1P2-32 血管内皮検査自動化システムの開発

Study on automatic FMD (flow-mediated dilatation) measurement system

○寺田知彦,山口喬弘,荒船龍彦,小林英津子,佐久間一郎,神保泰彦*,山下俊子**,望月剛**,宮田哲郎***,吉栖正生****

東京大学大学院新領域創成科学研究科, * 東京大学大学院工学系研究科, ** アロカ株式会社研究所

*** 東京大学大学院医学系研究科, **** 広島大学大学院医歯薬学総合研究科

T.TERADA, T.YAMAGUCHI, T.ARAFUNE, E. KOBAYASHI, I. SAKUMA, Y.JIMBO, Y.YAMASHITA**,
T.MOCHIZUKI*, T. MIYATA**, M.YOSHIZUMI***

Graduate School of Frontier Sciences, the Univ. of Tokyo, *Graduate School of Engineering, the Univ. of Tokyo,

**Research Laboratory, ALOKA CO., LTD., **Graduate School of Medicine, the Univ. of Tokyo,

***Graduate School of Biomedical Sciences, Hiroshima Univ.

1. 緒言

現在冠動脈疾患や脳血管障害のリスクファクターと考えられている血管内皮機能低下の評価法として「血管内皮機能検査法」が考案されている。本検査法は、被験者の上腕動脈において安静時に対する 5 分間の駆血解除後の血管径増加率(%FMD)を指標とするものである。健康者では 10%超の拡張が見られるのに対し、動脈硬化危険因子度の高い患者だと 3%程度に止まるといわれている。しかし、本手法には、検査者による血管径の認識に違いがあることや、長時間にわたって最大血管径を描出できる位置に超音波プローブを保持する必要があることなど改善すべき点が多い。そこで本研究では、血管内皮機能検査の自動化及びその精度・再現性の向上を目的とし、血管内皮機能検査自動化システムの開発を行った。

2. 方法

検査システムの構成図を Fig.1 に示す。超音波画像診断装置は ALOKA 製 SSD-5500 を使用し、プローブは周波数 7.5MHz のものを使用した。超音波画像としては B-mode 画像を使用した。プローブ保持マニピュレータは並進 4 自由度(うち 1 自由度は粗動用)、回転 3 自由度を有するものを製作した。PC 内のソフトウェアでは超音波画像から特徴値を導出し、評価関数を用いて血管認識適正度を評価し、それに基づいてマニピュレータの制御を行った。プローブ自動位置決め時には、プローブを微小量だけ動かした画像群を取得した後、画像から求められる特徴値が最も大きくなるように、プローブ位置を制御した。測定手順としては、まず手動での血管の最大径を描出できるよう初期位置決めを行い、安静時の血管径を測定した後に、追従機能によって自動化システムを用いて自動的に血管のずれを補正しながら血管閉塞時及び開放後の血管径計測を行った。

Fig.1 FMD automatic measurement system

3. 評価実験

(1)ファントムを使用した精度評価

精度評価実験を行うために、まず腕の形を模擬した円筒形で実際の腕の減衰率に近づけるために寒天にグラファイトを混合させた組成のファントムを作成し、内径が既知の模擬血管を通した。実験はファントムの模擬血管の長軸画像を抽出し、内径が極大値となる箇所を探索した。その後極大値の平均を求め、20 回行った結果、平均値は 9.74Pixel(1.949mm)であった。これは実際の内径(1.95mm)と比較して誤差は 1%未満である。また、分散は 0.027、標準偏差は 0.164 であった。

(2)被験者に対する FMD 計測

製作したシステムを用いて 6 人の健康な 20 代男性の被験者に対し、FMD 計測試験を行った。Fig.2 のように血管がずれ特徴値が下がった際に、自動追従機能による血管径描出が実現されていることを確認した。自動追従機能を用いた血管径描出については、合計 8 回実験を行ったが、そのうち 2 回は追従の必要がなく、4 回は自動追従によって血管径計測に成功した。残りの 2 回は血管壁の誤認識による失敗であり、これは超音波画像の画質の改善や血管認識プログラムの改良で対応する必要があると考える。そのため追従機能の精度評価を行う必要がある。また FMD の計測値は体調による変化や画質の問題を含むため、システムの有用性を判断するにはデータ数が更に必要と考えられる。

Fig.2 An example of result of FMD measurement

4. 結言

血管内皮機能検査自動化システムを製作した。また、ファントムを製作し精度評価実験を行い、血管径の認識については必要な精度を備えていることが分かった。また、被験者への実験によって、FMD 計測自動化の実現可能性が分かったが、同時に血管のずれに伴う血管壁誤認識による計測失敗があった。これは自動追従アルゴリズムの改善などにより、システムを血管のずれに対応させる必要がある。