Osaka University Knowledge Archive

Title	高速度超音波差分断層法の開発と循環器領域における臨床応用
Author(s)	石原, 謙
Citation	大阪大学, 1991, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/37832
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

【 2 】

氏名・(本籍)	石原　謙（いしはら　けん）
学位の種類	医学博士
学位記番号	第 9798 号
学位授与の日付	平成 3 年 5 月 28 日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学位論文名	**高速度超音波差分断層法の開発と循環器領域における臨床応用**
論文審査委員	(主査) 教授　鎌田　武信 (副査) 教授　小塚　隆弘　　教授　井上　通敏

論文内容の要旨

〔目　的〕

従来の超音波断層法ではリアルタイムの観察が可能とは言うものの，生体内音波が1500m/secであるため通常毎秒30画面に制限され，さらに空間分解能（変位分解能）も実際上超音波波長の数倍の1～3mm程度で，高精度な変位計測は不可能であった。そこで新しい画像診断法として5msec以下の高い時間分解能と，超音波波長より短い0.1mm以下の変位分解能を兼ね備えた高速度超音波差分断層法（High speed Digital Subtraction Echography：以下High-speed DSE）を開発しその医学的有用性を以下の点について評価する。1)心室性期外収縮発生源の可視化。2)脈圧による血管壁の微小変位から見た局所弾性・硬化度の評価。3)血中の微小超音波散乱体の移動を抽出し，血流速度ベクトル・流線をドプラー法を用いず直接可視化する。

〔方　法〕

高速度超音波差分断層法（High-speed DSE）の原理と概念

原理は高速度超音波断層像の連続的subtractionである。一枚の断層像では空間分解能が不十分であるが，後方散乱の強度つまり超音波断層像の各画素の輝度は，対象物体の音響インピーダンスと位置の変化に応じて原理的には無限の階調性を持つ。そこで連続する断層撮影像の時間的隣接画像どうしをsubtractionし，対応する画像間で各画素毎の超音波の輝度信号の差を強調する高精度なコントラスト分解を行なうと，断層法の変位検出能を著しく改善し得，超音波画像診断の常識を覆す超音波波長以下の変位までも抽出し得る。

High-speed DSE system の構成と動作

試作機では High Frame-rate 超音波断層装置（日立メディコ社製 EUB-565S，最高164frame/sec）からシネループ出力を受け Digital Subtraction Unit（日立メディコ社特製）にて差分を抽出する。差分画像（High-speed DSE 画像）上，白はその画素の超音波後方散乱強度が増加した変位部分を示し，黒は超音波後方散乱が減少した部分を表す。同一後方散乱強度のまま経時的にも変移しない構造物はバックグラウンドのグレイとなり，抽出されない。さらに計測対象に応じて後処理として Image Processor にて，最適な画像処理（平均，補間，積分，カラー化，等）を行ない視認性を向上させる。

医学的有用性の検討方法

1）心室性期外収縮モデルを開胸雑種成犬で作製。ペースメーカ電極を超音波断層面内で直視下に左室自由壁の epicardium へ固定する。電気刺激オフにおける自己調律の正常心収縮と電気刺激オンのペーシング収縮時における心室壁運動を解析比較する。

2）心拍出時の動脈壁の拡張を検出し，血管壁伸展性を可視化。若年健常者の総頸動脈短軸断層像を対象として観察し局所血管壁の伸展性を微小変位像として抽出し動脈硬化診断法の基礎検討を行なう。

3）超音波ドプラー法によらない血流ベクトル・流線の可視化。健常者に静注した超音波造影剤の心腔内での運動ベクトルをまず High-speed DSE にて描出する。次に後処理として Image Processor にて 8 ～16枚の High-speed DSE 画像を移動平均的に重畳して流線を描出する。

〔結　果〕

1）心室性期外収縮モデルとしての，心室ペーシング部位可視化

高速度に撮影された局所心筋収縮では，その変位が隣接画像間で超音波波長に満たず，微小変位部位が超音波の干渉変化による白黒まだらのモザイクパターンとなり，ペーシングの場合にのみ当該部位から周囲の心筋へと収縮が伝播することが，可視化された。

2）動脈硬化診断のための血管壁微小変位からみた局所血管壁弾性

心収縮期における頸動脈壁の外側への変位が描出できた。これは白黒 2 層の二重輪で，内側（血管内皮側）が黒，外側（外膜側）が白となり，大動脈血流駆出にともなう局所頸動脈壁の伸展性を示す。

3）超音波ドプラー法によらない血流ベクトル・流線の可視化

静注された超音波造影剤の心腔内での運動を，血流ベクトルの起点は黒，終点は白として描出できた。さらに High-speed DSE 画像を積分あるい重みづけ平均することにより流線まで可視化できた。

〔総　括〕

超音波断層像における動的変位の検出能力を時間・空間分解能ともに画期的に高める High-speed

DSE法の原理を述べ装置を試作した。

循環器領域における本研究の成果はいずれも従来のいかなる診断装置にても計測不可能であったもので本法の高い医学的有用性が確認された。本High-speed DSEの適応は，循環器領域以外にも，肝胆膵などの実質臓器診断・胎児診断等にも広く応用可能である。さらに超音波造影剤などの併用により腹部実質臓器中の血流ベクトルや流線の表示など従来全く不可能であった医学応用が期待される。

論文審査の結果の要旨

本研究は，時間差30 msec.以下の超音波Bモード断層像どうしを，減算し差分抽出を行なうことにより，超音波画像診断法における動的変位の検出能力を時間・空間分解能ともに著しく高めることを可能としたHigh-speed DSE法の原理を述べ装置を開発した試作研究である。

さらに臨床的基礎検討の成果である雑種成犬におけるペースメーカ刺激による心室性期外収縮の発生源の同定や，ヒトでの頸動脈壁の伸展性の可視化などは，いずれも従来のいかなる医用画像診断装置にても計測できなかったものであり，本論文の医学的価値は充分に高いものと認められた。