

審査の結果の要旨

氏名 野村 征司

本研究は、脳動脈瘤の増大や破裂に重要な役割を演じていると考えられる血流ベクトルデータが生体から得られる 4Dimensional Phase Contrast-Magnetic Resonance Angiography (4D PC-MRA) と、血管形状データである Time of flight- Magnetic Resonance Angiography (TOF-MRA) のレジストレーション(画像間の位置姿勢を一致させる)方法を考案し、Target registration error (TRE) を用いて考案方法のレジストレーション精度の検証を試みたものであり、下記の結果を得ている。

1. 4D PC-MRA 強度画像と TOF-MRA のレジストレーションについては、両画像に共通し、かつ情報の精度が高い血管中心領域を抽出し、抽出した血管中心領域を Normalized mutual information (NMI) を用いてレジストレーションする方法を考案している。4D PC-MRA 強度画像の血管中心領域の抽出閾値を 2 種類 (10% of SI max、25% of SI max) 設定し、TOF-MRA の血管中心領域の抽出閾値を 1 種類 (50% of SI max) 設定し、閾値設定毎のレジストレーション前後の TRE を比較した結果、いずれの閾値設定でもレジストレーション後の TRE が小さくなることが示された。そのうち、4D PC-MRA 強度画像からの抽出を血管中心に局限した抽出となるように閾値設定することで (25% of SI max に設定) レジストレーション精度が高くなることが示された。
2. 4D PC-MRA 位相画像と TOF-MRA のレジストレーションについては、脳血流を層流と仮定し、4D PC-MRA 位相画像から抽出した血流高速領域と TOF-MRA から抽出した血管中心領域が共通する領域とし、抽出した両領域を、NMI を用いてレジストレーションする方法を考案している。4D PC-MRA 位相画像と TOF-MRA のレジストレーションにおいて、4D PC-MRA 位相画像の血流高速領域の抽出閾値を 2 種類 (10% of SI max、25% of SI max) 設定し、TOF-MRA の血管中心領域の抽出閾値を 1 種類 (50% of SI max) 設定し、閾値設定毎のレジストレーション前後の TRE を比較した結果、いずれの閾値設定でもレジストレーション後の TRE は統計学的有意差をもって小さくなることが示された。しかし、各抽出閾値のレジストレーション後の TRE を比較したところ、統計学的有意差は認めなかった。
3. 4D PC-MRA 強度画像と TOF-MRA のレジストレーションと、4D PC-MRA 位相画像と TOF-MRA のレジストレーションの TRE を比較したところ、前者の方が、TRE が小さいことが示された。
4. 4D PC-MRA 強度画像と TOF-MRA のレジストレーションにおいて、4D PC-MRA 強度画像からの抽出をより血管中心に局限した抽出となるように閾値設定することでレ

ジストレーション精度が高くなることが示されが、その理由は、情報の精度がより高い血管中心に抽出部位を限局したためと考えられた。

5. 4D PC-MRA 位相画像と TOF-MRA のレジストレーションは 4D PC-MRA 強度画像と TOF-MRA のレジストレーションと比較し精度が低いことが示されたが、その理由は、脳血管には屈曲部位が存在しており、必ずしも脳血流が層流とならず、血管中心領域と血流高速領域が対応しないためと考えられた。

以上、本論文はこれまで報告がない 4D PC-MRA と TOF-MRA のレジストレーション方法の考案および精度検証を行い、考案方法の有用性を示した。本研究は、これまで困難であった生体から得られた血流ベクトルデータを用いた脳動脈瘤の流体解析に寄与することが期待され、学位の授与に値するものと考えられる。