

AMCoR

Asahikawa Medical University Repository <http://amcor.asahikawa-med.ac.jp/>

旭川医科大学研究フォーラム (2014.02) 14巻1号:71～73.

平成23.24年度「独創性のある生命科学研究」個別研究課題
21) 頸動脈狭窄病変における、血行流体力学的 wall shear stress に対する生体防御反応が及ぼす病変憎悪因子に関する研究

研究代表者 三井 宣幸

つの Minor criteria を報告した。近年では、血行力学的プラーク増悪因子が指摘され、数値流体力学 (computational fluid dynamics:CFD) による血流動態シミュレーションが注目されている。しかし CFD 解析は、モデルが鋼体で流入する血流速・流量・血液粘性度が一様と条件を仮定しており、血管は弾性を持ち血流速・流量が変動する生体への応用としてはクリアすべき問題が山積している。そこで我々は、実際の血流方向及び血流速を反映した MRI 撮像法の 1 つである位相コントラスト (Phase contrast : PC) 法を用いて血行動態評価を行ったので報告する。

[研究目的]

頸動脈狭窄病変に関し、外因子となる血流により発生する“ずり応力”(shear stress) に着目し、血管壁に及ぼす影響 (wall shear stress : WSS) を流体力学的分野からイメージング・解析する事でその増悪因子に関し画像評価だけでなく病理学的立場から解明する事を最終目的とする。

[研究方法]

当科では PC 法による MRI の DICOM データ解析を、3D/4D 解析ソフトの AVIZO[®] (Maxnet 社) を用いて行っている。AVIZO[®] は定性的な 3 次元画像構成ソフトであるが、PC 法では信号輝度が血液流速を反映し、ベクトル情報が収集されているため本ソフトを用いても血行動態の定量化が可能と考えた。しかし、本法は検証されたものではなく基礎的な検討が必要と考え、先ずは以下の方法で流速・流量の精度評価を行う事とした。

正常頸動脈の血流速・血液量の測定を、ボランティアと頸動脈狭窄病変患者の健側 7 例を対象として行った。エコー検査にて時間平均血流速度・時間平均血流量・収縮期最高血流速度を計測し、PC 法による AVIZO[®] 解析から平均速度・平均血流量・最高速度を算出して、比較・検討を行った。PC 法の MRI 撮像条件は、FOV:250, Matrix:192x192, Voxel size:2.6x2.6x2.4mm, VENC:150cm/sec とし撮像した。

[結果]

AVIZO[®] では、3D-TOF 法にて撮像した MRA 画像に PC 法で撮像したベクトル表示画像をフュージョンする事で流速方向を可視化する事が出来る。しかしそ

21) 頸動脈狭窄病変における、血行流体力学的 wall shear stress に対する生体防御反応が及ぼす病変増悪因子に関する研究

研究代表者 三井 宣幸

[はじめに]

頸動脈狭窄病変のプラーク増悪因子に関し Naghavi らは、病理組織学的評価から 5 つの Major criteria と 6

の元となっている画像から流速変化を計測できるためこれを用いて、流速変化を計測し平均流速・平均流量を算出した (fig.1)。

- ① エコー検査による時間平均血流速度と PC 法による平均速度の比較。

平均速度に関しては、線形的に近似しているものの、 $R^2=0.06417$ と相関関係は得られなかった。(fig.2-A)

- ② エコー検査による時間平均血流量と PC 法による平均通過血液量の比較。(fig.2-B)

平均通過血液量に関しては、 $R^2=0.64733$ と線形性の相関関係が得られ、ピアソン相関係数は0.80457 で p 値 < 0.001 であった。

- ③ エコー検査による収縮期最高血流速度と PC 法による最高血流速度の比較。

最高速度に関しても、 $R^2=0.57826$ と線形性の相

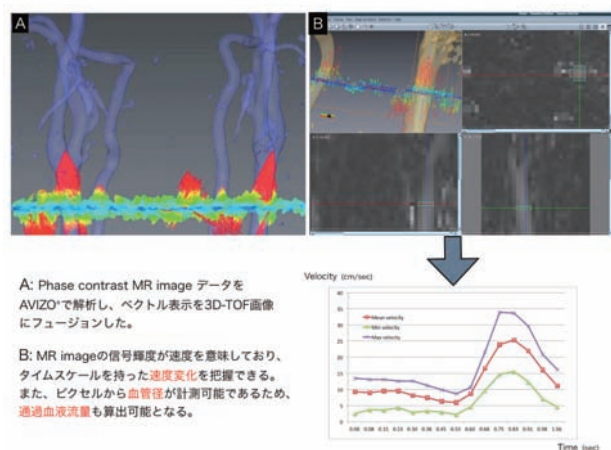


fig.1

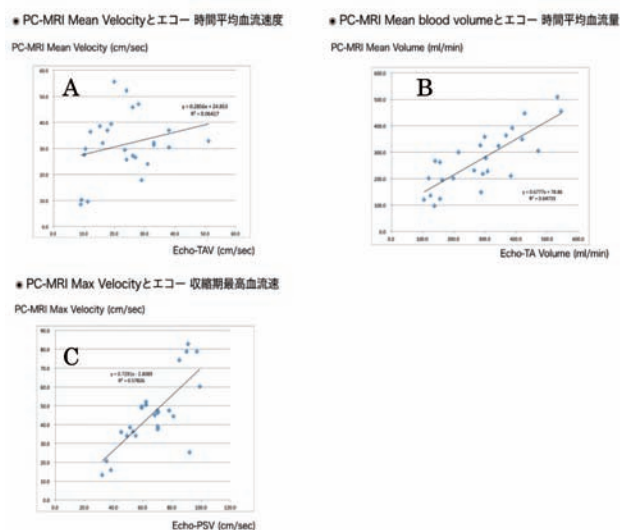


fig.2

関関係が得られ、ピアソン相関係数は 0.76043 で p 値 < 0.001 であった。(fig.2-C)

以上より、時間平均血液流速に関してはエコー検査と相関が得られなかったが、時間平均血液流量と最高速度に関して相関が得られる結果となった。

[考 察]

本研究では時間平均血液流量に関して相関を得られたが、時間平均血液流速に相関が得られなかった。通常血流は、血管弾性力、血液粘性、拍動変化、血圧変化等の様々な要因により、層流と乱流が混在し流れている (fig.3-a)。エコー検査では、乱流の状態はあまり反映されず、平均化されて流速変化として計測されてしまう (fig.3-b)。しかし、PC法で撮像した流速は、ボクセル1つ1つに流速とベクトル情報を持っているため乱流を反映する計測値となり、血管断面のボクセル値を平均化し算出しても計測値にバラツキが生じたものと考ええる。

ベクトル情報を応用し、乱流の評価を行った。任意の時間で近接するベクトル接線を連続させイメージン

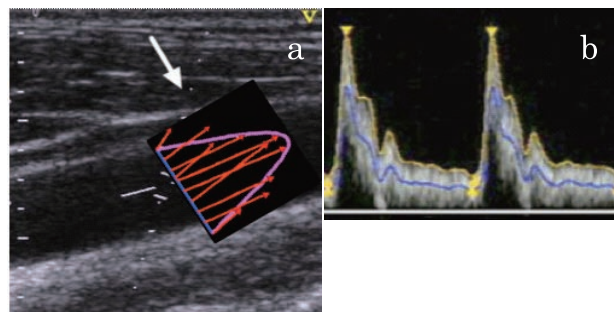


fig.3

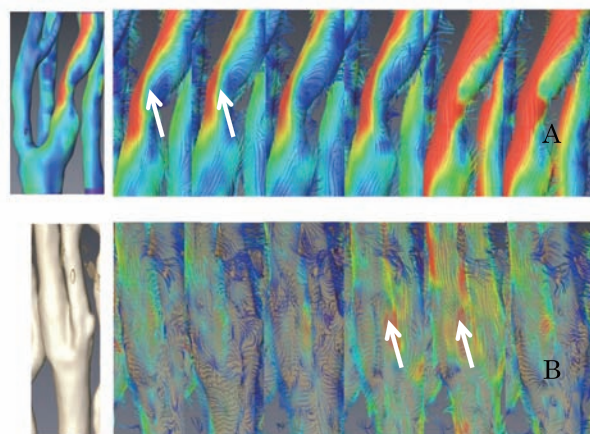


fig.4

グする事が AVIZO® では可能である。Tim Tらは、低い WSS と OSI (oscillatory share index) は、狭窄増悪因子として指摘している。本研究でも、狭窄部に発生する乱流は流速が停滞しており、過去の文献を指示する結果であったと考える (fig.4-A)。また、正常血管で狭窄病変が見られないにもかかわらず流速の速い乱流が見られた (fig.4-B)。狭窄病変の発症要因を示唆しているが、本研究期間内で解明する事は出来なかった。

[結 語]

PC法を用いた流体解析において、既存エコー検査と比較して基礎的な精度評価を行った。本研究結果から、血行動態解析として十分に評価可能と考えられ、今後は内頸動脈血栓内膜剥離術にて採取したプラークの病理解析と合わせて血行動態による、狭窄増悪因子の解明に期待ができた。また、ピクセル値から接触面積が算出でき WSS の算出を示唆し、本研究結果は脳動脈瘤の破裂因子研究への広がりを示した。

[謝 辞]

本研究を遂行するにあたり、頸動脈エコー検査検者を担当して頂いた臨床検査部 赤坂 和美先生に感謝致します。