

論文の内容の要旨

論文題目 三次元画像解析を用いた血管形状の計測
による内頸動脈狭窄の評価に関する研究

指導教官 大友 邦 教授

東京大学大学院医学系研究科

平成11年4月入学（平成13年4月再入学）

医学博士課程

生体物理医学専攻

氏名 國松 聡

【背景・目的】

頸部内頸動脈狭窄症は、虚血性脳血管障害のリスクを高めることが知られている。過去において行われた大規模なランダム化比較試験の結果では、高度狭窄症例に対する外科的治療の有効性が示されており、狭窄率の正確な計測が必然的に重要である。これらの研究では狭窄計測に血管造影検査が使用されたため、超音波検査、computed tomography (CT) angiography、magnetic resonance (MR) angiography などの他の検査方法を用いて血管造影検査と比較した研究が数多くなされてきた。これらの検査法には、それぞれに利点や限界があるが、侵襲性がより低く、正確性の高い検査法が選択されることが望ましい。この中では、近年開発されたマルチスライス CT を用いた CT angiography (CTA) では、高い空間分解能および時間分解能を有し、血管造影検査に匹敵する空間分解能でありながら、よ

り侵襲性が低く、また血管以外の組織情報も得られる、有力な検査方法である。

このような検査機器の発達に伴って、CT や MRI など得られる三次元画像データの画像処理技術も著しい発展を遂げてきている。血管中心軸抽出による血管軸直行断面表示法もそのひとつである。従来の画像検査法の血管断面像は必ずしも血管軸に対して垂直という保証がなかったが、本法を用いることにより血管軸直行断面上で血管内腔の正確な径や面積などの形状を自動計測することが可能である。また、自動計測は、人為的な計測誤差を排除し、かつ労力を軽減し、計測の再現性を高めるという利点を有する。加えて、自動計測技術を用いることにより、従来は計測の煩雑であった血管内腔面積を容易に求めることが可能となった。

本研究の目的は、上記のような血管軸直行断面上での自動計測のためのソフトウェアを開発して自動計測手法を確立すること、マルチスライス CT において収集した三次元 CTA データを利用した自動計測と、従来の標準的検査法である digital subtraction angiography (DSA) を利用した手動計測より求めた狭窄率を比較し、前者の評価能を検討することである。

【対象・方法】

画像信号強度の二次微分値を与える行列の固有ベクトルを求めることにより、血管のような管状構造ではその軸の方向ベクトルを得ることができる。それにより定められる血管軸直行断面上で、領域拡張法により血管内腔およびその輪郭に相当するボクセルを抽出し、血管内腔面積、面積等価正円半径を自動計測し表示させた。アクリル製血管ファントムによる検証の後、マルチスライス CT を用いた CTA および DSA がともに行われた、頸部内頸動脈狭窄症 19 症例 37 血管を回顧的に検索し、それらの CTA の三次元画像データに対して血管軸直行断面上での自動計測を行った。North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial (NASCET) の方法に基づき、DSA から測定した狭窄率と、CTA データでの自動計測により求めた狭窄率を比較した。

【結果】

ファントムを用いた計測では、実測により理論的に得られる値と、自動計測により得られる値とはほとんど差がなかったが、径の細いファントムでは誤差が多い傾向があった。CTA の三次元データを用いた自動計測により求めた狭窄率と、DSA により求めた狭窄率とは中等度の一致が見られたが、自動計測手法の法が狭窄率を低めに算出する傾向が見られた。

三次元画像解析技術を利用した、血管軸直行断面上での自動計測は、再現性や客観性が高く、正確な血管内腔径、面積の計測を可能とするとともに、人為的な労力の軽減に寄与すると考えられる。高い空間分解能を有するマルチスライスCTでの三次元データを用いて、頸部内頸動脈狭窄の血管軸直行断面上での自動計測を行ったものは本論文がはじめてであり、狭窄率の正確な計測が治療方針選択のために重要な意味を持つ頸部内頸動脈狭窄症では、本手法は有望と考えられた。

しかしながら、マルチスライスCTで得られる高精細な三次元データを用いてさえ、部分容積現象、拍動や石灰化などの影響など、改善すべき課題はまだ残されており、今後の検討が必要と考えられた。

【結論】

三次元画像解析技術を利用した血管形状の自動計測手法を用いて、マルチスライスCTで収集した三次元CTAデータに対し、頸部内頸動脈狭窄の評価を行った。この方法は従来の標準的な狭窄の評価法であるDSAによる狭窄率評価に対して、中等度の一致を示した。狭窄評価の客観性、再現性の向上をもたらす有望な手法と考えられた。