

1 access法

ステントグラフト内挿術 (endovascular aneurysm repair; EVAR) において最も一般的に利用されるアクセス部位は大腿動脈である。EVARを行う前には造影CTを頸部から大腿まで撮影し、大腿動脈から留置位置に至るまでのアクセスルートの狭窄・屈曲や、石灰化の有無がないかを確認する。また、ガイドワイヤーは弓部、上行大動脈へと挿入され、症例によっては上肢からのカテーテル挿入を要する場合もあり、頸部分枝、鎖骨下動脈を含め大動脈全長にわたって性状を確認しておく。

動脈瘤患者は動脈硬化を有していることが多いため、術前のプランニングが非常に重要である。また、総大腿動脈の性状や大腿深動脈分岐の位置なども確認しておく。総大腿動脈に石灰化が著明な場合は、同時に内膜摘除を行うことも考慮する。さらに、末梢動脈疾患 (peripheral artery disease; PAD) 合併症例が多いため、術前に下肢の脈拍の触知、ドプラでの確認は非常に重要である。術前にチェックしておかないと、周術期に塞栓症などで悪化したのか、もともと不良なのかの区別がつかない。

一般的に、EVAR時には総大腿動脈からアクセスすることが最も多く、cut down法が一般的である。近年は経カテーテル的大動脈弁置換術 [transcatheter aortic valve implantation (TAVI) または transcatheter aortic valve replacement (TAVR)] の普及に伴い経皮的に行う percutaneous endovascular aneurysm repair (PEVAR) も増えているが、大腿動脈の cut down はわずかな時間で可能であり、安全・確実で基本的な手技である。

cut down

EVARにおいて、総大腿動脈を cut down で露出してデバイスの挿入を行うのが基本である。まず、術前CTで5～6mm以下の小さな血管径や高度石灰化など

の問題があれば、外腸骨動脈や総腸骨動脈からアプローチすることもある。

総大腿動脈の露出は、体型にもよるが2~3cm弱の斜切開が基本となる。再手術や片側閉塞、同側から複数穿刺して施行する手技 (fenestrated EVARやtype II 予防のための側枝 embolization など) や内膜摘除、バイパス併施においては縦切開も選択肢となる。これら総大腿動脈の露出は全身麻酔で行う必要がなく、局所麻酔や腰椎麻酔、硬膜外麻酔でも治療可能であり、重度の閉塞性肺障害など呼吸器疾患の合併症により全身麻酔が困難な症例においても動脈瘤の治療が可能である。

└ 手技の実際

① マーキング

鼠径靭帯から浅大腿動脈と大腿深動脈の分岐部までが総大腿動脈である。鼠径靭帯の線と鼠径のしわの線を引き、その間で脈拍を触知し、縦に動脈の線を引く。総大腿動脈を中心に皮膚割線 (デルマドローム) に沿って切開線をマーキングする。ここで注意する点は、鼠径靭帯は恥骨結合と上前腸骨棘を結ぶ線と言われているが、実際には鼠径靭帯の下縁は恥骨結合と下前腸骨棘を結ぶ線上にあり、筆者らは鼠径のしわの線と平行した線を恥骨結合から引くようにしている (図1)。

② 血管露出

メスにて皮膚切開を加え皮下組織を鈍的に剝離し、浅鼠径リンパ節群からのリンパ漏を予防するため、今度は電気メスにて切開していく。大腿筋膜に達したら、縦に剝離し、深鼠径リンパ節からのリンパ漏を起こさないようにする。大腿鞘 (femoral sheath) を切開し、大腿動脈表面の血管栄養血管 (vasa vasorum) を傷つけないように剝離する。総大腿動脈を穿刺し、カテーテル抜去後に遮断して修復するだけの長さが剝離できているかを確認する (動画1)。



図1 鼠径 cut down 前

1 EVARにおける画像診断 (CT, エコー, angiogram)

近年の血管内治療の進歩には、同時に画像診断技術の進歩も必要不可欠である。筆者の研修医時代は、CTは5mmスライスで撮影しX線フィルムに画像を焼いており、持ち運びも不便で多数の医師で情報を共有するのは困難であったが、腹部大動脈瘤 (abdominal aortic aneurysm; AAA) に対し開腹手術が主体であった時代において大きく困ることはなかった。しかし、AAAに対する治療としてわが国でEVAR (endovascular aneurysm repair) が開始されてからは、AAAに対する治療方針が大きく変化し、それとともに画像診断技術の重要性も増してきた。

術前検査

└ 造影CTの有用性

EVARの術前検査で最も重要なツールは造影CTである。腹部エコー (AAAのスクリーニングや経過観察においては、コスト面や被曝の面から有用であるが) やMRI検査では、動脈瘤の存在やある程度の形態はわかるものの、これらのツールのみではEVARの治療方針 (解剖学的適応の有無やデバイス選択の判別など) を決定することはできない。

CTは他のモダリティと比較し、簡便に血管壁構造を確認でき、空間分析能に優れ、血管内・外径を正確に計測できる。また、CT画像はCD-ROMに書き込むことで持ち運びの点でも以前のX線フィルム画像と比べ便利になり、他施設で施行したCT画像でも評価できるという利点もある。

└ CTの撮影方法

筆者の施設 (以下、当院) では、造影CTは2mmスライスで、AAA症例であっても必ず胸部～骨盤部 (総大腿動脈が入るように) まで撮影するようにしている。この理由として、まずAAA症例は喫煙歴のある高齢者が多く、同時に肺がんや肺

気腫を合併しているリスクも高いため、術前に肺の状態を確認しておくことが周術期の呼吸器合併症を軽減させることにつながるためである。実際に、筆者もAAAの術前検査でのCTで肺がんを発見した症例が複数ある。また、AAA患者の中には同じ動脈硬化性疾患である胸部大動脈瘤を合併している症例があり、さらに下記のようなケースでは胸部大動脈の粥状硬化の評価を行う必要があることも理由として挙げられる。

- ①Gore®Excluder®(以下、Excluder®)以外のデバイスは、デバイス長の兼ね合いで260cmの長いガイドワイヤーを使用するが、このワイヤー先端が遠位弓部大動脈付近になる場合、あるいは症例によってはワイヤーを大動脈弁に押しつけなければならない症例がある
- ②高齢の日本人女性は体格が小さく、デバイスが下行大動脈まで届いてしまう場合がある
- ③デバイス操作に意識が集中するあまり、術者が気づかないうちにワイヤーが弓部大動脈付近まで進んでしまう可能性がある
- ④ENDURANT®システムでは、メインデバイスを展開後に中枢のスピンドル(チップキャプチャーメカニズム)をグラフトカバーに格納する際、ENDURANT®のスーパーリナーナルステントにスピンドルが引っかかる場合があり、この際のトラブルシューティングとして、システム全体を中枢に進め、下行大動脈でスピンドル(チップキャプチャーメカニズム)を格納するという方法を用いる可能性がある

このような際に胸部大動脈の粥状硬化が強い場合、ワイヤーやデバイスにより粥腫が飛散し、末梢への多発塞栓症を引き起こすリスクが高くなる。このため、胸部大動脈の動脈壁性状を確認することは、重篤な合併症である多発塞栓症を防ぐためにとても重要である。

そのほか、症例の中には下記のような可能性があることから、左右どちらの上腕動脈からのほうが下行大動脈にワイヤーを下ろしやすいのか、特に左鎖骨下動脈起始部に狭窄やプラークがないかどうかの確認をしておくことも、もしもの際の備えとして非常に重要となってくる。

- ①tag of wire法を使用する場合
- ②動脈瘤ネックが短いため、腎動脈にステントを留置しEVARを行うchimney法を用いる場合
- ③デバイスの中核へのmigrationによる腎動脈狭窄や閉塞を起こしたことにより、緊急で腎動脈にステントを留置する場合
- ④大腿動脈から対側ゲートへのカニューレーションが困難である際に、上腕動脈からのルートを使用する場合

EVARの適応

1 はじめに

2006年に企業製ステントグラフトが厚生労働省より使用承認されて以来、ステントグラフト内挿術 (EVAR) は手術リスクの高い患者、高齢の患者を中心に広く施行され、日本ステントグラフト実施基準管理委員会のホームページに掲載されている登録状況によれば、2020年4月現在において、腹部大動脈ステントグラフトは約58,400例が登録されている。

腹部大動脈瘤用のステントグラフトは外科的開腹手術の適応とならない症例を選択することが保険適用の条件であるほか、それぞれの機種には添付文書上 (instruction for use ; IFU) にて定められる解剖学的適応基準が厳密に規定されている。

大動脈の画像診断には、単純X線写真、超音波、MRIなどが併用されることもあるが、造影CTが中心である。つまり、EVARを施行するにあたり画像を用いた適応判断は、患者のリスク評価と並んで重要な役割を担っているとと言える。本項ではまず、腹部大動脈瘤に対しての治療選択における造影CTの果たす役割を中心に述べる。その後、今までのエビデンスなどをふまえて、人工血管置換術との適応選択という点について文献的な考察を加えて述べる。

2 大血管CTの基本と術前計画

現在、広く普及しているマルチスライスCTを用いることで高速撮影、広範囲撮影、高分解能ボリュームデータの収集が可能となり、大血管領域におけるCTの役割は飛躍的に向上した。マルチスライスCTでは大動脈瘤の血栓を含めた正確な大きさと範囲、大動脈分枝動脈と瘤との関係や分枝動脈の狭窄病変の有無を容易に把握できる。

胸部大動脈においては、大動脈弓の曲がりのため大動脈径の測定時に横断像のみでは過大評価する可能性が高い。この点を解消するため、任意方向のMPR (multiplanar reconstruction) は大動脈径の正確な測定に有用である。また、3DCT上での計測も同様に有用であることが多い。3DCTは大動脈の屈曲や瘤の形態を容易に把握できる。

大動脈解離においては大動脈解離の形態、存在部位、偽腔の状態、大動脈径、解離と頸部、腹部分枝との関係、解離に伴う分枝の狭窄や末梢の血流などを正確に把握できる。

ステントグラフトの術前計画としてストレッチCPR (curved MPR) などが用いられることが多く、各CTメーカーなどから専用のソフトも出されている(図1)。

3 腹部大動脈瘤の治療選択におけるCT診断

腹部大動脈瘤のEVARにおいては、瘤の近位側・遠位側に瘤への血流を遮断するためのランディングゾーンの確保が必要である。腹部大動脈瘤に対するEVARにおける近位側ランディングゾーンは、低位の腎動脈と瘤との間の大動脈であり、血栓や石灰化の有無、長さ、屈曲角度、大動脈径がステントグラフトの機種ごとに規定されているIFU内かを診断する。近位ランディングゾーンから低位腎動脈まで厚い血栓が連続している症例においては、ステントグラフト留置時に腎動脈が閉塞することもあるため腎動脈ステント留置術の併用を考慮することもある(図2)。

症例 1 74歳、男性。腹部大動脈瘤46mm

近位ランディングゾーンに不整な血栓を認め(図2A)、両側腎動脈も狭窄を呈していた。近位ランディングゾーンの血栓と腎動脈起始部周囲の血栓は連続しており(図2B)、ステントグラフト内挿時に腎動脈閉塞が懸念されたため、両側腎動脈形成術の併用が計画された。

副腎動脈(accessory renal artery)が存在し、閉鎖の可否を議論しなければならないこともあり、腎動脈の読影には注意が必要である(図3)。

8

エンドリーク

1

総論

endovascular aneurysm repair (EVAR)は、腎動脈下腹部大動脈瘤に対し推奨されるべき治療選択肢のひとつとして広く受け入れられている。それは、周術期(術後30日以内)死亡や合併症、入院期間の短縮といった点で非常に優れているためである^{1~5)}。一方で、エンドリーク(endoleak; EL)を主因とした再治療率がオープン手術に比べ高いことが明らかになっており¹⁾、特に生命予後に関わるエンドリークの正確な理解と対応技術習得が重要である。

1 分類

ELとは、「血管内治療後の瘤内への持続的な動脈血流の流入」と定義され、対応の点から術中(早期)と晩期(遅発)にわけるのが一般的である。発生メカニズムによりtype I~Vにわけられるが、術中(早期)はWhiteらによりI~V型に分類されている⁶⁾。V型はendotensionと呼ばれ、晩期で問題となる。通常はI(A, B), II, III(A, B), IV, Vの分類(表1)が臨床上わかりやすい。詳しい分類法をシェーマで示すと図1のようになる。放射線科領域では、さらに詳しい分類法(表2)⁷⁾もある。

術中では、type I, IIIは直接予後に関わるため、術中に対応しておくことが原則である。また、type IIでも破裂例が報告されるようになり、晩期における対応が問題になっている。このため、太い下腸間膜動脈や腰動脈を術中に塞栓しておく場合もあり、議論がわかれている。

晩期では、type I~Vが問題となる。いずれの場合でも、特に流出血管(outflow vessel)が残存している場合には、自然消失する可能性が低くなる。常にどのタイプのリークかを同定し、治療タイミングを考慮に入れた注意深い経過観察が重要である。

表1 エンドリークの分類①

分類	サブクラス	メカニズム	備考
I		グラフトと宿主大動脈との接合不全によるリーク	
	I A	中枢側リーク	
	I B	末梢側リーク	
II		大動脈瘤側枝からの逆流によるリーク。主に下腸間膜動脈や腰動脈からが多い	さらに細かい分類もある(表2)
III		グラフト-グラフト接合部、もしくはグラフト自体の破損などによるリーク	
	III A	グラフト-グラフト接合部からのリーク	
	III B	グラフトのファブリック損傷によるリーク、またはステント固定の縫合糸の針穴など	
IV		グラフトファブリックの透過でporosityに関係する	porosity leak, microleakとも呼ばれる
V		画像上明らかなエンドリークとして指摘できないが、徐々に瘤拡大をきたす場合で、endotensionとも呼ばれる	

(文献6, 7を参考に作成)

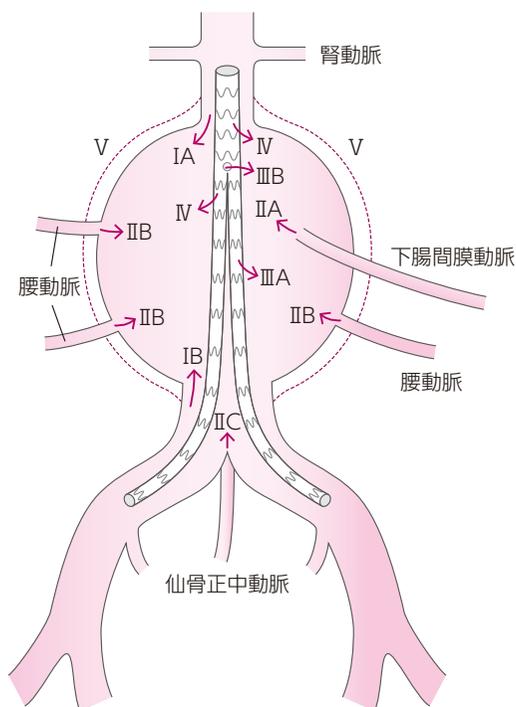


図1 エンドリークの詳しい分類図

I A: 中枢リーク, I B: 末梢リーク, II A: 下腸間膜動脈から流入, II B: 腰動脈から流入, II C: 仙骨正中動脈から流入 (single vesselをII A, two vessels以上をII Bとする分類もある), III A: グラフト-グラフト接合部リーク, III B: ファブリック損傷部からのリーク, IV: porosityリーク, V: endotension