen ist diese Methode wegen fehlender Genauigkeit an den distalen Beinvenen und dem Versagen der Methode bei inkompletten Thrombosierungen obsolet. Die Standarduntersuchung zum Nachweis bzw. Ausschluss einer tiefen Beinvenenthrombose ist die kontinuierliche B-Bild-Kompressionssonographie der tiefen Beinvenen von der V. femoralis communis bis zum distalen Unterschenkel unter Einbeziehung der Wadenmuskulatur und bei entsprechendem klinischen Verdacht eine Ausdehnung der Sonographie bis zur Plantarregion. Die Untersuchung sollte dabei aus Sicht der Autoren proximal beginnen. Zu-



► **Abb. 2** Fehlende Flussdarstellung in den Beckenvenen durch Darmgasüberlagerung (linke Bildhälfte) und ungünstigen Dopplerwinkel (Mitte und rechte Bildhälfte).



► **Abb. 3** Darstellung der rechten A. iliaca externa (rot) und der rechten V. iliaca externa (blau) von einem suprainguinalen Schallfenster aus bei gleicher Patientin.



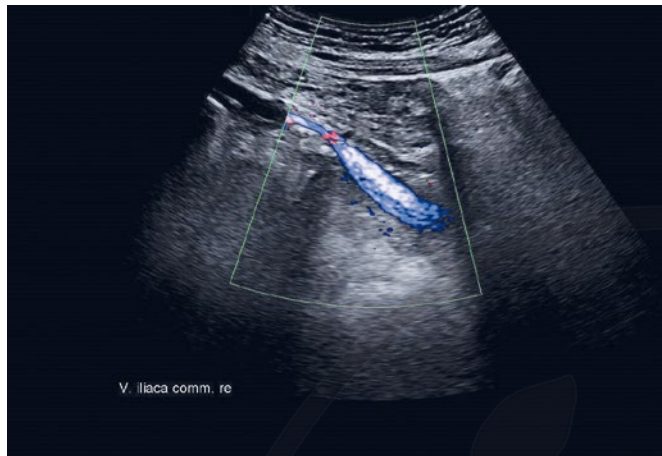
sätzlich sollten die Saphena-Stämme untersucht werden, da auch oberflächliche Thrombosen in die tiefen Beinvenen ascendieren können.

Zur Beurteilung der Beckenvenen ist die Kompressionssonographie nicht geeignet, da sich allenfalls die distalen Vv. iliaca externae ausreichend komprimieren lassen. Vor der Kompressionssonographie der Beinvenen sollten daher zuerst die auch bei unvorbereiteten und/oder adipösen Patienten gut einsehbaren distalen Abschnitte der Vv. iliaca externae in der farbkodierten Duplexsonographie (FKDS) mit Ableitung der atemmodulierten Strömungssignale dargestellt werden.

Bei einem Teil der Patienten lassen sich durch Nutzung verschiedener Schallfenster auch die proximalen Vv. iliaca externae und Vv. iliaca communes ausreichend untersuchen. Während sich bei einem senkrechten Aufsetzen der Schallsonde über der Mitte der Beckengefäßachse aufgrund von Darmgasüberlagerungen und eines nahe 90 Grad liegenden Einschallwinkels häufig keine Strö-

mung detektieren lässt (► **Abb. 2**), können die V. iliaca externa von einem suprainguinalen (► **Abb. 3**) und die V. iliaca communis von einem paraumbilicalen Schallfenster (► **Abb. 4**) mit Kippung der Sonde in Richtung des Gefäßverlaufes besser sichtbar gemacht werden. Alternativ kann eine Platzierung des bei der Konvexsonde nicht kippbaren Farbfensters am lateralen Bildrand zu einer Optimierung des Dopplerwinkels führen. Eine niedrige Pulsrepetitionsfrequenz (PRF), d. h. ein niedriger Geschwindigkeitsbereich bei der Farbdarstellung verbessert die Sensitivität der Flussdarstellung.

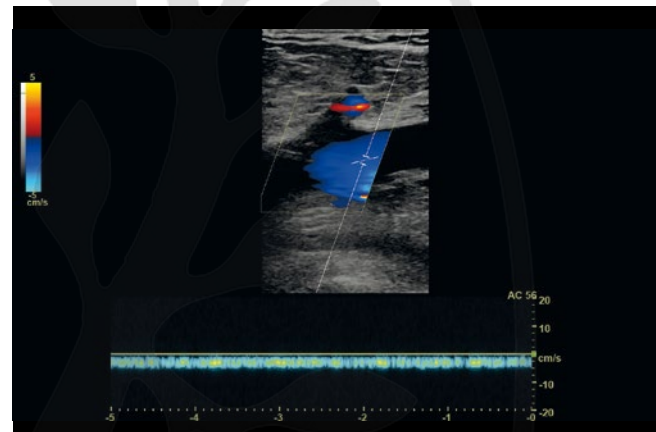
Neben der bildlichen Darstellung der Beckenvenen gibt die seitenvergleichende Messung der Blutströmung in den fast immer gut zu erreichenden distalen Vv. iliaca externae, aber auch in den Vv. femorales communes Aufschluss über das Vorliegen oder Fehlen eines nachgeschalteten, hämodynamisch wirksamen Strombahnhindernisses.



► **Abb. 4** Darstellung der rechten V. iliaca communis (blau) von einem paraumbilikalen Schallfenster aus bei gleicher Patientin.



► **Abb. 5** Längsschnitt mit A. iliaca externa links und erweiterter V. iliaca externa links mit fehlendem Flussnachweis bei akuter Thrombose (direktes Zeichen).



► **Abb. 6** Blutströmung in der V. femoralis communis links mit aufgehobener Herz- und Atemmodulation bei akuter Thrombose der V. iliaca externa und V. iliaca communis links.

Sonographische Befunde bei akuter Beckenvenenthrombose

Direkte Zeichen im unmittelbaren Bereich der Thrombosierung sind eine gegenüber einem offenen Gefäß gering echoreichere Binnenstruktur, eine Erweiterung der Vene sowie ein partiell oder komplett fehlender Flussnachweis (► **Abb. 5**).

Indirekte Zeichen sind eine im Seitenvergleich zu bestimmende Erweiterung der ipsilateralen V. femoralis communis (ggf. auch V. iliaca externa) mit Aufhebung oder Abschwächung der Herz- und Atemmodulation im PW-Dopplersignal (pulsed wave) (► **Abb. 6**), eine erschwerte Kompressibilität der Beinvenen und der Nachweis einer Spontanströmung in Kollateralvenen aus dem iliakalen und pudendalen Abstromgebiet, zum Teil mit Flussumkehr.

Bei Nachweis einer Thrombose in den Beckenvenen oder einer Lungenembolie mit fehlender Detektion einer Becken- oder Beinvenenthrombose sollte auch die V. cava inferior untersucht werden [16].

Zusätzlich zur Bildgebung der Becken- und Beinvenen sowie der venösen und arteriellen Blutflüsse, ermöglicht die Sonographie im B-Bild-Modus die Darstellung der perivaskulären Weichteilstrukturen und ist geeignet, Ursachen einer externen Gefäßaffektion etwa durch neoplastische Prozesse wie z. B. Lymphknotenkonglomerate aufzuklären.

Der Stellenwert radiologischer Verfahren

Die indirekte magnetresonanztomographische und computertomographische Phlebographie können die V. cava und die Beckenvenen gut abbilden und stellen bei nicht konklusiven Ergebnissen der FKDS die diagnostische Methode der Wahl bei vermuteten ilia-kokavalen Thrombosen dar. Als Nachteile stehen dem der höhere zeitliche Aufwand der MR-Phlebographie und die Strahlenbelastung der CT-Phlebographie gegenüber.

Aufgrund der inzwischen weit verbreiteten sonographischen Verfahren und der Schnittbilddiagnostik (CT, MRT) hat die klassische direkte intravenöse Phlebographie für die Primärdiagnostik



► **Abb. 7** Epifasziale Kollateralisierung im Pudendalbereich und kaliberstarker korkenzieherartig gewundener Ast über der Symphyse (sog. „Spontan-Palma“) zur Vena iliaca der Gegenseite bei postthrombotischem Verschluss der Beckenvene. Zusätzliche Kollateralisierung über Äste aus dem Gebiet der Venae saphenae accessoria anterior und lateralis.

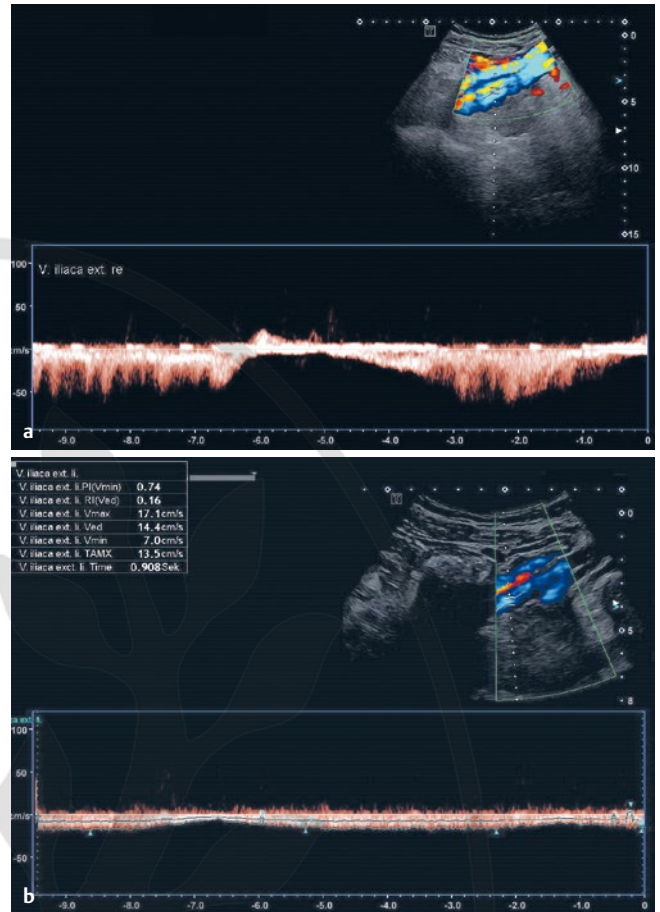
an Bedeutung verloren und wird vorwiegend nur noch im Rahmen von Interventionen eingesetzt. [17]

Die Diagnostik chronischer Verschlüsse der Beckenvenen

Während Beckenvenenthrombosen in der Regel mit einer akuten Schmerzsymptomatik einhergehen und durch ein Ödem sowie livide Verfärbung häufig der gesamten betroffenen Extremität gekennzeichnet sind, sind Patienten mit chronischen Verschlüssen oder postthrombotischen bzw. auch nicht-thrombotischen Stenosen im Bereich der Beckenvenen von Schweregefühl und Schmerzen im Bereich des proximalen Beines betroffen, aber auch des Unterbauches sowie u. U. einer bewegungsabhängigen Claudicatio venosa. Patientinnen können über Dysmenorrhoe und Dyspareunie klagen. Mitunter findet sich eine Varikose im Vulva- und Pudendalbereich. Nach postthrombotischen Verschlüssen ist häufig eine epifasziale Kollateralisierung über einen sog. „Spontan-Palma“ (benannt nach dem von Eduardo Palma entwickelten venösen Bypass-Verfahren) sichtbar (► **Abb. 7**). Überdies können auch typische Hautveränderungen im Sinne der chronischen venösen Insuffizienz im Stadium C4-C6 nach CEAP auffällig sein.

Die sonographische Exploration chronischer Beckenvenenverschlüsse

Auch bei der Beurteilung chronischer Beckenvenenverschlüsse stellt die Duplexsonographie die Basisdiagnostik dar. Dabei soll die Untersuchung sowohl Aufschluss über pathologisch-anatomische, als auch über funktionelle Aspekte geben. Die sonographische Exploration zielt darauf ab, morphologische Veränderungen an der Beckenvene darzustellen (Stenose oder Verschluss; Ausdehnung der Obstruktion bzw. Okklusion). Außerdem ist die Frage zu klären, ob und in welchem Maße die V. cava inferior mit betroffen ist. Darüber hinaus lässt sich das Ausmaß der Kollateralisierung abschätzen.

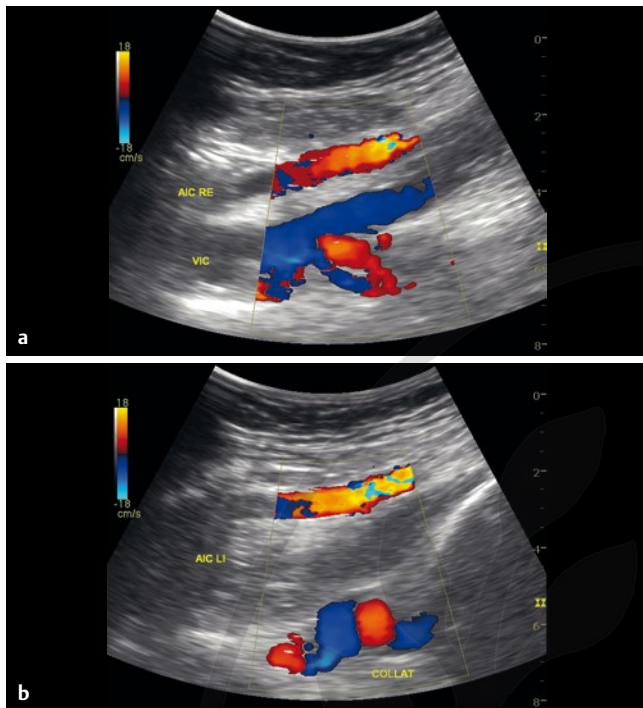


► **Abb. 8 a** Atemmoduliertes Signal der intakten distalen Vena iliaca externa rechts. **b** Deutlich gedämpfte Atemmodulation in der linken Vena iliaca externa distal eines postthrombotischen Verschlusses.

Sonographische Befunde bei chronischen Beckenvenenverschlüssen

Der Seitenvergleich der Strömungssignale wird auch zur Beurteilung postthrombotischer Veränderungen an den Beckenvenen herangezogen. Im Unterschied zur akuten Phlebothrombose ist die Atemmodulation in der postthrombotischen Beckenvene häufig nicht komplett aufgehoben, sondern kann stark abgeschwächt und verzögert nachweisbar sein (► **Abb. 8a**, ► **Abb. 8b**). Dies liegt darin begründet, dass sich im Rahmen der Ausbildung des postthrombotischen Syndroms eine kaliberstarke Kollateralisierung über die Venengeflechte des kleinen Beckens entwickelt hat.

Es ist hervorzuheben, dass die Beurteilung des venösen Abstromes auf der Gegenseite der betroffenen Beckenvene von besonderer Bedeutung ist, da er Rückschlüsse auf die Mitbeteiligung der V. cava inferior ermöglicht, welche in ihrem distalen Abschnitt nur sehr eingeschränkt eingesehen werden kann. Während sich die Flussignale in den vorgeschalteten Vv. iliacae externae wie in den Beinvenen optimaler Weise mit einer Linearsonde mit 8–12 MHz ableiten lassen, ist zur Untersuchung der Kollateralen im kleinen Becken der Konvexsonde („Abdominalschallkopf“) der Vorzug zu geben.



► **Abb. 9** a Arteria (rot) und Vena iliaca communis (blau) rechts mit regulären Signalen. b Schallkopfnah Arteria iliaca communis links (rot) Schallköpferrn korkenzieherartig verändertes Kollateralgefäß. Dazwischen die postthrombotisch okkludierte und dilatierte Vene.

Die postthrombotisch veränderte V. iliaca communis lässt sich aufgrund der eingeschränkten Auflösung in der Regel nur schemenhaft mittels Farbdoppler nachweisen. Dazu wird die begleitende Arterie als Leitstruktur aufgesucht. Im Falle eines kompletten Verschlusses ist die Darstellung der Vene nicht möglich. Dafür lassen sich die kompensatorisch erweiterten und stark korkenzieherartig gewundenen Kollateralen mit hochfrequenten Flussignalen abbilden (► **Abb. 9a**, ► **Abb. 9b**).

Limitationen der farbkodierten Duplexsonographie

Die Detektion einer Beckenvenenstenose mit der FKDS ist in der Regel möglich. Murphy et. al. veröffentlichten eine Untersuchung, in der sich die Sensitivität nicht von der MR-Phlebographie unterschied [18]. Dennoch ist die diagnostische Treffsicherheit der FKDS wegen der häufig eingeschränkten abdominalen Schallausbreitungsbedingungen begrenzt und von der Erfahrung des Untersuchers und den anatomischen Begebenheiten beim Patienten abhängig.

In einer monozentrischen Untersuchung detektierten die Untersucher im Rahmen einer venösen Standard-Ultraschalluntersuchung nur 10 von 36 in der Schnittbildgebung nachgewiesenen isolierten Beckenvenenthrombosen, was einer Sensitivität von nur 27,8 % entsprach. Differenzierte und standardisierte Untersuchungsprotokolle könnten vermutlich zu besseren Ergebnissen führen [19, 20].

Radiologische Verfahren und intravaskulärer Ultraschall (IVUS)

Thrombosen der Beckenvenen sind achtmal häufiger links als rechts festzustellen, was auf die topographische Beziehung zwischen der rechten Arteria iliaca und der Wirbelsäule zurückzuführen ist. Die österreichischen Pathologen May und Thurner wiesen an Sektionspräparaten als Folge der chronischen mechanischen Alteration eine lokale Endothelproliferation und Intimahyperplasie mit Ausbildung einer „spornartigen“ Struktur an 15–22 % der untersuchten Individuen nach [21–23].

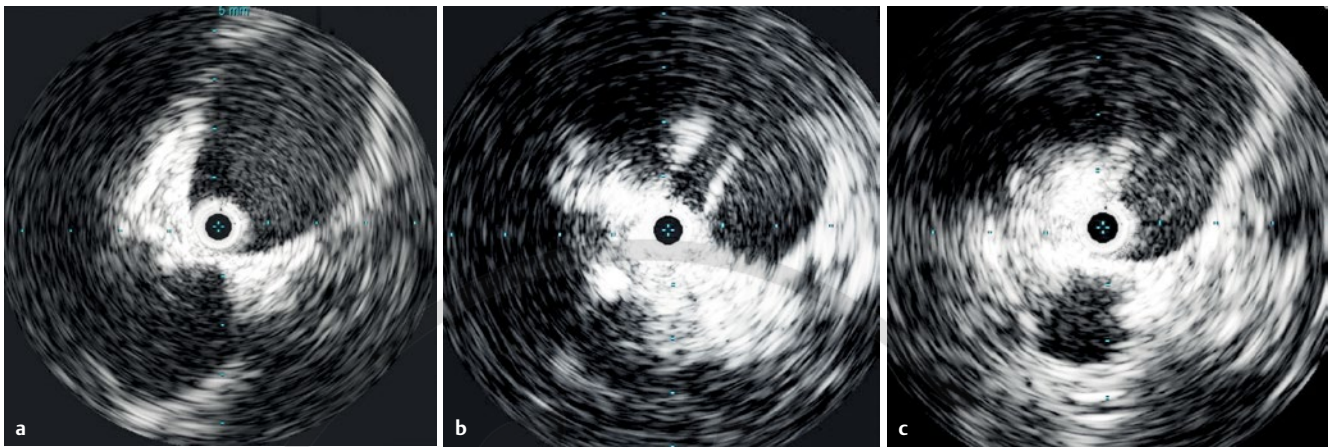
Wenngleich im Laufe der vergangenen sechzig Jahre zahlreiche Kasuistiken und Kleinserien publiziert wurden, liegen nicht allzu viele epidemiologische Daten zur Inzidenz dieses sog. „Beckenvenensporn“ vor [24–26]. Darüber hinaus sind die klinische und die prognostische Bewertung aktuell unklar [27]. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, vor der Durchführung eines rekanalisierenden Eingriffes weitere Informationen über die funktionelle Bedeutung eines nachgewiesenen chronischen Beckenvenenverschlusses zu gewinnen.

Die Beurteilung des postthrombotischen Stenosegrades bzw. eines nicht-thrombotischen May-Thurner-Syndroms mit der Konvexsonde ist nur in begrenztem Maße möglich. Die Phlebographie im Rahmen der präinterventionellen Befunderhebung erfolgt in gestreckter Körperhaltung und Rückenlage und lässt ebenfalls keine sichere Beurteilung einer nicht-thrombotischen Obstruktion zu. Aus diesem Grunde plädieren einige Autoren für die obligatorische Durchführung einer intravenösen Ultraschalluntersuchung (IVUS). Im Rahmen der 2017 publizierten VIDIO-Studie verglichen Gagne et al. die Ergebnisse der Phlebographie in drei Ebenen an 100 Probanden (CVI C4-C6 mit Verdacht auf iliofemorale Obstruktion) mit IVUS. In 26,3 % der Fälle ließen sich mit IVUS signifikante Stenosen ($\geq 50\%$) nachweisen, die sich der Phlebographie entzogen haben. Darüber hinaus wurde die Stenose in der radiologischen Bildgebung um durchschnittlich 11 % unterschätzt [28] (► **Abb. 10a**, ► **Abb. 10b**, ► **Abb. 10c**).

Die Arbeitsgruppe von Jalaie et al. favorisiert eine präprozedurale MR- oder CT-Phlebographie, da diese neben Stenose, Okklusion und Atresie zusätzliche Informationen über eine mögliche externe Kompression und die Kollateralisierung liefert [29] (► **Abb. 11**). Die niederländische Arbeitsgruppe um Arnoldussen, Tonder und Wittens entwickelte einen Score zur standardisierten Beurteilung der Beckenvenen und der V. cava inferior (LOVE score), wobei sich MR-Phlebographie und Duplexsonographie als gleichwertig erwiesen [30].

Phlebologische Funktionsdiagnostik

Die primäre Offenheitsrate nach Beckenveneninterventionen wird in der Literatur mit 70 % angegeben, was auch der Erfahrung am eigenen Patientengut der Autoren entspricht [14]. Daraus lässt sich die Notwendigkeit hämodynamischer Untersuchungen ableiten, welche die Identifizierung geeigneter Patienten und eine Abschätzung der Erfolgsaussichten ermöglichen. Dies ist nicht zuletzt von Bedeutung, da es sich bei einem erheblichen Teil der Zielgruppe um jüngere und fertile Frauen handelt, deren Genitalorgane nicht unkritisch einer Strahlenbelastung ausgesetzt werden dürfen. Über die prognostische Bedeutung hämodynamischer Faktoren wurden bislang nur sehr wenige Untersuchungen durchge-



► **Abb. 10** a IVUS-Sonde in der proximalen Vena iliaca (Arterie links unten). b IVUS-Sonde innerhalb der Stenose (bei 1:00 Uhr) bei May-Thurner-Syndrom. c IVUS-Sonde distal der Stenose.



► **Abb. 11** Der proximale Anteil der V. cava inferior (Patient von ► **Abb. 1**) entzieht sich dem Ultraschall. Im CT Darstellung eines Thrombus (Pfeil) mit subtotaler Lumeneinengung im distalen Verlauf.

führt. Unter 7.562 Publikationen zu Beckenvenen-Stenting und Bypass-Chirurgie fanden Kurstjens et al. nur vier Arbeiten, in denen prädiktive Aussagen aus hämodynamischen Untersuchungen vor einem Eingriff gewonnen werden sollten [31]. Die Phlebodynamometrie (PDM) und die venöse Verschlussplethysmographie (VVP, ► **Abb. 12**) geben im Routineprotokoll nur wenige zusätzliche Informationen. Während die PDM im Falle einer isolierten Beckenvenenobstruktion lediglich eine gering reduzierte bis normale Druckreduktion im Arbeitsmanöver aufweist, lässt die VVP keine Rückschlüsse über die Lokalisation einer postthrombotischen Läsion zu. Modifizierte Versuchsanordnungen der VVP und die Air-Plethysmographie könnten perspektivisch einen Ansatz bieten, wie verschiedene Arbeiten belegen [32, 33]. Lattimer und Mendoza führten wegweisende Experimente mit der Air-Plethysmographie durch.

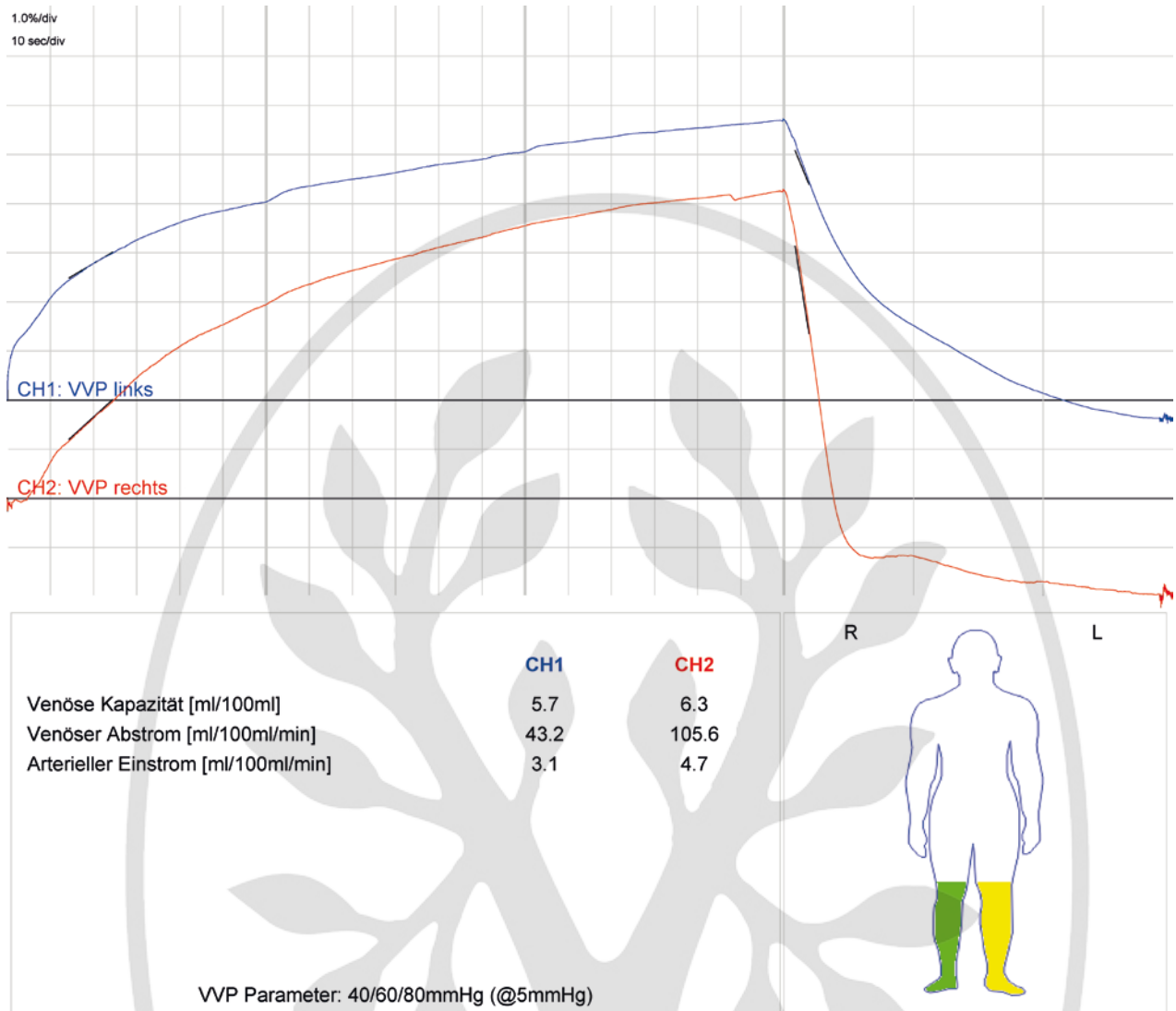
Sie konnten den venösen Drainage-Index (VDI < 11 ml/s) als Parameter identifizieren, der im Falle einer iliofemorale Obstruktion signifikant reduziert ist und geeignet sein könnte, den Effekt einer Rekanalisation der Beckenvenen vorauszusagen. Die Untersuchung kann unter Beinhochlagerung und Hinstellen durch Praxismitarbeiter durchgeführt werden oder idealerweise auf einem Kipptisch. Zusammenfassend ist allerdings festzustellen, dass das Gerät zum aktuellen Zeitpunkt in Deutschland noch nicht erhältlich ist und die Untersuchung in der Praxis noch nicht umsetzbar ist [34].

Zusammenfassung

Trotz der weiterentwickelten interventionellen Technologie zur Behandlung der Thrombose und trotz immer sicherer gewordener Antikoagulationstherapie haben Phlebothrombose, Lungenarterienembolie und postthrombotisches Syndrom nicht an Bedeutung verloren. Das liegt nicht zuletzt daran, dass der Faktor Zeit insbesondere im Falle der akuten Erkrankung von entscheidender Bedeutung ist.

Die Thrombose der Beckenvenen geht mit einem besonders hohen Risiko für eine schwerwiegende Lungenembolie einher, was sich aus dem stärkeren Gefäßkaliber und der damit zusammenhängenden größeren Thrombuslast erklärt. Zur Vermeidung dieser Komplikation ist die schnellstmögliche Einleitung der Therapie erforderlich. Die FKDS ist das Mittel der ersten Wahl zur Diagnosesicherung auch in der Untersuchung proximal des Leistenbandes. Sie ist kostengünstig, vergleichsweise gut verfügbar und liefert heutzutage eine hervorragende Gefäßdarstellung. Dabei muss vom Untersucher berücksichtigt werden, dass aufgrund der Topographie im kleinen Becken bzw. der Tiefe des Abdomens die Konvexsonde verwendet werden muss. In Einzelfällen können MR und CT die Diagnosefindung unterstützen.

MR- und CT-Phlebographie können insbesondere bei der Bewertung chronischer Beckenvenenverschlüsse und V.-cava-Prozesse nützliche Zusatzbefunde erbringen. Es ist allerdings festzustellen, dass die Untersuchungstechnik nicht in allen radiologischen Einrichtungen vorgehalten wird und letztlich spezialisierten Zentren vorbehalten ist. Invasive Methoden wie Phlebographie und IVUS sind den Fällen vorbehalten, in denen eine interventionelle bzw.



► **Abb. 12** Venöse Verschlussplethysmographie (VVP). Im Seitenvergleich deutliche Reduktion des venösen Abstroms links nach Beckenvenenverschluss (43 vs. 106 ml/min). Rückschlüsse auf Verschlussstage und Länge bzw. Offenheitsprognose sind nicht möglich.

operative Behandlung vorgesehen ist und im Rahmen der Eingriffsplanung spezielle Daten erhoben werden müssen wie zum Beispiel über die Länge und den Querschnitt einer Obstruktion.

FAZIT

1. Die Diagnostik der akuten und der chronischen Beckenvenenthrombose sollte primär mittels farbkodierter Duplexsonographie unter Verwendung einer Konvex-Sonde erfolgen. Ergänzend können distal des Leistenbandes mittels Linear-Schallkopf indirekte hämodynamische Informationen gewonnen werden.
2. Bei nicht schlüssigen sonographischen Befunden wie auch im Falle einer geplanten Thrombektomie bzw. Rekanalisation stellen die MR- bzw. CT-Phlebographie den nächsten diagnostischen Schritt dar.

3. Der intravaskuläre Ultraschall findet Verwendung, wenn die interventionelle Behandlung einer nicht-thrombotischen Gefäßobstruktion in Betracht gezogen wird.
4. Die klassische direkte Phlebographie ist nur noch im Rahmen einer Intervention erforderlich. Als isolierte diagnostische Methode kann sie als obsolet angesehen werden.

Interessenkonflikt

Die Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Danksagung

Die Autoren danken Herrn Priv.-Doz. Dr. med. Andreas Bach, Saale-Klinik Halle, für die Überlassung der CT-Phlebographie (►Abb. 11).

Literatur

- [1] https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/065-002l_S2k_VTE_2016-01.pdf; Stand: 25.03.2019
- [2] Mazzolai L, Abovans V, Ageno W et al. Diagnosis and management of acute deep vein thrombosis: a joint consensus document from the European Society of Cardiology working groups of aorta and peripheral vascular diseases and pulmonary circulation and right ventricular function. *Eur Heart J* 2018; 39 (47): 4208–4218
- [3] Kahn SR, Ginsberg JS. Relationship Between Deep Venous Thrombosis and the Postthrombotic Syndrome. *Arch Intern Med* 2004; 164: 17–26
- [4] Kahn SR, Comerota AJ, Cushman M et al. The Postthrombotic Syndrome: Evidence-Based Prevention, Diagnosis, and Treatment Strategies – A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation* 2014; 130: 1636–1661
- [5] Rabe E, Pannier-Fischer F, Bromen K et al. Bonner Venenstudie der Deutschen Gesellschaft für Phlebologie – Epidemiologische Untersuchung zur Frage der Häufigkeit und Ausprägung von chronischen Venenkrankheiten in der städtischen und ländlichen Wohnbevölkerung. *Phlebologie* 2003; 32: 1–14
- [6] Prandoni P, Kahn S. Post-thrombotic syndrome: prevalence, prognosis and need for progress. *BJH* 2009;145: 286–295
- [7] Vedantham S, Goldhaber SZ, Julian JA, Pharmacomechanical Catheter-Directed Thrombolysis for Deep-Vein Thrombosis *N Engl J Med.* 2017; 377 (23): 2240–2252
- [8] Neglén P, Hollis KC, Olivier J et al. Stenting of the venous outflow in chronic venous disease: Long-term stent-related outcome, clinical, and hemodynamic result. *J Vasc Surg* 2007; 46: 979–990
- [9] Seager MJ, Busuttill A, Dharmarajah B et al. A Systematic Review of Endovenous Stenting in Chronic Venous Disease Secondary to Iliac Vein Obstruction. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2016; 51: 100–120
- [10] Raju S, Neglén P. High prevalence of nonthrombotic iliac vein lesions in chronic venous disease: A permissive role in pathogenicity. *J Vasc Surg* 2006; 44: 136–144
- [11] Cogo A, Lensing AW, Prandoni P et al. Distribution of thrombosis in patients with symptomatic deep vein thrombosis. Implications for simplifying the diagnostic process with compression ultrasound. *Arch Intern Med* 1993;153 (24): 2777–2780
- [12] Johnson BF, Manzo RA, Bergelin RO et al. Relationship between changes in the deep venous system and the development of the postthrombotic syndrome after an acute episode of lower limb deep vein thrombosis: A one- to six-year follow-up. *J Vasc Surg* 1995; 21:307–313
- [13] Klitfod L, Just S, Foegh P et al. Excellent long-term results with iliac stenting in local anesthesia for post-thrombotic syndrome. *Acta Radiologica Open* 2015; 4 (9): 1–5
- [14] Hirsch T. Stenting bei chronischer Beckenvenenobstruktion. Ist der Aufwand gerechtfertigt? *Gefäßchirurgie* 2018; 23: 231–238
- [15] Chinsakchai K, Ten Duis K, Moll FL et al. Trends in management of phlegmasia cerulea dolens. *Vasc Endovascular Surg* 2011; 45 (1): 5–14
- [16] https://www.degum.de/fileadmin/dokumente/arbeitskreise/vaskulaerer_ultraschall/empfehlungen/Notfallsonographie__AVU-Empfehlungen__2009-10-16.pdf; Stand: 20.03.2019
- [17] Voigts B, Abolmaali N, Stelzner C et al. Bildgebende Darstellung peripherer Venen. *Internist* 2017; 58: 796–804
- [18] Murphy E, Nguyen D, Varney E et al. Increasing the Diagnostic Sensitivity of Noninvasive Imaging Techniques Before and After Iliac Vein Stenting. *J Vasc Surg Ven Lym Dis* 2015; 1: 128
- [19] Jain AK, Soult MC, Resnick SA et al. Detecting iliac vein thrombosis with current protocols of lower extremity venous duplex ultrasound. *J Vasc Surg Venous Lymphat Disord* 2018; 6 (6): 724–729
- [20] Sloves J, Almeida JL. Venous duplex ultrasound protocol for ilio caval disease. *J Vasc Surg Venous Lymphat Disord* 2018; 6 (6): 748–757
- [21] May R, Thurner J. Ein Gefässsporn in der Vena iliaca comm. sinistra als wahrscheinliche Ursache der überwiegend linksseitigen Beckenvenenthrombose. *Ztschr f Kreislaufforschg* 1956; 45: 912
- [22] May R, Thurner J. The cause of the predominantly sinistral occurrence of thrombosis of the pelvic veins. *Angiology* 1956; 8 (5): 419–427
- [23] Cockett FB, Thomas ML. The iliac compression syndrome. *Br J Surg* 1965; 52 (10): 816–821
- [24] Johnsson KA, Göthman B, Nordström S. The iliac compression syndrome. *Acta Radiol Diagn* 1974; 15 (5): 539–545
- [25] Béliard S, Feuvrier D, Ducroux E et al. May Thurner syndrome revealed by left calf venous claudication during running, a case report. *BMC Sports Sci Med Rehabil* 2; 10: 3. doi: 10.1186/s13102-018-0092-6. eCollection 2018
- [26] Raju S. Venous insufficiency of the lower limb and stasis ulceration. Changing concepts and management. *Ann Surg* 2018; 197 (6): 688–697
- [27] Kibbe MR, Ujiki M, Goodwin AL et al. Iliac vein compression in an asymptomatic patient population. *J Vasc Surg* 2004; 39 (5) :937–943
- [28] Gagne PJ, Tahara RW, Fastabend CP et al. Venography versus intravascular ultrasound for diagnosing and treating iliofemoral vein obstruction. *J Vasc Surg Venous Lymphat Disord* 2017; 5 (5): 678–687
- [29] Jalaie H, Schleimer K, Barbaty ME et al. Interventional treatment of postthrombotic syndrome *Gefäßchirurgie* 2016; 21 (Suppl 2): 37–44
- [30] Arnoldussen CWKP, Toonder I, Wittens CHA. A novel scoring system for lower-extremity venous pathology analysed using magnetic resonance venography and duplex ultrasound. *Phlebologie* 2012; (Suppl 27) 1: 163–170
- [31] Kurstjens RLM, de Wolf MAF, Kleijnen J et al. The predictive value of haemodynamic parameters for outcome of deep venous reconstructions in patients with chronic deep vein obstruction – A systematic review. *Phlebologie* 2017; 32 (8) 532–554
- [32] Rosfors S, Blomgren L. Venous occlusion plethysmography in patients with post-thrombotic venous claudication . *J Vasc Surg* 2017; 58: 722–726
- [33] Lattimer CR, Doucet S, Geroulakos G et al. Validation of the novel venous drainage index with stepwise increases in thigh compression pressure in the quantification of venous obstruction. *J Vasc Surg Venous Lymphat Disord* 2017; 5 (1): 88–95
- [34] Lattimer CR, Mendoza E. Reappraisal of the Utility of the Tilt-table in the Investigation of Venous Disease. *J Vasc Endovasc Surg* 2016; 52: 854–861

Diagnosis of acute and chronic iliac vein thrombosis

Diagnostik des akuten und chronischen Beckenvenenverschlusses

Authors

Tobias Hirsch¹, Corneliu Popescu^{1,2}, Andreas Köhler³

Affiliations

- 1 Praxis für Innere Medizin und Gefäßkrankheiten/ Venen Kompetenz-Zentrum®, Halle (Saale)
- 2 Klinik und Poliklinik für Angiologie, Universitätsklinik Leipzig
- 3 Gemeinschaftspraxis Kardiologie/Angiologie, Halle (Saale)

Key words

Duplex ultrasound, iliac veins, iliac vein stenting, iliac vein recanalization, May-Thurner syndrome

Schlüsselwörter

Duplexsonographie, Beckenvenen, Beckenvenenstenting, Rekanalisation der Beckenvenen, May-Thurner-Syndrom

received 31.03.2019

accepted 31.03.2019

Bibliography

DOI <https://doi.org/10.1055/a-0898-2513>

Published online: 05.06.2019

Phlebologie 2018; 48: 219–227

© Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York

ISSN 0939-978X

Correspondence

Dr. Tobias Hirsch

E-Mail: info@gefaessmedizin-hirsch.de

ABSTRACT

The clinical picture of acute iliac vein thrombosis can be dramatic. Iliac vein thrombosis is associated with a high risk of a life-threatening pulmonary embolism. It can also result in the development of phlegmasia cerulea dolens, a dangerous complication which can lead to the loss of the affected extremity. In addition to conservative treatment approaches, such as compression therapy and anticoagulation, there are a number of interventions that can limit the severity of post-thrombotic syndrome and prevent the disease from becoming fatal. The prognosis of the disease depends to a large extent on an early and reliable diagnosis. Duplex ultrasound plays a key role

both in the acute and chronic stages of the disease. It sheds light on the pathomorphology of the iliac and leg veins and provides information about the dynamics of blood flow.

In contrast to an ultrasound examination of the deep and epifascial veins in the leg, investigating the proximal vascular segments requires the use of both a linear and curved-array probe. A limited resolution deep inside the pelvis requires delicate handling of the settings on the ultrasound device.

Radiological and functional diagnostic methods can provide additional information for treating post-thrombotic changes in the iliac veins.

ZUSAMMENFASSUNG

Die akute Beckenvenenthrombose stellt ein dramatisches Krankheitsbild dar. Auf der einen Seite geht sie mit einem hohen Risiko für eine lebensbedrohliche Lungenembolie einher, auf der anderen Seite kann sie die Entwicklung einer Phlegmasia coerulea dolens bewirken, welche zum Verlust der betroffenen Extremität führen kann und ebenfalls eine vital bedrohliche Komplikation darstellt. Neben konservativen Behandlungsansätzen wie Kompressionstherapie und Antikoagulation stehen eine Reihe interventioneller Optionen zur Verfügung, welche darauf abzielen, fatale Krankheitsverläufe zu verhindern und auch die Ausprägung eines postthrombotischen Syndroms zu begrenzen.

Die Prognose der Erkrankung hängt maßgeblich von der frühzeitigen sicheren Diagnosestellung ab. Sowohl in der akuten Krankheitsphase, als auch im chronischen Stadium nimmt die Duplexsonographie die Schlüsselrolle ein. Sie gibt Aufschluss über die Pathomorphologie der Becken- und Beinvenen und liefert zusätzlich hämodynamische Informationen.

Im Gegensatz zur sonographischen Befundung der tiefen und epifaszialen Beinvenen ist zur Exploration der proximalen Gefäßabschnitte neben dem Einsatz einer Linearsonde auch die Untersuchung mittels Konvexsonde erforderlich und die eingeschränkte Auflösung in der Tiefe des kleinen Beckens macht einen subtilen Umgang mit den Einstellungen des Ultraschallgerätes nötig.

Im Rahmen der Behandlung postthrombotischer Veränderungen der Beckenvenen können radiologische und funktionsdiagnostische Methoden zusätzliche Informationen liefern.

Introduction

In addition to anticoagulation and compression therapy, the current German and international guidelines on the treatment of deep vein thrombosis (DVT) also recommend, in appropriate cases, the early use of recanalisation measures such as surgical thrombectomy, thrombolysis and pharmacomechanical thrombectomy, in order to reduce the risk of developing a post-thrombotic syndrome (PTS) [1, 2]

Technological developments in the treatment of PTS over the past twenty years have contributed to establishing recanalisation and stenting in the treatment of chronic iliac vein occlusion.

The incidence of DVT is estimated to be 1–3 cases per 1000 population per year. The risk of PTS is given as 20–50%, with 5–10% of cases expected to be severe [3, 4]. Various authors give figures of 1–5% for the prevalence of PTS [5, 6].

Invasive options for treating thrombosis and PTS are aimed mainly at the treatment of the proximal pelvic and leg veins. While the ATTRACT study, which was carried out independently of the manufacturers, did not show any advantage of catheter-directed thrombolysis in the treatment of acute deep vein thrombosis (no reduction of post-thrombotic syndrome) [7], numerous studies indicate that recanalisation and stenting of chronic iliac vein occlusion relieves the symptoms in a select patient population [8, 9, 10].

The few available data on topographic manifestations of post-thrombotic changes suggest, however, that an isolated iliac vein thrombosis suitable for endoluminal recanalisation is a rare disease entity [11, 12, 13, 14].

Even though the available studies show excellent therapeutic results and a high degree of safety, it is still a procedure associated with radiation exposure and discomfort for the patient, not to mention the aspects of health economics that need to be considered. Examination of the iliac veins and the inferior vena cava is particularly important in planning treatment and has a significant effect on the prognosis.

Diagnostic investigation of acute iliac vein occlusion

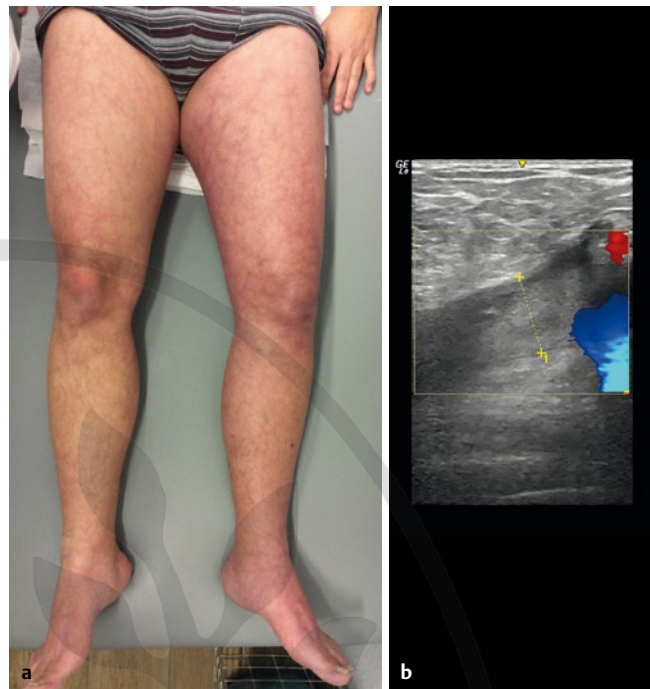
Acute thrombosis of the common iliac vein and/or the external iliac vein with a relevant haemodynamic impact on the venous return and the associated pressure increase in the deep veins of the ipsilateral leg usually causes a marked, painful venous leg oedema, often accompanied by venous cyanosis (► Fig. 1).

With complete thrombosis and a poor collateral circulation, the severe and potentially limb- and life-threatening condition of phlegmasia cerulea dolens (blue painful leg) may develop due to the arterial blood supply being compromised. The resultant amputation rate is between 25% and 50% [15].

In bedridden patients, however, there may be no swelling at all.

Ultrasound exploration of acute pelvic and leg vein thrombosis

As with all thromboembolic disease, the clinical probability of acute iliac vein thrombosis should be estimated at the start of the diag-



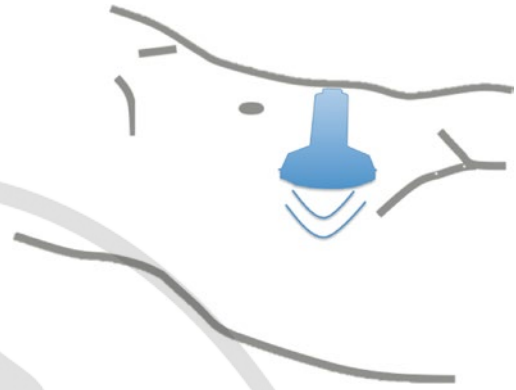
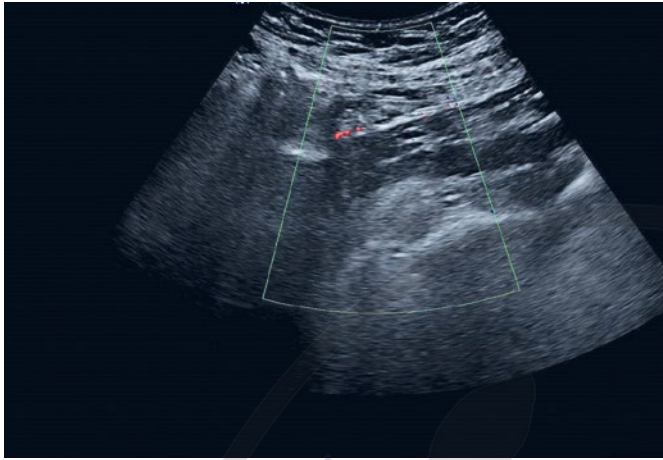
► **Fig. 1** **a** Acute thrombosis of the left external and common iliac veins as well as partial thrombotic occlusion of the inferior vena cava: painful oedema of the left leg from the medial malleolus to the thigh, livid discolouration, a difference in the circumference of the thighs, with the left thigh + 4 cm larger, venous claudication. **b** Ultrasound findings: fresh inhomogeneous echogenic thrombus in the dilated common femoral vein. Flow signal ceases directly at the bifurcation.

nostic process [1]. A D-dimer test is only worthwhile when the clinical probability is low, as only then can a negative result rule out thrombosis with sufficient certainty. With a moderate or high clinical probability, the first diagnostic step is an ultrasound scan of the pelvic and leg veins.

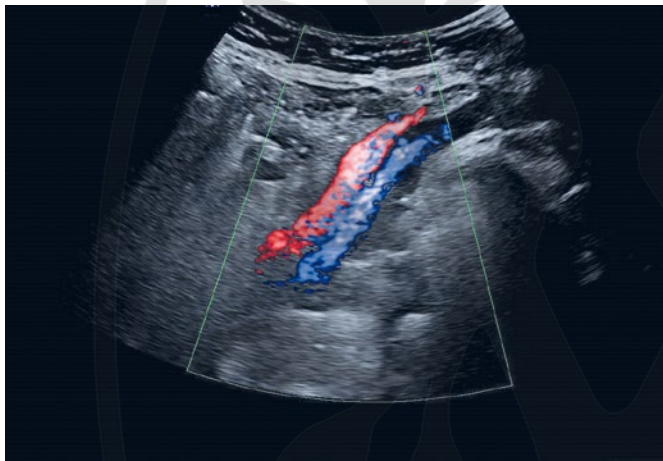
Despite the high sensitivity of continuous wave Doppler ultrasonography for proximal DVTs, this method has become obsolete due to its lack of accuracy in the distal leg veins and failure to identify incomplete thromboses. The standard examination to confirm or rule out a DVT is now continuous B-mode compression ultrasound of the deep veins from the common femoral vein to the distal leg veins, including the calf muscle veins, and continuing as far as the plantar region, if there is a specific clinical indication. In our opinion, the examination should start proximally. It should also include the saphenous trunks, as the thrombus often grows from these vessels into the deep veins of the leg.

Compression ultrasound is not suitable for assessing the veins in the pelvis, as only the distal external iliac veins can be compressed sufficiently. Therefore, before carrying out a compression ultrasound of the leg veins, the clearly visible distal segments of the external iliac veins should first be examined by colour-coded duplex ultrasound, even with unprepared and/or obese patients, in order to record the respiratory variation in the flow signals.

By using different acoustic windows, it is also possible to examine the proximal external iliac veins and common iliac veins adequately in some patients. It is often not possible to detect any flow,



► **Fig. 2** No flow can be seen in the iliac vein due to overlying intestinal gas (left) and an unfavourable Doppler angle (middle and right).



► **Fig. 3** The right external iliac artery (red) and the right external iliac vein (blue) seen through a suprainguinal acoustic window in the same patient.

if the transducer is placed vertically over the centre of the iliac vein axis, because of overlying intestinal gas and an almost 90° angle of incidence (► **Fig. 2**); however, by tilting the probe in the direction of the course of the vein, the external iliac vein can be visualised through a suprainguinal acoustic window (► **Fig. 3**) and the common iliac vein through a paraumbilical window (► **Fig. 4**). Alternatively, the Doppler angle can be optimised by placing a curved array probe that does not allow tilting of the colour window at the lateral edge of the image. A low pulse repetition frequency (PRF), i. e. a lower speed range in the colour presentation, improves the sensitivity of the flow imaging.

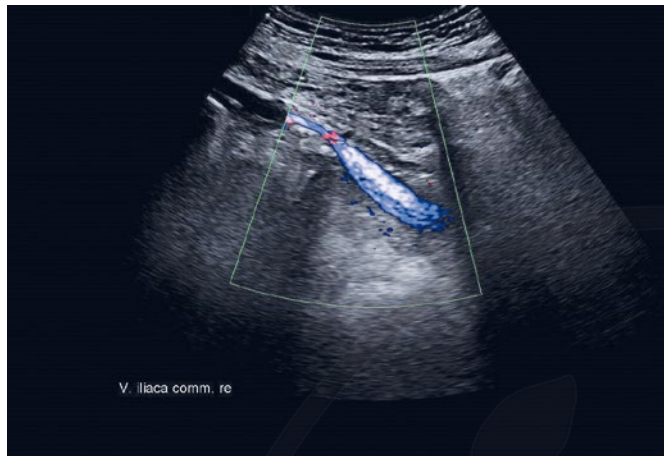
Besides direct imaging of the pelvic veins, bilateral measurements comparing the flow in the left and right distal external iliac veins, which are almost always accessible, and common femoral veins are carried out, in order to gain information on the presence or absence of a haemodynamically relevant downstream obstruction to vascular flow.

Ultrasound findings in acute iliac vein thrombosis

Direct signs in the immediate vicinity of the thrombosis are reduced internal echogenicity in comparison with a patent vessel widening of the vein and a partial or complete lack of flow (► **Fig. 5**).

Indirect signs include a detectable widening of the ipsilateral common femoral vein (and possibly also the external iliac vein) in comparison with the contralateral side, with attenuation or loss of cardiac and respiratory variation in the pulsed wave (PW) Doppler signal (► **Fig. 6**), more difficult compressibility of the leg veins and evidence of spontaneous flow in collateral veins draining the iliac and pudendal regions, sometimes with a reversal of flow.

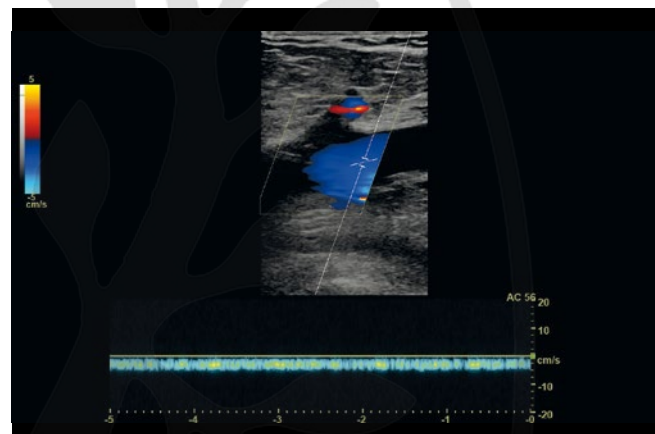
The inferior vena cava should also be examined whenever thrombosis is found in the iliac veins or if a pulmonary embolus occurs without any thrombosis identified in the pelvic or leg veins [16].



► **Fig. 4** The right common iliac vein (blue) seen through a paraumbilical acoustic window in the same patient.



► **Fig. 5** Longitudinal section showing the left external iliac artery and dilated left external iliac vein with a lack of flow due to acute thrombosis (direct sign).



► **Fig. 6** Blood flow in the left common femoral vein with loss of cardiac and respiratory variation in a patient with acute thrombosis of the left external iliac and common iliac veins.

In addition to imaging of the pelvic and leg veins and demonstration of the venous and arterial blood flow, B-mode ultrasound allows the visualisation of perivascular soft tissue structures and can be used to clarify conditions such as neoplastic processes that affect the vessels externally, e. g. conglomerate lymph node masses.

The value of radiological procedures

Indirect magnetic resonance imaging (MRI) and computed tomography (CT) venography visualise the vena cava and the iliac veins well; they are the diagnostic methods of choice in the case of suspected ilio caval thrombosis when the results of colour-coded duplex ultrasound are inconclusive. The disadvantage of MR venography is that it is more time-consuming, while CT venography involves radiation exposure.

With the use of ultrasound procedures and cross-sectional imaging techniques (CT and MRI) becoming more widespread, classical direct invasive intravenous venography has become less im-

portant for primary diagnostic investigations and is now principally used in the context of interventional radiology. [17].

Diagnostic investigation of chronic iliac vein occlusion

While iliac vein thrombosis is usually associated with acute pain and characterised by oedema and a livid discolouration that often involves the entire affected limb, patients with a chronic occlusion, post-thrombotic stenosis or non-thrombotic stenosis in the region of the iliac veins experience a feeling of heaviness and pain in the proximal leg as well as in the lower abdomen and sometimes exercise-induced venous claudication. Women may complain of dysmenorrhoea and dyspareunia and varicose veins may occasionally develop in the vulva and pudendum. Following post-thrombotic occlusion, epifascial collateralisation via a spontaneous Palma shunt (named after the venous bypass procedure developed by Eduardo Palma) can often be seen (► **Fig. 7**). Typical skin chang-



► **Fig. 7** Post-thrombotic occlusion of the iliac vein with epifascial collateral vessels in the pudendal region and a tributary with a larger diameter and corkscrew-like appearance above the symphysis ('spontaneous Palma shunt') draining to the iliac vein on the contralateral side. Additional collateral supply via tributaries from areas drained by the anterior and lateral accessory saphenous veins.

es of chronic venous insufficiency (CVI) equivalent to CEAP clinical class C4-C6 may also occur.

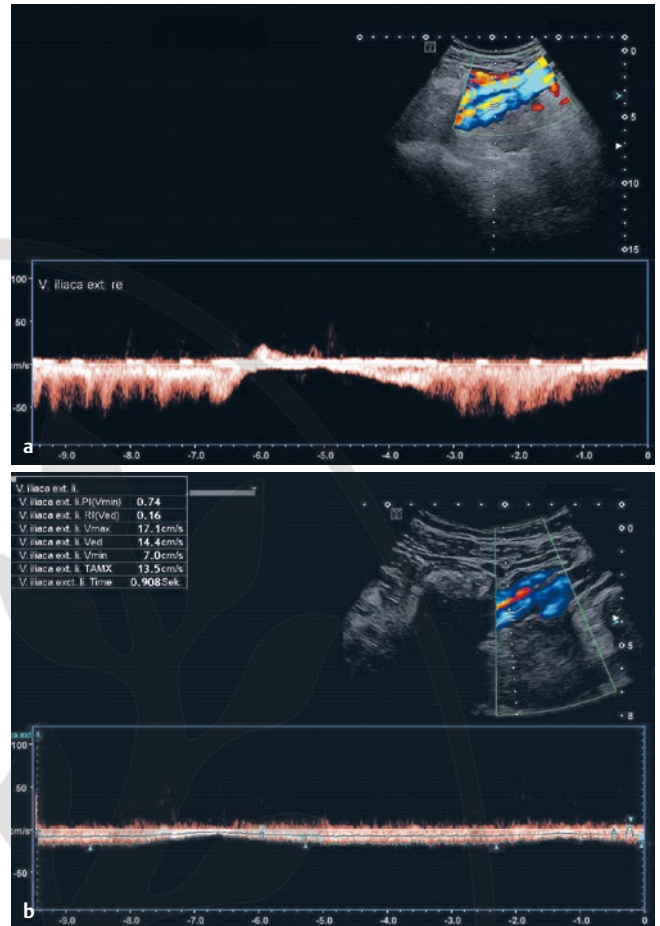
Ultrasound exploration of chronic iliac vein occlusion

Duplex ultrasound is also the first-line diagnostic investigation for assessing chronic iliac vein occlusion. The examination should provide information on the anatomical, pathological and functional aspects. Ultrasound exploration aims to visualise morphological changes in the iliac veins (stenosis or occlusion; extent of the obstruction or occlusion). In addition, the question of whether or not the vena cava is involved must be clarified and the extent of collateralisation estimated.

Ultrasound findings in chronic iliac vein occlusion

Comparison of the flow signals on the two sides is used to assess post-thrombotic changes in the pelvic veins. In contrast to acute DVT, respiratory variation in the post-thrombotic iliac vein is often not completely absent but may be significantly attenuated and delayed (► **Fig. 8a**, ► **Fig. 8b**). This can be attributed to the large-diameter collateral vessels that have developed in the venous plexus of the lesser pelvis as part of the post-thrombotic syndrome.

It must be emphasised that assessment of the venous return on the contralateral side of the affected pelvic vein is particularly important, as it provides us with information on the involvement of the inferior vena cava, the distal segment of which can be seen to only a very limited extent. While, as in the leg veins, the flow signals in the downstream external iliac veins can be recorded optimally with an 8–12 MHz linear probe, a curved array probe ('abdominal probe') is preferable for examining the collaterals in the lesser pelvis.



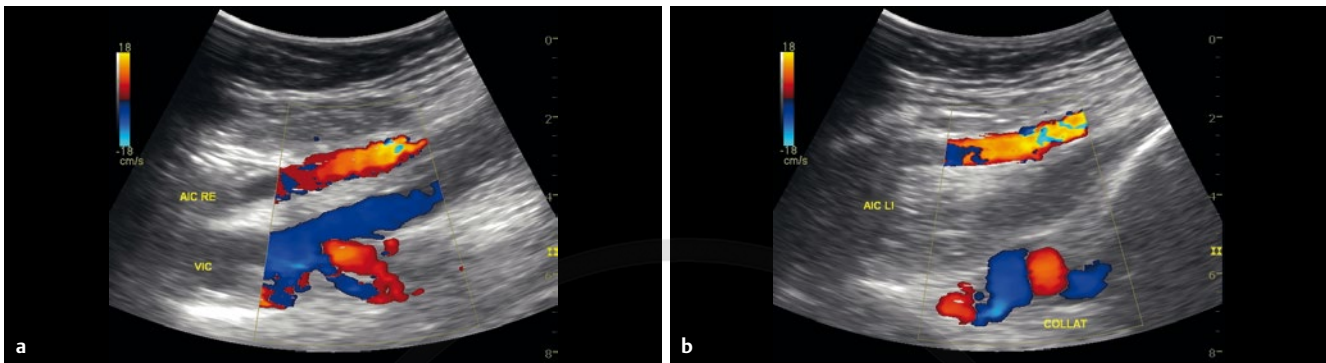
► **Fig. 8 a** Respiratory variation of the signal from the intact right external iliac vein. **b** Clearly reduced respiratory variation in the left iliac vein, distal to a post-thrombotic occlusion.

As a rule, the common iliac vein with post-thrombotic changes can be demonstrated only schematically with the colour Doppler, due to the limited resolution. The accompanying artery is therefore identified as the main structure. In the event of complete occlusion, it is not possible to visualise the vein at all. The collaterals are, however, dilated to compensate and have a marked corkscrew-like appearance with high frequency flow signals (► **Fig. 9a**, ► **Fig. 9b**).

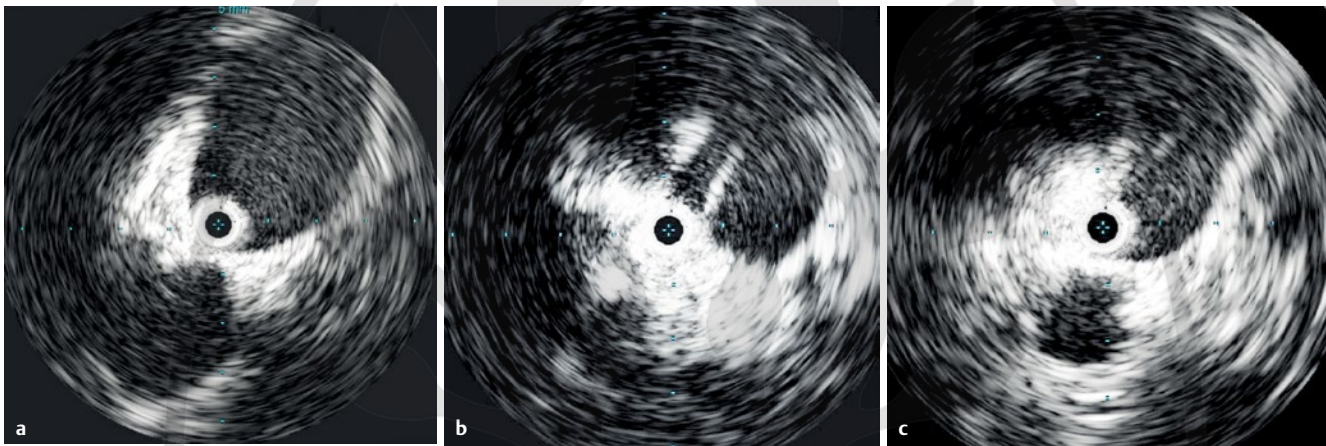
Limitations of colour-coded duplex ultrasonography

It is usually possible to detect iliac vein thrombosis with colour-coded duplex ultrasound. Murphy et. al. published a study, in which the sensitivity did not differ from that of MR venography [18]. However, the diagnostic accuracy of colour-coded duplex ultrasound is limited by the frequently poor sound propagation in the abdomen and depends on the examiner's experience and the anatomical conditions pertaining to the patient.

In a single-centre study involving a routine ultrasound examination of the venous system, the examiners detected only 10 of the 36 isolated iliac vein thromboses demonstrated on cross-sec-



► **Fig. 9** **a** Right common iliac artery (red) and vein (blue) with normal signals. **b** Close to the transducer lies the left common iliac artery (red), further from the transducer is the corkscrew-like distorted collateral vessel. In between lies the post-thrombotic occluded and dilated vein.



► **Fig. 10** **a** IVUS probe in the proximal iliac vein (the artery can be seen below left). **b** IVUS probe in the stenosis (at 1 o'clock) in a patient with May-Thurner syndrome. **c** IVUS probe distal to the stenosis.

tional imaging, corresponding to a sensitivity of only 27.8%. Standardised differentiated examination protocols could possibly improve the results [19,20].

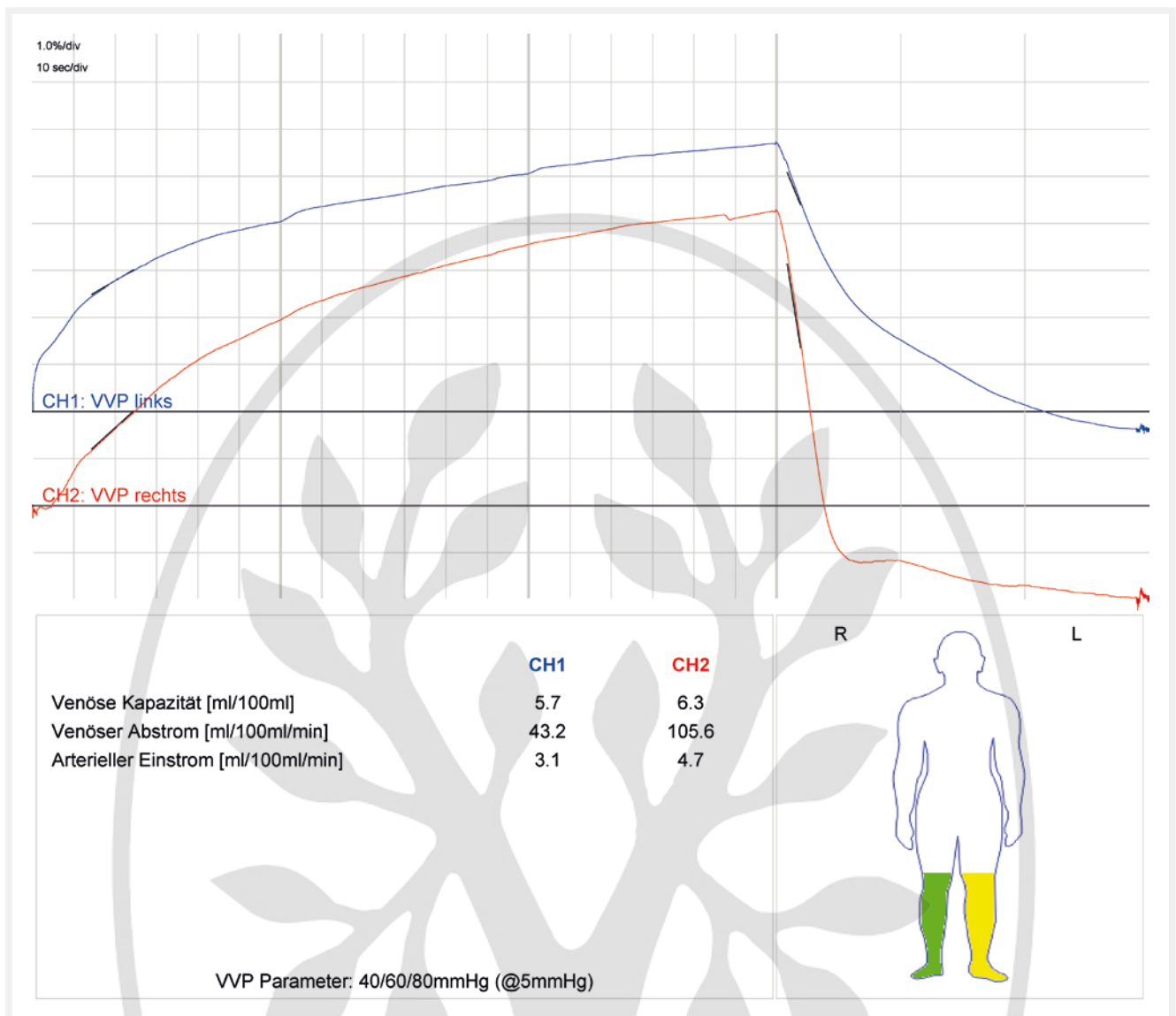
Radiological procedures and intravascular ultrasound (IVUS)

Thromboses of the iliac veins are eight times more common on the left than on the right, a finding that can be attributed to the topographical relationship between the right iliac artery and the spine. Looking at post-mortem specimens, the Austrian pathologists May and Thurner demonstrated local endothelial proliferation and intimal hyperplasia with the formation of a 'spur-like' structure as the result of chronic mechanical changes in 15–22% of the individuals investigated [21, 22, 23].

Even though numerous case reports and small-scale case studies have been published over the past sixty years, there are not many epidemiological data on the incidence of this 'pelvic venous spur' [24, 25, 26]. In addition, the clinical and prognostic relevance remains unclear at the present time [27]. It is therefore necessary to obtain more information on the functional importance of a confirmed chronic iliac vein occlusion before any recanalisation procedure is carried out.



► **Fig. 11** The proximal segment of the inferior vena cava (patient from ► **Fig. 1**) eludes the ultrasound. The CT shows a thrombus (arrow) with subtotal narrowing of the lumen in the distal segment of the vessel.



► **Fig. 12** Venous occlusion plethysmography (VOP). Comparing the two sides, there is a clear reduction in the venous flow on the left after iliac vein occlusion (43 ml/min vs 106 ml/min). It is not possible to draw any conclusions about the level of the occlusion, its length or the prognosis for patency.

Assessment of the severity of post-thrombotic stenosis or a non-thrombotic May-Thurner syndrome with the curved array probe is possible to only a limited extent. Venography, as part of the preinterventional work-up, is performed with the patient lying supine and limbs extended, but this also does not allow a definite assessment of non-thrombotic obstruction. For this reason, some authors argue in favour of making it compulsory to carry out an intravenous ultrasound (IVUS) examination. In the VIDIO study published in 2017, Gagne et al. compared the results of venography in three views with IVUS in 100 subjects (CVI, CEAP class C4 to C6, with suspected iliofemoral vein obstruction). In 26.3% of the cases, IVUS showed significant ($\geq 50\%$) stenosis that was not detected by venography. In addition, stenosis in the radiological imaging was underestimated by an average of 11% [28] (► **Fig. 10a**, ► **Fig. 10b**, ► **Fig. 10c**).

The research group of Jalaie et al. favoured pre-procedural MR or CT venography, as these methods yield information about possible external compression and collateral vessels in addition to demonstrating stenosis, occlusion and atresia [29] (► **Fig. 11**). The Dutch group of Arnoldussen, Tonder and Wittens developed a score to standardise assessment of the iliac veins and of the inferior vena cava (LOVE score), in which MR venography and duplex ultrasonography were shown to be equivalent [30].

Venous functional diagnostics

The primary patency rate after pelvic interventions is given in the literature as 70%, which corresponds to our experience with our own patient population [14]. This shows the necessity of haemodynamic investigations to identify suitable patients and estimate the chances of success. This is important, not least because a consider-

able number of the target group consists of young fertile women, in whom radiation exposure of the genital organs is not to be taken lightly. To date, there are only very few studies on the prognostic significance of haemodynamic factors. Out of 7562 publications on iliac vein stenting and bypass surgery, Kurstjens et al. found only four papers, in which predictions based on the results from haemodynamic studies were required prior to carrying out an intervention [31]. In routine practice, phlebodynamometry (PDM) and venous occlusion plethysmography (VOP) (► Fig. 12) offer very little additional information. While PDM merely shows a slightly lower to normal pressure reduction with activity in cases of isolated iliac vein obstruction, plethysmography does not allow us to draw any conclusions on the location of a post-thrombotic lesion. Modified VOP and air plethysmography test set-ups are approaches that could offer a different perspective, as various studies have shown [32,33]. Lattimer and Mendoza conducted pioneering experiments with air plethysmography. They were able to identify the venous drainage index (VDI < 11 ml/s) as a parameter that is significantly reduced in cases of iliofemoral obstruction and may be suitable to predict the effects of recanalisation of the iliac veins. Examinations can be carried out with the legs being raised and lowered by an assistant or ideally on a tilt table. However, it should be noted that the necessary equipment is not available in Germany at present and such an examination is not feasible in routine practice [34].

Conclusions

Despite further development of interventional technology in the treatment of thrombosis and despite ever-safer anticoagulant therapy, deep vein thrombosis, pulmonary embolism and post-thrombotic syndrome have not become any less relevant. This can be attributed not least to timing being a key factor, especially in cases of acute disease.

Iliac vein thrombosis is associated with a particularly high risk of a massive pulmonary embolism, which can be explained by the large vessel diameter and the associated higher thrombus burden. Treatment must be initiated as soon as possible to prevent this complication. Colour-coded duplex ultrasound is the medium of choice to confirm the diagnosis and in the investigation proximal to the inguinal ligament. It is cost-effective, widely available and today provides an extremely good visualisation of the vessels. The examiner must be aware of the need to use a curved array probe because of the topography of the lesser pelvis and the depth of the abdomen. In individual cases, MRI and CT may be useful to confirm the diagnosis.

MR and CT venography may provide additional useful information especially in the assessment of chronic iliac vein occlusion and of the disease processes occurring in the vena cava. It must be remembered, however, that these examination techniques are restricted to specialised centres and are not available in all radiology facilities. Invasive methods such as venography and IVUS are reserved for cases involving interventional or surgical treatment, for which particular data, such as the length and cross-section of an obstruction, are required for the planning of the procedure.

SUMMARY

1. The diagnostic investigation of acute and chronic iliac vein occlusion should primarily consist of colour-coded duplex ultrasound using a curved array probe. A linear probe applied distal to the inguinal ligament provides additional indirect haemodynamic information.
2. MR or CT venography is the next diagnostic step, if the ultrasound findings are inconclusive and in cases where thrombectomy or recanalisation is planned.
3. Intravascular ultrasound can be used, if interventional treatment of non-thrombotic vascular obstruction is being considered.
4. Classical direct venography is only required in the context of interventional radiology. It is now obsolete as an isolated diagnostic method.

Conflict of interest

The authors declare that they have no conflict of interest.

Acknowledgements

The authors would like to thank Assoc. Prof. Andreas Bach MD, Saale-Klinik Halle, for making the CT venography available to us (► Fig. 11).

References

- [1] https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/065-002l_S2k_VTE_2016-01.pdf; Stand: 25.03.2019
- [2] Mazzolai L, Abovans V, Ageno W et al. Diagnosis and management of acute deep vein thrombosis: a joint consensus document from the European Society of Cardiology working groups of aorta and peripheral vascular diseases and pulmonary circulation and right ventricular function. *Eur Heart J* 2018; 39 (47): 4208–4218
- [3] Kahn SR, Ginsberg JS. Relationship Between Deep Venous Thrombosis and the Postthrombotic Syndrome. *Arch Intern Med* 2004; 164: 17–26
- [4] Kahn SR, Comerota AJ, Cushman M et al. The Postthrombotic Syndrome: Evidence-Based Prevention, Diagnosis, and Treatment Strategies – A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation* 2014; 130: 1636–1661
- [5] Rabe E, Pannier-Fischer F, Bromen K et al. Bonner Venenstudie der Deutschen Gesellschaft für Phlebologie – Epidemiologische Untersuchung zur Frage der Häufigkeit und Ausprägung von chronischen Venenkrankheiten in der städtischen und ländlichen Wohnbevölkerung. *Phlebologie* 2003; 32: 1–14
- [6] Prandoni P, Kahn S. Post-thrombotic syndrome: prevalence, prognostication and need for progress. *BJH* 2009; 145: 286–295
- [7] Vedantham S, Goldhaber SZ, Julian JA, Pharmacomechanical Catheter-Directed Thrombolysis for Deep-Vein Thrombosis *N Engl J Med*. 2017; 377 (23): 2240–2252

- [8] Neglén P, Hollis KC, Olivier J et al. Stenting of the venous outflow in chronic venous disease: Long-term stent-related outcome, clinical, and hemodynamic result. *J Vasc Surg* 2007; 46: 979–990
- [9] Seager MJ, Busuttill A, Dharmarajah B et al. A Systematic Review of Endovenous Stenting in Chronic Venous Disease Secondary to Iliac Vein Obstruction. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2016; 51: 100–120
- [10] Raju S, Neglen P. High prevalence of nonthrombotic iliac vein lesions in chronic venous disease: A permissive role in pathogenicity. *J Vasc Surg* 2006; 44: 136–144
- [11] Cogo A, Lensing AW, Prandoni P et al. Distribution of thrombosis in patients with symptomatic deep vein thrombosis. Implications for simplifying the diagnostic process with compression ultrasound. *Arch Intern Med* 1993; 153 (24): 2777–2780
- [12] Johnson BF, Manzo RA, Bergelin RO et al. Relationship between changes in the deep venous system and the development of the postthrombotic syndrome after an acute episode of lower limb deep vein thrombosis: A one- to six-year follow-up. *J Vasc Surg* 1995; 21:307–313
- [13] Klitfod L, Just S, Foegh P et al. Excellent long-term results with iliac stenting in local anesthesia for post-thrombotic syndrome. *Acta Radiologica Open* 2015; 4 (9): 1–5
- [14] Hirsch T. Iliac vein stenting - is the effort justified? *Gefässchirurgie* 2018; 23: 231–238
- [15] Chinsakchai K, Ten Duis K, Moll FL et al. Trends in management of phlegmasia cerulea dolens. *Vasc Endovascular Surg* 2011; 45 (1): 5–14
- [16] https://www.degum.de/fileadmin/dokumente/arbeitskreise/vaskulaerer_ultraschall/empfehlungen/Notfallsonographie__AVU-Empfehlungen__2009-10-16.pdf; Stand: 20.03.2019
- [17] Voigts B, Abolmaali N, Stelzner C et al. Bildgebende Darstellung peripherer Venen. *Internist* 2017; 58: 796–804
- [18] Murphy E, Nguyen D, Varney E et al. Increasing the Diagnostic Sensitivity of Noninvasive Imaging Techniques Before and After Iliac Vein Stenting. *J Vasc Surg Ven Lym Dis* 2015; 1: 128
- [19] Jain AK, Soult MC, Resnick SA et al. Detecting iliac vein thrombosis with current protocols of lower extremity venous duplex ultrasound. *J Vasc Surg Venous Lymphat Disord* 2018; 6 (6): 724–729
- [20] Sloves J, Almeida JI. Venous duplex ultrasound protocol for ilioacaval disease. *J Vasc Surg Venous Lymphat Disord* 2018; 6 (6): 748–757
- [21] May R, Thurner J. Ein Gefässsporn in der Vena iliaca comm. sinistra als wahrscheinliche Ursache der überwiegend linksseitigen Beckenvenenthrombose. *Ztschr f Kreislaufforschg* 1956; 45: 912
- [22] May R, Thurner J. The cause of the predominantly sinistral occurrence of thrombosis of the pelvic veins. *Angiology* 1956; 8 (5): 419–427
- [23] Cockett FB, Thomas ML. The iliac compression syndrome. *Br J Surg* 1965; 52 (10): 816–821
- [24] Johnsson KA, Göthman B, Nordström S. The iliac compression syndrome. *Acta Radiol Diagn* 1974; 15 (5): 539–545
- [25] Béliard S, Feuvrier D, Ducroux E et al. May Thurner syndrome revealed by left calf venous claudication during running, a case report. *BMC Sports Sci Med Rehabil* 2; 10: 3. doi: 10.1186/s13102-018-0092-6. eCollection 2018
- [26] Raju S. Venous insufficiency of the lower limb and stasis ulceration. Changing concepts and management. *Ann Surg* 2018; 197 (6): 688–697
- [27] Kibbe MR, Ujiki M, Goodwin AL et al. Iliac vein compression in an asymptomatic patient population. *J Vasc Surg* 2004; 39 (5): 937–943
- [28] Gagne PJ, Tahara RW, Fastabend CP et al. Venography versus intravascular ultrasound for diagnosing and treating iliofemoral vein obstruction. *J Vasc Surg Venous Lymphat Disord* 2017; 5 (5): 678–687
- [29] Jalaie H, Schleimer K, Barbaty ME et al. Interventional treatment of postthrombotic syndrome. *Gefässchirurgie* 2016; 21 (Suppl 2): 37–44
- [30] Arnoldussen CWKP, Toonder I, Wittens CHA. A novel scoring system for lower-extremity venous pathology analysed using magnetic resonance venography and duplex ultrasound. *Phlebology* 2012; (Suppl 27) 1: 163–170
- [31] Kurstjens RLM, de Wolf MAF, Kleijnen J et al. The predictive value of haemodynamic parameters for outcome of deep venous reconstructions in patients with chronic deep vein obstruction – A systematic review. *Phlebology* 2017; 32 (8) 532–554
- [32] Rosfors S, Blomgren L. Venous occlusion plethysmography in patients with post-thrombotic venous claudication. *J Vasc Surg* 2017; 58: 722–726
- [33] Lattimer CR, Doucet S, Geroulakos G et al. Validation of the novel venous drainage index with stepwise increases in thigh compression pressure in the quantification of venous obstruction. *J Vasc Surg Venous Lymphat Disord* 2017; 5 (1): 88–95
- [34] Lattimer CR, Mendoza E. Reappraisal of the Utility of the Tilt-table in the Investigation of Venous Disease. *J Vasc Endovasc Surg* 2016; 52: 854–861