

血管エコー ハンドブック

編集

竹中 克 日本大学板橋病院循環器内科
東京大学医学部附属病院検査部
戸出浩之 群馬県立心臓血管センター技術部

編集協力

西上和宏 済生会熊本病院集中治療室

THE ECHO HANDBOOK

VASCULAR DISEASE and ACCESS

WEBで動画を
閲覧できる!



PC・タブレット・スマートフォン対応
詳しくは本書のページをご覧ください。

血管エコー ハンドブック

執筆者一覧

●編集

- 竹中 克 日本大学板橋病院循環器内科
東京大学医学部附属病院検査部
- 戸出 浩之 群馬県立心臓血管センター技術部

●編集協力

- 西上 和宏 済生会熊本病院集中治療室

●執筆者(執筆順)

- 濱口 浩敏 北播磨総合医療センター神経内科
- 遠藤 陽子 熊本県総合保健センター
- 三木 俊 東北大学病院生理検査センター
- 久保田義則 北播磨総合医療センター中央検査室
- 江藤 博昭 関西電力病院臨床検査部
- 佐藤 洋 関西電力病院臨床検査部
- 小林 大樹 関西労災病院中央検査部
- 松田 光正 東海大学医学部医学科外科学系麻酔科
- 徳嶺 讓芳 杏林大学医学部麻酔科学教室

《シリーズ》 心エコーハンドブック

シリーズ発刊の言葉

病院ではいろいろな検査が行われます。血液尿検査、胸のレントゲン、心電図、CT、などなどですが、その中で検査施行時に「職人芸」を要する検査はいくつあるでしょうか？ 心エコー検査は、「職人芸」を要するという意味で極めて特殊でやりがいのある検査と言えます。昨今のEBM（根拠に基づく医療）の風潮により、熟達者の「経験」や「技能」は意図的に軽視されていますが、これには肯ける部分もあります。「経験」や「職人芸」は、後進への伝達が難しく、再現性や客観性にも問題がありえるからです。しかし、個人の真摯な努力により達成された「技能」はとても尊く、軽視すべきではありません。「検査技能」の中には、検査時に「考えながら記録を進める」という行為も含まれます。考える輩、です。人間を裸で荒野に放り出しては「経験」「技能」「思考力」はその身につきません。突きつめて言うと、この世は荒野で、学問は荒野における事象の整理（帰納と演繹）です。必要な基礎事項が整然と整理された上で、はじめて「修行」が可能となります。

本書は、ハンドブックとして、必要な基礎事項を整理して提供し、個人が「職人芸」を習得する手助けとなることを目的としています。決して、本書の内容がすべてではなく、単に必要な事項を整理・掲載した出発点でしかないことを理解し、「修行」の一助としていただければ大変うれしいです。

“Do not leave home without this echo handbook!”

日本大学板橋病院循環器内科／東京大学医学部附属病院検査部
竹中 克

この度、『血管エコーハンドブック』を発刊することになりました。本書は『基礎と撮り方』『心臓弁膜症』『心臓聴診エッセンシャルズ』『先天性心疾患』『冠動脈疾患』『心筋・心膜疾患』に続く、心エコーハンドブックシリーズの7冊目になります。

血管疾患は、循環器領域において従来マイノリティの存在でしたが、近年、循環器疾患を全身病として捉えるようになり、脚光を浴びてきております。頭から足先までの血管疾患が対象となりますので、全身を診るべき病気と言えるでしょう。全身を診ることにちなんで、William Osler 博士の言葉を紹介したいと思います。

“It is much more important to know what sort of a patient has disease than what sort of a disease a patient has.”

一つの病気を見つけるとそこに焦点を当てがちですが、患者さんを一人の人間として診ていくことは医療人の基本ですし、当然ながら他に病気があることも少なくありません。例えば、冠動脈疾患で循環器専門医に長年通院しているにもかかわらず、腹部大動脈瘤が気づかれず瘤破裂で死亡するようなことは避けなければなりません。ただ、動脈硬化は冠動脈だけに生じるわけではなく、全身の動脈に生じることは誰もが理解していることですが、実際に動脈系全体を診ることは簡単ではありません。それでも、エコーで血管を診ることは、機器の進歩により以前と比べると随分容易になっています。試しに、ぜひ一度、挑戦して頂きたいと思ひますし、本書がその手助けとなることを期待しています。

近年、救急・集中治療の分野で point-of-care ultrasonography が注目されています。救急外来や集中治療室で、短時間にポイントを決めて、システム化された方法で行うエコー法です。血管疾患では、急性の大動脈疾患、血管損傷、静脈血栓塞栓症等が対象となります。また、エコーガイド下の穿刺等の手技も point-of-care ultrasonography に含まれます。医師のエコー離れが指摘される中、point-of-care ultrasonography に興味を持つ若い医師は増加しており、本書はこの分野にも言及しておりますので、point-of-care ultrasonography にも役立てていただければと願っています。

最後になりましたが、執筆いただいた先生方には、本書の趣旨をご理解いただき、頻回の校正にも快くご協力賜り、ここに深く感謝いたします。

さあ、本書を片手に血管エコーを始めてみましょう。

The future is now. (William Osler 1849-1919)

平成 27 年 7 月

済生会熊本病院集中治療室 西上 和宏

A	脳梗塞	(濱口浩敏)	1
	1 脳血管の解剖		2
	2 脳梗塞の分類		3
	3 頸動脈エコーの撮り方と評価	5	3.1 装置設定 6
			3.2 基本画像 8
			3.3 検査手順 10
			3.4 頸動脈エコーにおける評価 13
	4 経頭蓋エコーの撮り方と評価	25	4.1 装置設定 26
			4.2 検査手順 27
			4.3 経頭蓋エコーでの評価 31
	5 経食道心エコーでの評価		36
	 検査の進め方		38
B	大動脈瘤・大動脈解離	(遠藤陽子)	41
	1 大動脈の解剖		42
	2 大動脈瘤・大動脈解離の分類	43	2.1 大動脈瘤の分類 43
			2.2 大動脈解離の分類 44
	3 大動脈エコーの撮り方	46	3.1 胸部大動脈の観察 46
			3.2 腹部大動脈の観察 48
	4 大動脈瘤に対する治療前後の評価	49	4.1 大動脈瘤の治療前 49
			4.2 大動脈瘤治療後 54
	5 大動脈解離の評価	57	5.1 心膜液貯留 58
			5.2 大動脈弁逆流 58
			5.3 臓器虚血症状 59
			5.4 経食道心エコーによる大動脈解離の評価 61
	 検査の進め方		62




●アイコンについて



左のアイコンの箇所では、注意点やポイントを記載しています。



掲載している図に対応・関連した動画を本書の特設サイトにて公開しています。詳しくはvi頁をご覧ください。

C	腎動脈狭窄症	(三木 俊)	63
	1 腎動脈の解剖		64
	2 病態生理		66
	3 腎動脈狭窄症の診断方法		68
	4 腎動脈エコーの撮り方	68	4.1 体位 68
			4.2 腎動脈エコーの指標 69
			4.3 腎動脈起始部の描出法 70
			4.4 腎実質の描出 76
	5 腎動脈エコーの評価	80	5.1 腎動脈狭窄の指標 80
			5.2 症例 80
	 検査の進め方		83
D	閉塞性動脈硬化症：下肢動脈閉塞症	(久保田義則)	85
	1 下肢動脈の解剖		86
	2 下肢動脈エコーの撮り方		88
	3 下肢動脈閉塞症の評価		92
	4 その他の下肢動脈疾患	96	4.1 穿刺部合併症 96
			4.2 下肢動脈瘤 98
			4.3 急性動脈閉塞 99
			4.4 バージャー病 101
	 検査の進め方		102
E	深部静脈血栓症と下肢静脈瘤	(江藤博昭・佐藤 洋)	103
	1 下肢静脈の解剖	104	1.1 深部静脈 104
			1.2 表在静脈 105
			1.3 穿通枝 105
			1.4 骨盤腔内 106
	2 下肢静脈エコーの撮り方		107
	3 深部静脈血栓症の評価	110	3.1 検査の適応 110
			3.2 深部静脈血栓症の症状 111
			3.3 検査手順 112
	4 下肢静脈瘤の評価	116	4.1 病態・瘤状 116
			4.2 検査手順 117
	 検査の進め方		120

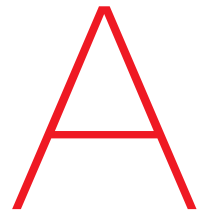
F	バスキュラーアクセス	(小林大樹)	121
1	上肢血管解剖とバスキュラーアクセスの種類	122	1.1 上肢の血管解剖 122
			1.2 バスキュラーアクセスの種類 124
2	バスキュラーアクセスに対するエコーの撮り方と評価	129	2.1 バスキュラーアクセスに対するエコーの撮り方 129
			2.2 バスキュラーアクセスに対するエコーの評価 134
	検査の進め方		142

G	超音波ガイド下の中心静脈穿刺	(松田光正・徳嶺讓芳)	145
1	静脈の解剖と中心静脈穿刺	146	1.1 中心静脈の解剖学的特徴 146
			1.2 内頸静脈 148
			1.3 鎖骨下静脈 150
			1.4 大腿静脈 151
2	超音波ガイド下の中心静脈穿刺の実際とコツ	152	2.1 超音波ガイド下穿刺とは 152
			2.2 短軸交差法 152
			2.3 長軸平行法 155
			2.4 超音波ガイド下穿刺の利点と問題点 156

索引	157
----	-----

● 本書で使用している主な略語

ACA	anterior cerebral artery	前大脳動脈	IMT	intima-media thickness	内膜中膜複合体厚
AT	acceleration time	収縮期加速時間	IVC	inferior vena cava	下大静脈
AVF	arteriovenous fistula	自己血管内シャント	LMT	left main trunk	左冠動脈主幹部
AVG	arteriovenous graft	人工血管内シャント	MCA	middle cerebral artery	中大脳動脈
BA	basilar artery	脳底動脈	MES	micro-embolic signal	
BVT	basilic vein transposition	尺側皮静脈転位内シャント	NASCET	North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial	
CAS	carotid artery stenting	頸動脈ステント留置術	PCA	posterior cerebral artery	後大脳動脈
CCA	common carotid artery	総頸動脈	PI	pulsatility index	拍動係数
CEA	carotid endarterectomy	頸動脈内膜剝離術	PICA	posterior inferior cerebellar artery	後下小脳動脈
CFA	common femoral artery	総大腿動脈	Pop. A	popliteal artery	膝窩動脈
CFV	common femoral vein	総大腿静脈	Pop. V	popliteal vein	膝窩静脈
CIA	common iliac artery	総腸骨動脈	PSV	peak-systolic velocity	収縮期最高血流速度
CIV	common iliac vein	総腸骨静脈	RAR	renal aortic ratio	
DFA	deep femoral artery	深大腿動脈	RCA	right coronary artery	右冠動脈
ECA	external carotid artery	外頸動脈	RI	resistance index	抵抗係数
ECST	European Carotid Surgery Trial		SFA	superficial femoral artery	浅大腿動脈
EDV	end-diastolic velocity	拡張末期血流速度	SFV	superficial femoral vein	浅大腿静脈
EIA	external iliac artery	外腸骨動脈	SMA	superior mesenteric artery	上腸間膜動脈
EIV	external iliac vein	外腸骨静脈	STA	superficial temporal artery	浅側頭動脈
ESP	early systolic peak	収縮期ピーク波	TAMV	time-averaged maximum flow velocity	時間平均最大血流速度
GSV	great saphenous vein	大伏在静脈	TASC	Trans-Atlantic Inter-Society Consensus	
HITS	high intensity transient signals		TAV	time averaged flow velocity	時間平均血流速度
ICA	internal carotid artery	内頸動脈	TC-CFI	transcranial color-flow imaging	
IIA	internal iliac artery	内腸骨動脈	TCD	transcranial Doppler	
IIV	internal iliac vein	内腸骨静脈	TVF	transit time of vessel flow	
IMA	inferior mesenteric artery	下腸間膜動脈	VA	vertebral artery	椎骨動脈
IMC	intima-media complex	内膜中膜複合体	Vmean	mean velocity	平均血流速度
IMH	intramural hematoma	壁内血腫			



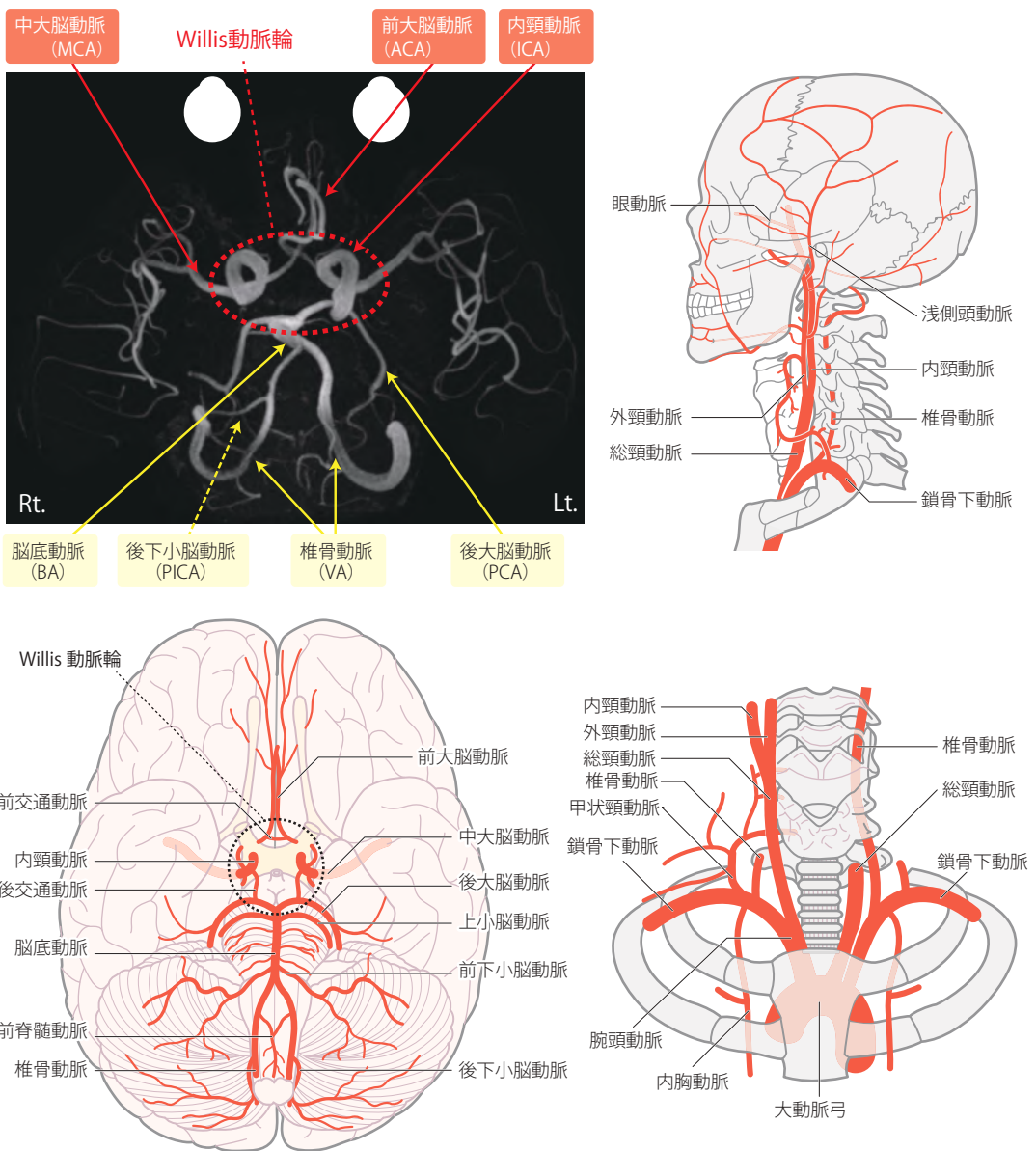
脳梗塞

- 1 脳血管の解剖
- 2 脳梗塞の分類
- 3 頸動脈エコーの撮り方と評価
- 4 経頭蓋エコーの撮り方と評価
- 5 経食道心エコーでの評価

脳血管の解剖 (図1)

- 脳を栄養する血管は、大きく分けて前方循環（内頸動脈系）と後方循環（椎骨脳底動脈系）がある。
- 内頸動脈系の血管：内頸動脈，中大脳動脈，前大脳動脈。
- 椎骨脳底動脈系の血管：椎骨動脈，脳底動脈，後大脳動脈。
- 内頸動脈系，椎骨脳底動脈系は前交通動脈と後交通動脈で交通し，Willis 動脈輪を形成する (図1)。
- 主幹動脈が閉塞あるいは高度狭窄をきたしている場合，交通動脈が側副血行路としての機能をもつ。

図1 頭頸部血管の解剖





Point

- PICA (posterior inferior cerebellar artery ; 後下小脳動脈) は椎骨動脈の主な分枝血管であり, 小脳半球を栄養する.
- エコーで椎骨動脈を評価する際, 病変が PICA 前後のどちらに存在するかで血流波形パターンが異なる.
- 後交通動脈が発達している場合, 後大脳動脈への血流が内頸動脈から流れることがある. これを fetal type (胎児型) という.

2

脳梗塞の分類

- 脳梗塞の分類は大きく分けて, NINDS-III 分類 (表 1) と, TOAST 分類 (表 2) の 2 つがある.
- 3 大病型として, ラクナ梗塞, アテローム血栓性脳梗塞, 心原性脳塞栓症があり, 各々ほぼ同率で認められる (図 2) ¹⁾.

表 1 NINDS-III 分類

A) 機序	1) 血栓性
	2) 塞栓性
	3) 血行力学性
B) 臨床的 カテゴリー	1) アテローム血栓性脳梗塞
	2) 心原性脳塞栓症
	3) ラクナ梗塞
	4) その他
C) 部位による 症候	1) 内頸動脈
	2) 中大脳動脈
	3) 前大脳動脈
	(a) 椎骨動脈
	4) 椎骨脳底動脈 (b) 脳底動脈 (c) 後大脳動脈

図 2 脳卒中の病型

文献 1 より改変.

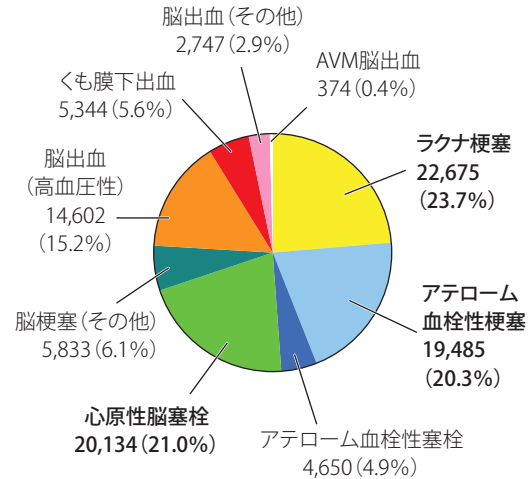


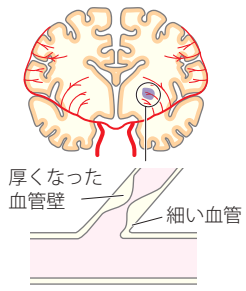
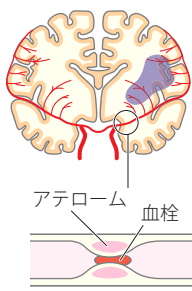
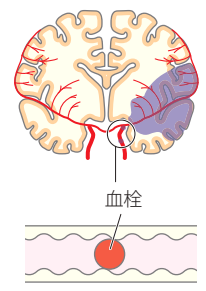
表 2 TOAST 分類による各脳梗塞病型の特徴

		アテローム 血栓性脳梗塞	心原性 脳塞栓症	ラクナ梗塞	その他の 脳梗塞
臨床症状	大脳皮質や小脳の機能障害	+	+	-	+/-
	ラクナ症候群	-	-	+	+/-
MRI/CT 画像所見	大脳皮質, 小脳, 脳幹, 大脳皮質下の梗塞 ≥ 1.5 cm	+	+	-	+/-
	大脳皮質下, 脳幹の梗塞 < 1.5 cm	-	-	+/-	+/-
その他の 検査	主幹動脈*狭窄 (≥ 50%), または閉塞	+	-	-	-
	心塞栓源	-	+	-	-
	その他の検査異常	-	-	-	+

※主幹動脈: 内頸動脈または椎骨脳底動脈, 前中後大脳動脈主幹部

- ラクナ梗塞, アテローム血栓性脳梗塞, 心原性脳塞栓症の特徴を表3に示す.
- 表3に挙げた危険因子の他にも, 動脈解離や凝固異常, 癌, 血管炎, 感染症などさまざまな原因が考えられる.
- アテローム血栓性脳梗塞とラクナ梗塞は動脈硬化が主体であり, 高血圧, 脂質異常, 糖尿病, 喫煙, 大量飲酒などが基礎疾患として挙げられる.
- 心原性脳塞栓症は心臓から栓子が遊離して頭蓋内動脈を閉塞する. 原因としては, 心房細動, 洞不全症候群, 心筋梗塞, 心臓弁膜症, 拡張型心筋症などが挙げられる.

表3 脳梗塞の特徴

	ラクナ梗塞	アテローム血栓性脳梗塞	心原性脳塞栓症
模式図			
発症機序	血栓性, 塞栓性	血栓性, 塞栓性 血行力学性	塞栓性
危険因子	高血圧, 糖尿病, 脂質異常, 喫煙など	高血圧, 糖尿病, 脂質異常, 喫煙など	心疾患(心房細動, 心筋梗塞, 心室瘤, 人工弁置換など)
前駆症状(TIA)	しばしば同一症状	しばしば同一症状	同一症状は稀
発症時の 状態	安静時, 睡眠時, 起床時	安静時, 睡眠時, 起床時	日中活動時
症候様式	比較的緩徐	緩徐, 段階的増悪	突発完成, 時に急速に改善
意識障害	ほとんどない	軽~中等度	遅れて増悪
出血性梗塞	なし	稀	しばしば

TIA: 一過性脳虚血発作

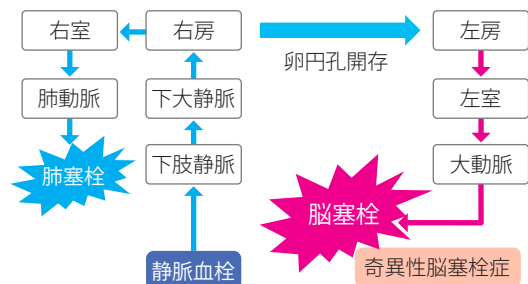


Point

卵円孔開存などが存在すると, 深部静脈血栓から下大静脈を通過し, 右左シャントを通じて右房から左房に血栓が流入する可能性がある. その結果, 脳梗塞を起こす病態を奇異性脳塞栓症という(図3).

図3 奇異性脳塞栓症の機序

一般剖検の集計によれば卵円孔開存の有病率は26%と報告されている.



- 患者の体位は基本的に仰臥位で検査を行う (図4)。
- 使用プローブは6～10 MHzのリニアプローブを基本とする (図5)。描出困難な場合や血流計測時は適宜コンベックスプローブ、マイクロコンベックスプローブ、セクタプローブなどを使い分ける (図5)。
- 頸部エコーで評価する主要血管は、総頸動脈、内頸動脈、椎骨動脈であり、さらに、腕頭動脈、鎖骨下動脈、外頸動脈、内頸静脈などを観察する (図4)。

図4 プローブを当てる位置

① 頸部中央部

- 頸動脈エコーを行う際、患者の体位は仰臥位で開始する。
- 下顎を少し挙上し、検査する側とは反対側に頸部を傾ける。
- 頸部中央にプローブを当てると、甲状腺、総頸動脈、内頸静脈が描出できる。
- この部位では、プローブは垂直に当てるように心がける。

短軸走査



長軸走査



② 下顎部

- プローブを上行させると、下顎部にいたる。
- 総頸動脈球部、内頸動脈、外頸動脈が描出される。
- 下顎に当たって観察できない場合は、プローブを傾け、下顎に沿って進める。

短軸走査



長軸走査



③ 側方～後方アプローチ

- 前方アプローチで描出できない側壁プラークなどは、側方～後方アプローチで観察する。
- 頸部に沿って後頸部方向からプローブを当てる。



④ 起始部の観察

- 腕頭動脈や鎖骨下動脈の観察は、基本的に短軸走査で行う。
- 鎖骨に当たるまで進めた後、プローブを倒すことで深部の血管を描出する。



図5 使用プローブと目的血管の一例

- a 3.5 MHz セクタプローブ(大動脈, 頸動脈, 経頭蓋など).
- b 3 MHz コンベックスプローブ(腹部, 骨盤内動脈など).
- c 6 MHz リニアプローブ(頸動脈, 上下肢動静脈など).
- d 7.5 MHz リニアプローブ(頸動脈, 上下肢動静脈など).
- e 7 MHz マイコンベックスプローブ(頸動脈, 腹部, 骨盤内動脈など).
- f 12 MHz リニアプローブ(側頭動脈, 表在動静脈など).



3.1 装置設定

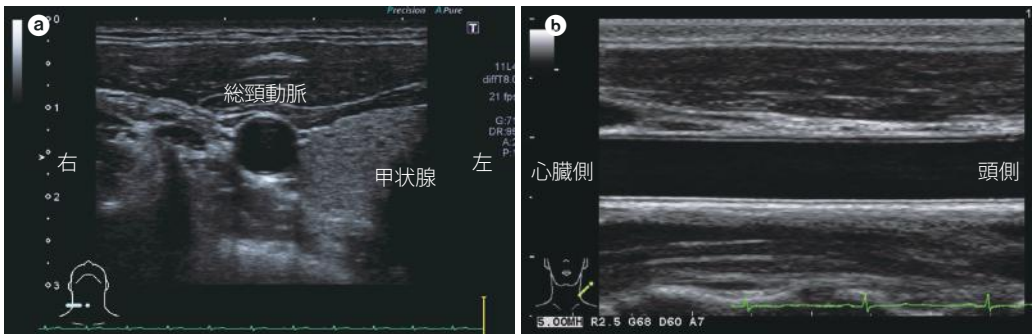
- Bモード法, カラー Doppler 法, パルス Doppler 法における装置設定は以下の通り.

a Bモード法

- 短軸走査画像表示は, 患者を下から見上げた画像を基本とする (図6 a).
- 長軸の表示に関しては, 向かって右を頭(末梢)側にする方法と左を頭側にする方法が存在し, それぞれに長所と短所があるが, 施設内で統一されていれば大きな問題はない. 本書では向かって右を頭側とし, 左を心臓(中枢)側とする方法に統一する (図6 b).

図6 総頸動脈

a 短軸, b 長軸.



b カラー Doppler 法

- 頸動脈血流観察時のカラー Doppler 流速レンジは 20 ~ 50 cm/sec に設定する (図7 a).
- 椎骨動脈ではカラー Doppler 流速レンジを 20 cm/sec 前後に設定する (図7 b).

B

大動脈瘤・ 大動脈解離

- 1 大動脈の解剖
- 2 大動脈瘤・大動脈解離の分類
- 3 大動脈エコーの撮り方
- 4 大動脈瘤に対する治療前後の
評価
- 5 大動脈解離の評価

図4 心窩部から観察された胸腹部嚢状瘤

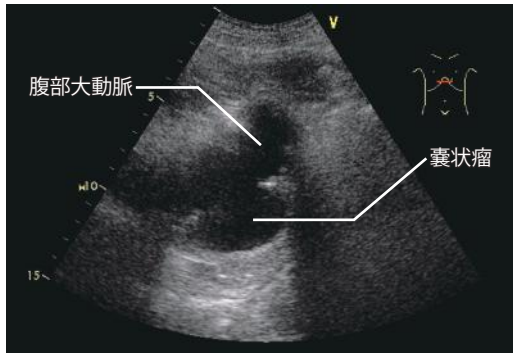
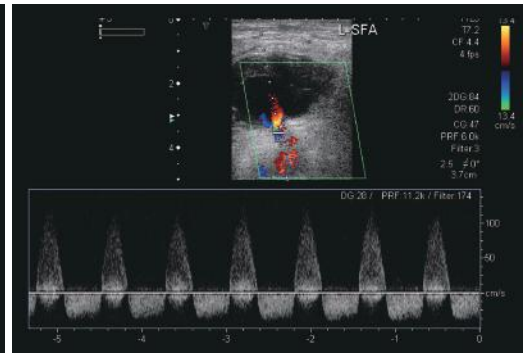


図5 左浅大腿動脈の仮性動脈瘤

パルスドプラでは to and fro の波形が観察される。



2.2 大動脈解離 (aortic dissection) の分類

- 大動脈解離とは、大動脈壁が中膜レベルで2層に剝離し、動脈走行に沿ってある長さを持ち2腔になった状態をいう。剝離の長さについて明確な定義はないが、臨床的には少なくとも1~2 cm 以上なければ画像診断で捉えられない。
- 大動脈解離の分類を表2に示す。

表2 大動脈解離の分類

解離の範囲による分類	Stanford 分類	
		A 型
	B 型	上行大動脈に解離がないもの
DeBakey 分類	I 型	上行大動脈に解離があり、弓部大動脈より末梢に解離が及ぶもの
	II 型	上行大動脈に解離が限局するもの
	III 型	下行大動脈に解離があるもの
	III a 型	腹部大動脈に解離が及ばないもの
	III b 型	腹部大動脈に解離が及ぶもの
偽腔の血流状態による分類	偽腔閉塞型	偽腔が血栓で閉塞しているもの
	偽腔開存型	偽腔に血流があるもの。部分的な血栓が存在する場合もこれに含まれる。大動脈内に解離した内膜フラップが観察され、大動脈内の血流でひらひらと可動性を持つ2腔構造が特徴的である。
病期による分類	急性期	発症2週間以内。48時間以内を超急性期ということもある。
	亜急性期	発症2カ月まで
	慢性期	2カ月以降

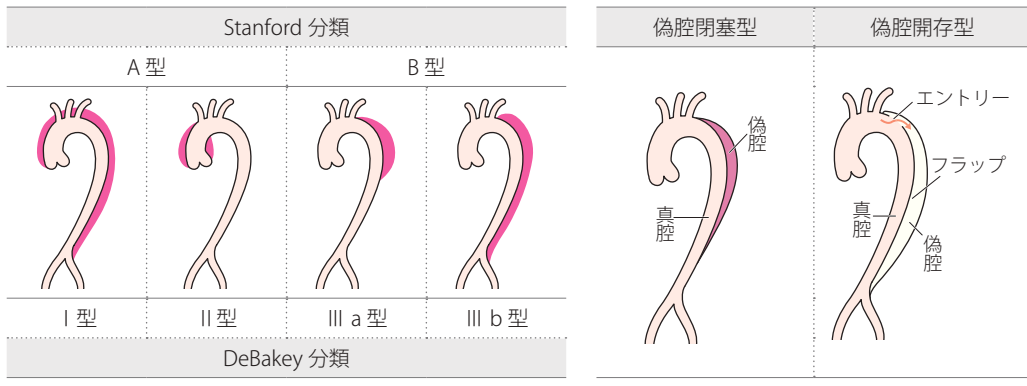


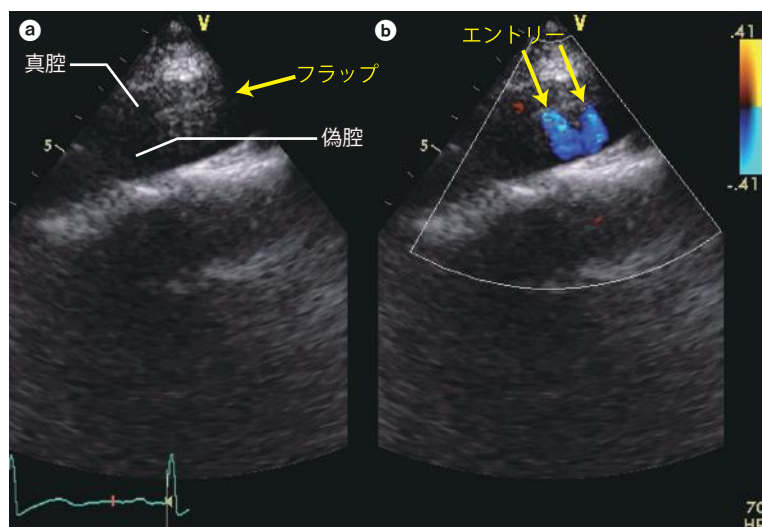
図 6

下行大動脈のエントリー

下行大動脈にフラップが観察され、小エントリー血流(矢印)が認められる。

a 断層像

b カラー Doppler



- 本来の動脈内腔を真腔 (true lumen), 新たに生じた壁内腔を偽腔 (false lumen) といい, 剝離した内膜と中膜の一部からなる隔壁をフラップ (flap) と呼ぶ。
- フラップには通常 1 ~ 数個の内膜亀裂があり, 真腔から偽腔へ血流が流入する内膜亀裂 (initial tear, primary tear) をエントリーと称し (図 6), 偽腔から真腔へ再流入する内膜亀裂をリエントリーと呼ぶ。
- 偽腔閉塞型大動脈解離では, 一般に血栓化した低輝度の三日月状の偽腔が観察される。



Point

血栓閉塞した偽腔と動脈硬化巣では, 血栓の方が輝度が低い。また, 長軸像で観察すると動脈硬化巣は敷石状に分布する一方で, 偽腔は連続性で範囲も広いことがわかる。

- 偽腔開存型大動脈解離では, 大動脈内に解離したフラップが観察され, 大動脈内の血流でひらひらと可動性を持つ二腔構造が特徴的である。



Point

真腔と偽腔の見分け方 (表 3)

表 3 真腔の 4S: 大動脈解離の真腔と偽腔を見分けるポイント

Smaller lumen	一般的に真腔は偽腔に圧排されて小さくなる。リエントリーの発達が悪いと偽腔が拡大する。
Speed is faster	真腔では狭い腔に多くの血流が流れるため, 真腔の方が血流速が速い。カラー Doppler の流速レンジを速くすると真腔のみが描出される。
Systolic expansion	真腔は収縮早期に拡張する。偽腔は遅れて拡張する。
Selective enhancement	コントラストエコーでは, 真腔の方が早期に選択的に造影される。

Column

大動脈中膜が血腫により剝離しているが, 内膜亀裂が見られないものを壁内血腫 (intramural hematoma: IMH) または壁内出血 (intramural hemorrhage) と呼ぶ。発生機序として壁の栄養血管 (vasa vasorum) の破綻と推定されている。

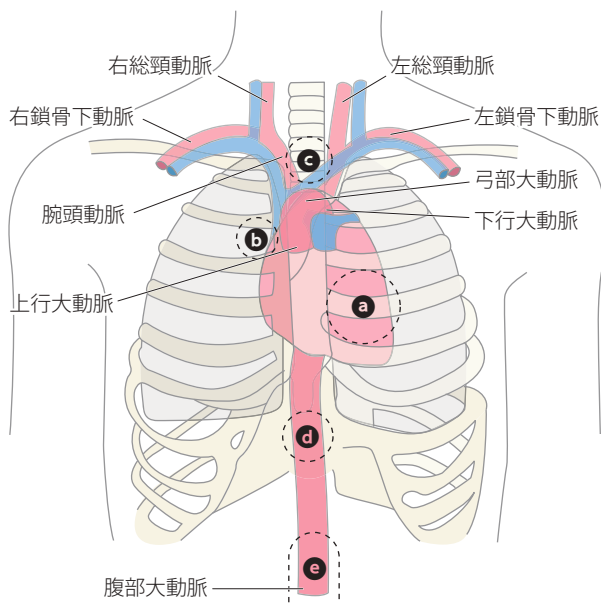


Point

大動脈は長い臓器であるので、エコーで全体像を把握するためには、プローブを動かし、アプローチを変えることが必要である。また肋骨や肺の影響で一元的な観察がしにくいので、患者の体位を変えながら、アプローチの部位や方向を工夫することが重要となってくる（図7）。

図7 大動脈エコーにおけるアプローチ

● a 胸骨左縁	大動脈基部 下行大動脈 上位肋間：上行大動脈の 中間部
● b 胸骨右縁	上行大動脈の中間部
● c 胸骨上窩	大動脈弓部と分岐する頸 部血管
● d 心窩部	腹部大動脈
● e 腹部	腹部大動脈と分枝血管 左右総腸骨動脈

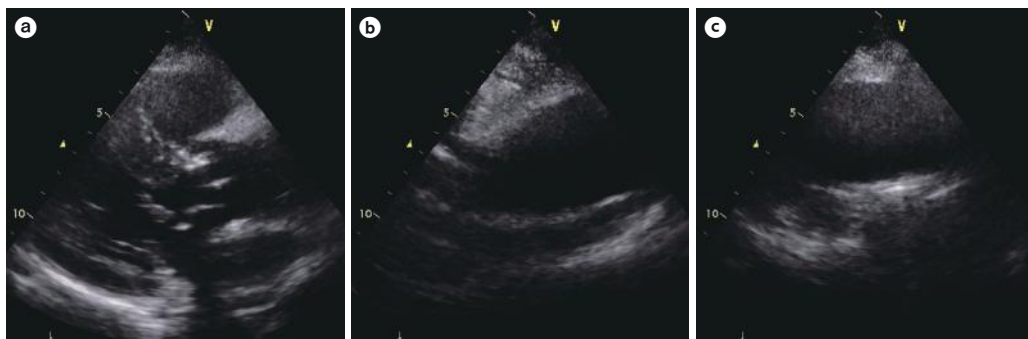


3.1 胸部大動脈の観察

- 肋間からアプローチするとウインドウが狭いため、セクタ型のプローブが適している。
- 左側臥位の胸骨左縁左室長軸像で上行大動脈基部を観察することができる。より上位の肋間から観察すれば、上行大動脈の中間部付近まで観察することが可能となる（図8）。

図8 胸骨左縁アプローチの肋間の高さによる見え方の違い

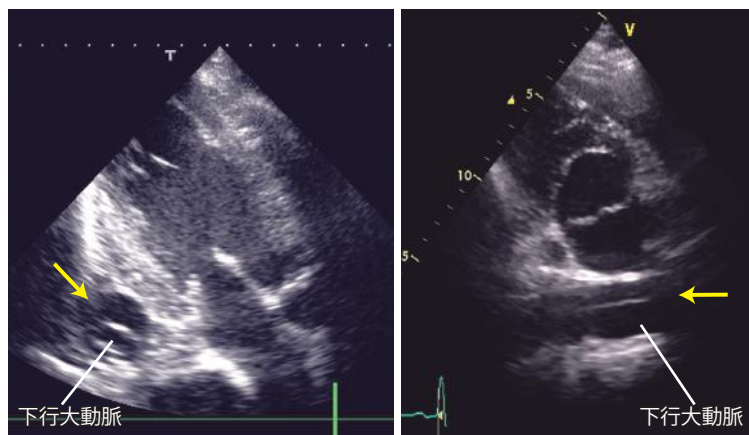
● a 通常の肋間からの観察。● c に行くほど肋間が上がる。上位の肋間からは上行大動脈を観察できる。



- ここでは大動脈弁の弁輪径、Valsalva 洞径、ST junction 径、上行大動脈の中間部の径を測定する。
- エコー深度を深くすると、左房の後方に下行大動脈が短軸像で観察される。異常が疑われた場合はプローブを 90° 回転させて長軸像も観察する (図 9)。

図 9 下行大動脈の観察

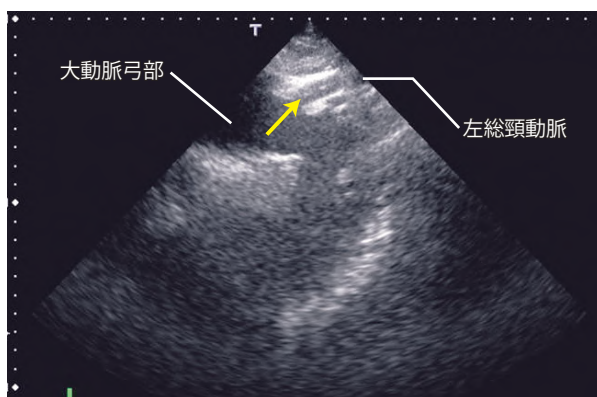
90° プローブを回転させて長軸を観察する。心臓の裏に下行大動脈を観察。フラップ(矢印)が内部に見える。



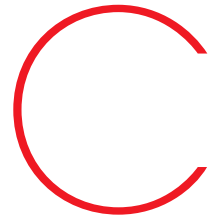
- 上行大動脈の中間部は、拡大がある場合、胸骨右縁から観察できる。90°以上の右側臥位にするとより明瞭に観察することが可能となる。
- 胸骨上窩からのアプローチでは、大動脈弓部、腕頭動脈、左総頸動脈、左鎖骨下動脈などの分枝を描出できる (図 10)。仰臥位にして枕をはずし、頭部を後屈させ、プローブを胸骨上窩のくぼみに寝かせるように当てると観察しやすくなる。

図 10 鎖骨上窩から観察した弓部大動脈

左総頸動脈内にフラップが観察される(矢印)。



- 心窩部からは、下大静脈の左側に下行大動脈遠位部を観察できる。
- 下行大動脈の拡大例では背部(脊柱の左側)からのアプローチにより観察できることがある。



腎動脈狭窄症

- 1 腎動脈の解剖
- 2 病態生理
- 3 腎動脈狭窄症の診断方法
- 4 腎動脈エコーの撮り方
- 5 腎動脈エコーの評価

3

腎動脈狭窄症の診断方法²⁾

表 1 腎動脈狭窄症の診断方法

文献 2 より引用.

Class I	①超音波(Duplex 法)
	②CT アンギオグラフィ
	③MR アンギオグラフィ
	④カテーテル 血管造影
Class III	①カプトプリル負荷シンチグラフィ
	②選択的腎静脈レニン活性
	③血漿レニン活性
	④カプトプリル試験

- 腎動脈狭窄症の診断方法には表 1 のものがある。
- CT アンギオグラフィや MR アンギオグラフィ、血管造影はスクリーニング検査としては負担が大きい。
- ファーストステップとして超音波検査特有のドプラ法を用いた血行動態の評価ができる腎動脈エコーが有用である。

4

腎動脈エコーの撮り方

- 腎動脈エコーは主に腎動脈狭窄症の診断や腎内血流評価の腎実質性障害、腎の形態の評価に用いることが多い。
- 腎動脈エコーを受ける患者の多くは高血圧の患者が多く、合わせて腹部大動脈の観察も行うことで動脈瘤を発見できる場合もある。

4.1 体位

a 患者の体位

- 検査時の基本的な体位は仰臥位にて行う。
- 腹部エコー施行時の腕を上げる体位 (図 10 a) は必要ない。
 - ▶ 腕を上げる理由は、手が邪魔になることや肋間を広げるためであるが、腎動脈を描出するには肋間を広げる必要がない。
- 腕を下におろした体位 (図 10 b) は腹部の力が抜け、圧迫走査が容易になる。
- 極度に腹部の力が入る患者には、膝を曲げる体位 (図 10 c) にすると腹部の力が抜ける場合がある。

図 10 検査時の患者体位



b 術者の体位

- 腰をかける位置が患者と遠い位置にあると腕や腰に負担がかかる (図 11 a)。
- 理想的な体位は、できるだけ患者に密着し、肘はできるだけ伸ばさないように

腰をかける。

- 描出部位と超音波装置の操作盤は、できるだけ近い位置にすると走査と機器操作が容易となる (図 11 b)。
- この体位を用いれば無理なく圧迫走査を行える。

図 11

検査時の術者体位

術者はできるかぎり患者に密着し、装置の操作盤を近づけ、肘や腰に負担を与えない体位で施行することが望ましい。



C 検査前の準備

- 可能なら絶食 (6 時間以上) で腸管ガスの影響の少ない状態で実施することが望ましい。
 - ▶ 絶食できない場合でも描出は可能である。腸管ガスの影響がある場合には側臥位などの体位変換 (図 12) にてガスを移動させることで描出が可能となる場合もある。

図 12 体位変換 (側臥位)

心窩部正中付近は腸管ガスの影響を受ける。腸管ガスは時間で変化しますが、体位を工夫すれば描出できる場合もある。左右側臥位でガスを移動させる。



4.2 腎動脈エコーの指標

表 2 腎動脈エコーの指標

①腎動脈起始部の収縮期最高血流速度 (peak systolic velocity: PSV)
②腎動脈起始部の拡張末期血流速度 (end diastolic velocity: EDV)
③腹部大動脈の PSV : RAR (renal aortic ratio = 腎動脈起始部の PSV / 腹部大動脈の PSV) を算出
④腎臓サイズ計測
⑤抵抗係数 (resistance index: RI) = (PSV - EDV) / PSV
⑥収縮期加速時間 (acceleration time: AT)
⑦収縮期ピーク波 (early systolic peak: ESP)

- 腎動脈狭窄症の約 90% を占める粥状 (動脈硬化性) 腎動脈狭窄症は、腎動脈の起始部に狭窄が存在することが多い。
- 他の動脈硬化性疾患がある場合にはスクリーニング検査 (他の検査と同時にを行う場合) として最低限表 2 の①~③の項目を施行する。

4.3 腎動脈起始部の描出法

a 腹部大動脈の描出

- 心窩部正中よりやや広い範囲にてガスの途切れた部分を探し (図 13), 腹部大動脈を描出する.
- 腎動脈起始部は心窩部正中付近に存在しているが, 図 14 の点線範囲であれば描出は可能である.

図 13

腸管ガスの影響

- a 腸管ガス像.
- b 腸管ガスの途切れた空間.

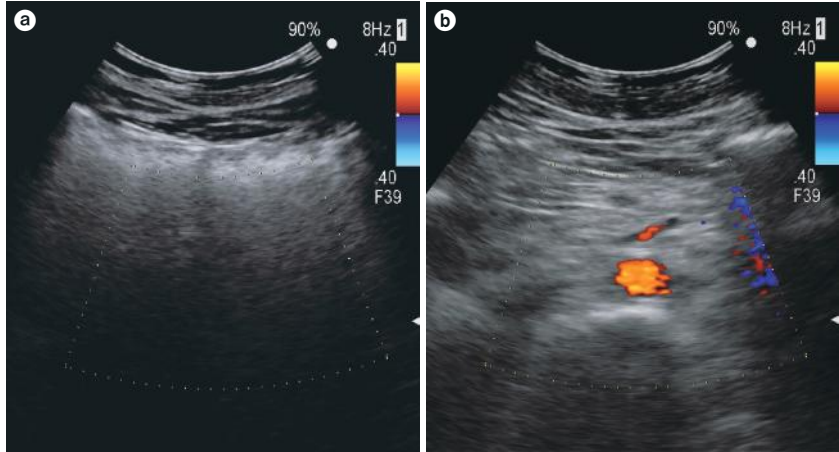
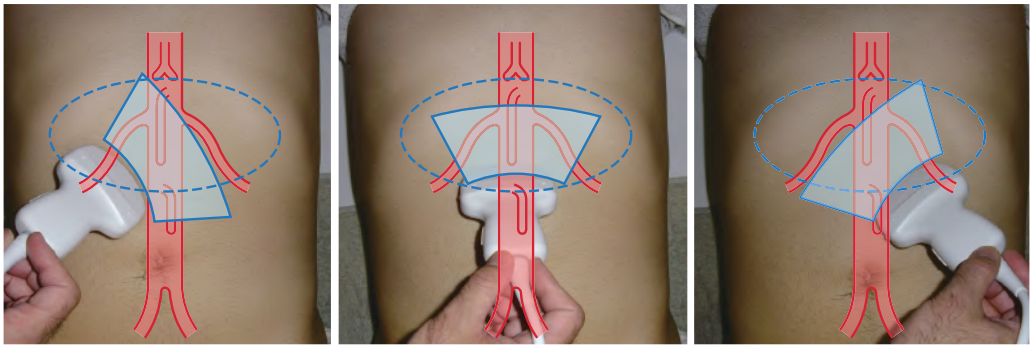


図 14 腎動脈のアプローチ範囲

の範囲であらゆる方向より腸管ガスの途切れた空間を探す.



b 上腸間膜動脈の描出

- 上腸間膜動脈の起始部は腹側表面に向かって走行するため, 比較的描出は容易である (図 15).
- 腎動脈起始部の位置を特定するためには必ず上腸間膜動脈を基準に描出する.

c 左右腎動脈起始部の描出

- 左右腎動脈の起始部を描出するには tilting scan が効果的である (図 16).
- 腎動脈はわずか 5 mm 程度の細い血管であり, 体表面を滑るように走査する linear scan では一瞬で通り過ぎてしまい, 描出困難となる場合や狭窄病変・複数腎動脈を見落としてしまう可能性がある.
 - ▶ 細い血管を見ているということを念頭に走査する.



超音波ガイド下の 中心静脈穿刺

- 1 静脈の解剖と中心静脈穿刺
- 2 超音波ガイド下の
中心静脈穿刺の実際とコツ

2.1 超音波ガイド下穿刺とは

- 超音波断層像を用いて、標的静脈の位置を確認後、皮膚にマーキングをして穿刺を行う static method と、超音波断層像を観察しながら穿刺を行う real-time (or dynamic) method がある。以下、real-time method について説明する。
- 画像：超音波を用いた穿刺では、静脈の輪切りの像である短軸像、縦切りの像である長軸像のいずれかを用いる。
- 運針：超音波の走査線と穿刺針との関係から、超音波走査線内で針を進める平行法と、走査線の外から針が入ってくる交差法がある。
- 手技：観察画像と運針から、短軸交差法、長軸平行法がある。

2.2 短軸交差法

- 短軸交差法では、針の進行方向と標的静脈の走行を一致させる。



Point

静脈の走行に沿ってなぞるようにスキャンする sweep scan technique (図 12) と、超音波プローブを振るようにスキャンする tilting scan technique (swing scan technique) (図 13) がある。画像の中央に静脈が位置するように、この2種類のスキャンを組み合わせることで、超音波プローブを静脈の走行と直角に置くことができる。言い換えると、超音波断層像の向こう側に、まっすぐ静脈が位置する形になる。

a 針の位置の確認

- 間接証拠：針の位置は、針を微細に前後に動かす（キツツキが木をつつくような動作：jabbing motion）と針の近傍の組織が動き、それを超音波断層像で見ることができる。
- 直接証拠：針が超音波走査線に入ると、輝度の高い白い点として見ることができる。

b 穿刺角度の調節

- 安全に穿刺するには、針が静脈の前壁を貫くのを確認する必要がある。針が静脈前壁を穿通する画像を描出するために、穿刺角度の調節が必要となる。穿刺角度の調節では、針を動かすか、超音波プローブを動かして (図 14)、最適な角度（静脈前壁を貫くのが確認できる角度）に調節する。

図 12 Sweep scan technique

静脈の走行に沿ってスキャンしていないと、スキャン中に画面の左右に静脈が動く。静脈が常に画面の中央に位置するようにスキャンした時、静脈の走行に沿ってスキャンしたことになる。

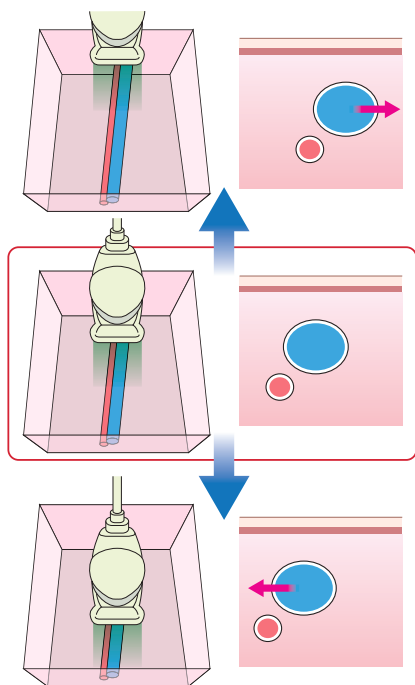


図 13 Tilting scan technique (swing scan technique)

Sweep scan technique だけでは、静脈の走行に対してプローブが斜めでスキャンしても気がつかない。このため、tilting scan technique (swing scan technique) が必要となる。tilting scan technique (swing scan technique) においても、静脈の走行に沿ってスキャンしていないと、スキャン中に画面の左右に静脈が動く。静脈が常に画面の中央に位置するようにスキャンした時、静脈の走行に沿ってスキャンしたことになる。

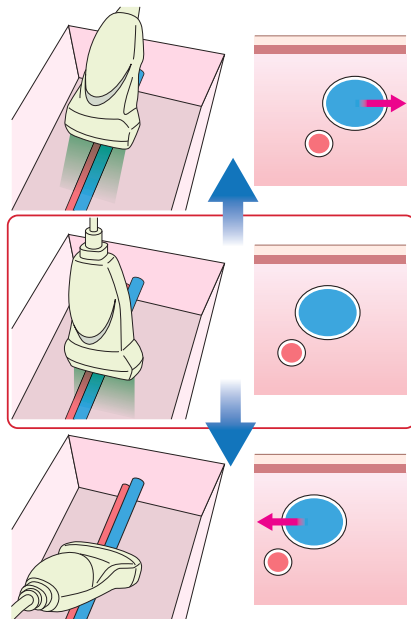
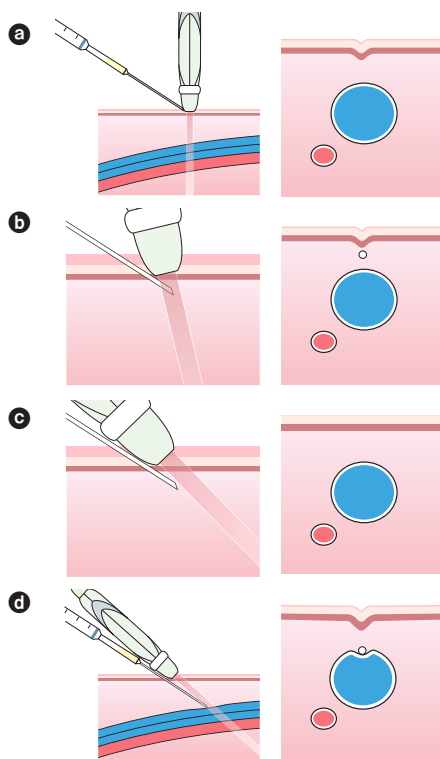


図 14 プローブを動かして穿刺角度を調節する

- a 皮膚に対して 30° 程度の鋭角で、針を刺入する。
- b 針をゆっくり進め超音波走査線内に入ったら、針先が白い輝点として認められる。
- c プローブを傾けて、走査線を針の進行方向に向けて少し動かし固定する。

針を進め、再び走査線内に入ると、b のように白い輝点として針先の位置が確認できる。b ~ c を繰り返し、針先の位置を確認しながら、静脈に近づく。

- d 針先が静脈の前壁に到達したら、針先の圧迫により静脈前壁に小さな凹みができる。この状態を確認したら、針が進みすぎて後壁まで貫かないように注意して、穿刺を行う。



《シリーズ》

心エコーハンドブック

編集

竹中 克 (日本大学板橋病院循環器内科/東京大学医学部附属病院検査部)
戸出浩之 (群馬県立心臓血管センター技術部)

★ 基礎と撮り方	B5判・123頁・オールカラー・綴込付録	ISBN978-4-7653-1511-1	定価 (本体 3,800円+税)
★ 心臓弁膜症	B5判・124頁・オールカラー・別冊付録	ISBN978-4-7653-1531-9	定価 (本体 3,800円+税)
★ 先天性心疾患	B5判・234頁・オールカラー・ウェブ動画 (編集協力) 瀧間浄宏 (長野県立こども病院循環器小児科)	ISBN978-4-7653-1586-9	定価 (本体 5,200円+税)
★ 冠動脈疾患	B5判・160頁・オールカラー・綴込付録・ウェブ動画	ISBN978-4-7653-1614-9	定価 (本体 4,200円+税)
★ 心筋・心膜疾患	B5判・192頁・オールカラー・ウェブ動画	ISBN978-4-7653-1622-4	定価 (本体 4,800円+税)
心不全 (仮題)			
★ 血管エコーハンドブック	B5判・168頁・オールカラー・ウェブ動画 (編集協力) 西上和宏 (済生会熊本病院集中治療室)	ISBN978-4-7653-1644-6	定価 (本体 4,800円+税)
★ 別巻 心臓聴診エッセンシャルズ	B5判・146頁 (著) 坂本二哉 (日本心臓病学会創立者)	ISBN978-4-7653-1538-8	定価 (本体 3,800円+税)

★は既刊

血管エコーハンドブック

2015年8月1日 第1版第1刷 ©

編集 竹中 克 TAKENAKA, Katsu
戸出浩之 TOIDE, Hiroyuki
編集協力 西上和宏 NISHIGAMI, Kazuhiro
発行者 宇山関文
発行所 株式会社金芳堂
〒606-8425 京都市左京区鹿ヶ谷西寺ノ前町34番地
振替 01030-1-15605
電話 075-751-1111(代)
<http://www.kinpodo-pub.co.jp/>
印刷 株式会社サンエムカラー
製本 有限会社清水製本所

落丁・乱丁本は直接小社へお送りください。お取替え致します。

Printed in Japan
ISBN978-4-7653-1644-6

JCOPY <(社)出版者著作権管理機構 委託出版物>

本書の無断複写は著作権法上での例外を除き禁じられています。複写される場合は、そのつど事前に、(社)出版者著作権管理機構(電話 03-3513-6969, FAX 03-3513-6979, e-mail: info@jcopy.or.jp)の許諾を得てください。

●本書のコピー、スキャン、デジタル化等の無断複製は著作権法上での例外を除き禁じられています。本書を代行業者等の第三者に依頼してスキャンやデジタル化することは、たとえ個人や家庭内の利用でも著作権法違反です。