

脈波の反射の推定法の検討

○村原 雄二 酒本 勝之* 金井 寛 荒井 隆行

上智大学 理工学部 電気電子工学科

*北里大学 医療衛生学部 医療工学科

A Study on the Estimating of a stenosis by wave Reflection

Yuji MURAHARA, Katuyuki SAKAMOTO, Hiroshi KANAI, Takayuki ARAI

Dept. of Electrical & Electronics Engineering Sophia University

*School of Allied Science, Kitazato University

1 はじめに 血圧波形は心臓から拍出された血流が体循環器系を末梢へ向かって伝搬する。波動としての脈波は一様な血管中においては一定の伝搬速度の進行波として伝搬していく。しかし狭窄などにより血管の状態が変化した不整合な部位があると、そこで反射をおこし、進行波と逆の方向に向かう反射波が発生する。この場合進行してきた波動のエネルギーの一部は反射により心臓起始部へ戻されることになり、不整合部位以後の血管を伝搬する波動のエネルギーは減衰を受ける。従って狭窄などの不整合部位の前後における脈波は血管状態の変化の程度を反映した振幅の変化を受ける。この振幅の変化により血管状態を推定することができる。我々は血管のモデルを用いた種々の血管状態を実現し、その状態に対する血圧脈波の振幅の変化、平均血圧の変化を、シミュレーションにより求めた。今回はその検討結果について報告する。

2. 血管のモデル 血管を小セグメントに分割し、各セグメントを単位長あたりの血行力学パラメータから抵抗、キャパシタ、インダクタの電気回路素子に変換する。このモデルでは血流と血圧、が電流と電圧にそれぞれ対応する。体循環系のシミュレーションでは128のセグメントで行なった。

3. シミュレーション 血管の狭窄の程度によって脈波は程度に応じて反射を起こす。その様子を波形で見るために一様な血管にパルスを加え、特定のセグメントの半径を変化させたときのセグメント前後の脈波形をシミュレーションで求めた。

4. 結果と検討 シミュレーション結果を図1に示す。図でパラメータは半径の比とし、比が0.5, 0.4, 0.3, 0.2の結果である。この結果から血管半径の比が0.4から狭窄セグメントの平均血圧は変化していないが、出力振幅は急激に減少することが分かる。また波形からセグメントの狭窄により高域周波数の遮断が行なわれ、高い周波数での振幅の比は更に顕著になるものと予想される。

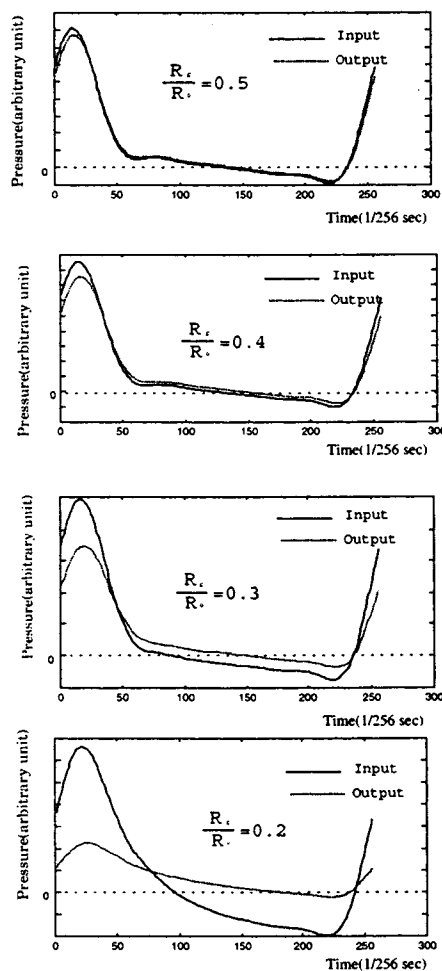


図1: 狭窄セグメントの入力と出力の血圧波形

5. おわりに 原理的なシミュレーションにつづき128のセグメントの体循環系によるシミュレーションでも狭窄の程度が平均血圧には影響されず、脈波振幅の変化に反映されることが分かった。したがって狭窄の推定には脈波振幅の比が有効であり、狭窄のもつ高域遮断特性により、波形の高周波成分を用いて比較することによって感度の高い推定が期待できる。