

研究概要報告書

(/)

研究題目	大動脈閉鎖による心 II 音発生前後での心臓壁の微小運動の解明	報告書作成者	金井 浩
研究従事者	東北大学大学院工学研究科 電気・通信工学専攻 助教授・ 金井 浩		
研究目的	<p>心筋の音響的・弾性的特性に基づいて心臓の非侵襲的診断を行なうためには、心臓壁の各部位の振幅 100 ミクロン以下の微小振動を 1 kHz までの周波数帯域にわたって数拍以上連続して経皮的に計測する必要がある。そこで我々は、検波出力信号の振幅と位相の両者を用い、さらに制約付最小 2 乗法を導入して、対象の瞬時的な位置を決定することによって、壁位置の高精度なトラッキングを行ない、拍動によって大きく動いている心臓壁上の微小振動を計測するための手法を開発した(IEEE Trans. on UFFC, Vol. 43, pp. 791-810, 1996)。この方法によって、振幅 10 mm 以上の拍動に伴う大振幅変位運動上の振幅 100 ミクロン以下の微小振動を数百 Hz までの周波数帯域において 10 拍程度連続して十分再現性良く高精度に計測可能となった。得られた振動信号は、時間領域ばかりでなく、周波数領域においても解析可能である。</p> <p>我々は、この位相差トラッキング法によって心室中隔壁などの微小運動波形の計測を可能にしたが、いずれの被験者においても、心音 音の直前に、中隔が右室の方向へ僅かに拡張するパルス状波形(継続時間数十 ms)が得られている。また、心筋症患者のパルス状波形は健常者に比べて高周波成分が減少していた。</p> <p>しかし、この拡張性パルスの発生原因・メカニズムに関しては、まだ心臓生理学的にも知られていない。そこで本研究では、そのパルス状波形の発生原因・メカニズムを探るため、大動脈弁閉鎖時の中隔と左心室後壁の微小運動速度を同時に測定し、大動脈弁閉鎖と中隔壁上のパルス状波形のタイミングに関して詳細に解析する。</p>		

研究概要報告書

(/)

研究内容	<p>被験者は健常の成人男性(25才)で周波数 3.75 MHz, 繰り返し周波数 4.5kHz の条件で計測している。胸骨左縁長軸断面像において超音波の送受信方向を交互に 2 方向(A 方向:大動脈洞・大動脈弁方向, B 方向:心室中隔・後壁方向)に固定して送受信し, 位相差トラッキング法により各ビーム上の複数点での微小運動速度をほぼ同時に計測した。図 1 に結果を示す A 方向の M モード(図 1(a-A))から, 大動脈弁尖接合時点を検出した(図中縦線)。同時に計測した, 大動脈洞, 中隔壁右心室側・左心室側, 左心室後壁の運動波形を図 1(d-A1)から 1(d-B3)に示す。</p> <p>弁閉鎖の直前(20ms 前)に中隔上の拡張性パルス状波形が発生し始めている(図 1(d-B1, B2))。また大動脈洞では, それより振幅も小さく, やや遅れて運動し始めている(図 1(d-A1, A2))。この点でも, 拡張性パルス波形は大動脈弁の閉鎖に伴って発生を開始するものでないことが分かる。一方, 左心室後壁では, 弁閉鎖と同時に拡張方向へ動き始めている(図 1(d-B3))。</p> <p>別途, 拡張性心筋症患者における心臓カテーテル検査時に, 左心室内圧と中隔壁運動速度波形を同時に計測したところ, 駆出期末期に左心室内圧の下降し始めた直後に, 中隔壁上で拡張性パルス波形が発生し始めていた。その後, 左心室内圧は急激に下降している。これらから, 拡張性パルスが, 心室心筋の動きによって発生し, 左心室内腔(心基部)を拡張させて, 内圧を急激に低下させることによって, 大動脈弁の閉鎖をより容易にさせていると考えられる。</p>
------	---

<p>研究のポイント</p>	<p>我々の開発した計測法によって発見された『拡張性パルス波形』が、 (1)大動脈弁の閉鎖に由来して発生する心 II 音と同じものであるのか、 あるいは、(2)心筋の脱分極などに伴う動きで発生するものなのか を区別することによって、心筋上の『拡張性パルス波形』の生起タイミングのずれが、 (1)振動伝搬によるものなのか、 (2)拡張能に関係する心筋の動きなのか を対応させることができる。もし後者であれば、拡張性パルスが、心筋の拡張機能を診断する上での重要な手掛かりになることを意味し、これは、本位相差トラッキング法が心臓疾患の音響的診断に関する研究領域での新しい可能性を有することを示している。</p>
<p>研究結果</p>	<p>我々が開発した位相差トラッキング法によって、駆出期末期から心 II 音の発生前後に掛けて、心臓壁上にパルス状波形が計測されることがわかったが、本研究によって、中隔壁上では、大動脈弁閉鎖直前に生起し始めていることを示した。</p>
<p>今後の課題</p>	<p>(1)今後さらに in vivo 実験を進め、その拡張性パルス波形の後半部分の高周波を含んだ複雑な成分の成因なども調べる予定である。 (2)さらに心臓一拍での様々なパルス状波形の振幅・周波数成分・発生のタイミングの計測を行って、それらの発生メカニズムを解明することにより、心筋の診断に有用な新しい情報が非侵襲で得られることが期待できる。</p>

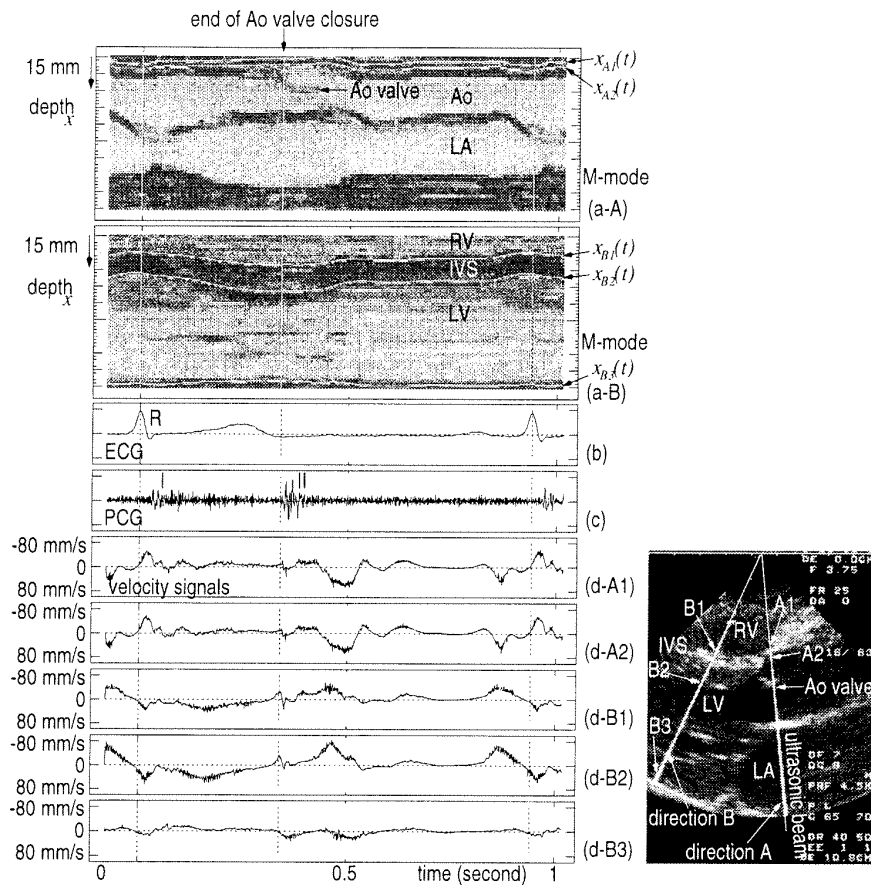


図 1: (a):2 方向 (A 方向, B 方向) の M モード画像とトラッキング結果. (b):心電図. (c):心音図. (d):B-モードで示した各点の運動速度波形.

(注:フローチャート図, ブロック図, 構成図, 写真, データ表, グラフ等 研究内容の補足説明にご使用下さい.)