

超音波による深部静脈血栓症・下肢静脈瘤の標準的評価法(案)

静脈エコー検討小委員会

委員長	松尾 汎	松尾クリニック
副委員長	佐戸川 弘之	福島県立医科大学 心臓血管外科
委員	小川 智弘	福島第一病院 血管外科
	佐藤 洋	関西電力病院 臨床検査部
	西上 和宏	済生会熊本病院 集中治療室
	八巻 隆	東京女子医科大学 形成外科
	山田 典一	三重大学大学院医学系研究科循環器・腎臓内科学
	山本 哲也	埼玉医科大学国際医療センター 中央検査部

【目次】

	ページ
作成の背景および基本方針	2
エビデンスの分類	3
総論	3
1. 目的	3
2. 対象	3
3. 静脈の解剖	3
4. 検査前の説明と前処置	6
5. 身体所見の取得	6
6. 超音波機器と検査条件	7
7. 表示法	7
各論	8
1. 深部静脈血栓症	8
a) 分類	8
b) 臨床所見と診断の進め方	8
c) エコー検査の診断精度と実際	11
1) 静脈エコー検査時の注意と体位	11
2) 装置の準備	12
3) 検査範囲	12
4) 検査手順と手技	14
5) 深部静脈血栓症の診断確定	16
6) 診断精度と診断のポイント	17
7) 深部静脈血栓症再発を疑った際の下肢静脈エコー	18
2. 下肢静脈瘤	20
a) 分類	20
b) エコー検査	22
1) 下肢静脈エコー検査時の体位	22
2) 検査手技	23
c) 観察部位	28
d) 下肢静脈瘤治療後の静脈エコー法	31

【標準的評価法作成の背景および作成の基本方針】

下肢静脈病変には、深部静脈血栓症と静脈瘤の2つの側面がある。超音波は非侵襲的で簡便に計測でき、低コストで普遍化が可能である。さらに近年の画像診断の進歩により、正確な下肢静脈の評価ができるようになっており、広く普及している。しかしながら、測定方法、結果の解釈、臨床的意義、臨床応用など、一定の見解が示されていない。そこで、日本超音波医学会、日本脈管学会、日本静脈学会の3学会共同で、超音波による下肢静脈の標準的評価法を作成することになった。

本標準的評価法では、そういった観点から、下肢静脈の病態生理、測定原理、測定方法、測定の標準化、臨床的意義、臨床での利用法などをまとめた。静脈疾患に対する超音波検査の歴史は比較的浅く、十分なエビデンスが揃っておらず、コンセンサスドキュメント的な点も多いが、下肢静脈に対する超音波検査が正しく普及し、正しく実施されることを目指して作成した。

【エビデンスの分類】

本標準的評価法作成にあたっては、各診断法の適応に関する推奨基準として、原則的に American College of Chest Physicians¹⁾および American Heart Association (ACCP/AHA)²⁾のガイドラインに準拠したクラス分類およびエビデンスレベルを用いた。

クラス分類（クラス分類は基準値が設定されている検査についてのみ記載した）

クラス I：その検査法が有効、有用であるというエビデンスがあるか。又は見解が広く一致している。

クラス II：その検査法の有効性、有用性に関するデータまたは見解が一致していない場合がある。

クラス IIa：データ、見解から有用、有効である可能性が高い。

クラス IIb：データ、見解から有用性、有効性がそれほど確立されていない。

クラス III：検査が有用でなく、ときに有害であるという可能性が証明されている、あるいは有害との見解が広く一致している。

エビデンスレベル

レベル A：複数の無作為介入試験、またはメタ解析で実証されたもの。

レベル B：単一の無作為介入臨床試験、または大規模な無作為介入でない臨床試験で実証されたもの。

レベル C：専門家、または小規模臨床試験（後ろ向き試験および登録を含む）で意見が一致したもの。

推奨度基準

ACCP ガイドラインに則る推奨度の基準も併記

Grade 1A：質的に高いエビデンスがあり、推奨度は高い。

Grade 1B：中等度のエビデンスがあり、推奨度は高い。

Grade 1C：質的なエビデンスは低いですが、推奨度は高い。

Grade 2A：質的なエビデンスは高いが、推奨度は低い。

Grade 2B：中等度のエビデンスがあり、推奨度は低い。

Grade 2C：質的なエビデンスは低く、推奨度は低い。

なお、今回の標準的評価法では、基準値を有し、広く利用されて標準的となっている検査にエビデンスクラス分類を記載した。また、今日の日常臨床において十分普及していないものについては、推奨基準を示さず紹介にとどめた。

【 総 論 】

1.目的

日本超音波医学会では、すでに下肢の深部静脈血栓症についての超音波診断に関する標準的評価法を作成している³⁾。一方、下肢の静脈瘤についての診断法についてもまとめられてはいるが⁴⁾、新たな知見も報告されてきている。そこで、静脈疾患において最もよく認められる下肢静脈瘤および深部静脈血栓症の超音波診断に関する最新の標準的評価法についてまとめることを目的とした。

2.対象

対象疾患には、深部静脈血栓症と下肢静脈瘤がある。

深部静脈血栓症 (deep vein thrombosis : DVT) は、筋膜より深い部位を走行する深部静脈に形成された静脈血栓を指し、発生部位 (頸部・上肢静脈、上大静脈、下大静脈、骨盤・下肢静脈) により症状が異なる。欧米では、特に発生頻度の高い下肢の深部静脈に発生するものを DVT としている。筋膜より浅い部位を走行する表在静脈に形成された静脈血栓による血栓性静脈炎を区別する。DVT の急性期には、動脈阻血を伴う重症型の有痛性白股腫、有痛性青股腫、静脈性壊死と、血栓が遊離し肺動脈を閉塞することで生じる急性肺血栓塞栓症 (pulmonary thromboembolism: PTE) が、慢性期には静脈弁不全に伴う静脈血栓後症候群 (Post-thrombotic syndrome、静脈血栓後遺症) の発症や血栓再発が臨床的に問題となる⁵⁾。

静脈瘤 (varix, varicose vein) とは、皮膚または皮下の静脈が拡張屈曲蛇行し、3mm 以上のものと定義されている。以前は、くもの巣状静脈瘤 (真皮内の 1mm 以下の細静脈)、網目状静脈瘤 (1~3mm 未満のもの) も含め静脈瘤と分類されていた⁶⁾。最近になって、静脈系の形態的または機能的異常を有し慢性的な症状や徴候を有する病態を、「慢性静脈疾患 (Chronic Venous Disease、CVD)」と呼ぶことが提唱された⁷⁾。静脈瘤は CVD のひとつの病態であり、現在は静脈瘤を含め CVD として、CEAP 分類によって分類することが薦められている^{8,9)}。(各論 2.静脈瘤 表 2 参照)

下肢静脈瘤を含めた CVD や DVT における画像診断として、エコー検査は非侵襲的であり、繰り返し施行可能、安価、リアルタイムの観察が可能である。特に逆流の診断や直接血栓像をとらえることができるため静脈疾患に対しては第一選択の検査法と言える¹⁰⁾。

静脈疾患に対する画像診断として、静脈エコーは第一選択の検査法である (クラス I、レベル A)。

3.静脈の解剖

a) 表在静脈 (図 1) : 下肢の筋肉は深筋膜にて覆われている。これより浅い皮下部分を走行し、皮膚と皮下組織の血液を還流する静脈が表在静脈である¹¹⁾。表在静脈には下記の静脈がある。これらの静脈名のうち、まだ本邦では日本語名が統一されていないものが多数存在する (以下、*印で示した)。そのため今回提示した用語および表記に関してはあくまでも便宜上のものである。

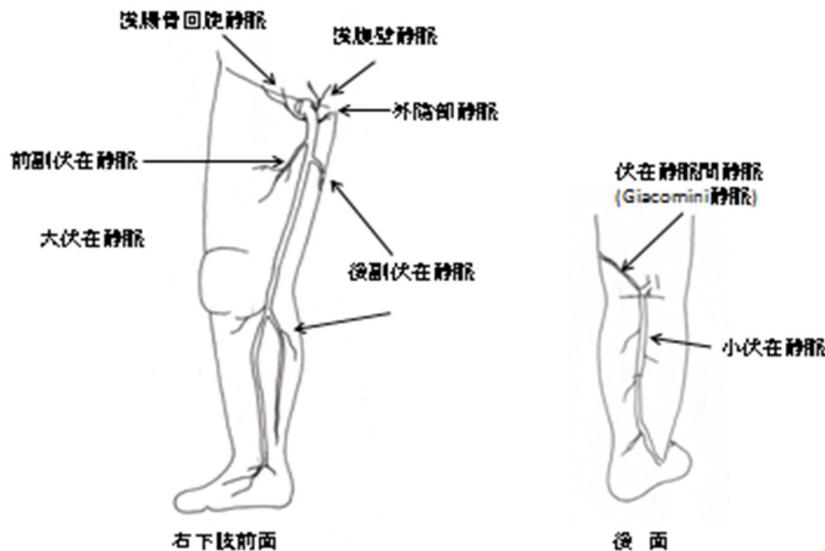
1)大伏在静脈 (great saphenous vein、以下 GSV)

足背および足底の静脈網から起こり、内踝の前側、下腿の内側、大腿の内側を走行し、伏在裂孔に達し大腿静脈に連絡する。大腿部では、深筋膜と伏在筋膜に囲まれた saphenous compartment 内を走行する。

以下の分枝が存在する。

- ・前副伏在静脈 (anterior accessory vein) * 下腿部の大伏在静脈の分枝も含む
- ・後副伏在静脈 (posterior accessory vein) * 下腿部の大伏在静脈の分枝 (後弓静脈など) も含む
- ・浅腹壁静脈 (superficial epigastric vein)
- ・浅腸骨回旋静脈 (superficial circumflex iliac vein)
- ・外陰部静脈 (external pudendal vein)

図1 表在静脈の解剖



2) 小伏在静脈 (small saphenous vein、以下 SSV)

外踝の後方から生じる。下腿後部で、腓腹筋の外側頭と内側頭の間を後下腿筋膜の上を上行し、多くは膝窩静脈に入る。膝窩静脈と連絡するが破格が多い。

3) 伏在静脈間静脈 (intersaphenous vein) *

大腿後面を走行し、大伏在静脈と小伏在静脈を連絡する。従来 Giacomini 静脈と呼んでいる。

b) 深部静脈：深筋膜より深い部分を走行する静脈を深部静脈と呼び、以下の静脈がある。

- ・腸骨静脈：下大静脈に注ぐ、総腸骨静脈 (common iliac vein: CIV) があり、外腸骨静脈 (external iliac vein: EIV) と内腸骨静脈 (internal iliac vein: IIV) が合流している。
- ・総大腿静脈 (common femoral vein: CFV)
- ・大腿深静脈 (deep femoral vein: DFV、profunda femoris vein)
- ・大腿静脈¹²⁾ (femoral vein: FV) (従来、浅大腿静脈 superficial femoral vein と呼称されていたが、現在では国際的に大腿静脈と呼称することが望ましい)
- ・膝窩静脈 (popliteal vein: PV)
- ・腓腹静脈 (gastrocnemius vein: GV) 内側枝と外側枝がある。
- ・ひらめ (筋) 静脈 (soleal vein: SoV) 還流域と合流静脈により以下の6つに分けられるが、日常臨床では内側枝、中央枝、外側枝に注目する。ひらめ筋内の静脈が膝窩静脈、あるいは下腿静脈に合流する場合は静脈とし、この静脈に合流する場合は分枝とする。¹²⁾

近位静脈 (proximal soleal vein)

内側静脈 (medial soleal vein)

中央静脈 (central soleal vein)

内側枝

中央枝

外側枝

外側静脈 (lateral soleal vein)

遠位内側静脈 (distal medial soleal vein)

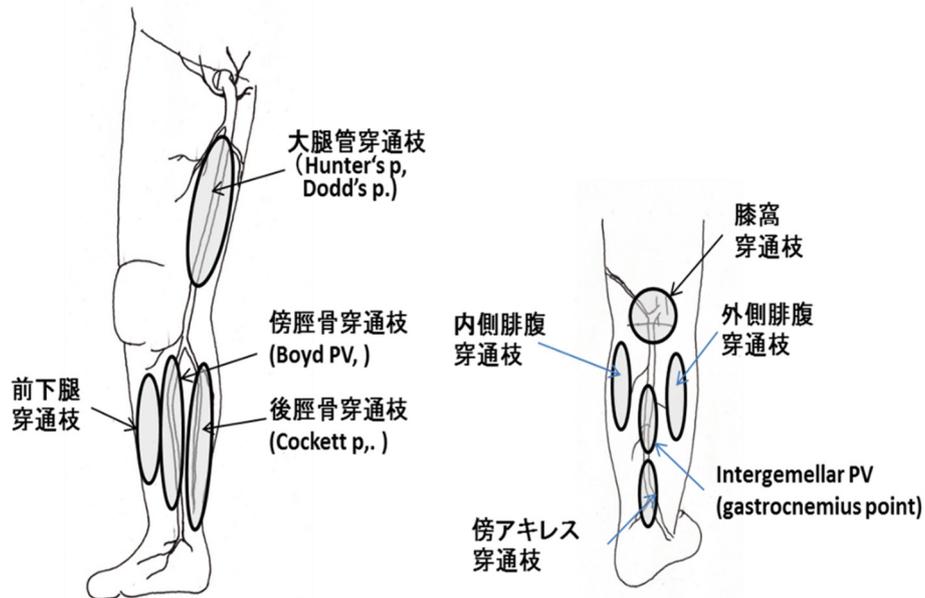
遠位外側静脈 (distal lateral soleal vein)

- ・前脛骨静脈 (anterior tibial vein: ATV)

- ・後脛骨静脈 (posterior tibial vein: PTV)
- ・腓骨静脈 (peroneal vein: PeV)
- ・足底静脈 (planter vein)

c) 穿通枝(perforator: 図2) : 表在性静脈と深部静脈を連絡する静脈であり「交通枝」(communicating vein)とも称する¹³⁾。通常は、深筋膜を貫く様に走行している。代表的な穿通枝には下記の静脈がある。現在は存在する部位により呼称されている^{14,15)}。特に穿通枝に関しては、該当する日本語名が明らかでないため、便宜上英語名のみで記載した。

図.2 主な下肢穿通枝



1) 臀部穿通枝 (gluteal perforator) * : superior gluteal perforator、mid-gluteal perforator、lower gluteal perforator

2) 大腿部穿通枝 (perforators of thigh) *

① medial thigh perforator

- ・ perforator of femoral canal (Dodd 穿通枝)¹⁴⁾
- ・ inguinal perforator)

② anterior thigh perforator

③ lateral thigh perforator)

④ posterior thigh perforator

- ・ posteromedial thigh perforator
- ・ sciatic perforator
- ・ posterolateral thigh perforator
- ・ pudendal perforator

3) 膝部穿通枝 (knee perforator) *

- ・ medial knee perforator
- ・ lateral knee perforator
- ・ suprapatellar perforator
- ・ infrapatellar perforator
- ・ popliteal fossa perforator

4)下腿穿通枝 (leg perforator)*

- ①medial leg perforators 脛骨および後脛骨側に存在
 - ・ paratibial perforator (Boyd 穿通枝を含む)
 - ・ posterior tibial perforator (高位、中位、低位 Cockett 穿通枝を含む) ^{16,17)}
- ②anterior leg perforator 前脛骨部筋膜を貫いて前部大伏在静脈分枝や前脛骨静脈に合流する
- ③lateral leg perforator 外側静脈叢と腓腹静脈をつなぐ
- ④posterior leg perforator 小伏在静脈とつながる
 - ・ medial gastrocnemius perforator (soleus point 穿通枝を含む)
 - ・ lateral gastrocnemius perforator (gastrocnemius point 穿通枝を含む)
 - ・ intergemellar (soleal) perforator
 - ・ para-achillean perforator

5)足関節穿通枝 (ankle perforator)*

- ・ medial ankle perforator
- ・ anterior ankle perforator
- ・ lateral ankle perforator

6)足部穿通枝

- ・ medial foot perforator
- ・ lateral foot perforator
- ・ plantar foot perforator
- ・ dorsal foot perforator

4.検査前の説明と前処置

患者は下肢の症状や隆起した蛇行血管の診療を目的に来院される方がほとんどであり、下肢の病変部のみを露出すればよいと考えている場合が多い。検査に先立って鼠径部から観察する理由と目的などを予め説明しておく。また、おおよその検査時間を知らせることも大切である。

通常、前処置は不要であるが、皮膚潰瘍病変が広範囲に生じている症例では、患部周辺に被覆テープを貼布するか、消毒用ゲルを塗布して観察する。探触子が当てられない部位は検査できない。

5.身体所見の取得

被検者の下肢をよく観察し、症状を確認する。腫脹、疼痛、色調変化や静脈瘤存在範囲、色素沈着、潰瘍の有無などを観察し、検者の指で静脈の走行や圧痛や腫瘤の有無を大まかに把握する。表在静脈の血栓は硬い構造物として触知される。穿通枝の部位は、筋膜欠損部が丸く穴が開いているように触診できる (図3)。

図3 静脈の走行と不全穿通枝の確認

部屋を暗くする前に下肢をよく観察し、静脈の走行と静脈瘤の位置を確認する。

検者の指で直接表在静脈を軽く圧迫し、穿通枝の存在部位として筋膜欠損部位を検索する。



6.超音波機器と検査条件

リニア型やコンベックス型探触子が接続可能で、カラードプラ及びパルスドプラ機能を有している装置であれば上位機種を用いなくても検査できる。使用する探触子と周波数は、表在静脈では7~12MHzのリニア型探触子を用いる。高度肥満例では深部静脈との合流部は3.5~5MHzコンベックス型探触子を使用する。

7.表示法

画面表示は、被検者仰臥位時の右側および足側から見た像とする。(図4)

図4-a 左鼠径部の短軸像(横断像)

足側から観た像で、画面左側が被検者の右側となる。

左総大腿静脈(CFV)に血栓を認め、非圧縮を呈する。(FA: 大腿動脈、T: 血栓)

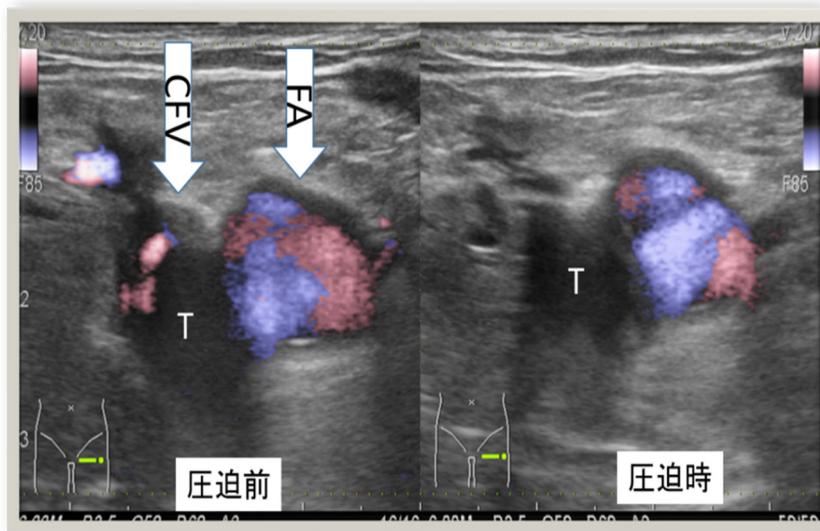
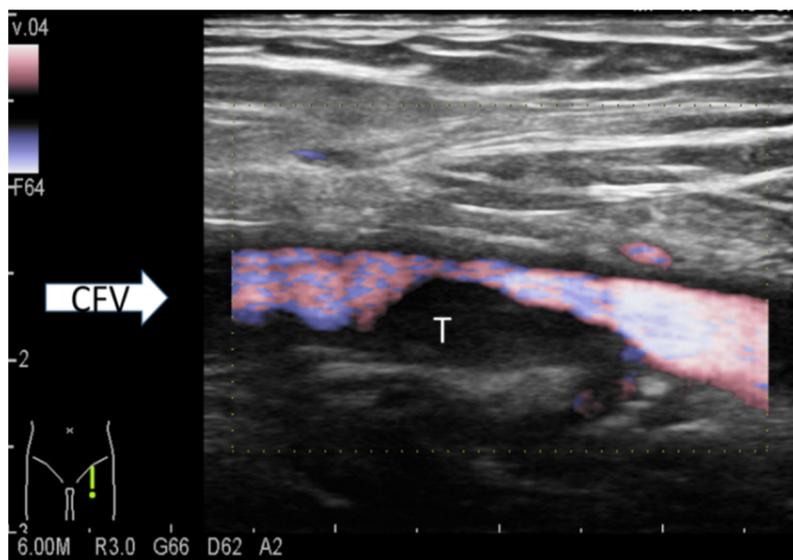


図4-b 左大腿部の長軸像(縦断像)

被験者を右側から観た像で、画面左側が被検者の頭側である。左総大腿静脈(CFV)に血栓(T)を認める。



【各論】

1. 深部静脈血栓症

DVTの画像検査は、1923年 Berberich と Hirsch により、上行性静脈造影により初めて行われ¹⁸⁾、その後60年間DVT診断のgold standardとなった。しかし静脈造影は侵襲的であり、9~14%の症例では施行不可能ともいわれた。また、観察者間での診断不一致も4~10%に昇るという欠点もあった¹⁹⁻²³⁾。

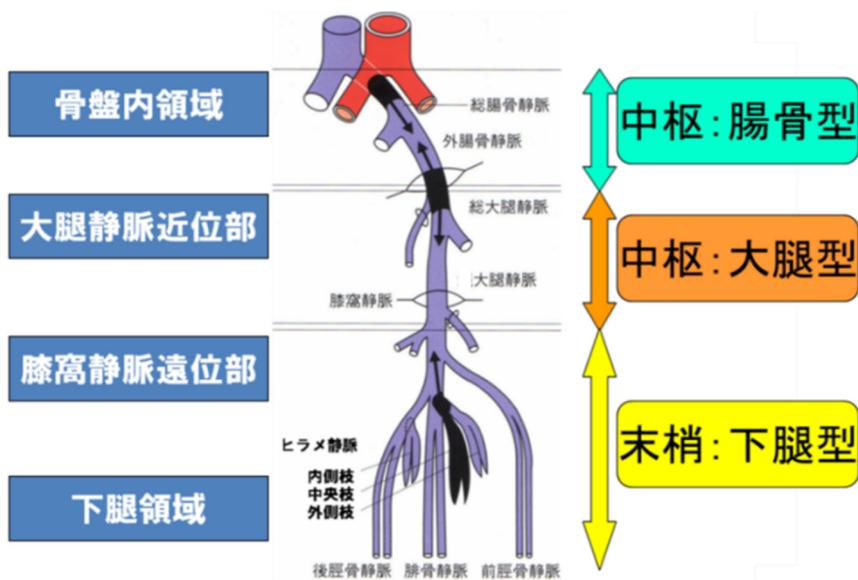
一方、1980年代より非侵襲で静脈造影の欠点を補う検査法として超音波検査が行われるようになった²⁴⁾。それ以降、課題はまだ残るが、超音波検査はDVT診断のgold standardとなり、現在に至っている。

a) 分類

DVTは、①血栓の存在部位(図5)によって近位型(中枢型:腸骨型と大腿型、膝窩は中枢へ含む)と遠位型(末梢型:下腿限局型)に分類される。さらに②血栓の形態によって、閉塞型、非閉塞型、浮遊型(free-floating type)に、③血栓の新旧によって、急性期血栓、慢性期(器質化)血栓に分類される。

浮遊型の急性期血栓は遊離して急性PTEを生じる危険性が高いため、検査の際にも注意が必要である。

図5 深部静脈血栓症好発部位 文献25より引用、一部改変



b) 臨床所見と診断の進め方

DVTの疑いで超音波を行う場合、患者は下肢の疼痛や圧痛、浮腫を訴えていることが多い^{26,27)}。しかしこれらの症状を有していても、超音波検査を行った75%の症例でDVTを指摘することはできない^{19,28)}。これらの症状はDVTに特異的ではないことを意味している。表1にDVTと臨床的上鑑別が必要な疾患を示した²⁹⁾。

表1. 深部静脈血栓症と臨床所見上鑑別が必要な疾患

分類	疾患例
筋骨格系	外傷、血腫、筋炎、腱炎、ペーカー嚢腫、滑膜炎、骨関節炎、骨髓炎、腫瘍、骨折
神経系	坐骨神経痛、下肢麻痺
静脈性	静脈炎、深部静脈血栓後遺症
動脈性	急性動脈閉塞、動静脈奇形
全身性浮腫	心原性、腎性、低蛋白血症
皮膚性	皮膚炎、蜂窩織炎、リンパ浮腫
限局性浮腫	妊娠、経口避妊薬服用、安静

このように臨床症状のみで DVT の超音波診断を行うことは偽陽性率が高くなり、経済的にも非効率的である。危険因子として、Virchow の 3 大因が知られている (表 2) ⁵⁾。そのため臨床症状のみでなく、DVT の危険因子を加味した階層化を行い (表 3) ³⁰⁾、それぞれのリスクに合わせた検査のルールを確立することが必要である。

表.2 Virchow 三大因

文献 5 より改変

	後天性因子	先天性因子
血流停滞	長期臥床、肥満、妊娠、心肺疾患 (うっ血性心不全、慢性肺性心など)、全身麻酔、下肢麻痺、下肢ギプス包帯固定、下肢静脈瘤	
血管内皮障害	各種手術、外傷、骨折、中心静脈カテーテル留置、カテーテル検査・治療、血管炎、抗リン脂質抗体症候群、高ホモシステイン血症	高ホモシステイン血症
血液凝固能亢進	悪性腫瘍、妊娠、各種手術、外傷、骨折、熱傷、薬物 (経口避妊薬、エストロゲン剤等) 感染症、ネフローゼ、炎症性腸疾患 骨髄増殖性疾患、多血症 発作性夜間血色素尿症 抗リン脂質抗体症候群、脱水	アンチトロンビン欠乏症 プロテインC欠乏症、プロテインS欠乏症 プラスミノゲン異常症 異常フィブリノーゲン血症 組織プラスミノゲン活性化因子インヒター増加、トロンボモジュリン異常 活性化プロテインC抵抗性 (Factor V Leiden)* プロトロンビン遺伝子変異 (G20210A)*

表 3 深部静脈血栓症危険因子の階層化例 (Caprini Score)

文献 30 より引用

1点	2点	3点	5点
<ul style="list-style-type: none"> ・ 41 ~ 61 歳 ・ 小手術 ・ BMI>25kg/m² ・ 下肢の腫脹 ・ 静脈瘤 ・ 妊娠または産褥期 ・ 説明できない習慣性流産 ・ 経口避妊薬服用またはホルモン補充療法 ・ 敗血症 (1 ヶ月以内) ・ 重症肺疾患 (肺炎を含む) ・ 肺機能異常 ・ 急性心筋梗塞 ・ うっ血性心不全 (1 ヶ月以内) ・ 炎症性腸疾患の既往 ・ 内科疾患による安静 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 61 ~ 74 歳 ・ 関節鏡手術 ・ 開腹大手術 (45 分超) ・ 腹腔鏡下手術 (45 分超) ・ 悪性疾患 ・ ベッド安静 (72 時間超) ・ ギプス固定 ・ 中心静脈アクセス 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 75 歳以上 ・ VTE の既往 ・ VTE の家族歴 ・ 第 V 因子ライデン変異 ・ プロトロンビン 20210A 突然変異 ・ ループス抗凝固因子 ・ 抗カルジオリピン抗体 ・ 血清ホモシステイン上昇 ・ ヘパリン起因性血小板減少症 ・ 他の先天性、後天性血栓傾向 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 脳卒中 (1 ヶ月以内) ・ 待機的関節形成術 ・ 股関節、骨盤、下肢骨折 ・ 急性脊髄損傷

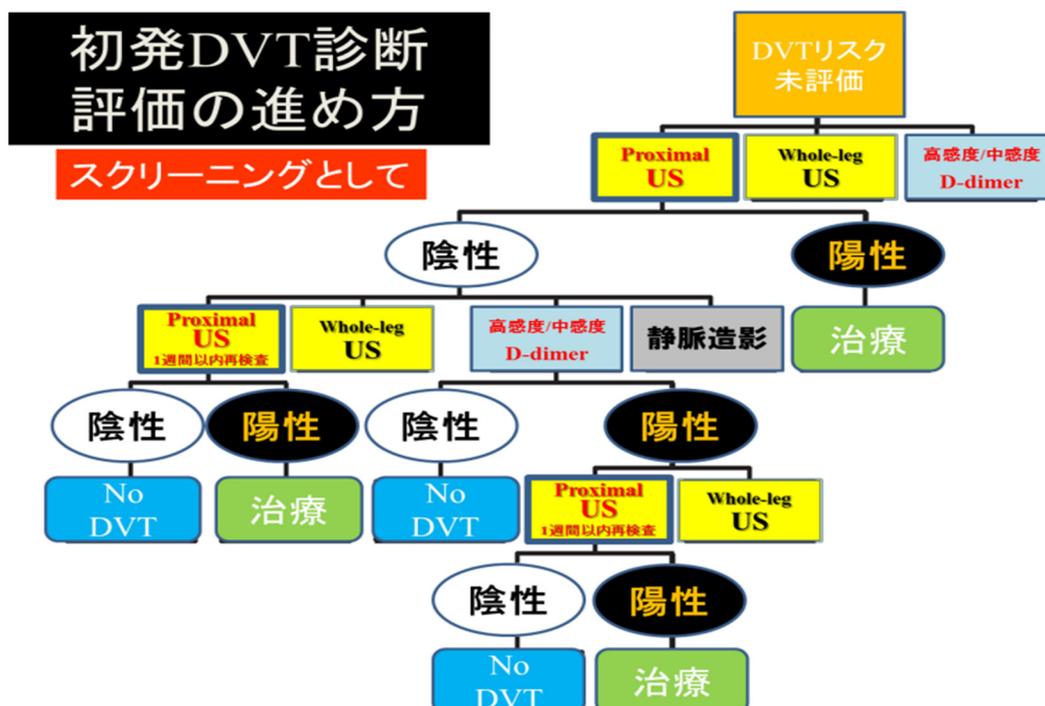
Total score	Risk	DVT発生率
0-1	低	<10%
2	中	10-20
3-4	高	20-40
≥5	最高	40-80 (1-5%に致死的PE)

階層化の例として、Wells らは、DVT の危険因子と臨床症状があればそれぞれ 1 点を加算、DVT 以外の診断が考えられる場合は 2 点を減算し、その合計点から DVT が存在するリスクを 3 群（低リスク、中リスク、高リスク）に階層化する、pretest clinical probability score (PTP スコア) を考案した (表 4) ³¹⁾。Wells らは、この階層化に従って分類すると、低リスクでは 3%、中リスクでは 17%、高リスクでは 75% の確率で DVT が存在すると報告している。したがってすべての患者に同じ検査を行うのではなく、各リスク群に合わせた検査方法を選択することが推奨される (図 6)。

表 4. Pretest Clinical Probability Score (PTP スコア)

臨床所見	点数
担癌状態 (6ヶ月以内の診断または姑息的)	1
完全・不全麻痺、下肢ギプス固定	1
3日以上の上安静、4週間以内の大手術	1
静脈血栓に沿う圧痛	1
下肢全体の腫脹	1
下腿の周径差3cm以上	1
圧痕を残す浮腫	1
側副静脈の発達 (下肢静脈瘤以外)	1
深部静脈血栓症以外の診断	-2
PTPスコア	
≤0 … 低リスク (DVTの確率=3%)	
1~2 … 中リスク (DVTの確率=17%)	
≥3 … 高リスク (DVTの確率=75%)	

図 6 深部静脈血栓症リスク未評価例のスクリーニング (文献 32) より引用。US: 静脈エコー



深部静脈血栓症に対する患者のリスクを評価し、危険度に応じて静脈エコーを組み合わせる検査を行うようにする。(Grade 1B~2B)

c)エコー検査の診断精度と実際

DVT 診断の gold standard は従来、静脈造影とされてきたが、近年、超音波診断装置の進歩により、超音波診断も class I の推奨とされた^{5,33)}。しかしながら、DVT に対する超音波診断法は、静脈圧迫法のみ検証され、global standard として用いられている³³⁾。症候性 DVT の診断感度は 90%以上、特異度は約 95%と報告されている³³⁾。

パルスドプラを用いた血流誘発法は Killewich らが、静脈圧迫法より感度と特異度が低下していると報告している³⁴⁾。カラードプラを用いた方法は、米国超音波学会(American Institute of Ultrasound in Medicine)より 2010 年に提出されたガイドラインに記載されているが、検証はなされていない³⁵⁾。

深部静脈血栓症診断に圧迫法による静脈エコーは、診断精度が高く有用である。(クラス I、レベル B)

1) 静脈エコー検査時の注意と体位

a)検査時の注意：DVT 例では疼痛を伴っていることが多く、検査時は上肢では上半身を、下肢では腹部から下肢に渡って、特に疼痛や圧痛の有無、さらに外傷や腫瘍などの有無を確認して開始する。また、検査時は、露出部位をバスタオルなどで覆ってプライバシー保護と体温保持に努める（検査着を用いるのも良い）。

b)検査時の体位：上肢及び下肢の腸骨・大腿静脈レベルの検索では臥位で、下肢の膝窩静脈レベル以下では座位で施行する。但し、集中治療室での DVT スクリーニングなどでは、全て臥位（少し側臥位にしたりして）のまま実施することもできる。

下肢は、通常、仰臥位で検査するが、患者の全身状態に合わせて静脈拡張が得られる検査体位を基本とする。仰臥位で 10~20°の逆トレンデレンブルグ体位で行うことが望ましい。検査は下肢静脈だけでなく、下腹部や骨盤内の静脈の精査も行う。腹臥位は、仰臥位で観察が困難な膝窩静脈、小伏在静脈、腓骨静脈等の観察が可能である。検索部位別にみると、骨盤は仰臥位、大腿部は仰臥位または座位、膝窩・下腿部は仰臥位で外旋屈曲位や膝立位、または座位や下垂位で観察する。(図 7-a,b,c)

図 7-a 下肢静脈検査 (DVT 評価) のアプローチ方法 文献 36) より引用



図 7-b DVT 評価時の工夫

検査着の使用や逆流評価での工夫(東北大エコーラボ提供)



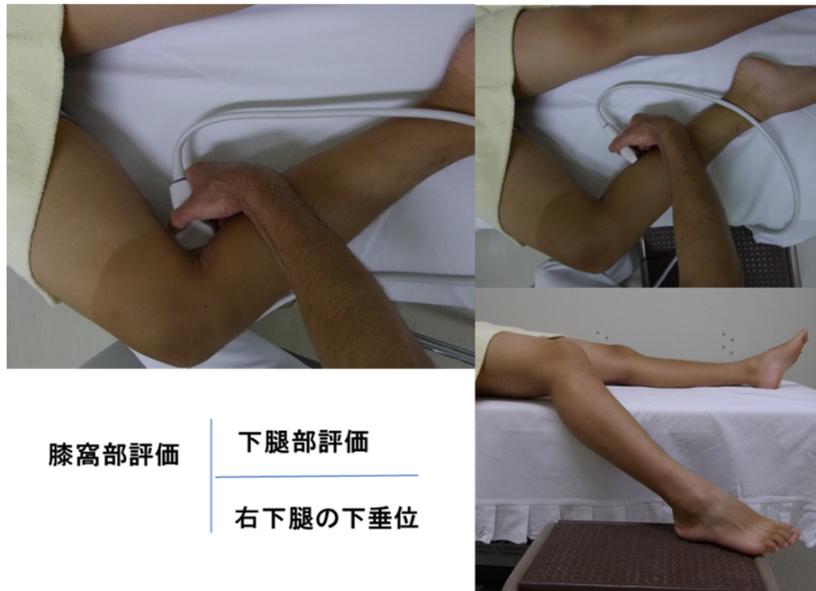
大腿部評価

検査着の1例

立位での大腿部評価

図 7-c 膝窩部と膝下の観察

下肢を外旋屈曲させて膝窩と下腿を観察する。下垂位でも可能である。



膝窩部評価

下腿部評価

右下腿の下垂位

(東北大エコーラボ提供)

2) 装置の準備

a) 使用プローブ：大腿静脈観察などの表在部では高周波(5-10MHz)リニア型プローブ(図.4,7a)を、腹部(下大静脈:IVCの観察)や下腿(全体を観察したい時)では低周波(3-5MHz)コンベックス型を用いると便利である。

b) 検査機器の設定条件：表在同様に、断層像では血管腔が良く抜けて見える条件、ドプラも低流速に対応するために流速レンジを10cm/s程度に設定し、血流の反応性を判定する際にはパルスドプラの sweep speed を6cm/s程度に設定すると良い³⁷⁾。

3) 検査範囲

DVTを疑ってエコーを行う際には、一般的に用いられている下肢を近位側から遠位側まで全て検索する①全下肢静脈エコー(whole leg ultrasonography: whole-leg US)と、中枢側静脈(大腿から膝窩まで)を圧迫で観る検査を行うことで、より検査時間を短縮することのできる②proximal compression ultrasonography(proximal CUS)

がある。

① 全下肢静脈エコー whole leg ultrasonography(whole-leg US)

肢全体の評価(whole leg US)は、大腿静脈（必要なら腸骨静脈）を評価して、圧迫法により膝窩静脈まで連続して観察し、次いで下腿を後脛骨静脈、腓骨静脈およびひらめ静脈や腓腹静脈を注意深く観察する。

一度に下肢を近位側から遠位側まで検索する whole-leg US は、静脈造影と比較すると下腿限局型 DVT の偽陰性が増加するが、特異度は高いことが示されている。有症候性下腿 DVT 患者を対象にエコーと静脈造影を比較した 34 研究の解析では、エコーの特異度は 96.0%(95%CI、 95.2%-96.8%)であった¹⁾。7つの management study に登録された 4731 例についてのメタ解析では、1 回の全下肢静脈エコーでの陰性例を抗凝固療法なしで観察したところ、3 ヶ月間の静脈血栓塞栓症の発生率は 0.57%(95%CI、 0.25%-0.89%)と低率であり、除外診断法としての有用性が証明されている³⁸⁾。

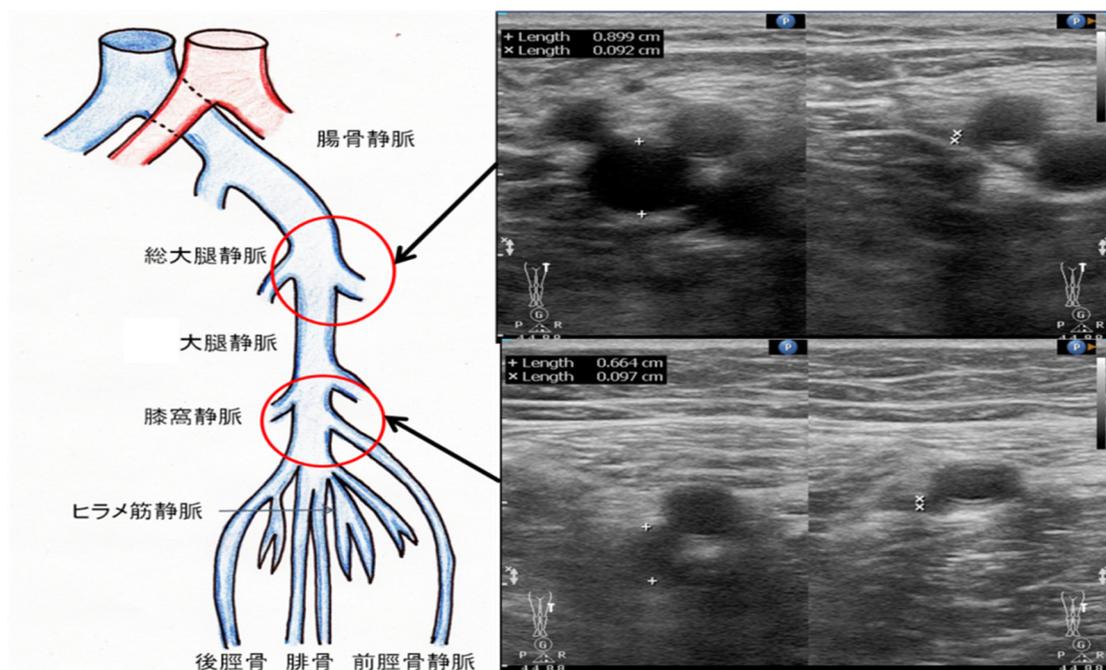
② proximal compression ultrasonography (proximal CUS)

中枢側静脈（大腿から膝窩まで）を圧迫で観る方法で、救急診療などでは、2-3 点に限定して行う方法（鼠径部の総大腿静脈と膝窩部の膝窩静脈の 2 箇所、また 3 箇所目は加えて大腿静脈も含む）もある(2 point, 3 point compression ultrasonography ; 2 point, 3 point CUS: 図 8)。簡便に習得でき、かつ短時間で施行可能である³⁷⁾。

但し、陰性であった際には、検索していない下腿限局型 DVT の近位部進展を見逃さないために 1 週間後の再検が必要とされる。

1 週間後に再検を要する症例を減らす方法として 2 point CUS と D ダイマーを組み合わせる DVT を除外診断する方法の有用性が検証されている。症状を呈し DVT が疑われた患者を二群に割り振り、2 point CUS 群は CUS が陰性の場合には D ダイマーを測定し、正常値の患者と、D ダイマー高値では 1 週間後に CUS を再検し血栓陰性であった患者群とした。whole-leg US 群は同検査法での血栓陰性群とした。2 群間で治療を行わず 3 ヶ月観察し、3 ヶ月間の症候性静脈血栓塞栓症の発症頻度を前向きに調査したところ、前者で 0.9% (7/801)、後者で 1.2% (9/763)で有意差は認められず、2 point CUS と D ダイマーの組み合わせによる検査の有用性が示された³⁷⁾。

図 8 two point compression ultrasonography



4) 検査手順と手技

まず総大腿静脈をリニア型プローブで検索し、順に大腿静脈、膝窩静脈まで圧迫法(後述)により観察する。中枢側を呼吸性変動の有無で、末梢側のミルキングによる血流評価で血栓の可能性を評価することもできるが³⁹⁾、血栓遊離の危険性や慢性血栓を評価できないため、推奨できない。

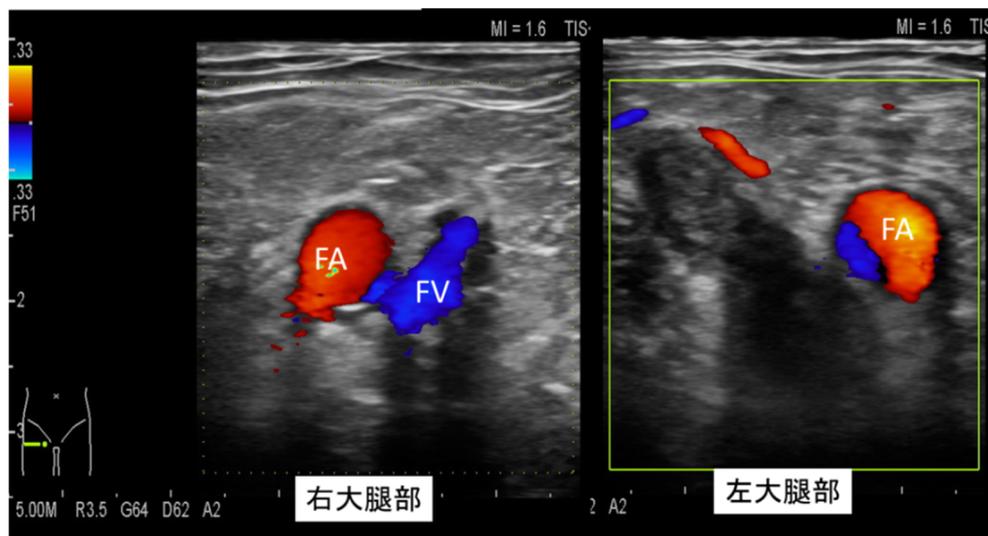
下腿静脈の検索には^{25,40,41)}、カラードプラ法も併用し、下腿の静脈(腓骨静脈、後脛骨静脈、前脛骨静脈およびひらめ筋内のひらめ静脈や腓腹筋内の腓腹静脈)の血栓を順に評価する(図.5,7,8)。

ただし、PTEの塞栓源を検索する目的(下肢腫脹なし)では、下腿を中心に検査する⁴⁰⁾。

①安静時評価(図9): 対象静脈を先ず短軸(横断)像で、次いで長軸(縦断)像で描出し、壁と内腔を観察する。静脈径については、対側の静脈あるいは同名動脈と比較して、拡張の有無を評価する。カラードプラ法を併用すると観察が容易である。

図.9 大腿部の仰臥位安静時観察

左大腿部で静脈拡張が認められる。 FA:大腿動脈、FV:大腿静脈



②静脈圧迫法(図10): compression ultrasonography(CUS)と称され、探触子で静脈を圧迫し、静脈の圧縮性を判定する最も重要な方法である。長軸では圧迫の力が確実に伝わらないことがあり得るため、短軸での操作が基本である。目的とする静脈が確実に圧迫されるようにすることが重要で、圧迫の力が確実に伝わるように、探触子を持っていない方の手で、被験者の足を把持し、両手で抱え込むように圧迫操作をすると良い。

静脈径の拡張(急性期)と血栓エコー所見(急性では血栓充満像、慢性では壁在性血栓像)が見られることが直接所見であるが、最も信頼性が高いのは圧迫法(但し急性期血栓は柔らかいので強く圧迫しないこと)で、圧迫により圧縮されないことを確認することである。

大腿部に血栓があれば、直ちにその広がりを観察する。末梢側が疑われたら、圧迫法で観察しながら膝窩静脈まで連続して評価する。

下腿血栓では無症候なことが多いため、腫脹などの症状が無くても必ず「下腿全体」を圧迫法で検索する。中でも下腿のひらめ筋・腓腹筋内のひらめ静脈や腓腹静脈を注意して検索する必要がある。

特に PTE や奇異性脳塞栓症における塞栓源の検索には、下肢全体を圧迫法で検索する。

図 10-a compression ultrasonography (CUS)

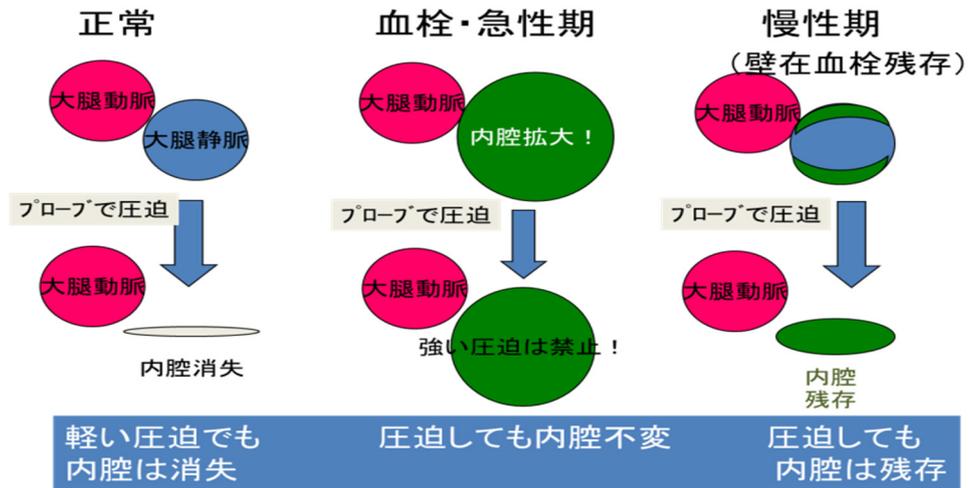


図.10-b 右大腿部の圧迫法による観察：正常例(横断像)

(FA : 大腿動脈、DFA : 大腿深動脈) 圧迫により、大腿静脈(FV)は圧縮されて、内腔が消失している(矢印)。

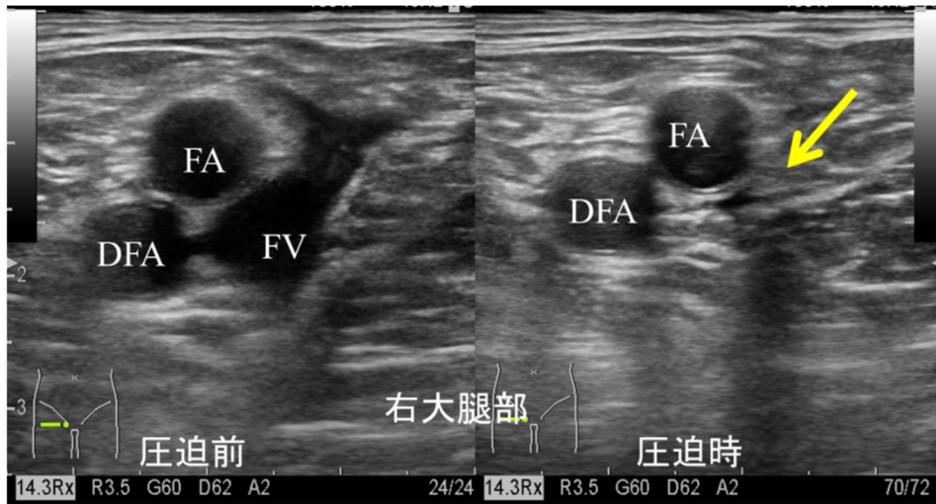
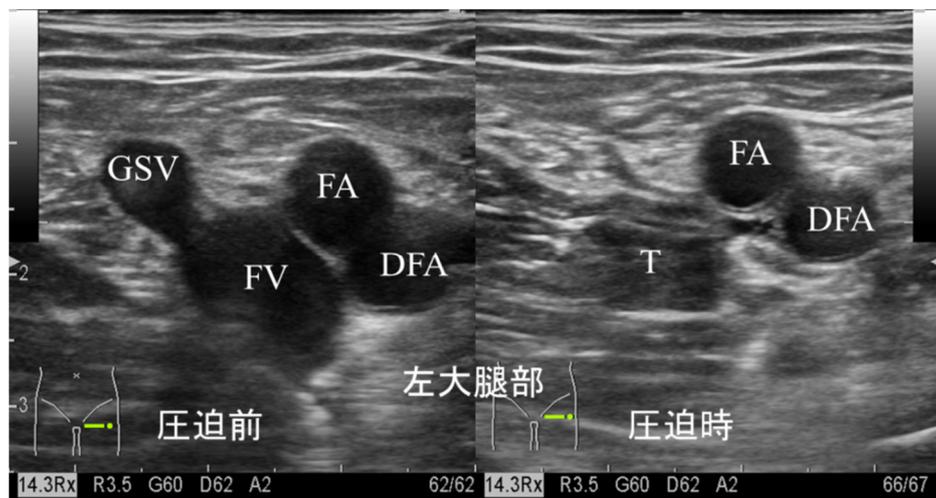


図.10-c 左大腿部の圧迫法による観察：血栓例(横断像)

(FA : 大腿動脈、DFA : 大腿深、GSV : 大伏在静脈)

圧迫しても大腿静脈(FV)は圧縮されず、内腔が残存する(T : 血栓の存在)。



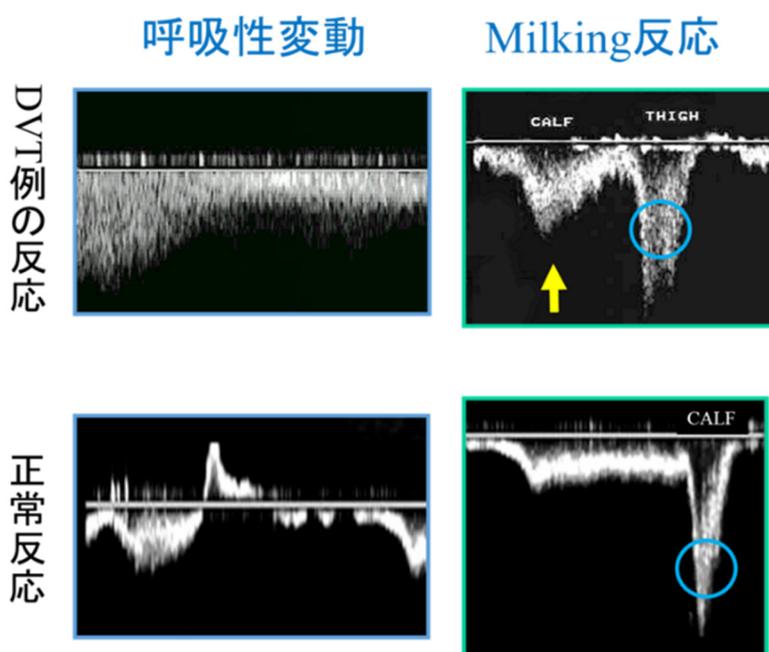
③血流誘発法: 参考になる所見として、呼吸負荷法とミルキング法があるが、負荷は、血栓の存在が疑われる場合、禁忌である。

間接所見として応用される血流誘発法は通常、大腿静脈で応用されるが、新鮮血栓の存在が明らかな例での実施は禁止であり、乱暴な操作は禁忌である。呼吸負荷法(図 11)は、深呼吸させて血流の変動を観察する方法である。ミルキング法(図 11)は、用手的に下腿筋群を圧迫して、プローブと圧迫部位との間での静脈還流や静脈逆流を判定する方法である³⁹⁾。

呼吸負荷法では、通常、深吸气時に静脈血流の遅延、深呼气時に静脈血流の亢進が認められるが、中枢側での閉塞があると呼吸変動の消失(減弱)が生じる。深呼吸の際に、検者の手を被検者の腹部へ軽く添えて腹式深呼吸をしてもらうと、より有効である。ミルキング法とは、milking(乳搾り)を意味する語で、末梢側の下肢の筋肉内に貯留した血液を絞り出して(無理に強い力で押さない)血流を確認する方法である。観察部位とミルキング部位との間に狭窄や閉塞があると、血流異常(正常に比して血流誘発反応低下から無反応)が観察できる。

図 11 血流誘発法: パルスドプラ法による大腿静脈での評価(探触子を大腿部において観察)

cal(下腿部)、thigh(大腿部)でミルキングした時の観察部での血流反応、青丸: 反応良好、黄矢: 反応不良



血栓以外に留意すべき所見は、デュプレックス・モードにおいて腸骨静脈領域で狭窄部より近位の部位で流速の低下および遠位の部位で流速の上昇を認めた場合、腸骨静脈圧迫症候群の可能性がある。また、ペーカー嚢腫や血腫、リンパ節の腫大、血管奇形も下肢静脈の超音波検査で、血栓以外によく認められる所見である。

5) 深部静脈血栓症の診断確定

静脈血栓は、血液が存在する静脈内腔に血栓像を捉えることができれば診断可能である。さらに、静脈血栓の超音波所見には、直接所見としての静脈内血栓エコーに加え静脈非圧縮性があり、間接所見として静脈内血流欠損と誘発法での反応不良所見がある。間接所見のみの場合は静脈血栓を疑い、さらに検査を進めるようにする。血栓を認めたら、血栓の性状、圧縮性、再疎通の程度、血流誘発での血流変化などから総合的に急性期と慢性期を判定する。新しい血栓はエコー輝度が低いことが多く、時間経過と共に輝度が高くなる(不均一で、モザイク状にもなる)。慢性期となると次第に血栓は退縮するが、一部が壁面に残存して、時に石灰化を来すこともある。

6)診断精度と診断のポイント

超音波検査による近位型 DVT 診断の感度および特異度は 90%を超え、ほぼ 100%に近いといえる⁴²⁻⁴⁵⁾。一方、遠位型 DVT 診断は 60%~90%の範囲と報告されていることを知っておく必要がある^{46,47)}。しかし近年の超音波検査技術の向上により、診断における感度および特異度は、遠位型に対しても近位型 DVT に遜色ないものになってきている⁴⁸⁾。

DVT の診断には、①部位診断（血栓範囲）、②性状診断（血栓形態、血栓性状）、③血流診断（還流障害）の検査が必要である。

①部位診断：大腿静脈系、膝窩静脈系、下腿静脈系、下大静脈・腸骨静脈系の順に検索する。中枢側の静脈(下大静脈、腸骨静脈)は描出が困難な場合もあるが、下肢浮腫が著明な時は特に詳細に観察する。静脈血栓の診断が得られたら、血栓部位および中枢端と末梢端から血栓範囲を確定する。

②性状診断：静脈血栓の形態（閉塞型、非閉塞型、浮遊型）、経時変化（退縮、器質化、石灰化）（図 12-a）を判定する

る。また、静脈炎の合併も評価する。

③血流診断：静脈血栓周囲や血栓内部の血流について、カラードプラを用いて評価する。また、慢性期の DVT では、静脈逆流により、静脈弁不全の有無を評価する。（静脈瘤の項参照）

DVT の特殊なものとして留意すべき形態は浮遊血栓（図 12-b）である。浮遊血栓は、血栓の末梢の部分は血管壁に固着し、それより中枢の部分（5cm 以上）が静脈壁に固着せず、内腔に浮遊している形態と定義される⁴⁹⁾。下肢静脈の超音波検査で浮遊血栓と診断した時点で、すでに 36~60%の症例に PTE を合併していると報告されている^{50,51)}。

図.12-a 陳旧性血栓例：ひらめ静脈内に石灰化血栓：長軸像

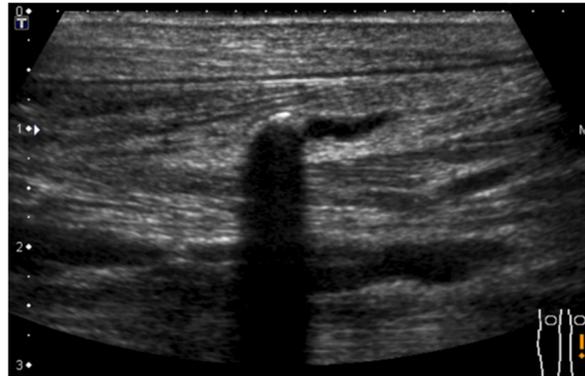
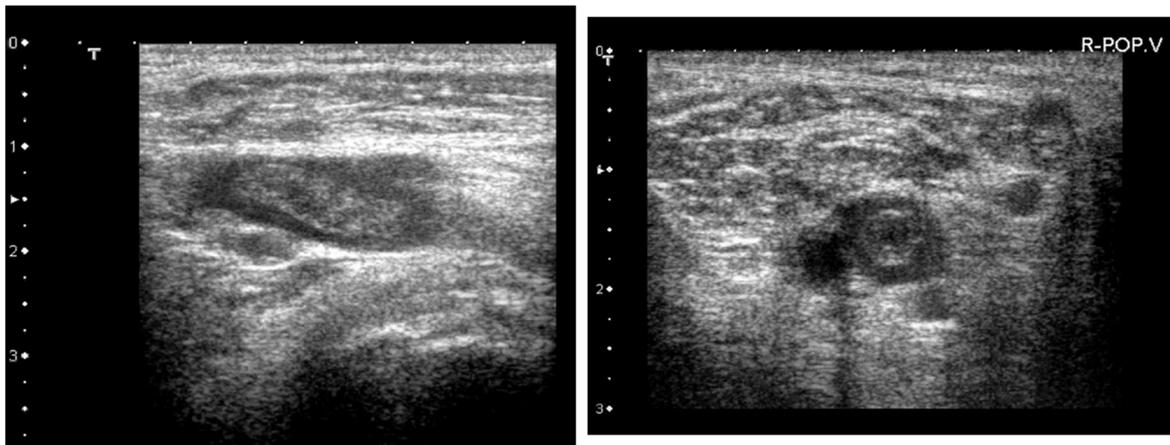


図.12-b 浮遊血栓例（膝窩静脈内）左：長軸像、右：短軸像



静脈血栓は時間とともに高輝度になるが、様々な変異があるため血栓の輝度による診断は十分に注意する必要がある⁵¹⁾。その他の鑑別法として、急性期の血栓で充満している静脈は拡張し、慢性期の血栓の静脈は縮小していること⁵²⁻⁵⁴⁾、慢性期の場合側副血行路が発達していることなどがあげられる。また時間とともに静脈弁不全が強くなり、深部静脈血栓後遺症では深部静脈弁の逆流速度が速いという特徴がある⁵⁵⁾。

7) 深部静脈血栓症再発を疑った際の下肢静脈エコー

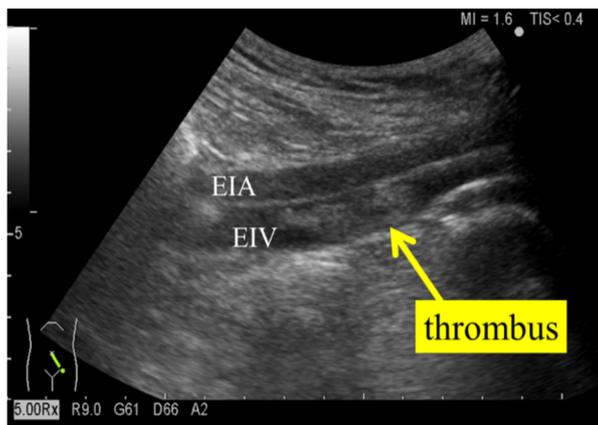
DVT が溶解消失したことが確認されている患者における静脈エコーによる DVT 再発診断は問題ないが、DVT 既往を有し、同側肢に DVT 再発が疑われる患者における静脈エコーによる評価は困難なことも少なくない。

近位側 DVT の前向きフォローアップ研究ではエコーの異常所見（圧迫不可所見）の残存率は 6 カ月後で 80%^{56,57)}、1 年後で 50% と高率であるため⁵⁶⁻⁵⁹⁾、新たな血栓形成の所見（過去のエコー所見と比較して新たな圧迫不可部位の出現）が証明されない限り、圧迫不能領域の存在のみにより再発の診断は下せない³²⁾。

膝窩静脈あるいは総大腿静脈における横断像にて、過去のエコー所見と比較して圧迫時 2mm 以上の残存血管内腔の増加が再発の診断に有効との報告があるものの^{56,60)}、静脈造影で確認するところした陽性所見の 14% は偽陽性との報告や、観察者間での残存血管内腔の差が平均 2.2mm であったとの報告もある⁶¹⁾。圧迫時残存血管内腔 4mm 以上の増加を再発の診断とすれば、特異度 100% とされるが^{62,63)}、観察者間で生じうる差を考慮すれば偽陽性の可能性は否定できない³²⁾。その他の再発所見の定義（例えば、血栓長、ドプラ血流、血管内形態の変化等）については提唱されていない。いずれにしろ、DVT 例においてはエコー施行時には、画像撮影のみではなくエコー所見を記載し記録しておく、その後の参考とすることができる。（図 13）

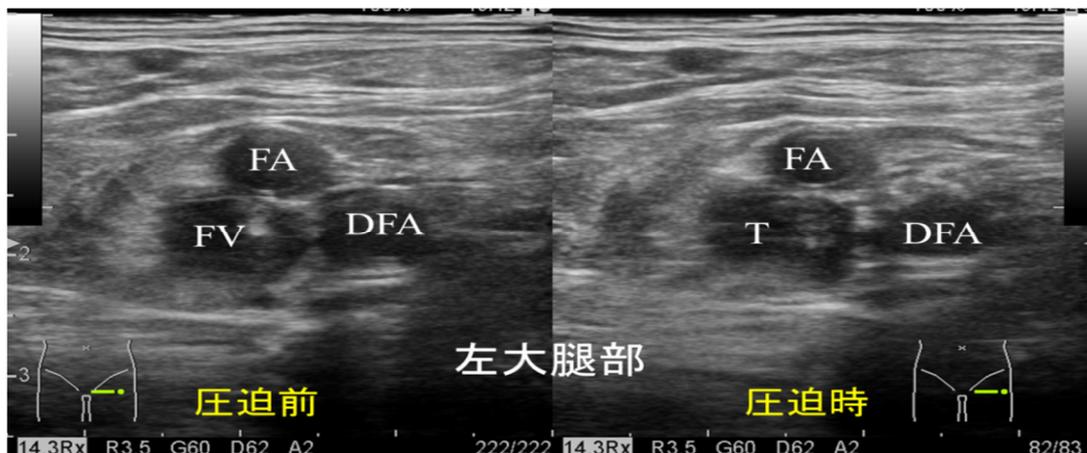
総大腿静脈あるいは膝窩静脈において過去のエコー所見と比較して新たな圧迫不可部位の出現や（Grade 1B（今回の定義上はクラス I、レベル B））、圧迫時 4mm 以上の残存血管内腔の増加（Grade 2B（今回の定義上はクラス IIb、レベル B））を認めれば、深部静脈血栓症の再発とし治療を開始すべきである。

図 13 深部静脈血栓症の報告書(例)



a 外腸骨静脈血栓

（EIA：外腸骨動脈、EIV：外腸骨静脈）：長軸像

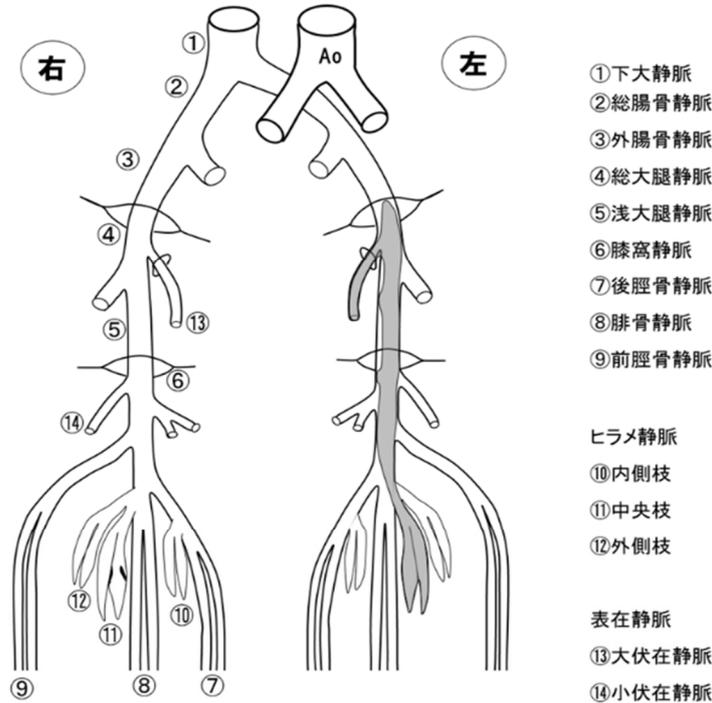


大腿静脈血栓：圧迫法

（FA：大腿動脈、DFA：大腿深動脈、FV：大腿静脈、T：血栓）：短軸像

下肢静脈超音波報告書サンプル(血栓症評価用)

氏名: **** **	患者ID: 012345678	検査目的: 左下肢腫脹+疼痛出現、Dダイマー高値、DVT有無
生年月日: 19**/1/1	年齢: 35歳 性別 男	
病棟:	依頼科 循環器内科	臨床診断: DVT精査、2日前より左下肢腫脹および疼痛出現
依頼医: ****		
検査日: 2017/01/04 検査時刻: 13:05		



身長: cm 体重: kg BSA: m2

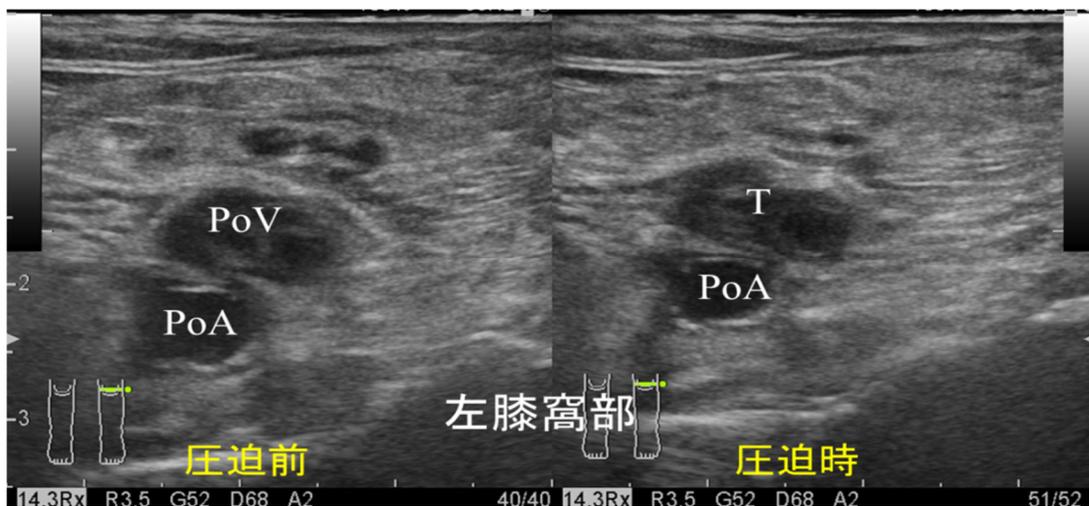
血栓症評価	右	左	表在静脈	右	左
下大静脈	なし (拡大なし径17mm)		大状在静脈	なし	あり
総腸骨静脈	なし	なし	小状在静脈	なし	なし
外腸骨静脈	なし	不完全閉塞 浮遊血栓	皮下浮腫		
総大腿静脈	なし	不完全閉塞	大腿	なし	なし
大腿静脈	なし	不完全閉塞	下腿	なし	なし
膝窩静脈	なし	不完全閉塞			
後脛骨静脈	なし	壁在血栓			
腓骨静脈	なし	浮遊血栓			
前脛骨静脈	なし	描出不良			
ヒラメ静脈	あり	アプローチ不可			
		フリーコメント			

超音波所見 左下肢静脈: 腸骨静脈には明らかな血栓像認めず。総大腿静脈～膝窩～ヒラメ静脈中央枝にかけて血栓による不完全閉塞あり。(血栓エコー輝度高く、一部再開通所見あり) 血栓中極端は血管壁に固定されておらず“浮遊血栓”の状態 また血栓の一部は大伏在静脈にも及ぶ。

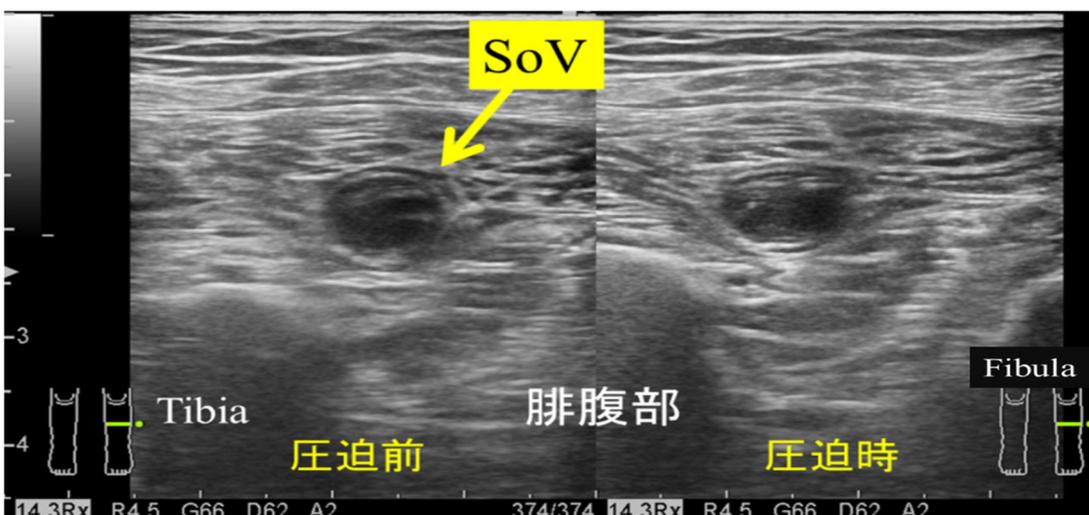
右下肢静脈: 腸骨～大腿～膝窩静脈レベルでは明らかな血栓像認めず。ヒラメ静脈中央枝は拡張(最大径1.2mm)、器質化した壁在血栓あり。閉塞所見は認めず。

超音波診断 下肢深部静脈血栓症
 左: 急性期、総大腿～膝窩～ヒラメ静脈中央枝
 右: 慢性期、ヒラメ静脈中央枝

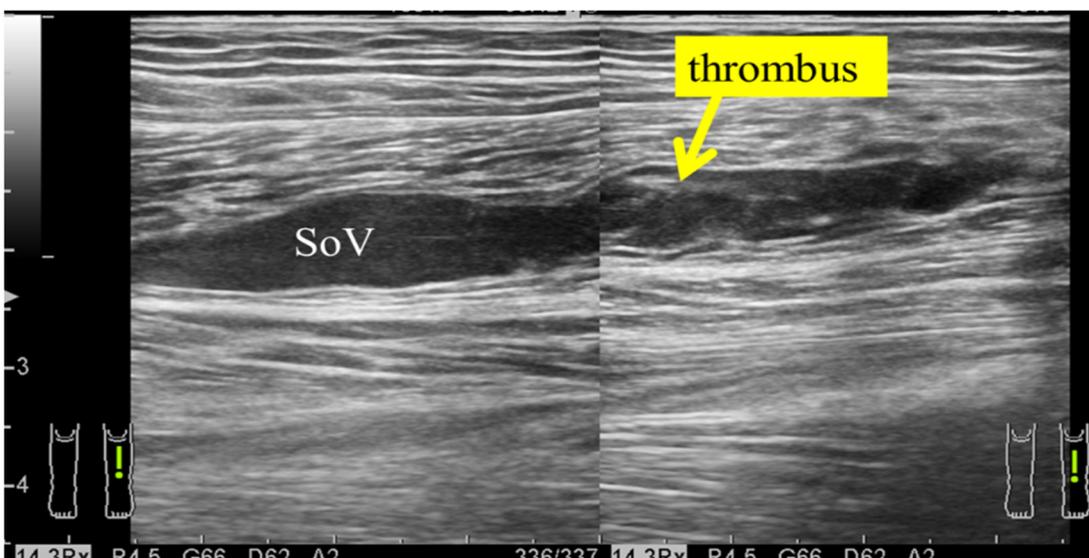
検査者: 佐藤 洋 承認者: 松尾 汎



c) 膝窩静脈血栓：圧迫法
 (PoA：膝窩動脈、
 PoV：膝窩静脈、T：血
 栓)：短軸像



d) ひらめ静脈血栓：
 短軸像は圧迫法
 (SoV：ひらめ静脈、
 Tibia：脛骨、Fibra：腓骨)



同上長軸像

2. 下肢静脈瘤

a) 分類

病因からは一次性静脈瘤、二次性静脈瘤に分類され、その他特殊な静脈瘤に大別される(表5)。

頻度が高いのは一次性静脈瘤であり、形態学的にさらに4つ(伏在静脈瘤、側枝静脈瘤、網目状静脈瘤、クモの巣状静脈瘤)に分類されたが、近年は静脈瘤を含めCVDとして、CEAP分類によって分類することが勧めら

れている^{7,8)}。(表6)

表5 静脈瘤の種類

<p>一次静脈瘤 明らかな原因のない静脈瘤</p> <p>二次静脈瘤 原因がはっきりしている静脈瘤 (深部静脈血栓症、動静脈瘻、深部静脈形成不全、骨盤内腫瘍など)</p>
<p>特殊な静脈瘤</p> <ul style="list-style-type: none"> ・陰部静脈瘤 ・血管形成異常、血管奇形など 多くは先天性で血管の発生異常により生じる、Klippel-Trenauney症候群などが存在する。
<p>静脈瘤の肉眼的分類</p> <p>伏在静脈瘤 saphenous type 伏在静脈の本幹及びその主要分枝の拡張</p> <p>側枝静脈瘤 segmental type 伏在静脈の分枝に拡張逆流のある静脈瘤</p> <p>網目状静脈瘤 reticular type 径2~3mm以下の皮下小静脈の拡張。青色を示すことが多い</p> <p>クモの巣状静脈瘤 webtype 径1mm以下の皮内細静脈の拡張。紫紅色を示すことが多い</p>

※CEAP分類

慢性下肢静脈疾患の診断には、国際的臨床分類である CEAP 分類⁸⁾が多用される(表6)。

CEAP 分類は臨床所見(Clinical manifestation)、病因(Etiologic factors)、解剖学的所見(Anatomic distribution of disease)、病態生理所見(Pathophysiologic findings)の4項目の評価からなる。やや複雑であるが、慢性下肢静脈疾患の病態を的確に表すことができる。

表6 CEAP分類

Classification of lower extremity chronic venous disease

<p>■ 臨床分類 (Clinical sign)</p> <p>C0: 静脈疾患を認めない</p> <p>C1: 毛細血管拡張または網目状静脈</p> <p>C2: 静脈瘤</p> <p>C3: 浮腫</p> <p>C4: C4a ; 色素沈着や湿疹、 C4b;皮膚脂肪硬化や白色皮膚萎縮</p> <p>C5: 治療後の潰瘍</p> <p>C6: 活動性潰瘍</p> <p>S : 症状あり、 A : 無症状</p>	<p>■ 解剖学的分類 (Anatomical distribution)</p> <p>As: 表在静脈</p> <p>Ad: 深部静脈</p> <p>Ap: 穿通枝</p> <p>An : 同定できない</p>
<p>■ 病因分類(Etiological classification)</p> <p>Ec: 先天性</p> <p>Ep: 一次静脈瘤</p> <p>Es: 二次静脈瘤</p> <p>En : 原因が明らかではない</p>	<p>■ 病態分類 (Pathophysiologic dysfunction)</p> <p>Pr : 逆流</p> <p>Po : 閉塞</p> <p>Pr、o: 逆流と閉塞</p> <p>Pn : 不明</p>

b) エコー検査

検査では、①観察画像、②圧迫性、③血流測定（逆流時間測定）、④血流変化について観察する⁶⁴⁾。

CVD の患者は、表在性静脈、特に伏在静脈に逆流が存在することが多い。また重症例では、逆流病変が表在静脈だけではなく、深部静脈を含む多分節の逆流を伴うことが多いことが指摘されている。このため、大・小伏在静脈を中心とし系統的に観察する必要がある。

1) 下肢静脈エコー検査時の体位

逆流を評価する際には、温かい部屋で被検者はリラックスした状態で行う。体位としてはいくつかの条件が施行されているが^{65,66)}、逆流評価は立位で行うことが基本である。その上で、バルサルバ法やミルクキングなどにより逆流を誘発し逆流波を検出するようにする⁶⁷⁻⁶⁹⁾。

**静脈エコーは原則とし患者は可能である限り立位とし、逆流誘発手技を用いて検査を施行する。
(クラス I、レベル A)。**

検査する下肢は足底を軽く床についた状態で、体重を反対の足で支えるようにする。被検者が立位を保持することが難しい場合、大腿以下は座位で行うようにする。検査時間が長くなると、気分が悪くなる患者もいるため注意が必要である。患者の全身状態に合わせて検査体位を選択する。静脈は体位により血管径が大きく変化し、描出される画像、所見が変化することがあり留意する。(図 14)。

①立位（正面）

高さを変えられるベッドを利用する場合、被検者の臀部の高さに調節し、ベッドに寄り掛かせた状態で行う。検査をしていない側の下肢に重心をかけ、検査する側の下肢は、力を抜き軽く前に出した姿勢で行う。

②座位

座位で鼠径部を観察する場合、検査側の下肢を前方に投げ出し、上体を後ろに反らせて鼠径部をなるべく平坦にする。また膝窩部や下腿部を観察する場合、ベッドの端に浅く座らせ下肢を下垂した状態で行う。

※注意事項：静脈瘤検査では立位あるいは座位で実施されるが、長時間の立位は転倒する危険性が高く、立位時間は最小限(5分以内)に止める。検査中、常に患者の一般状態に注意を払う必要がある。またベッド上での起立やベッド上の椅子に座らせることは、転倒時、重大な医療事故に直結するため禁忌とする。

図 14 静脈瘤の検査体位

- A. 立位（正面）： ベッドや壁に寄りかからせた状態で行なう。この時、非検査肢（左下肢）に重心をかけさせ、検査肢（右下肢）の力を抜いてもらい軽く前に出し足首を外側にやや向ける。
- B. 立位（背面）： 後向きに起立させベッドに寄りかからせ、ベッドの柵をつかませる。この時、非検査肢（左下肢）に重心をかけ、検査肢（右下肢）の力を抜かせ膝を軽く屈曲させる。
- C. 座位： ベッドの端に浅く座らせ下肢を下垂させる。
- D. 座位： 検査時、台の上に足をのせるか検者の膝上に下肢をのせることで下肢はしっかり固定される。



(山本哲也：下肢静脈、めざせ！血管エコー職人,中外医学社,2013 より引用)

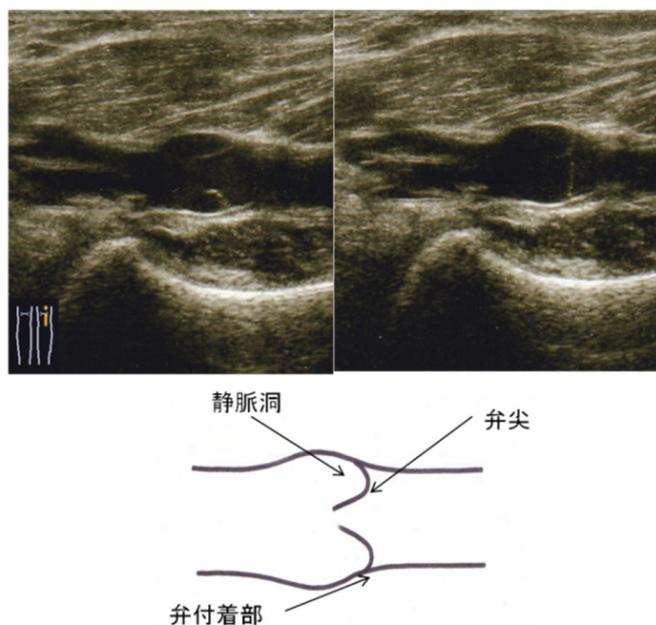
2) 検査手技

①観察画像

静脈壁は超音波 B-モードでは 1 層構造に描出される。その形態は体位と静脈圧により正円形ではなくさまざまな楕円形を呈する^{70,71)}。しかし通常、座位、立位の場合静脈断面は円形に近く、体表面からの観察した画像の前後径で代用することが多い^{72,73)}。静脈径は壁の外側にて測定する。壁構造が厚くなっている際は、炎症治癒後や血栓症遠隔期の所見であることが多い。

静脈弁がしばしば観察される(図 15)。長軸では弁洞部は楕円形で、弁尖は二葉であることが多く⁷⁴⁾、薄くひらひらしている。表在性静脈の弁尖接合方向は、皮膚と平行の向きであることが多い⁷⁵⁾。病的な場合には、弁洞部が変形し、エコー輝度が高くなったり、弁尖が短縮し肥厚した所見を示す。弁尖が良く見える場合、接合する動きとその状態により弁不全の診断が可能である。

図 15 静脈弁のエコー所見



静脈内に異常構造を認めた場合は、血栓であることが多いが、血管由来の腫瘍等も鑑別に入れる必要がある。

②静脈径の計測

静脈径は検査体位や圧迫により変化するため、探触子を軽く皮膚に密着させ、同一条件で計測する。計測部位は大伏在静脈系では大腿静脈と伏在大腿静脈接合部 (saphenofemoral junction : SFJ) 付近と大腿部、下腿部、小伏在静脈系では膝窩静脈と伏在膝窩静脈接合部 (saphenopopliteal junction : SPJ) 付近と下腿部を最低限計測する。また、下肢静脈瘤に対する血管内治療の適応基準では SFJ、あるいは SPJ より 5~10 cm 遠位側の伏在静脈での計測を推奨している。

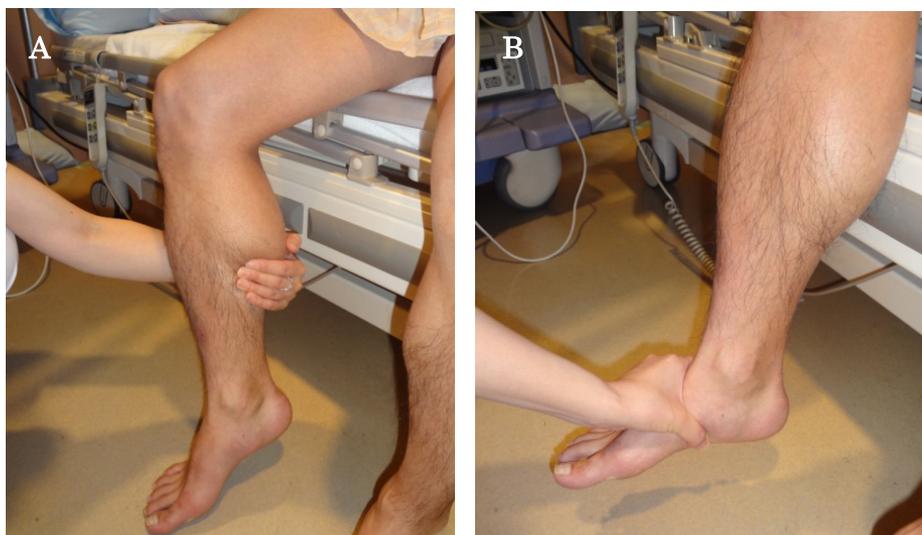
③血流評価

血流はカラードプラを用いると観察しやすく、観察時間の短縮となる⁷⁶⁾。詳しくはドプラモードの波形で判断する。対象の静脈の長軸断面を描出し、PW ドプラサンプルボリュームを静脈の中央部におよそ 60 度の角度でセットする。通常の静脈血流は低流速のため血流信号は描出しにくいとされる⁴⁾。そこで血流を増強させる方法を用いる。これには体位交換や深呼吸法があるが、逆流検査にはバルサルバ負荷により腹圧をかける方法と、下肢の圧迫およびその解除によるミルキング法、下腿の筋運動後にみる方法がある⁷⁷⁾。バルサルバ負荷は、総大腿静脈や SFJ の評価に有用である⁷⁸⁾。バルサルバ負荷は個人差が大きいため、一定化する工夫として呼気圧測定機器を用いることもあるが一般的ではない。一方ミルキング法が簡便でよく用いられる^{3,4)}。立位や座位では、探触子の末梢部(大腿部観察時は腓腹部、下腿部観察時は足部)のミルキングを行い圧迫解除時の逆流を検出す

る。圧迫用カフを装着し送脱気装置を用いて逆流量を測定する方法は、圧迫の条件が一定となるためより定量的である⁷⁸⁻⁸⁴⁾。一般的には簡便な手動的ミルクキング法を用いて測定する(図 16)。

図 16 ミルクキング法

観察部位より末梢側の大腿部内側や下腿腓腹部、足部などをゆっくり揉むように圧迫する。逆流がわかりにくい時はすぐに圧迫を解除せず、5~6 秒間圧迫を保った後、解除する。A 下腿腓腹部の圧迫, B 足部の圧迫

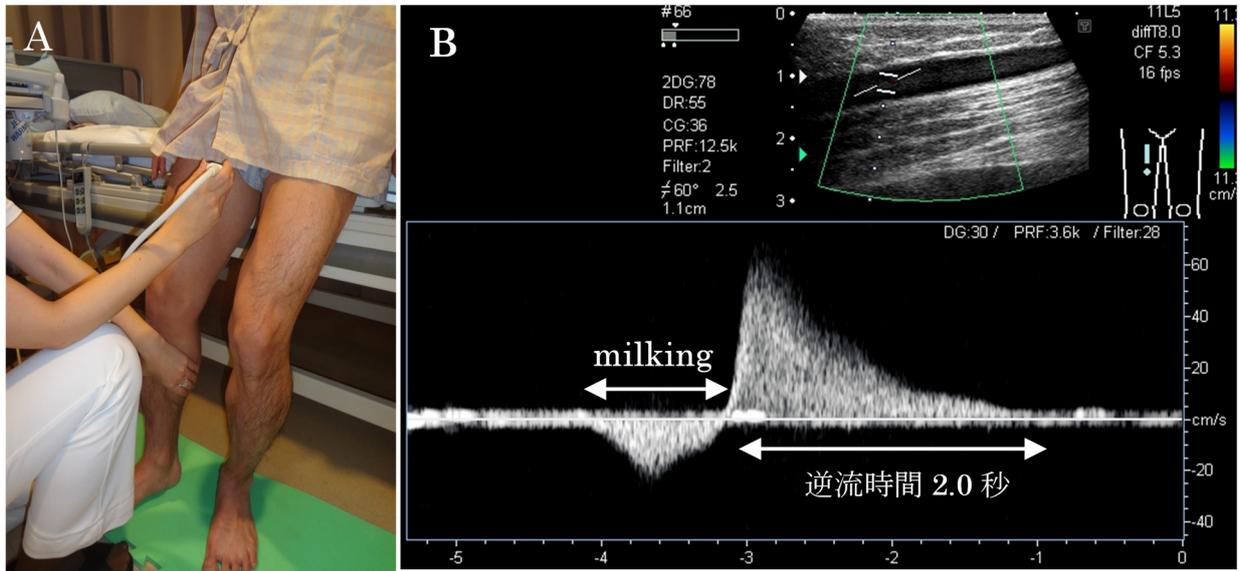


逆流の有無

近年の超音波診断装置は下肢の静脈弁を描出することが可能であるが、静脈の逆流にはひとつひとつの弁の逆流だけでなく、ある程度の垂直方向の範囲における複数の弁の機能が関与してくる。そのため複数の弁における逆流病変が悪化進行してくると持続時間の長く、速度の速い逆流が生じてくる。逆流の指標はいくつか提唱されているが、病的な逆流の判定には逆流時間が一般的に用いられている。超音波ドプラ法を用いて観察部位の末梢側（大腿部観察時は腓腹部、下腿部観察時は足部）をミルクキング後、あるいはバルサルバ負荷解除後に持続時間の長い逆行性の血流が検出される場合、弁逆流あり（弁不全）と判定する（図 17）。

図 17 弁不全の判定

- A. 検査手技の実際：探触子をしっかりと固定し、観察部位より末梢側（腓腹部）をミルクキングする。この時、検者は立て膝で行い、検者の肘を膝上にのせるなどの工夫をすることで安定した画像が得られる。
- B. パルスドプラ波形：ミルクキング時、急速な順行性の血流が観察される。ミルクキング後から持続時間の長い逆行性血流が検出される。本例の逆流時間は約 2 秒、表在静脈の有意逆流判定基準である 0.5 秒を超えるため弁不全と判定する。エコー装置は sweep speed を一画面に 5 秒程度記録できるように遅く設定すると、計測が容易になる。

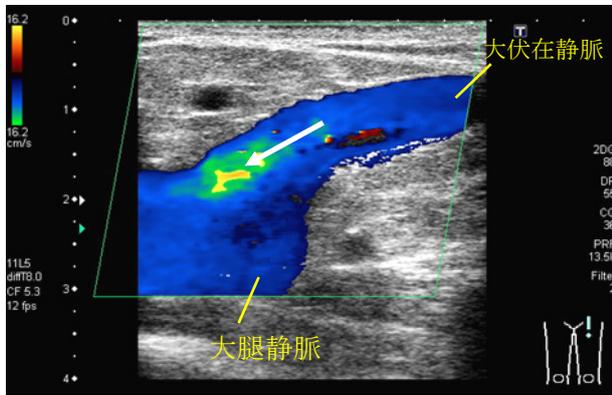


カラードプラを用いると「逆流の判定」が容易である（図 18）。

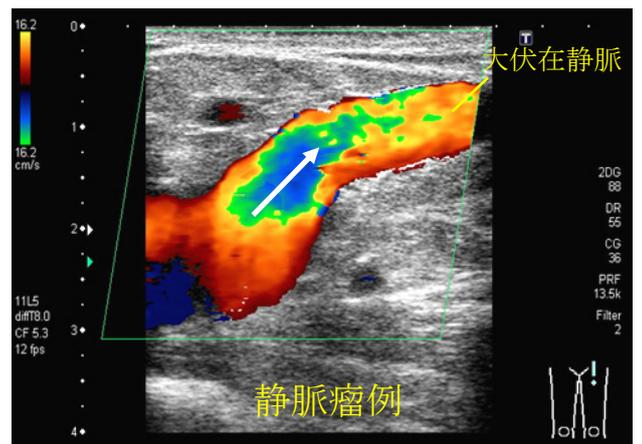
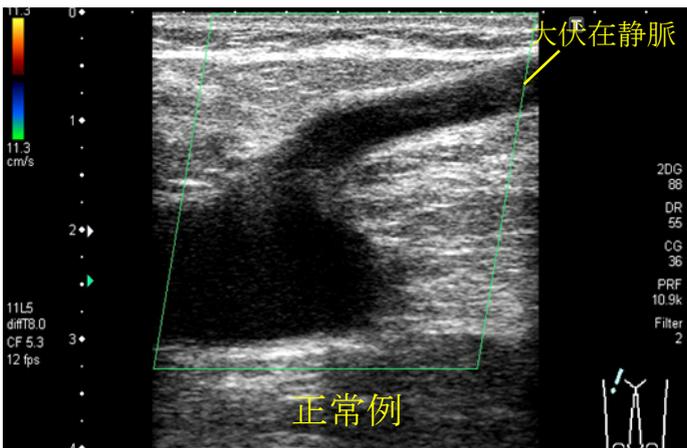
図 18 カラードプラ法による逆流の判定

- A: 下腿部圧迫時：急速な順行性血流（矢印）が認められる。
 B: 圧迫解除後：
 正常例：血流が停止し逆流は認められない。
 静脈瘤例：逆行性血流（矢印）が認められる。

A 圧迫時



B 圧迫解除後

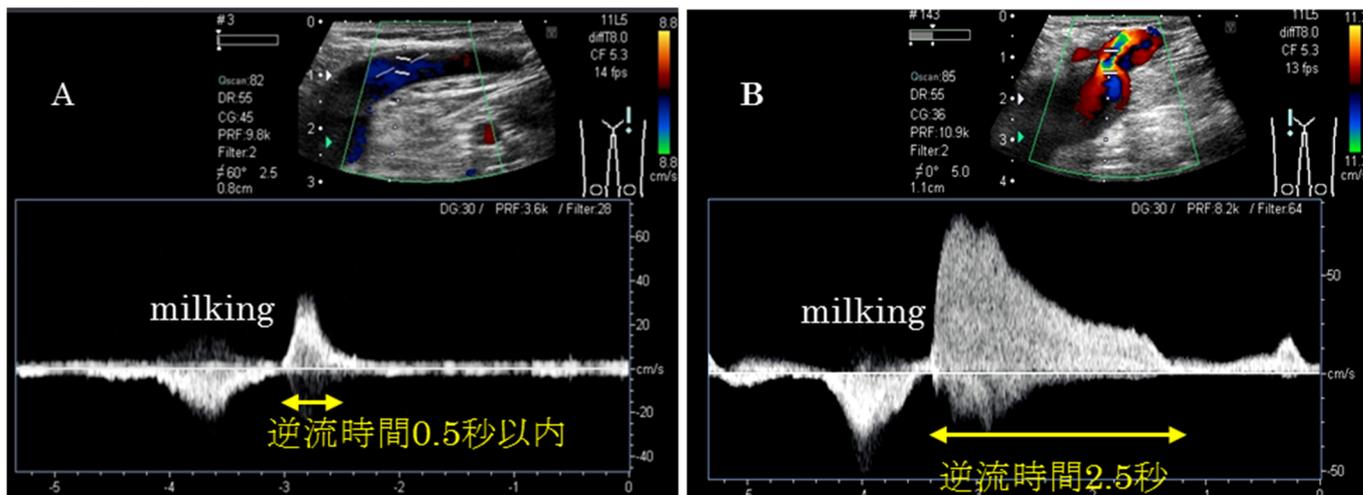


パルスドプラ法で逆流時間を測定する場合、表在静脈と穿通枝では有意の逆流は、逆流時間の長さで判断され、「500ms を超えるもの」^{10,68,69,80-82)}、大腿～膝窩静脈では「1000ms 以上のもの」を異常^{64,80)}と判定し、それに満たない場合は生理的な逆流とする (図 19)。但し、穿通枝に際しては静脈径を考慮し判定する。また、明らかに有意な逆行性血流が検出される場合、パルスドプラ法による計測は省略し判定してもよい。

健常な状態では下腿部、あるいは足部ミルキング操作で、圧迫時に急速な順行性血流が生じ、圧迫解除後に血流が停止する。弁不全が存在する場合、解除後、持続時間の長い逆行性血流が生じる (図 19)。

図 19 生理的逆流と有意逆流

- A. 生理的逆流：逆流時間は 0.5 秒以内であり生理的逆流と判定する。
- B. 有意逆流：逆流時間は 0.5 秒以上あり有意逆流と判定する。



逆流波形から、最大逆流速度、平均逆流速度を求め、静脈径から算出した静脈面積を乗じて逆流量が計算できる^{84,85)}。その他にもいくつかの逆流指標が提案されている^{86,87)}。皮膚潰瘍例で逆流速度が 10ml/s を超える例が多いこと⁸⁸⁾、最大逆流速度が重症度を反映することが報告されている^{82,89)}。

表在静脈では 500ms 以上、大腿～膝窩静脈では 1000ms 以上の逆流を異常と判断する。
(クラス I、レベル B)

穿通枝も、カラードプラ法で逆流の有無は評価できる (図 20)。

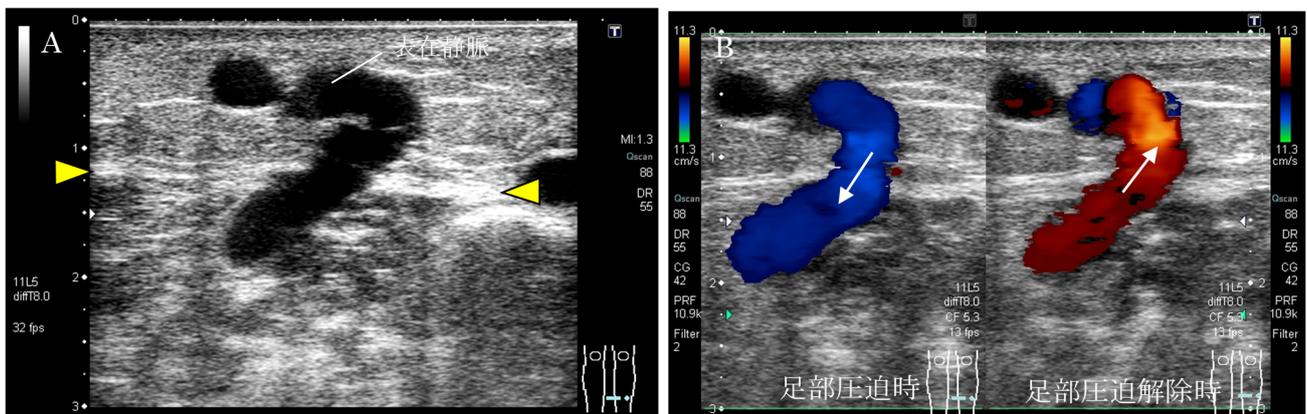
逆流時間 (外側：表在側への血流信号) と静脈径により不全と診断する。逆流時間については、穿通枝の 350ms 以上の外側への血流を有するものを病的とする報告があるが⁸⁰⁾、米国血管外科学会および American Venous Forum では、500ms 以上を推奨している^{64,76)}。穿通枝の径については、欧米では 3.9mm～3.5mm 以上^{90,91)}、日本人では 3mm 以上で不全が多いとされている⁹²⁻⁹⁴⁾。穿通枝は、下肢静脈瘤軽症例においてその存在意義は少なく、皮膚症状を有する場合や重症例では詳しく観察する必要がある。穿通枝は、潰瘍周囲に存在することが多く、500ms 以上の外側への血流を有し、3.0mm 以上の径を有するものを不全と判断する^{64,68)}。CVD 重症例では、表在静脈の逆流が主体をなしていることが多いが⁴⁴⁾、深部静脈および穿通枝にも逆流が合併することも少なくない^{68,71,84,95-99)}。

穿通枝は潰瘍周囲に存在し、3.0mm以上の径を有するもの、負荷にて500ms以上の外側への血流を有しているものを有意な不全とする。(クラスI、レベルC)

図20 不全穿通枝

A: Bモード像: 筋膜は線状の高輝度エコー像として描出される(矢頭)。筋膜エコーが一部途切れ、表在と深部を交通する太い穿通枝が観察されている。

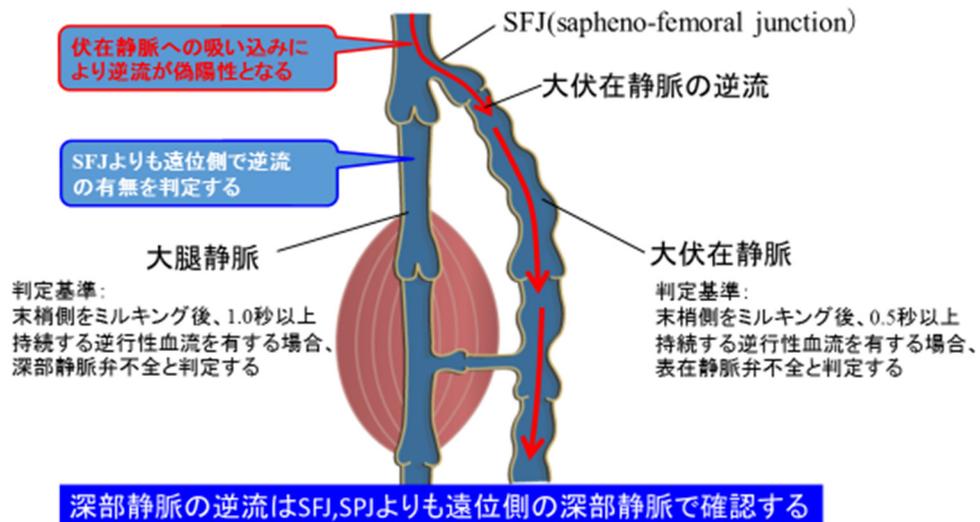
B: カラー Doppler 像: カラー Doppler 法を用いて足部を圧迫すると順行性の血流シグナルが検出され、圧迫を解除すると深部から表在に向かう逆行性の血流が検出され、不全穿通枝と判定する。(矢印は血流の方向を示す)



横断面像で静脈径拡大部位を検索し、その部位より末梢側をミルキングして逆行性血流の有無をカラー Doppler 法で観察する。一般に、静脈の拡張・蛇行が著明な部位では、逆流は顕著であり、同部位では走行の確認が大切である。

深部静脈の弁不全の判定は SFJ、あるいは膝窩一小伏在静脈接合部 (SPJ) での逆流が著明な場合、合流部より中枢側の深部静脈に生理的逆流が生じる場合がある。この血流を深部静脈の弁不全に伴う逆流と判断しない。すなわち深部静脈の弁不全の確認は表在静脈合流部より末梢側で判定する (図 21)。深部静脈に血栓を有する場合、暴力的なミルキングは慎みたい。

図 21 静脈弁不全の評価



④血管走行の確認 静脈瘤の走行を確認し、静脈瘤が連絡する血管（大伏在あるいは小伏在静脈、穿通枝）を同定する。

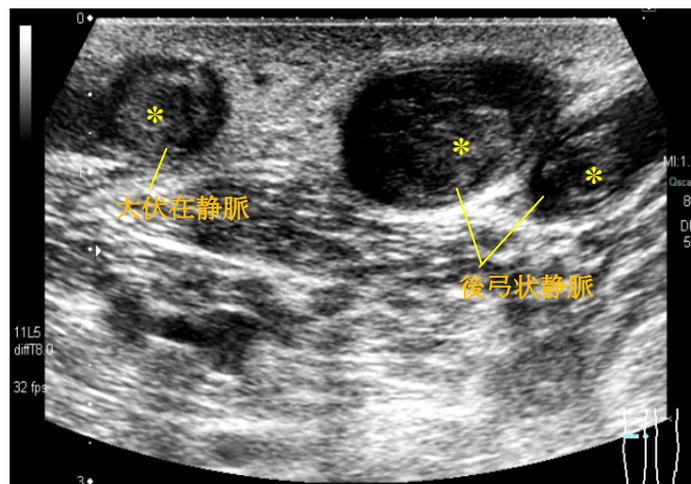
⑤圧迫性：血栓の有無(図.22)

探触子による圧迫で静脈は容易に虚脱し扁平化する。これにより静脈の開存が証明できる。大腿静脈は Hunter 氏管に入り込むため⁷³⁾、下腿静脈は骨付近の影響から圧迫が不十分となり虚脱しにくく注意が必要である^{100,101)}。

血管の走行に沿って探触子を走査し、Bモード法で血栓像、カラードプラ法で血流シグナルの有無を確認する。血栓の存在が不明確な部位では、探触子で静脈を直接圧迫し、内腔の変化を観察する。注意点は横断面で血管に対し垂直圧迫し、深部静脈血栓症検査時よりも弱い力で行なう。また、二次性静脈瘤を否定するための DVT 検査では既往歴を聴取し、前述の DVT の標準的評価法を基に行う。

図 22 血栓性静脈炎

大伏在静脈とその分枝静脈（後弓状静脈）が拡張し、内部に血栓像が確認される。（*印は血栓を示す）



c) 観察部位

1)大伏在静脈 (GSV)

①走行：まず鼠径部において、短軸像で、大伏在静脈、総大腿動脈、総大腿動脈を描出し、接合部を観察する。（ミッキーマウスサイン）。数本の分枝が GSV に合流し、接合部付近の GSV の弁が観察できる。大腿部では、GSV 本幹は浅在性筋膜と深筋膜によって囲まれ¹⁰⁾、断面像は”eye sign”^{15,68)}と呼ばれる。GSV は、そけい部に

において内側方から大腿静脈に流入するが、大腿動脈の背側を通り大腿静脈に連絡するなど破格もまれに認められる¹⁰²⁾。

GSV の本幹を一定間隔で観察し、走行、分枝の合流状態、筋膜との関係を把握する。同時に圧迫とミルキングを併用し、虚脱程度と逆流の有無を判定しておく。

②径：GSV 径は、まず接合部、さらに数 cm 末梢部（静脈弁のない部分）を測定する¹⁸⁾。さらに大腿中央部、膝部で測定する。世界脈管学会では、SFJ より 3cm 末梢と大腿部中央を勧めている¹⁸⁾。大伏在静脈の径は、臨床的重症度に相関することが報告されている¹⁰³⁻¹⁰⁶⁾。

測定は局所的に拡大した部分は避ける。血管内熱焼灼術（endovenous thermal ablation、以下 ETA）を計画する際は、GSV と皮膚からの距離が浅いと問題となるためその距離を観察しておく。

③静脈弁と分枝：GSV では接合部から 1~2mm の部分に終末弁（terminal valve）、さらに 2 cm 末梢くらいに前終末弁（preterminal valve）を有し、浅腸骨回旋静脈、浅腹壁静脈、陰部静脈がこの弁の間に合流する。大腿部の GSV では、大腿上部で前後副伏在静脈の静脈拡大があれば逆流を観察する。さらに大腿中下部では GSV に直接接続する大腿部穿通枝が認められ、その穿通枝逆流が大伏在静脈逆流の起点となることも少なくない。また GSV が 2 本認められることも報告されており¹⁰⁷⁾、GSV 抜去術や ETA の際にその同定が重要になる。膝部、下腿部では、不全穿通枝、GSV、膝下部前方分枝と下腿部後方分枝（いわゆる後弓静脈）の逆流を確認する。また GSV 分枝から小伏在静脈に逆流が及んだり、静脈逆流の末梢端が不全穿通枝に接続することもある¹⁰⁸⁾。

伏在型静脈瘤としては、膝部にて分枝へ逆流するタイプが最も多く認められる¹⁰⁹⁾。

2)小伏在静脈 (SSV)

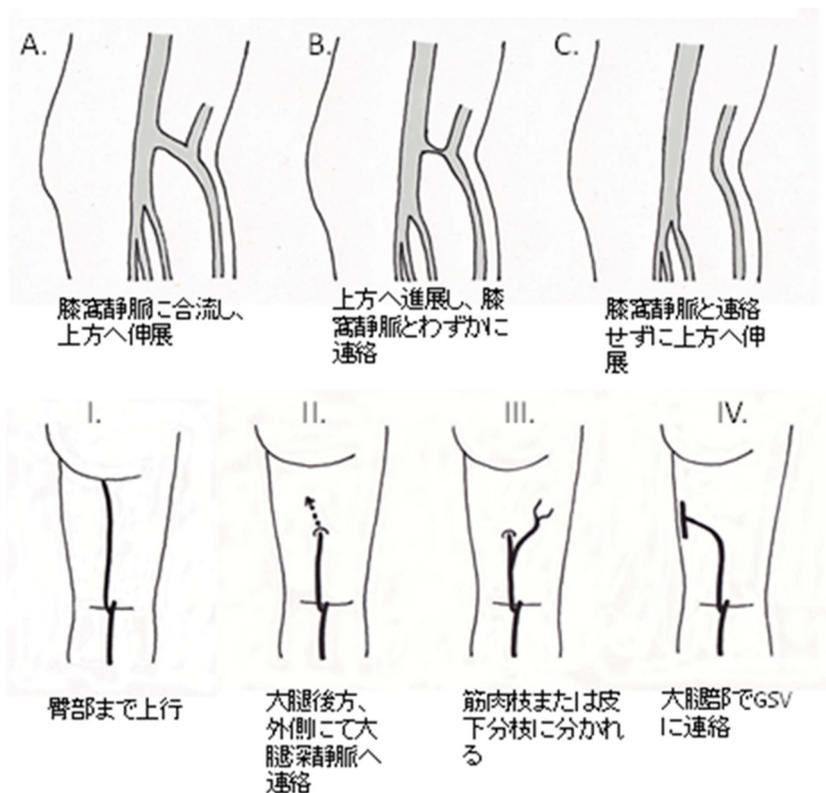
SSV は膝窩領域で膝窩静脈に合流するが (SPJ)、合流せずに上行することも多く、合流様式を観察する。SPJ は膝窩より 2~4 cm の高さにあるがばらつきが多い¹¹¹⁾。SSV が膝窩静脈に合流せず、大腿二頭筋の間と半膜様筋の間を走行し大腿や臀部の穿通枝に流入するものを、大腿伸展(thigh extension)と呼ぶ。

合流形式により 3 つのパターンに分類されている¹⁵⁾。(図 23)

- ①大腿伸展もしくは伏在静脈間静脈に連絡し、膝窩静脈に合流する
- ②大腿伸展または伏在静脈間静脈に連絡し、膝窩静脈とは細い静脈で合流する
- ③膝窩静脈とは連絡せず、大腿伸展または伏在静脈間静脈へ走行する

SSV の上行形式は臀部、GSV へ連絡するなどいくつかのパターンが存在する^{15,112)}。SSV の径は大伏在静脈に対応させれば SPJ、膝窩などの複数個所で測定し参考とする。

図 23 伏在 - 膝窩静脈接合部合流形式と大腿伸展のパターン



GSV 径は SFJ と膝部付近では、ばらつきが多いが、GSV 径が 7～7.3mm 以上では高度の逆流を有することが報告されている¹⁰⁴⁻¹¹²⁾。一方正常伏在静脈の径は 3mm 以下が多く、3.5～4mm 以上では逆流を有することが多いとも報告されている^{113,114)}。以上より正常では GSV の径は 3～7mm、SSV の径は 2～4mm とされている^{4,73,112,115)}。

正常の大伏在静脈の太さは、通常 3～7mm 程度、小伏在静脈は 2～4mm 程度とされている。
(クラス IIIb、レベル C)

3) 大腿部の深部静脈

総大腿静脈の観察後、大腿静脈の逆流の有無を検索する。必要なら大腿深静脈も観察する。

4) 大腿部穿通枝

大腿部内側で穿通枝を観察する。後面や外側では、静脈瘤がない場合は検索する必要はほとんどない。カラー Doppler を用いて二方向性の血流が認められれば異常のことが多い¹¹⁶⁾。穿通枝が存在する場所と、筋膜を貫く部分の径を測定し不全かどうか考慮に入れる。

5) 膝窩部の静脈

膝窩部は SSV も含め走行および構造が複雑な部分であり、膝窩静脈、SSV、腓腹静脈の関係を丹念に観察する。SSV が膝窩静脈に流入する場合、SPJ の弁不全があると SPJ より中枢側の膝窩静脈に逆流を検出することがある¹¹⁷⁾。末梢側に逆流信号がある場合は深部の逆流と判断する⁶⁸⁾。SSV の膝窩静脈への流入方向として外側、後方内側が多いとされている¹⁵⁾。ミルキングでの圧迫時に SPJ からの SSV への逆流がある場合は、膝窩静脈または大腿静脈の閉塞が疑われる。

6) 膝下の静脈

腓腹静脈は膝窩静脈に合流するが、SSV と一緒になり合流することも多い。ひらめ(筋)静脈の観察については血栓後遺症が疑われる場合は必要である。

下腿の GSV についても逆流を検索する。GSV の下腿の代表的分枝である後弓状静脈 (posterior arch vein, Leonard's vein) に、後脛骨穿通枝が下腿内側で合流することが多い。

7) 下腿の穿通枝

穿通枝から表在静脈に向かう血流を認めたら、筋膜を貫く部の径を測定する。径だけで不全かどうかは判断できない¹¹⁸⁾。不全穿通枝がある場合、ほとんどの接続表在静脈に静脈逆流が認められることが報告されている。

8) 報告書(例)(図 24)

図 24 下肢静脈瘤の報告書例

検査日 20●●年●月●日

患者ID かな 患者氏名 生年月日	年齢 性別 依頼科 外来-病棟 外来 依頼医	臨床診断 下肢静脈瘤 検査目的 静脈瘤精査
----------------------------	---------------------------------------	------------------------------------

<エコー所見>

▽右下肢:

- ・大伏在静脈は鼠径部から下腿部まで有意な拡大、逆流ありません。
- ・小伏在静脈に有意な拡大、逆流ありません。

▼左下肢:大伏在静脈、不全穿通枝由来の静脈瘤と考えられます。

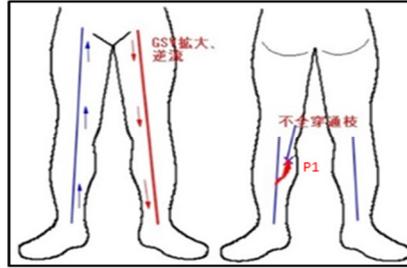
- ・大伏在静脈は鼠径部から下腿部まで軽度拡大し、逆流しています。
- ・腓腹部内側付近では小伏在静脈の側枝静脈が、一部屈曲蛇行し瘤状に観察されます。この静脈瘤は、不全穿通枝を介して腓腹静脈と交通しています。
- ・小伏在静脈起始部には有意な拡大、逆流ありません。

▽表在静脈、深部静脈に明らかな血栓は検出されません。

<詳細>

Rt	径(mm)	有意逆流	血栓
FV	9	-	-
GSV(鼠径部)	4	-	-
GSV(大腿部)	4	-	-
GSV(下腿部)	3	-	-
SSV(合流部)	1	-	-
SSV(末梢部)	3	-	-
Lt	径(mm)	有意逆流	血栓
FV	11	-	-
GSV(鼠径部)	8	+	-
GSV(大腿部)	6	+	-
GSV(下腿部)	4	+	-
SSV(合流部)	2	-	-
SSV(末梢部)	3	-	-
穿通枝(P1)	4	+	-

※有意逆流の判定
深部静脈は1.0秒以上
表在静脈は0.5秒以上



【血管名略語一覧】
GSV:大伏在静脈 SSV:小伏在静脈 FV:大腿静脈

<診断医コメント>

実施者 山本哲也	ダブルチェック	診断医	承認日
----------	---------	-----	-----

埼玉医科大学国際医療センター

検査日 20●●年●月●日	
患者ID	患者氏名
実施者 山本哲也	ダブルチェック
診断医	承認日

埼玉医科大学国際医療センター

d) 下肢静脈瘤治療後の静脈エコー法

下肢静脈瘤の治療として、ETAのうち血管内レーザー焼灼術(endovenous laser ablation、以下 EVLA)、高周波焼灼術 (radiofrequency segmental ablation、以下 RFSA) が保険認可され爆発的に施行されてきた。これらの血管内治療においては術前・術中の検査だけでなく、効果判定、さらにフォローアップに超音波検査は必須である^{76,119)}。そのためには、血流評価の正しい観察と診断をすること、そして経時的な記録を正確に残す必要がある。治療の効果判定や再発病変かどうか評価するためには、静脈エコーにより病態を正確に検査し、記録する必要がある⁶⁷⁾。

治療効果の判定や再発の評価のために、静脈エコーによる検査と正確な記載が必要である。
(クラス I、レベル C)

1)治療の内容の把握

静脈エコー検査のためには、施行された下肢静脈疾患の治療の内容について情報を知っておく必要がある。以下に主な下肢静脈瘤の治療手技について記した。

- ① SFJ、 SPJ の処理の有無：高位結紮、低位結紮、GSV の離断
- ②GSV・SSV の処理法：処理せず、ストリッピング（部位）、EVLA、RFSA、硬化療法
- ③分枝処理：結紮、処理せず、瘤摘出、硬化療法
- ④穿通枝（部位）：処理せず、筋膜上結紮、硬化療法、高周波、レーザー焼灼、内視鏡的筋膜下穿通枝切離術（subfascial endoscopic perorating vein surgery、SEPS）

2)検査の時期

治療後早期（1～4 週）は、治療の目的が達せられたかどうか⁶⁷⁾、さらに治療後の深部静脈血栓症の有無について評価を行う。特に ETA では、深部静脈への血栓進展（endovenous heat-induced thrombus、EHIT）^{120,121)} の観察のため 3 日以内に一度評価を行うべきである¹²²⁾（図 25,26）。周術期は静脈瘤治療でも DVT が生じる危険性があること、さらに EVA や硬化療法等では熱刺激や硬化剤の影響により DVT を生じやすいことが予想されるため、周術期は定期的なエコー検査を行うようにする。

術後はその後 1 か月後、1 年後と定期的な検査が望ましい¹²³⁾。遠隔期は、再発を疑った際に随時検査を施行する。また遠隔成績を評価するためには、年単位の期間をおいて評価すべきである。

図 25 血管内レーザー焼灼術後のエコー所見（endovenous heat-induced thrombus 例）

A: 短軸像、B:長軸像、大伏在 - 大腿静脈接合部を超える血栓像を認める。文献 121) から改変転載。

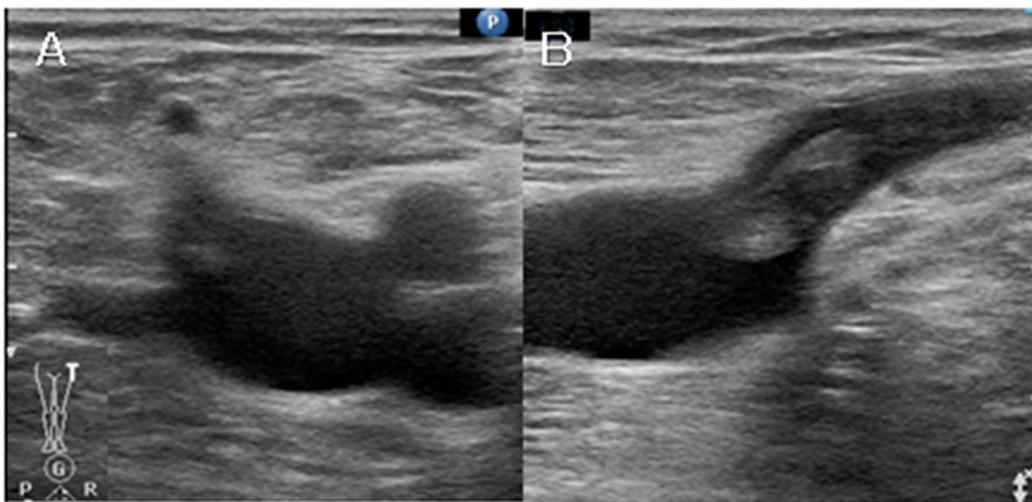
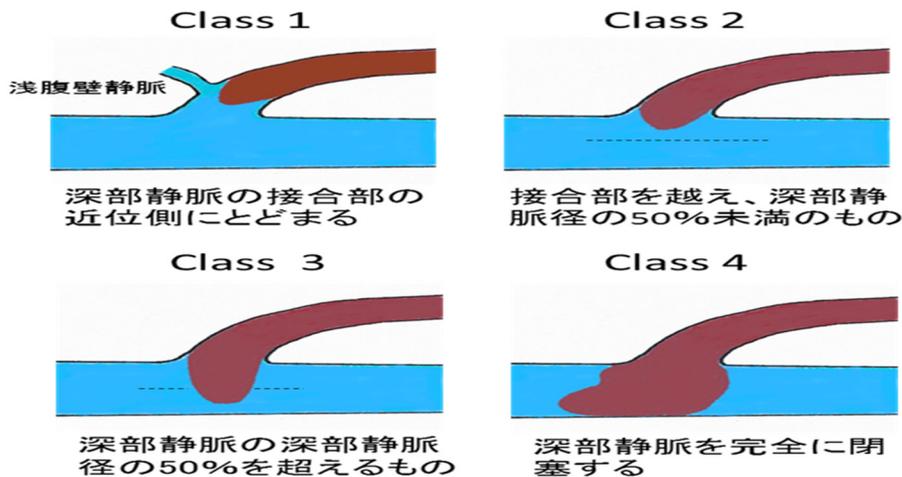


図 26 Endovenous heat-induced thrombus 分類



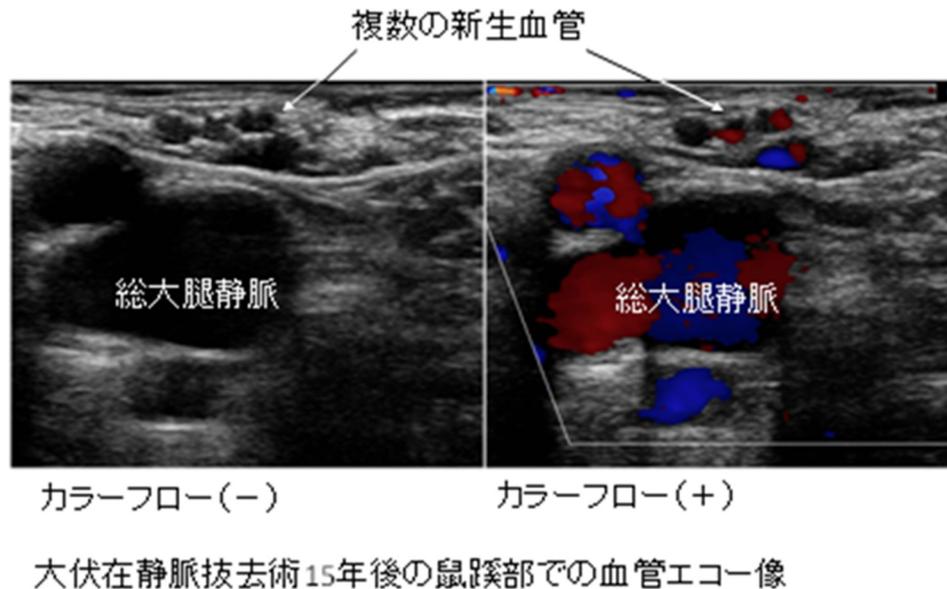
3)術後の検査のポイント

SFJ、SPJを観察し、抜去した伏在静脈の走行に沿って検査を施行する。処理した穿通枝についても同様である。再発性静脈瘤は、筋膜との関係、深部静脈との交通に注意して検査を行う。再発性静脈瘤と深部静脈との交通が認められないこともよく認められる^{124,125)}。

① SFJ

SFJは再発が起りやすい場所である¹²⁴⁾。再発形式にはいくつかの原因があり、もっとも多いのは不十分な手技によるものが考えられているが、特殊なものとして血管新生が考えられている。血管新生とは、以前処理を施行した接合部断端や大腿静脈と静脈瘤や分枝の間に、新たに生じ、小さく屈曲した静脈が多発したものを血管新生と呼ぶ^{7,123,126)}。血管形成異常や海綿腫と鑑別する必要がある。新生血管ではバルサルバ負荷やミルキング負荷で逆流を示すことが多い(図27)。

図27 血管新生と考えられた再発例



GSVの結紮が低位の場合、遺残する断端が観察できる。もっとも多い再発形式は遺残分枝の逆流に伴うものであり、副伏在静脈や静脈瘤と連絡することが多い。一方、ETAや選択的ストリッピングの際は、分枝からSFJにかけてGSV起始部が残っており、通常は逆流が存在せず血流を集める様子が観察される^{127,128)}。

EVLAではSFJから0.5~3cm、RFSAではSFJの2cm末梢(浅腹壁静脈の1cm末梢)から焼灼を行う^{122,129-131)}。よってSFJの接合部付近は開存し、分枝からの血流が存在する。熱焼灼術では、合併症としてEHITが生じることがあるが¹²⁰⁾、血栓伸展が深部静脈の径の50%を超えるものをclass 3、深部静脈を閉塞するものがClass 4に分類(図26)され、抗凝固療法による治療が必要である¹³²⁾。EVLA後における、SFJや伏在静脈近位側の治療後の逆流の残存、再出現は異常な所見である。

② GSV

大腿部では、GSVの有無をコンパートメント内で観察する。観察できた際は、太さと逆流を測定する。ストリッピング部における再発静脈瘤では、コンパートメント外に認められる副伏在静脈などが拡大蛇行し、逆流を認めることが多い。

ETAでは、通常治療後の伏在静脈本幹は閉塞し、超音波上6~12か月で認められなくなる。負荷にて本幹に逆流信号を認めるものは異常であり、その場合交通する分枝との関係を観察する。また、術後の経過から、治療効果が不十分なのか、閉塞後の再疎通かどうか判定する。再疎通とは以前に閉塞していた静脈において、再び血流が明らかとなったものをいう¹²³⁾。

膝下領域でも、GSVの遺残逆流と静脈径を測定する。

GSV の EVA およびストリッピング術では、通常膝レベルまでの処理が多い。この場合膝下の GSV は開存し、術前に膝下 GSV の逆流のある例では術後も逆流が残存するが、臨床的に問題はないとされ^{133,134)}、静脈機能も改善が得られている⁹⁴⁾。

③SPJ

通常の SSV の高位結紮後であれば、断端が残っている像が観察できる。

SPJ の新生血管は、不全静脈を介し膝窩静脈か、大腿後部の静脈へ合流する。下腿ミルキングの圧迫時に逆流が増大する場合は、中枢側の深部静脈の閉塞を疑わせる⁶⁸⁾。穿通枝、腓腹静脈、膝窩静脈の逆流の観察を行う。

④EVA では術後分枝は開存性も観察しておく。穿通枝

外科治療後の再発例では、穿通枝の逆流による再発例が多いため¹³⁵⁾、瘤付近の静脈瘤への連絡と穿通枝の存在を観察する。

【終わりに】

下肢静脈瘤と深部静脈血栓症における標準的診断法についてまとめた。超音波診断は、下肢静脈疾患においてもっとも有用とされ重要な診断法である。日本では、まだ国内でのエビデンスが少なく、用語の統一性等の課題もあるが、この標準化案がお役に立てれば幸いである。

【用語解説】

・穿通枝と交通枝

古くは表在静脈同士、あるいは深部静脈同士を結ぶ静脈を交通枝(communicating vein)、表在静脈と深部静脈を結ぶ静脈を穿通枝(perforating vein)と区別して用いられていた。現在では臨床的に同義語として用いる。

・Dodd (Hunter)、Boyd、Cockett 穿通枝

2006 年の国際静脈学会のコンセンサスで、人名で呼ばれていた Dodd (Hunter)、Boyd、Cockett 穿通枝を大腿部穿通枝や膝部穿通枝、下腿部穿通枝と新しく分類⁶⁾された。

・一次性静脈瘤と二次性静脈瘤

一次性静脈瘤は発生機序については十分解明されていないが、多くの危険因子（遺伝、性別、妊娠、職業、年齢など）が関与して発症する静脈瘤。一方、二次性静脈瘤は深部静脈血栓症や骨盤内腫瘍などにより深部静脈の循環障害、穿通枝の弁不全が生じ、それを介して表在静脈の血流が増大、圧が上昇して引き起こされる静脈瘤。

・ミルキング

観察部位より末梢側の筋肉内静脈血を絞り出すように圧迫する操作。

・有意逆流

表在静脈や穿通枝は 500ms 以上^{68,69,80)}、深部静脈は 1000ms 以上を有意逆流とする^{64,80)}。

付記

今回の標準的評価法作成に当たり、2016 年現在での報告や施行状況から指標や実施法を作成したが、今後の研究や報告により改訂が必要となる内容もあることを付記する。

参考文献

- 1) Guyatt GH, Norris SL, Schulman S, et al: Methodology for the Development of Antithrombotic Therapy and Prevention of Thrombosis Guidelines: Antithrombotic Therapy and Prevention of Thrombosis, 9th ed: American College of Chest Physicians Evidence-Based Clinical Practice Guidelines. Chest 2012;141:53S-70S.

- 2) Levine GN, Bates ER, Bittl JA, et al: 2016 ACC/AHA Guideline Focused Update on Duration of Dual Antiplatelet Therapy in Patients With Coronary Artery Disease: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines: An Update of the 2011 ACCF/AHA/SCAI Guideline for Percutaneous Coronary Intervention, 2011 ACCF/AHA Guideline for Coronary Artery Bypass Graft Surgery, 2012 ACC/AHA/ACP/AATS/PCNA/SCAI/STS Guideline for the Diagnosis and Management of Patients With Stable Ischemic Heart Disease, 2013 ACCF/AHA Guideline for the Management of ST-Elevation Myocardial Infarction, 2014 AHA/ACC Guideline for the Management of Patients With Non-ST-Elevation Acute Coronary Syndromes, and 2014 ACC/AHA Guideline on Perioperative Cardiovascular Evaluation and Management of Patients Undergoing Noncardiac Surgery. *Circulation* 2016;134:e123-e155.
- 3) 田中幸子, 西上和宏, 谷口信行, 他: 日本超音波医学会用語・診断基準委員会: 下肢深部静脈血栓症の標準的超音波診断法. *超音波医学* 2008;35:35-44.
- 4) 山本哲也, 松村誠: 第4章 四肢静脈、日本超音波検査学会監修, 血管超音波テキスト, —日本超音波検査学会監修, 医歯薬出版, 東京, p. 87-126, 2005.
- 5) 肺血栓塞栓症および深部静脈血栓症の診断、治療、予防に関するガイドライン (2009年改訂版). 循環器病の診断と治療に関するガイドライン (2008年度合同研究班報告) (http://www.j-circ.or.jp/guideline/pdf/JCS2009_andoh_h.pdf)
- 6) Allegra C, Antignani PL, Bergan JJ, et al: International Union of Phlebology Working Group: The “C” of CEAP: Suggested definitions and refinements: An International Union of Phlebology conference of experts. *J Vasc Surg* 2003;37:129-131.
- 7) Eklöf B, Perrin M, Delis KT, et al: Update terminology of chronic venous disorders: the VEIN-TERM transatlantic interdisciplinary consensus document. *J Vasc Surg* 2009;49:498-501.
- 8) Eklöf B, Rutherford RB, Bergan JJ, et al: Revision of the CEAP classification for chronic venous disorders: consensus statement. *J Vasc Surg* 2004;40:1248-1252.
- 9) Beebe HG, Bergan JJ, Bergqvist D, et al: Classification and grading of chronic venous disease in the lower limbs. A consensus statement. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 1996;12:487-491.
- 10) Nicolaides AN, Allegra C, Bergan J, et al: Management of chronic venous disorders of the lower limbs guidelines according to scientific evidence. *Int Angiol* 2008;27:1-59.
- 11) Mózes G, Carmichael SW, Gloviczki P: Development and anatomy of the venous system. Gloviczki P, Yao JST ed. *Handbook of venous disorders*, 2nd edition, Guidelines of the American Venous Forum. ~~London~~, Arnold, London, p.11-24, 2001.
- 12) 應儀成二, 岩井武尚, 安藤太三, 他: ひらめ筋内静脈検討委員会合意内容. *静脈学* 2010;21:77-81.
- 13) 小櫃由樹生: 静脈疾患 新たなる展開 解剖. *脈管学* 2009;49:195-200.
- 14) Caggiati A, Bergan JJ, Gloviczki P, et al: Nomenclature of the veins of the lower limbs: an international interdisciplinary consensus statement. ~~—~~ *J Vasc Surg* 2002;36:416-422.
- 15) Cavezzi A, Labropoulos N, Partsch H, et al: Duplex ultrasound investigation of the veins in chronic venous disease of the lower limbs. UIP consensus document. Part II Anatomy. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2006;31:288-299.
- 16) Mozes G, Gloviczki P, Menawat SS, et al: Surgical anatomy for endoscopic subfascial division of perforating veins. *J Vasc Surg* 1996;24:800-808.
- 17) 佐戸川弘之: 内視鏡的筋膜下穿通枝切離術の実際. *静脈学* 1998;9:85-92.
- 18) Berberich J, Hirsch S: Die rontgenographische darstellung der arterien und venen ani lebeneden

- menschen. *Klin Wochenschr* 1923;2:2226.
- 19) Wells PS, Hirsh J, Anderson DR, et al. Accuracy of clinical assessment of deep-vein thrombosis. *Lancet* 1995;345:1230-1236.
 - 20) Fletcher JP, Kershaw LZ, Barker DS, et al: Ultrasound diagnosis of deep venous thrombosis. *Med J Aust* 1990;153:453-455.
 - 21) Sauerbrei E, Thomson J, McLachlan M, et al: Observer variation in lower limb venography. *J Can Assoc Radiol* 1981;32:28-29.
 - 22) de Valois JC, van Schaik CC, Verzibergen F, et al: ~~van Ramshorst B, Eikelboom BC, Meuwissen OJAT.~~ Contrast venography: from gold standard to 'golden backup' in clinically suspected deep vein thrombosis. *Eur J Radiol* 1990;11:131-137.
 - 23) Naidich J, Feinberg AW, Karp-Harman H, et al: Contrast venography: reassessment of its role. *Radiology* 1988;168:97-100.
 - 24) Talbot S: Use of real-time imaging in identifying deep venous obstruction: a preliminary report. *Bruit* 1982;VI:41-42.
 - 25) 應儀成二, 金岡保 : 肺塞栓と深部静脈血栓症の超音波診断. *超音波医学 Jpn J Med Ultrasonics* 2004;31:J337-J346
 - 26) Tapson VF, Carroll BA, Davidson BL, et al: The diagnostic approach to acute venous thromboembolism. Clinical Practice Guideline. American Thoracic Society. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;160:1043-1066.
 - 27) Kahn SR: The clinical diagnosis of deep vein thrombosis: integrating incidence, risk factors and symptoms and signs. *Arch Intern Med* 1998;158:2315-2323.
 - 28) Heijboer H, Buller HR, Lensing A, et al: A comparison of real-time compression ultrasonography with impedance plethysmography for the diagnosis of deep-vein thrombosis in symptomatic outpatients. *N Engl J Med* 1993;329:1365-1369.
 - 29) Prandoni P, Mannucci PM: Deep vein thrombosis of the lower limbs: diagnosis and management. *Baillieres Best Pract Clin Haematol* 1999;12:533-554.
 - 30) Gould MK, Garcia DA, Wren SM, et al: Prevention of VTE in Nonorthopedic Surgical Patients: Antithrombotic Therapy and Prevention of Thrombosis, 9th ed: American College of Chest Physicians Evidence-Based Clinical Practice Guidelines. *Chest* 2012;141:e227S-e277S. †
 - 31) Wells PS, Anderson DR, Bormanis J, et al: Value of assessment of pretest probability of deep-vein thrombosis in clinical management. *Lancet* 1997;350:1795-1798.
 - 32) Bates SM, Jaeschke R, Stevens AM, et al: Diagnosis of DVT: Antithrombotic Therapy and Prevention of Thrombosis, 9th ed: American College of Chest Physicians Evidence-Based Clinical Practice Guidelines. *Chest* 2012;141:e351S-e418S.
 - 33) Konstantinides SV, Torbicki A, Agnelli G, et al: 2014 ESC Guidelines on the diagnosis and management of acute pulmonary embolism. *Eur Heart J* 2014;35:3033-3069.
 - 34) Killewich L, Bedford G, Beach K, et al: Diagnosis of Deep Venous Thrombosis. A prospective study comparing duplex scanning to contrast venography. *Circulation* 1989;79:810-814.
 - 35) Practice guideline for the performance of peripheral venous ultrasound examinations: *J Ultrasound Med* 2011;30:145-150.
 - 36) 江藤博昭, 佐藤 洋 : 深部静脈血栓症と下肢静脈瘤. —竹中克, 戸出浩之, 西上和宏編, 血管エコーハンドブック. —編集 : 竹中克, 戸出浩之, 西上和宏. —金芳堂, —京都都.—p.103-120, 2015.—P103-120.

- 37) Bernardi E, Camporese G, Büller HR, et al: Erasmus Study Group. Serial 2-point ultrasonography plus D-dimer vs whole-leg color-coded Doppler ultrasonography for diagnosing suspected symptomatic deep vein thrombosis: a randomized controlled trial. *JAMA* 2008;300:1653-1659.
- 38) Johnson SA, Stevens SM, Woller SC, et al: Risk of deep vein thrombosis following a single negative whole-leg compression ultrasound: a systematic review and meta-analysis. *JAMA* 2010;303(5):438-445.
- 39) 佐藤洋, 松尾汎, 井門浩美, 他: 大腿静脈を観察部位とした下肢深部静脈血栓症の超音波診断の有用性に関する検討. *脈管学* 1997;37:65-71.
- 40) H. Matsuo, N. Nakanishi, S. Kyotani, et al: ~~Matsuo H, et al[S1]~~: Ultrasonographic diagnosis of embolic sources in pulmonary embolism. ~~Vascular surgery~~, Wang ZG, eds, (Ed: Z.G. Wang), ~~Vascular surgery~~, Vol.1, International Academic publishers, Beijing, p.301-305, 1998.
- 41) 松尾汎: 深部静脈血栓の超音波診断. *超音波医学 J-Med Ultrasonics* 2007;34:27-34.
- 42) White RH, McGahan JP, Daschbach MM, et al: Diagnosis of deep-vein thrombosis using duplex ultrasound. *Ann Int Med* 1989;111:297-304.
- 43) Kearon C, Julian JA, Math M, et al: Noninvasive diagnosis of deep venous thrombosis. McMaster Diagnostic Imaging Practice Guidelines Initiative. *Ann Intern Med* 1998;128:663-677.
- 44) Becker D, Philbrick J, Abbitt P: Real-time ultrasonography for the diagnosis of lower extremity deep venous thrombosis. *Arch Intern Med* 1989;149:1731-1734.
- 45) Lensing A, Davidson B, Prins M, et al: Diagnosis of deep-vein thrombosis with ultrasound imaging in symptomatic patients and asymptomatic high-risk patients. ~~Hull R, Raskob G, Pineo G, eds,~~ Venous thromboembolism: an evidence-based atlas. ~~Armonk, NY,~~ Futura Publishing Co, ~~Armonk, NY~~, p.115-124, 1996.
- 46) Atri M, Herba MJ, Reinhold C, et al: Accuracy of sonography in the evaluation of calf deep vein thrombosis in both postoperative surveillance and symptomatic patients. *AJR Am J Roentgenol* 1996;166:1361-1367.
- 47) Semrow CM, Friedell ML, Buchbinder D: The efficacy of ultrasonic venography in the detection of calf vein thrombosis. 10th annual meeting of the Society of Noninvasive Vascular Technology. Toronto, Ontario; 1984.
- 48) Zierler BK: Ultrasonography and diagnosis of venous thromboembolism. *Circulation* 2004;109:9-14
- 49) Voet D, Afschrift M: Floating thrombi: diagnosis and follow-up by duplex ultrasound. *Br J Radiol* 1991;64:1010-1014.
- 50) Baldrige E, Martin M, Welling R: Clinical significance of free-floating venous thrombi. *J Vasc Surg* 1990;11:62-69.
- 51) Radomski JS, Jarrell BE, Carabasi RA, et al: Risk of pulmonary embolus with inferior vena cava thrombosis. *Am Surg* 1987;53:97-101.
- 52) Murphy TP, Cronan JJ: Evolution of deep venous thrombosis: a prospective evaluation with US. *Radiology* 1990;177:543-548.
- 53) Ohgi S, Ito K, Tanaka K, et al: Echogenic types of venous thrombi in the common femoral vein by ultrasonic B-mode imaging. *Vasc Surg* 1991;25:253-258.
- 54) Hertzberg BS, Kliever MA, DeLong DM, et al: Sonographic assessment of lower limb vein diameter: implications for the diagnosis and characterization of deep venous thrombosis. *Am J Roentgenol* 1997;168:1253-1257.

- 55) Yamaki T, Nozaki M, Sakurai H, et al: High peak reflux velocity in the proximal deep veins is a strong predictor of advanced postthrombotic sequelae. *J Thromb Haemost* 2007;5:305-312.
- 56) Prandoni P, Cogo A, Bernardi E, et al: A simple ultrasound approach for detection of recurrent proximal-vein thrombosis. *Circulation* 1993;88:1730-1735 .
- 57) Heijboer H, Jongbloets LM, Büller HR, et al: Clinical utility of real-time compression ultrasonography for diagnostic management of patients with recurrent venous thrombosis. *Acta Radiol* 1992;33:297-300.
- 58) Cronan JJ, Leen V: Recurrent deep venous thrombosis: limitations of US. *Radiology* 1989;170:739-742.
- 59) Piovela F, Crippa L, Barone M, et al: Normalization rates of compression ultrasonography in patients with a first episode of deep vein thrombosis of the lower limbs: association with recurrence and new thrombosis. *Haematologica* 2002;87: 515-522.
- 60) Villalta S, Rossi L, Bernardi E, et al: Serial compression ultrasonography in the diagnostic approach of patients with clinically suspected recurrent deep vein thrombosis. Interim report of an ongoing study [abstract]. *Thromb Haemost* 1997;78:588.
- 61) Prandoni P, Lensing AWA, Bernardi E, et al: The diagnostic value of compression ultrasonography in patients with suspected recurrent deep vein thrombosis-. *Thromb Haemost* 2002;88:402-406.
- 62) Linkins LA, Stretton R, Probyn L, et al: Interobserver agreement on ultrasound measurements of residual vein diameter, thrombus echogenicity and Doppler venous flow in patients with previous venous thrombosis-. *Thromb Res* 2006;117:241-247.
- 63) Koopman MM, Jongbloets L, Lensing AW, et al: Clinical utility of a quantitative B-mode ultrasonography method in patients with suspected recurrent deep vein thrombosis (DVT). *Thromb Haemost* 1993;69:285a.
- 64) Gloviczki P, Comerota AJ, Dalsing MC, et al: The care of patients with varicose veins and associated chronic venous diseases: Clinical practice guidelines of the Society for Vascular Surgery and the American Venous Forum. *J Vasc Surg* 2011;53:2S-48S.
- 65) Magnusson M, Kålebo P, Lukes P, et al: Colour Doppler ultrasound in diagnosing venous insufficiency. A comparison to descending phlebography. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 1995;9:437-443.
- 66) Masuda EM, Kistner RL, Eklof B: Prospective study of duplex scanning for venous reflux: comparison of Valsalva and pneumatic cuff techniques in the reverse Trendelenburg and standing positions. *J Vasc Surg* 1994;20:711-720.
- 67) De Maeseneer M, Pichot O, Cavezzi A, et al: Duplex ultrasound investigation of the veins of the lower limbs after treatment for varicose veins – UIP consensus document. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2011;42:89-102.
- 68) Coleridge-Smith P, Labropoulos N, Partsch H, et al: Duplex ultrasound investigation of the veins in chronic venous disease of the lower limbs: UIP consensus document: part I. Basic principles. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2006;31(4):83-92.
- 69) Sarin S, Sommerville K, Farrah J, Scurr JH, Coleridge Smith PD: Duplex ultrasonography for assessment of venous valvular function of the lower limb. *Br J Surg* 1994;81:1591-1595.
- 70) Physiology and functional anatomy. Browse NL, Burnand KG, Lea Thomas M. eds, *Diseases of the veins Pathology, Diagnosis and Treatment*. Edward Arnold, London, p.53-69,-1989.
- 71) 田中宏樹, 石原康守, 袴田安紀子: 一次性下肢静脈瘤における深部静脈の形態-Duplex scanによる静脈断

面積の計測. 静脈学 2008;19:187-194.

- 72) 戸島雅博, 西谷泰: 下肢静脈瘤結紮併用硬化療法前後の深部静脈径の変化. 静脈学 10(3):1999;263-269.
- 73) Haenen JH, van Langen H, Janssen MC, et al: Venous duplex scanning of the leg: range, variability and reproducibility. Clin Sci (Lond) 1999;96:271-277.
- 74) 佐戸川弘之, 岩谷文夫, 猪狩次雄, 他: 血管内視鏡による静脈弁の形態と分類. 脈管学 1992;32(5);395-401.
- 75) Edwards EA: The orientation of venous valves in relation to body surface. Anat Rec 1936;64:369-385.
- 76) Nicolaides AN: Investigation of chronic venous insufficiency A consensus statement (France, March 5-9,1997). Circulation 2000;102(20):E126-163.
- 77) Lees TA, Lambert D: Patterns of venous reflux in limbs with skin changes associated with chronic venous insufficiency. Br J Surg 1993 ;80:725-728.
- 78) Markel A, Meissner MH, Manzo RA, et al: A comparison of the cuff deflation method with Valsalva's maneuver and limb compression in detecting venous valvular reflux. Arch Surg 1994;129:701-705.
- 79) Van Bemmelen PS, Bedford G, Beach K, et al: Quantitative segmental evaluation of venous valvular reflux with duplex ultrasound scanning. J Vasc Surg 1989;10:425-431.
- 80) Labropoulos N, Tiongson J, Pryor L, et al: Definition of venous reflux in lower-extremity veins. J Vasc Surg 2003;38:793-798.
- 81) Yamaki T, Nozaki M, Sakurai H, et al: Comparison of manual compression release with distal pneumatic cuff maneuver in the ultrasonic evaluation of superficial venous insufficiency. Eur J Vasc Endovasc Surg 2006;32:432-467.
- 82) Konoeda H, Yamaki T, Hamahata A, et al: Quantification of superficial venous reflux by duplex ultrasound- role of reflux velocity in the assessment the clinical stage of chronic venous insufficiency. Ann Vasc Dis 7:2014:376-382.
- 83) Broholm R, Kreiner S, Bækgaard N, et al: Observer agreement of lower limb venous reflux assessed by duplex ultrasound scanning using manual and pneumatic cuff compression in patients with chronic venous disease and controls. Eur J Vasc Endovasc Surg 2011;41:704-710.
- 84) 佐戸川弘之, 星野俊一, 岩谷文夫, 他: 皮膚症状を呈する慢性静脈不全症 (Cs(4-6)) の血流状態と外科治療. 日心外会誌 1996;25 : 290-294.
- 85) Neglén P, Egger JF 3rd, Olivier J, et al : Hemodynamic and clinical impact of ultrasound-derived venous reflux parameters. J Vasc Surg 2004;40:303-310.
- 86) Neglén P, Raju S: A rational approach to detection of significant reflux with duplex Doppler scanning and air plethysmography. J Vasc Surg 1993;17:590-595.
- 87) Weingarten MS, Czeredarczuk M, Scovell S, et al: A correlation of air plethysmography and color-flow-assisted duplex scanning in the quantification of chronic venous insufficiency. J Vasc Surg 1996;24:750-754.
- 88) Vasdekis SN, Clarke GH, Nicolaides AN: Quantification of venous reflux by means of duplex scanning. J Vasc Surg 1989;10:670-677.
- 89) Yamaki T, Nozaki M, Fujiwara O, et al: Comparative evaluation of duplex-derived parameters in patients with chronic venous insufficiency: correlation with clinical manifestations. J Am Coll Surg 2002;195:822-830.
- 90) Labropoulos N, Mansour MA, Kang SS, et al: New Insights into perforator vein incompetence. Eur J Vasc Endovasc Surg 1999;18:228-234.
- 91) Sandri JL, Barros FS, Pontes S, et al: Diameter-reflux relationship in perforating veins of patients

- with varicose veins. *J Vasc Surg* 1999;30:867-874.
- 92) 山本尚人, 小谷野憲一: 下肢静脈瘤手術症例における穿通枝の経時的変化. *静脈学* 2002;13(5):351-355.
- 93) 山本尚人, 海野直樹, 三岡博, 他: 下肢静脈瘤下腿穿通枝診断における超音波検査と術中所見. *静脈学* 2002;13:11-15.
- 94) 応儀成二, 金岡保, 森透: 超音波断層法を用いた一次性下肢静脈瘤における不全穿通枝の診断. *日外会誌* 1994; 95:34-39.
- 95) 石橋宏之, 太田敬, 保坂実, 杉本郁夫, 他: 大腿限局ストリッピング術の静脈機能評価 全長ストリッピング術との比較. *静脈学* 2004;15:385-390.
- 96) Szendro G, Nicolaidis AN, Zukowski AJ, et al: Duplex scanning in the assessment of deep venous incompetence. *J Vasc Surg* 1986;4(3):237-242.
- 97) Hanrahan LM, Araki CT, Rodriguez AA, et al: Distribution of valvular incompetence in patients with venous stasis ulceration. *J Vasc Surg* 1991;13:805-811.
- 98) Labropoulos N, Leon M, Geroulakos G, et al: Venous hemodynamic abnormalities in patients with leg ulceration. *Am J Surg* 1995;169:572-574.
- 99) 坂田雅宏, 松本倫, 井上享三, 他: Duplex scan 検査からみた下肢静脈瘤の病態. *静脈学* 2003;14:269-274.
- 100) Simons GR, Skibo LK, Polak JF, et al: Utility of leg ultrasonography in suspected symptomatic isolated calf deep venous thrombosis. *Am J Med* 1995;99:43-47.
- 101) Labropoulos N, Giannoukas AD, Delis K, et al: Where does venous reflux start? *J Vasc Surg* 1997;26:736-742.
- 102) 猪狩公宏, 広川雅之, 内山英俊, 他: 大伏在静脈大腿静脈接合部破格例の検討. *静脈学* 2012;23:25-29.
- 103) Labropoulos N, Kokkosis AA, Spentzouris G, et al: The distribution and significance of varicosities in the saphenous trunks. —*J Vasc Surg*. 2010;51:96-103.
- 104) Navarro TP, Delis KT, Ribeiro AP: Clinical and hemodynamic significance of the greater saphenous vein diameter in chronic venous insufficiency. *Arch SurgArch Surg*. 2002;137:1233-1237.
- 105) Gibson K, Meissner M, Wright D: Great saphenous vein diameter does not correlate with worsening quality of life scores in patients with great saphenous vein incompetence. *J Vasc Surg*. 2012;56:1634-1641.
- 106) Mendoza E, Blättler W, Amsler F: Great saphenous vein diameter at the saphenofemoral junction and proximal thigh as parameters of venous disease class. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2013;45:76-83.
- 107) Kockaert M, de Roos KP, van Dijk L, et al: Duplication of the great saphenous vein: a definition problem and implications for therapy. *Dermatol Surg* 2012;38:77-82.
- 108) Labropoulos N, Tassiopoulos AK, Bhatti AF, et al: Development of reflux in the perforator veins in limbs with primary venous disease. *J Vasc Surg* 2006;43:558-562.
- 109) 小谷野憲一: 下肢一次性静脈瘤の手術 超音波検査に基づいたストリッピング手術の実際. *静脈学* 1999;10:369-378.
- 110) Myers KA, Wood SR, Lee V, et al: Variations of connections to the saphenous system in limbs with primary varicose veins: a study in 1481 limbs by duplex ultrasound scanning. *J Phelobol* 2002;2:11-17.
- 111) Kosinski C: Observations on the Superficial Venous System of the Lower Extremity. *J Anat* 1926;60(Pt 2):131-142.
- 112) 齊藤晋, 川端梨乃, 鈴木義久: Duplex 法における逆流関連測定値と伏在静脈の血管径の関連について.

静脈学 2009;20:7-12.

- 113) 孟真, 金子織江, 中村道明: 治療に役立つ表在静脈エコーの診かた. 心エコー 2005;6:936-945.
- 114) 応儀成二, 金岡保, 伊藤勝朗, 森透: 高分解能超音波断層法を応用した一次性下肢静脈瘤の術前マーキング. 日心外会誌 1991;20:925-928.
- 115) Joh JH, Park HC. The cutoff value of saphenous vein diameter to predict reflux. J Korean Surg Soc 2013;85:169-174.
- 116) Sarin S, Scurr JH, Smith PD: Medial calf perforators in venous disease: the significance of outward flow. J Vasc Surg 1992;16:40-46.
- 117) Jibiki M, Inoue Y, Terasaki H, et al: The effect of short saphenous vein stripping in patients with deep venous reflux. Ann Vasc Dis 2013;6:612-616.
- 118) Yamamoto N, Unno N, Mitsuoka H, et al: Preoperative and intraoperative evaluation of diameter-reflux relationship of calf perforating veins in patients with primary varicose vein. J Vasc Surg 2002;36:1225-1230.
- 119) 広川雅之, 栗原伸久: 波長 1470 nm レーザーによる下肢静脈瘤に対する血管内レーザー焼灼術 bare-tip fiber と radial fiber の比較. 日血外会誌 2013;22:615-621.
- 120) Kabnick L, Berland T: Endothermal heat induced thrombosis after endovenous ablation of the great saphenous vein: clinical relevance? [Jacobs M eds, # Best practice in venous procedures. Wittens C, Edizioni Minerva Medica, Tulin, #p.111-116, 2010.](#)
- 121) 佐戸川弘之, 若松大樹, 横山斉: EHIT. Angiology Frontier 2015;14:1-5.
- 122) 佐戸川弘之, 杉山悟, 広川雅之, 他: 下肢静脈脈瘤治療に対する血管内治療のガイドライン 2009-2010 小委員会報告. 静脈学 2010;21:289-309.
- 123) Kundu S, Lurie F, Millward SF, et al: Recommended reporting standards for endovenous ablation for the treatment of venous insufficiency: joint statement of The American Venous Forum and The Society of Interventional Radiology. J Vasc Surg 2007;46:582-589.
- 124) Perrin MR, Guex JJ, Ruckley CV, et al: Recurrent varices after surgery (REVAS), a consensus document. REVAS group. Cardiovasc Surg 2000;8:233-245.
- 125) Perrin MR, Labropoulos N, Leon LR Jr: Presentation of the patient with recurrent varices after surgery (REVAS). J Vasc Surg 2006;43:327-334.
- 126) Jones L, Braithwaite BD, Selwyn D, et al: Neovascularisation in the principle cause of varicose vein recurrence: results of a randomized trial of stripping the long saphenous vein. Eur J Vasc Endovasc Surg 1996;12:442-445.
- 127) Pittaluga P, Chastanet S, Guex JJ: Great saphenous vein stripping with preservation of sapheno-femoral confluence: hemodynamic and clinical results. J Vasc Surg 2008;47:1300-1304.
- 128) Casoni P, Lefebvre-Vilardebo M, Villa F, et al: Great saphenous vein surgery without high ligation of the saphenofemoral junction. J Vasc Surg 2013;58:173-178.
- 129) Pichot O, Sessa C, Chandler JG, et al: Role of duplex imaging in endovenous obliteration for primary venous insufficiency. Endvasc Ther 2000;7:451-459.
- 130) Puggioni A, Marks N, Hingorani A, et al: The safety of radiofrequency ablation of the great saphenous vein in patients with previous venous thrombosis. J Vasc Surg 2009;49:1248-1255.
- 131) Rasmussen LH, Bjoern L, Lawaetz M, et al: Randomized clinical trial comparing endovenous laser ablation with stripping of the great saphenous vein: clinical outcome and recurrence after 2 years. Eur J Vasc Endovasc Surg 2010;39:630-635.

- 132) Lawrence PF, Chandra A, Wu M, et al: Classification of proximal endovenous closure levels and treatment algorithm. *J Vasc Surg* 2010;52:388-393.
- 133) Theivacumar NS, Dellagrammaticas D, Mavor AI, et al: Endovenous laser ablation: does standard above-knee great saphenous vein ablation provide optimum results in patients with both above- and below-knee reflux? A randomized controlled trial. *J Vasc Surg* 2008;48:173-178.
- 134) 杉山 悟, 内田 發三, 宮出 喜生, 他 : ストリッピング術後に残存する下腿部伏在静脈の逆流と不全穿通枝が下肢静脈機能に及ぼす影響. *静脈学* 2011;22:239-244.
- 135) Van Rij AM, Hill G, Gray C, et al: Thomson I: A prospective study of the fate of venous leg perforators after varicose veins surgery. *J Vasc Surg* 2005;42:1156-1162.