

血管エコー領域の創生

松尾 汎

(松尾クリニック)

はじめに

日本超音波医学会50年誌において、「血管超音波領域（血管エコー領域）」の紹介を要請され、その概要を執筆させて頂く。とは言え、「小生が知っているのは一部・・・？」との思いを払拭し得ず、戸惑いながらの紹介である。しかしながら、小生が少なくとも日本超音波医学会の作成した「血管エコーの標準化」に取り組ませて頂いたこと（表1）と、血管エコーが関連する脈管領域の種々の領域（日本循環器学会関連ガイドライン：表2、無侵襲診断セミナー開催、早期動脈硬化研究会など）に関与させて頂いたこと等に免じて、概説の任をお許し頂きたい。

血管超音波の黎明期

超音波検査は超音波本来の無侵襲性と超音波機器の進歩（デジタル化、高周波プローブの開発など）に伴って、今や血管診療の臨床の間でも必須の検査法（図1）のひとつとなった。

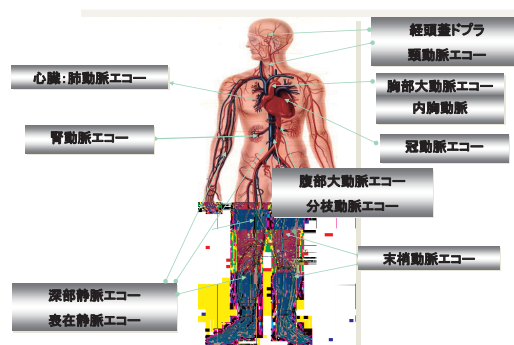


図1 代表的な血管エコー

表1 血管エコーに関するガイドラインの現状

日本超音波医学会

超音波による頸動脈病変の標準的評価法	委員長：松尾 汎 2009 2013（改訂中）
下肢深部静脈血栓症の標準的超音波診断法	委員長：応儀成二→西上和宏 2008
超音波による大動脈・末梢動脈の標準的評価法	委員長：松尾 汎 2012
超音波による腎動脈の標準的評価法	委員長：松尾 汎 （2013 作成中）

表2 血管エコーが関連するガイドラインの一部

日本循環器病学会/他関連学会合同

静脈血栓塞栓症の診療ガイドライン	班長：安藤太三（藤田保健衛生大）
末梢閉塞性動脈疾患の診療ガイドライン	班長：重松 宏（東京医大）2008
大動脈瘤・大動脈解離診療ガイドライン	班長：高本真一（三井記念病院）2006, 2011
血管機能の非侵襲的評価法に関するガイドライン	班長：山科 章（東京医大）2013

日本脳神経超音波学会

頸部血管超音波検査ガイドライン	2006
-----------------	------

しかし、現在のような血管エコーの進歩・隆盛を、誰が予測し得たであろう？

超音波検査は、腹部や心臓への応用はかなり以前から始まっていたが、血管領域では脳外科でのAモードの応用、腹部での1980年頃の断層法による腹部大動脈瘤の存在診断、そして末梢血管で超音波ドプラ血流計を動脈の閉塞病変の評価や静脈の逆流評価で用いるなど、専門施設でのみ応用されているに過ぎなかった。

1980年代以降、平成の時代までに次々とBモード断層法のグレースケール化、電子スキャン法の開発、パルスドプラ法やカラードプラ法などが開発され、それら機器の進歩が血管への応用を促進し、デジタル化、高周波プローブの開発なども伴っ

て、1990年（平成2年）頃までには現在の血管エコー隆盛の萌芽は形成されていた。

血管検査における超音波の利点

超音波検査の特徴は、(1)無侵襲的検査であること、(2)各臓器の動きを実時間（real time）で観察できること、(3)軟部組織の描出に優れること、(4)任意の断層面が観察できること、そして(5)超音波ドプラ法（Doppler法）により血流情報も得られること、さらに、(6)装置が小型で移動が容易なため、ベッドサイドでも迅速に検査できること、また(7)画像診断法の中では比較的経済性に廉価など

	普及度	優先度	対象疾患	検査内容や要点
経頭蓋	少	低	脳血管障害 動脈塞栓症心外手術	・TC-CFI（カラードプラ検査） ・HITS（high intensity transient signal） 動脈塞栓子（microembolic signal：MES）
頸動脈	中	中	早期動脈硬化 脳血管障害	・生活習慣病との関連 壁肥厚（IMT）、プラークの判定 stiffness parameter β（硬度）の計測 ・脳外科・血栓内膜摘除術の適応 ・進行した動脈硬化性病変の検出 ・高安動脈炎での瀰漫性肥厚所見
冠動脈	少	低	虚血性心疾患	・現在は、IVUSなどでの観察が中心検出は右RCA起始部、左冠動脈主幹部およびLAD近位部・中隔枝・遠位部で、血流派形は拡張期優位が特徴
内胸動脈	少	中	冠動脈バイパス術 術後	・傍胸骨アプローチ 動脈径（2mm以上）、走行の確認 ・開存性の確認（拡張期優位血流の確認）
大動脈	高	高	瘤 解離 動脈硬化性疾患 高安動脈炎	・「瘤破裂」は最も緊急性が高い ・腹部瘤検索はルーチン、胸部はTEE ・解離の有無、心嚢液貯留など合併症判定 ・初期変化から狭窄まで（TEEも応用） ・異型大動脈縮窄
腹部分枝	中	中	瘤形成 狭窄	・腎動脈、脾動脈、肝動脈などでの腔形成 ・腎動脈、上腸間膜動脈などの狭窄を確認
末梢動脈	中	中	末梢動脈閉塞症 瘤 動脈硬化性疾患	・脈拍触知・足関節・上腕血圧比が基本（ankle-brachial pressure index: ABPI） 病変の程度（狭窄率や拡がり）を判定 ・血流腔の確認 ・内皮機能検査（%FMD）
末梢静脈	中	高	深部静脈血栓症 静脈瘤	・血栓の有無、分布 浮腫・むくみの鑑別。下腿は無症状！ ・弁の逆流（径拡張腿流一節裂立一肢上裂ル

の利点がある。画像と血流情報の両方を必要とする「血管検査」では、これらの超音波の利点をそのまま活かして応用することができ、より有用度を増すこととなった（表3）。一方、超音波検査の欠点の一つに、観察範囲がプローブの幅に限られるという点があるが、解剖の理解と描出画像の鮮明化により解消でき、むしろ局所の描出力に優れる点では他の検査の追隨を許さない。たとえば

頸動脈エコーでの内膜・中膜複合体(intima-media complex: IMC)の描出、血管径の計測でも0.1mmを超えて詳細に計測することも可能となった（表4）。さらに、静脈血栓の診断では、無侵襲性故に繰り返し検査できることや、血栓の検出度に優れ、さらに血栓の陳旧度（新鮮度）の評価もできることなどから、今や従来の静脈造影検査から超音波検査が第一選択の検査法となった（図2）。

表4 頸動脈エコーの評価項目

IMT (Intima-media thickness)
プラーク： プラーク性状、数、狭率率*など
*狭率率： 総頸動脈；面積狭率率、径狭率率、PSV 内頸動脈；NASCET, ECST, 面積, PSV (NASCET: North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial, ECST: European carotid surgery trial, PSV : peak systolic velocity) 血栓内膜摘除術やStent挿入後の再狭窄評価
血流評価（総頸動脈、内頸動脈のPSV, 左右比など）
血管径
高安動脈炎（大動脈炎症候群）、解離
血管弾性（スティフネスβ）
椎骨動脈（血流評価、血管径）



図2 下肢深部静脈血栓症の標準的検査法（案）

血管エコー検査の認知

血管エコー検査の歴史を語る時、医師の中で当初から血管エコーを認知していた先生は決して多くは居られなかった。しかし、かく言う小生が承知していないだけで、多くの先達が居られた筈であるので、此处では敢えて個人の御名前を挙げることは避けるが、日本超音波医学会で初めて血管エコー検査が認知されたのは、鹿児島で開催された「第一回血管エコーフォーラム」の開催からであろう。その年、2003年（平成15年）は多くの血管領域の諸先生方が鹿児島に参集（今でも多くの先生方のご尊顔が浮かぶ）され、「超音波領域に血管エコーが認知され、これから発展させていこう」という方向性が確認された時であった。それから、日本超音波医学会地方会は勿論、心エコー図のメッカである「エコーライブ大阪」（現：The Echo Live）、「エコー沖縄」など、さらに腹部エコー関連の「東海エコーカンファレンス」、「大阪超音波研究会」などの研究会・講習会にも「血管エコー」の分野が採用され始めたのを、今でも鮮明に記憶している。

血管エコー検査の現況

血管エコー検査の対象は、実に幅広い。検査対象は、頭蓋内から頸動脈、心臓の冠動脈、大動脈（胸部、腹部）、腹部内の分枝動脈（腎動脈、上腸間膜動脈など）、末梢動脈、大静脈や末梢静脈と広い領域である（表3）。血管エコーの応用は、頭頸部では経頭蓋・頸部エコーにより狭窄性・拡張性疾患の診断に、またIMT計測による早期動脈硬化診断や高安動脈炎の診断などにも応用されている。虚血性心疾患の臨床でも、超音波検査は冠動脈や内胸動脈の可視化による応用も試みられ、腹部虚血や腎虚血（腎血管性高血圧など）の診断（主要分枝の判定）も今や日常診療でも応用されている。大動脈では、拡張性（大動脈瘤の瘤径計測：図3）・狭窄性（狭窄・縮窄）および解離

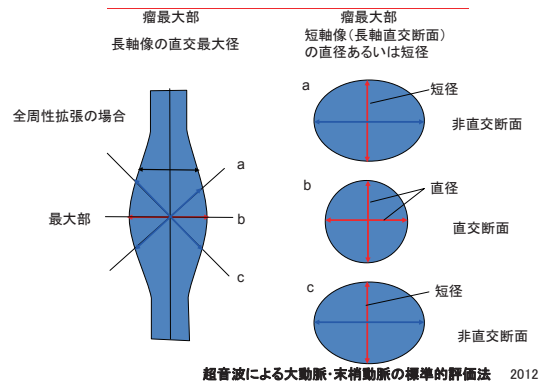


図3 大動脈瘤径の計測

の診断、およびその経過観察（術後も含む）などでエコー検査は威力を発揮している。四肢動脈では、PAD/ASO（末梢動脈疾患／閉塞性動脈硬化症）の診断や動脈瘤（真性瘤、仮性瘤、解離性瘤があるが、仮性では血管エコーが治療にも応用できる）に血管エコー検査が応用され、米国などでは既にVascular laboratory（血管検査室）における主要な検査法のひとつとなっている。

また、血管疾患の臨床では機能評価も重要であり、動脈や静脈の圧測定や脈波検査などと共に、血管エコーでも動脈の硬度（Stiffness β ）を評価したり、静脈の逆流を評価する試み（定量性）がなされている。今後さらに新しい手法（エコートラッキング法など）の応用やドプラ法の応用、さらに負荷も取り入れた検査（flow mediated dilation: FMD）などの応用により、動脈硬化関連疾患の臨床への寄与、および関連他学会（日本動脈硬化学会、日本脈管学会、高血圧学会など）との連携が期待され、実際、5年余前から「診断技術向上セミナー」として動脈硬化学会との共催も始まっている。そこでは、動脈硬化診療における高血圧、糖尿病、脂質異常症などの生活習慣病の診療と併せて、「動脈硬化進展度」をエコーなどで評価し、それを代替指標（surrogate marker）として応用すること等を提案している。すなわち、血管エコーで得られる動脈硬化指標（FMD, β 値, IMT, プラークなど）を参考に、個々人の動脈硬

化の進展度に応じたテーラーメイドの治療法の模索が可能となったのである。

静脈疾患においても、静脈瘤の評価は勿論、最近注目されているレーザー治療の術前、中、後の評価に利用され、その有用性はレーザー治療ガイドラインでも「エコー検査」が推奨されている。また、近年、周術期、周産期は勿論、内科系入院患者においても医療安全の面から注目されている静脈血栓塞栓症（肺塞栓症＋深部静脈血栓症：DVT）の領域でも、静脈エコーは無侵襲性や迅速性から、今や必須の診断法として応用されている。静脈エコーはDVTの中枢側血栓は勿論、特に静脈造影でも診断に難渋する下腿三分枝と「下腿筋肉内静脈血栓」（ひらめ静脈、腓腹静脈）が無侵襲・確実に判定でき、有用である。DVTの評価は、今や血管エコー無くしては語れない時代となった。

機器の知識・技術の習得に向けて

他の領域も同様であるが、超音波検査には機器の知識や検査技術（テクニック）が要求される。さらに血管領域では、広範囲に多くの「疾患の知識」も併せて周知しておく必要があることも普及の関門となっている。その上に、より鮮明・正確な画像を得るために精密な機器の性能を維持・高めることが求められ、加えて種々の部位からの血管の描出法を会得する必要がある。血管疾患を診療する医師も未だに少ないという現状から、コメディカルの育成はさらに至難と言えよう。

しかし、エコー検査が無侵襲であることは、その技術の習得には幸いであった。そのテクニックを自らにも応用できるし、複数人であれば互いに伝授・習得をすることが可能である。そのためには、現場でのトレーニングは勿論であるが、学会などによる指導者の育成（専門医制度）、地域内での勉強会（地方会・研究会）、全体のレベルアップの講習会（CVT講習会など）の開催など、幅広く、

大小の集会・講習会が必要となる。日本超音波医学会でも、教育セッションで血管エコーを取り上げる機会も増えており、有料の講習会やセミナー（エコー淡路、エコー金沢、東北エコー研究会などは座学に加えて実技指導も行う2日間のコース、大阪血管エコー研究会を始めとする北海道、弘前、埼玉、京都、神戸、福岡などの研究会も1日コース）も数多く開催されているので活用してほしい。

日本超音波医学会認定超音波検査士と血管診療技師の育成

日本超音波医学会には専門医制度と認定検査士制度があるが、認定検査士制度が血管領域で開始されたのは2007年度（平成19年度）であり、第23回検査士認定試験（2008年2月3日実施）以来、現在までに719名が合格し、全国で活躍している。

一方、同時期に、日本脈管学会・日本血管外科学会・日本静脈学会の三学会認定の血管診療技師（Clinical Vascular Technologist: CVT）制度も誕生し、第一回認定試験が2006年（平成18年）6月4日に実施された。当時、急増する脈管疾患（動脈・静脈・リンパ管疾患）の診療に寄与する医師の育成と共に、それらを支えるコメディカルの育成の必要性から開始された認定制度であった。現在、全国に610名となるCVT達であるが、そのモデルとなった米国のRVT（Registered Vascular Technologist）の数は実に1万人以上と聞く。対人口を考えてもその遅れは想像を絶するが、日超医学会認定検査士と併せて、速やかにその遅れを取り戻すように努める必要がある（実際は、両資格を重複して持っている技師も多い）。

現代の血管疾患の増加に対応できる体制作りは急務と言え、日本超音波医学会を始め脈管関連の専門医の育成は勿論、その一翼を担うコメディカルの育成も必須の事項である。近年、発展の徴候は少しずつではあるが表れており、領域横断の学会や研究会への医師やコメディカルの出席者の増加や、医師とコメディカルが協働した新たな血管

エコー関連の研究会の創設など、幾つかの萌芽が見られるようになった。今までにはとても望み得なかった徴候であり、我が国においてもやっとその潮流を感じる事ができるようになった。

これらの潮流に追い風を送り込み、新たな進歩に貢献して頂いている多くのコメディカルの方達全員のお名前を挙げるべきではあるが、此処でも敢えて列記はせず、心よりの感謝を申し上げたい。彼ら・彼女たちの尽力は言葉には語り尽くせず、注いで頂いた汗と情熱に御礼を申し上げ、今後も変わらぬご支援をお願いする次第である。併せて2004年(平成16年)に創刊された専門誌「Vascular Lab 誌」(メディカ出版)の名も挙げておきたい。残念ながら、時代に先駆け過ぎた為に順風満帆ではなかったが、血管診療の育成に大きな追い風を与えて頂いた事は、此処に記してその足跡に感謝の意を表したい。今後、必ずその時代が訪れ、これまでの10年が血管診療における血管エコー検査の「創世期」であったと位置づけられる時が来ると信じている。

血管エコーの将来展望

本来、検査法は、治療方針を決定する診断を得るための「手段」である。臨床に役立ってこそ、その存在意義がある。エコー検査は形態診断と機能診断の両方ができること、また何よりも無侵襲であることから、血管領域でスクリーニングや経過観察に第一選択の検査法となった。

しかし、日本超音波医学会に今尚残されている課題は、血管エコーの標準化と検査手技の習得、そして普及である。今後さらに、血管エコーが「標準化」され、多くの講習会・セミナーを通じて検査手技が習得できるようになって、血管疾患の有用な検査法として広く普及されることを期待している。血管エコーが「血管疾患の臨床現場で役立つ検査法」となれるように、本学会を始め多くの先生方のご尽力を期待している。未だに、横断領域の知識や技術が要求される脈管診療に従事する医師も、コメディカルも決して多くはないが、この領域こそは、これからの高齢化社会で必要とされる医療分野の一つであり、多くの医師・コメディカルに必須の領域であると確信している。

今日も、血管診療の現場を支えていただいている「貴方」に敬意を表しつつ、稿を閉じる。