



Hemodynamic analysis of endoleaks after endovascular abdominal aortic aneurysm repair by using 4-dimensional flow-sensitive magnetic resonance imaging

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 浜松医科大学 公開日: 2018-11-20 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 美甘 (阪田), 麻裕 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10271/00003445

博士（医学） 美甘（阪田） 麻裕

論文題目

Hemodynamic analysis of endoleaks after endovascular abdominal aortic aneurysm repair by using 4-dimensional flow-sensitive magnetic resonance imaging

（4D Flow MRI を用いた腹部大動脈瘤に対するステントグラフト内挿術後のエンドリークに対する血行動態解析）

論文の内容の要旨

〔はじめに〕

腹部動脈瘤に対するステントグラフト内挿術（EVAR）は、安全で低侵襲のため広く行われているが、術後の長期間フォローアップで、約 20-30% の症例で再治療が必要になると報告されており、その原因の一つがエンドリークである。エンドリークは、ステントグラフト外の瘤内に持続的に血流を遺残するものと定義される。そのうち、type II エンドリークは、EVAR 後の再治療例の 50% 以上を占めると報告されている。エンドリークにより瘤増大が起これば、瘤破裂を予防するため、瘤分枝動脈の塞栓術や人工血管置換術などの追加治療が行われる。しかし、全エンドリークが瘤増大に関与しているわけではない。現在、エンドリークは 5 タイプに分類され、エンドリークの治療方針はタイプ毎に異なる。CT angiography (CTA) はエンドリークの診断に広く用いられているが、エンドリークの分類は困難であり、特に複数のタイプのエンドリークが混在している場合には判別が困難である。MR angiography (MRA) は、CTA と比較して、ニチノール製のステントグラフトを用いた EVAR 後のエンドリークの検出に優れ、エンドリークの分類にも有用である。近年、MRI の特性を利用して心周期に同期して撮影する 3 次元シネ位相コントラスト核磁気共鳴画像法（4D-Flow）による種々の血管疾患の血行動態解析が可能となり、この新しい 4D-Flow を用いてエンドリークに対する血行動態解析を行った。

〔方法〕

2013 年 1 月～2014 年 8 月の間に当科で行った待機的 EVAR のうち、正常または軽度の腎機能障害で、ニチノール製のステントグラフトを用いた 31 例を対象とした。CTA、MRA/4D-Flow および腹部超音波検査（US）を術後 60 日以内に施行し、エンドリークを観察した。4D-Flow は解析ソフト Flova（Renaissance Technology, Hamamatsu, Japan）を用いて解析した。なお、本研究は、浜松医科大学医の倫理委員会の承認を得ている。

〔結果〕

エンドリークの検出率は、US 6 例（19.4%）、CTA 13 例（41.9%）、MRA/4D-Flow 18 例（58.1%）であった。4D-Flow を用いて、type II エンドリークは瘤分枝動脈の血流パターンから to-and-fro type 2 相性の type IIa と、単相性の血流パターンの type IIb の 2 種類があることが判明した 18 例のエンドリーク症例で、type II エンドリークに関わる分枝動脈を計 111 本を同定・解析するとともに、エンドリ

ークを4つのtypeに分類した(type I 6.5%、type II 54.8%、type III 16.1%、type IV 9.7%)。複数のtypeのエンドリークが混在している症例は7例(39%)であった。

Type I エンドリークの一例は、術中造影および術後 CTA、MRA で中枢側からの type Ia エンドリークを認めたが、4D-Flow では、ステントグラフトの中枢側より瘤内に流れ込む stream line を画像化できた。Type III エンドリークの一例では、術後 CTA、MRA でステントグラフトと左側のリムの接合部付近でエンドリークが疑われたが、4D-Flow では脚接合部から瘤内に流れ込む血流の stream line を画像化できた。Type IV エンドリークの一例では、術後 MRA でステントグラフトの周囲に造影剤のびまん性の漏出を認めた。4D-Flow では、ステントグラフト壁から漏れた血流が時間の経過とともに次第に瘤内に広がっていく様が認められた。Type IIa エンドリークの症例では、術前 CTA、MRA で下腸間膜動脈(IMA)は開存していたが、術後の CTA、MRA でその IMA からの逆行性の血流による type II EL を認めた。4D-Flow では、IMA から瘤内に to-and-fro の2相性のパターンを有する血流を認めた。Type IIb エンドリークの症例では、術後 CTA、MRA で左第4腰動脈と右第4腰動脈からのエンドリークを認めた。4D-Flow では、左第4腰動脈(inflow)と右第4腰動脈(outflow)間の交通が存在していることが判明した。

[考察]

CTA は EVAR 後のサーベイランスとして広く用いられているが、エンドリークの検出率は20~40%と報告されている。一方、MRA は70~80%の検出率である。

Type IV エンドリークはグラフト線維網からのリークであり、Endurant を用いた EVAR 後に起こりやすいが、同時に type II や type III エンドリークが混在している可能性があるものの、術中の判別は難しい。本研究でも、術中造影で type IV エンドリークを認めた症例のうち、術後 MRA で type II と type III エンドリークの両者またはどちらか一方を認めたものが7例あった。また、CTA でエンドリークは認めないが EVAR 後に瘤が増大し、MRA でエンドリークを認め、4D-Flow で責任血管を同定し得た症例もあった。一方、CTA や US ではエンドリークを認めず、MRA/4D-Flow でエンドリークを認めたが、1年後には瘤径が不変または縮小した症例があり、手術直後のエンドリークが持続的なものか否かを判定する術が必要となる。4D-Flow は、CTA や US でエンドリークに対して追加治療が必要と思われる症例に対する二次的 modality として有用である可能性が示唆された。EVAR 後に瘤破裂をきたす症例の10~20%は type II エンドリークによるものと言われており、瘤破裂症例の死亡率は50%に達する。しかし、type II エンドリーク症例のうち瘤増大のリスクを予測するのは困難であり、治療法も定まっていない。4D-Flow は、エンドリークに関連する血管の血流ベクトルや流量、流速を測定することができる。4D-Flow によるエンドリークの血行動態を解析することにより、瘤増大、破裂を予測しうるパラメーターの開発が可能になるかもしれない。さすればどの血管にどのタイミングで治療介入が必要かを判断する一助となりうる。

[結論]

4D-Flow を用いて初めて、全 type のエンドリークの解析に成功し、複数の type が混在するエンドリークを診断し得た。4D-Flow で血流のベクトル、流速、流量が測定可能であり、分枝血管の血行動態解析を行うことにより、瘤増大の責任分枝動脈を同定し、type II エンドリーク治療に寄与しうると考えられた。