

# Characterizing saccular aortic arch aneurysms from the geometry-flow dynamics relationship

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 浜松医科大学 公開日: 2018-05-08 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 夏目, 佳代子 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10271/3354">http://hdl.handle.net/10271/3354</a>

博士(医学) 夏目 佳代子

論文題目

Characterizing saccular aortic arch aneurysms from the geometry-flow dynamics relationship

(形状-血流動態関係による弓部大動脈嚢状瘤の特徴付け)

論文の内容の要旨

[はじめに]

嚢状大動脈瘤は大動脈瘤全体の 1.5%程度と報告されているが、紡錘状大動脈瘤よりも破裂リスクが高いと考えられている。しかし嚢状瘤の形状が破裂リスクにどのように影響を与えるかについてはほとんど知られておらず、コンピューターシミュレーションで瘤壁にかかる wall stress と形状を評価した報告が散見される程度である。これらの報告では、wall stress は嚢状の方が紡錘状よりも大きいという報告もあれば有意差はないという報告もあり、定見はない。これは、嚢状瘤の定義自体が曖昧で、様々な形状のものを含んでいることも一因であると考えられる。

血流動態の評価法である 4-dimensional flow (4D-flow) MRI や computer fluid dynamics は、画像情報をもとに wall shear stress (WSS) や oscillatory shear index (OSI) 等の指標の計測・推定を可能にする技術である。WSS や OSI は動脈硬化の進行、脳動脈瘤の増大・破裂、腹部大動脈瘤の破裂等のリスク評価に有用と報告されている。

本研究は、臨床上嚢状瘤に多く遭遇する弓部大動脈瘤を対象とし、より適切に嚢状瘤を特徴付けるために、造影 CT を用いて大動脈瘤の形状を、更に 4D-flow MRI を用いて WSS や OSI 等の血流動態の指標を評価し、両者の関係性を評価した。

[対象ならびに方法]

弓部大動脈瘤患者 100 例の造影 CT を用いて、瘤の内径・外径・長軸方向の長さ、neck width、sac depth、瘤中枢・末梢の血管径を計測した。発生部位と形状から、嚢状瘤小弯側群、嚢状瘤大弯側群、紡錘状群の 3 群に分け、解析した。うち 4D-flow MRI を撮影した 16 例では、WSS、OSI、及び血流パターンを評価し、健常ボランティア 8 例、年齢調整コントロール群 8 例と比較した。

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実施した。(承認番号 E16-012, 22-45, 25-236)

[結果]

100 例中、嚢状瘤小弯側群 59 例、嚢状瘤大弯側群 23 例、紡錘状群 18 例であった。外径/長さ比と sac depth/neck width 比は、紡錘状瘤では  $0.76 \pm 0.18$ 、 $0.23 \pm 0.09$  とほぼ一定であったのに対し、嚢状瘤では、より高値でばらつきがみられた。これは特に小弯側群で顕著であった。渦流は動脈瘤内に常に発生しており、結果として WSS の低下がみられた。Sac depth/neck width 比 0.8 以下では内径と WSS に負の相関がみられ、

内径 50 mm 以上では WSS は 0.25 以下となった。一方、Sac depth/neck width 比 0.8 以上は嚢状瘤のみで、WSS は常に 0.25 以下となり内径との相関はみられなかった。

#### [考察]

紡錘状瘤では外径/長さ比と sac depth/neck width 比がほぼ一定であるのに対し、嚢状瘤ではこれらはより大きく、ばらつきがあることが示された。これは、紡錘状瘤の拡大は長軸方向への延長を伴うのに対し、嚢状瘤では長軸方向への延長なしに瘤拡大がみられることを推測させる。嚢状瘤の部位別の解析では大弯側群が小弯側群より外径/長さ比、sac depth/neck width 比共に小さいが、これは大弯側が小弯側より長いからであると考えられる。

これらの結果から、嚢状瘤の血流動態は sac depth/neck width 比 0.8 以上のものでは紡錘状瘤と異なって来ることが示唆される。嚢状瘤でも大弯側群は 0.8 以下のものが多く、小弯側群よりも血流動態の観点からは紡錘状瘤に近いと考えられる。脳動脈瘤において、sac depth/neck width 比は WSS と負の相関を示しており、比が 1.5~1.6 を境に WSS が急激に低下することが報告されている。我々の結果から、弓部大動脈瘤においては 0.8 付近にその域値があると考えられる。

WSS 低下は内皮細胞の機能に影響を及ぼして動脈硬化を促進することが知られている。動脈瘤内では渦流の発生によって WSS が低下している。動脈瘤壁では動脈硬化と共に炎症細胞浸潤と壁構造の破壊・再構築がみられる。大動脈壁の細胞外マトリクスはマトリクスメタロプロテアーゼによって破壊されるが、WSS の低下部位でその活性が高いという報告がある。すなわち、WSS 低下は瘤壁の脆弱化と瘤の増大に影響を与え、一旦動脈瘤が形成されると更に WSS は低下し、瘤の増大が促進されるという悪循環に陥ると考えられる。脳動脈瘤や腹部大動脈瘤でも WSS 低下と破裂部位や瘤の増大との関連が報告されており、WSS 低下は破裂リスク上昇と関連することが支持される。

4D-flow MRI は撮影時間がかかり、日常的に検査として利用することは難しく、臨床的意義は限られる。一方、sac depth/neck width 比は造影 CT から計算することが出来る。嚢状瘤の患者において、その比が 0.8 を超える場合、瘤径に関わらず、破裂リスクは高いと考えることが出来る。

本研究では弓部大動脈瘤の 82% が嚢状瘤であり、大動脈瘤全体の 1.5% が嚢状瘤であったとする既存の報告と大きく異なっていた。これは過去の報告における嚢状瘤の定義が曖昧であったことも一因である可能性がある。

#### [結論]

紡錘状瘤は瘤拡大と共に長軸方向への延長がみられ、WSS の低下もみられる。嚢状瘤は長軸方向への延長なしに瘤拡大がみられ、特に弓部小弯側のものは sac depth/neck width 比及びそのばらつきが大きい。この比が 0.8 を越えるものは瘤径に関わらず WSS が低下しており、臨床的にリスクが高いと考えられる。