

Title	梗塞心筋における超音波周波数依存性減衰特性の経時 的变化に関する研究
Author(s)	藤原, 誠
Citation	大阪大学, 1986, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/35230">https://hdl.handle.net/11094/35230</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていない ため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利 用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文につい て <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名・（本籍）	藤原誠
学位の種類	医学博士
学位記番号	第 7225 号
学位授与の日付	昭和 61 年 3 月 25 日
学位授与の要件	医学研究科 内科系専攻 学位規則第 5 条第 1 項該当
学位論文題目	梗塞心筋における超音波周波数依存性減衰特性の経時的変化に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 鎌田 武信 (副査) 教授 川島 康生 教授 北村 旦

### 論文内容の要旨

#### (目 的)

超音波の新しい医学応用として、超音波による生体組織性状診断 (ultrasonic tissue characterization) が注目されているが、これまで心筋を対象とした研究、特に心筋梗塞発症後の超音波に対する影響特性の変化を経時的に検討した報告は少ない。本研究では梗塞心筋を対象に、超音波周波数依存性減衰特性の経時的変化とこれを規定する因子について検討を行った。

#### (方 法)

1) 対象：対象は左冠動脈前下行枝結紮により作成した慢性梗塞犬 9 頭で、冠動脈結紮後 3 日目 (2 頭), 1 週目 (3 頭), 2 週目 (2 頭), 4 週目 (2 頭) に心臓を摘出し、梗塞部心筋は左前下行枝結紮部末梢より、健常部心筋は対側の左回旋枝領域から試料を採取し実験に供した。

2) 超音波信号の収集：超音波信号の収集は、探触子-反射体間に試料を挿入した場合と挿入しない場合について、送受兼用探触子から発信した超音波をステンレススチール反射体で反射させ、その信号を再び同探触子で受信することにより行なった。一つの計測領域は  $3 \times 3$  mm で、その領域内を 0.2mm ステップで走査し、計 208 本の信号を記録した。

3) 超音波信号の解析：試料の超音波減衰係数 ( $\beta(f)$ ) は、水中のみを透過した超音波のパワースペクトル ( $Pr(f)$ , 単位 dB), 試料を透過した超音波のパワースペクトル ( $P_s(f)$ , 単位 dB) および試料の厚さ ( $d$ , 単位 cm) より、次式に従って算出した。 $\beta(f) = (Pr(f) - P_s(f)) / 2d$ 。次に周波数 2.0 ~ 6.5 MHz の範囲で、周波数 ( $f$ ) と減衰係数 ( $\beta(f)$ ) の回帰直線を求め、その勾配  $\alpha$  (減衰勾配) を算出した。また、各計測領域において、相関係数が 0.80 以上を示した信号の  $\alpha$  の平均値を求め、組織減衰勾配

$\alpha t$ とした。

4) 組織コラーゲン含量の測定：12試料について超音波計測領域を含む心筋における組織ハイドロキシプロリン含量を高速アミノ酸分析計により測定し、Neumanらの方法に従って、これに7.46を乗じて組織コラーゲン含量を求めた。

(結 果)

1) 心筋における超音波周波数依存性減衰特性：周波数2.0～6.5 MHzの範囲で、周波数-減衰係数関係の相関係数が0.80以上を示した信号本数は全信号の91.4%で、健常部および梗塞部心筋のいずれにおいても周波数の増大に伴って減衰係数がほぼ線形に増大する周波数依存性減衰特性を示した。

2) 健常部および梗塞部心筋における組織減衰勾配の経時的変化：健常部心筋における $\alpha t$ は、冠動脈結紮後3日目 $0.55 \pm 0.18$  dB/cm/MHz (平均 $\pm$ SD), 1週目 $0.70 \pm 0.28$  dB/cm/MHz, 2週目 $0.58 \pm 0.30$  dB/cm/MHz, 4週目 $0.64 \pm 0.24$  dB/cm/MHzと有意の変化を示さなかった。一方、梗塞部心筋における $\alpha t$ は、冠動脈結紮後3日目 $0.67 \pm 0.24$  dB/cm/MHz, 1週目 $0.77 \pm 0.34$  dB/cm/MHzと健常部心筋に比較して差は認めなかったが、2週目では $1.09 \pm 0.53$  dB/cm/MHz, 4週目 $1.11 \pm 1.03$  dB/cm/MHzと冠動脈結紮期間の延長に伴って高値となる傾向を認め、2週目では健常部に比して有意に高値 ( $p < 0.05$ ) を示した。

3) コラーゲン含量の経時的変化：健常部心筋におけるコラーゲン含量は、0.35～0.43 % wet weightと冠動脈結紮期間に関係なくほぼ一定の値を示した。また梗塞部心筋においても、3日目 $0.31 \pm 0.12$  % wet weight (平均 $\pm$ SD), 1週目 $0.37 \pm 0.06$  % wet weightと健常部心筋と差を示さなかった。しかし、2週目では $1.44 \pm 0.24$  % wet weight ( $p < 0.01$ ), 4週目 $1.79 \pm 0.74$  % wet weight ( $p < 0.01$ )といずれも健常部心筋に比して有意に高値を示した。

4) コラーゲン含量と減衰勾配の関係：各試料における平均コラーゲン含量と平均組織減衰勾配の間には、相関係数0.84 ( $p < 0.01$ )の良好な正相関を認めた。

(総 括)

冠動脈結紮後の梗塞部および健常部心筋における減衰特性の経時的変化を組織コラーゲン含量の変化と対比検討した。その結果、健常部および梗塞部心筋のいずれにおいても周波数の増大に伴って減衰係数がほぼ線形に増大する周波数依存性減衰特性を示すことが明らかとなった。また、梗塞部心筋における減衰勾配は、3日および1週目の梗塞早期では健常部心筋と差を示さないものの、2週および4週目では増大傾向を示し、コラーゲン含量の経時変化とよく一致した。さらに、コラーゲン含量と減衰勾配の間には $r = 0.84$ の密な正相関を認めた。

以上より、減衰勾配は組織の周波数依存性減衰特性を定量的に評価しうる指標であり、この減衰勾配を規定する因子は心筋内コラーゲン含量であることが示され、減衰勾配は心筋の線維化の程度を推定する有用な指標であることが示唆された。

## 論文の審査結果の要旨

超音波心エコー法は、心筋梗塞の大きさやその進展過程を診断する上で重要な手段となっているが、これまでのように形態情報による間接的な推定ではなく、心筋の組織性状を直接把握できる方法の開発が強く望まれている。

本研究ではその方法の一つとして、心筋組織の超音波周波数依存性減衰特性に着目し、その性質を明らかにするとともに、これまで不明であった心筋梗塞発症後の本特性の経時的変化について詳細な検討を行い、梗塞心筋に見られる本特性の変化が、組織コラーゲン含量の変化と相関することを明らかにした。

本研究は、心筋における組織性状診断という超音波の新しい医学応用の可能性を示した点でその意義は大きい。