

令和元年6月3日現在

機関番号：31201

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K11102

研究課題名(和文) Velocity Vector Imagingを用いた胎児異常における心機能解析

研究課題名(英文) Efficacy of velocity vector imaging in evaluating fetal cardiac function

研究代表者

菊池 昭彦 (KIKUCHI, AKIHIKO)

岩手医科大学・医学部・教授

研究者番号：10280942

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、velocity vector imaging (VVI)を用いて、まずは正常胎児の妊娠期間における心機能変化を明らかにした。妊娠14週以降の正常胎児31例を対象に心臓超音波検査を施行し、VVIで両心室における1)longitudinal velocity、2)strain、3)strain rateを解析した。結果は以下の通りである。1)両心室で妊娠経過に伴い、収縮期・拡張期ともに増加した。特に自由壁基部と中部で増加した。2)、3)妊娠週数による変化はなかった。本研究により正常胎児のVVI指標を得ることが出来た。今後、胎児心機能障害の診断に寄与する可能性がある。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、同一の正常胎児の妊娠経過中に複数回心臓超音波検査を行い、妊娠経過に伴う心機能変化を継続的に評価した。このことにより、1人の胎児に対しては妊娠期間中に1回だけ検査した結果を多数の胎児に対して集計した既存の報告と比較し、バラツキの少ないデータを得ることが出来た。本研究で得られた結果は、胎児心機能評価の礎となり、先天性心奇形の早期発見や胎児発育不全の児娩出時期決定に寄与する可能性がある。

研究成果の概要(英文)：The aim of this study was to investigate changes in the normal fetal myocardial function during the gestational age by velocity vector imaging (VVI). Echocardiographic images were obtained in the 4-chamber view of 31 normal fetuses every two weeks during the gestational age from 14 to 35 weeks. VVI was used to measure longitudinal velocity, strain, and strain rate in the global and segmental (basal, middle and apical) walls of the left (LV) and right ventricles (RV). Global longitudinal systolic velocity of LV and RV increased during the gestational age. Global longitudinal diastolic velocity of LV and RV also increased during the gestational age. The basal and middle free wall longitudinal velocity of LV and RV increased. There were no differences in global longitudinal strain and strain rate of LV and RV during the entire gestational age. We think that those values may be the basis for analyzing fetal cardiac dysfunction by VVI.

研究分野：胎児超音波診断

キーワード：スペックルトラッキング Velocity vector imaging 胎児心臓壁運動解析

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1) 胎児心機能は各種の胎児異常において、疾患や病態の種類・重症度・進行ごとに多彩な変化を示すことが知られており、その適切な評価は児の予後予測、分娩時期決定、周産期治療方法(胎児治療および出生後治療)選択のために必須である。しかしながら、従来から、胎児心機能評価に用いられてきた M-mode ならびにドプラ法には技術的な限界があった。具体的には、M-mode 法では評価対象が超音波ビームライン上の心臓壁の動きに限定され心臓全体の動きを見ることが出来ないこと、また、ドプラ法は超音波角度依存性のため解析できる領域が制限されることである。

(2) 一方、成人においては、スペックルトラッキングとよばれる新しい超音波診断技術を用いて、主に左心室運動に関する評価が行われてきた。スペックルとは超音波波長に比べて十分に小さな構造物により生じる散乱波が互いに干渉してできたまだらな点状の像であり、ごく簡単に言うと超音波断層画像に現れている白いツブツブのことである。スペックルトラッキングはスペックルを含む周辺領域が超音波画像 1 フレーム進むごとにどこに移動したかを追跡する手法であり、局所の移動距離や速度などが評価可能である。この原理により従来の胎児心機能評価法にみられた技術的限界が解決可能であり、近年、胎児心臓のスペックルトラッキング法に関する研究成果が報告されるようになってきた。しかし、報告はまだ主に正常胎児に関するものに限られている現況であり、種々の胎児異常を対象にした報告はきわめて少ない。本法の例として、*syngo Velocity Vector Imaging (VVI; Siemens Medical Solutions, Mountain View, CA, USA)* を用いた胎児心臓超音波画像では、サンプリングポイント周囲のスペックルパターンが 1 フレーム進む間にどの方向にどれだけ動いたかを検出し、計測することで速度を割り出し、ベクトル表示される。

2. 研究の目的

これまでの VVI を用いた報告で、正常胎児に関して妊娠週数の進行に伴い global ventricular longitudinal velocity (GVLV)¹⁾が増加すること、また、GVLV は妊娠週数によらず常に右室優位であり、収縮期に関しては妊娠後期に向けて左室 GVLV が右室 GVLV に近づくことが報告されている。²⁾ また、strain は組織の変形を示す指標でありスペックル間距離の変化を元に算出されるものであるが、心収縮能を表す systolic strain (S)と systolic strain rate (SR)は、second trimester 以降一定であり、胎児心収縮能は second trimester までに獲得されると考えられている。³⁾ 一方、胎児異常に関するこれまでの報告はきわめて限られている。以上より研究期間内に、胎児心機能評価がとりわけ重要と考えられる代表的な胎児異常における心臓壁運動の特徴と経時的変化を明らかにする。

3. 研究の方法

岩手医科大学附属病院産婦人科外来と病棟で、second trimester から third trimester (妊娠 14 週以降)の同意が得られた妊婦に対して VVI による胎児心臓超音波を施行し、超音波画像とデータを DVD と超音波機器ハードディスクに記録・保存する。対象は正常単胎胎児(コントロール; C 群)、発育不全胎児(FGR 群)、先天性心疾患胎児(CHD 群)、双胎間輸血症候群発症胎児(TTTS 群)、TTTS 発症なし双胎胎児(non-TTTS 群)の 5 群とし、記録保存したデータは胎児超音波検査終了後に解析する。計測項目は各心室ごとの、(systolic/diastolic) global longitudinal peak velocity (GLPV)、global systolic strain (S)と strain rate (SR)、とする。CHD 群については、心室中隔と自由壁の各セグメントの動きも解析する。

4. 研究成果

平成 28 年 6 月から平成 29 年 3 月まで、C 群 31 例、胎児異常群 66 例(FGR 群 23 例、CHD 群 13 例、TTTS 群 1 例、non-TTTS 群 29 例)のエントリーを行なった。すべて当院産婦人科で妊娠管理を行っている妊婦であり、超音波診断装置 ACUSON S2000 (Mochida Siemens Medical Systems) を用いて、研究計画に基づき胎児心臓超音波検査を行った。それぞれの症例において、妊娠 14 週以降より 2 週間毎に検査を行い記録した。のべ超音波試行回数は、C 群 207 回、胎児異常群 205 回であった。C 群の詳細について、表 1 で示す。

症例数(n)	31
年齢(歳)	23 ~ 42 (平均 33.7)
検査時期(週数)	15 ~ 36 (平均 24.3)
検査回数/1 症例	2 ~ 11 (平均 6.4)
超音波検者数(人)	2

総検査回数(回)	205
解析者(人)	1
解析成功率(%)	74
除外理由	母体肥満、胎位、胎動
FR(回/sec)	60 ~ 171(平均 85.1)
HR(回/min)	126 ~ 175(平均 146.4)

表 1

現在、C群について解析が終了している。

(1) GLPV: Systolic velocity は左室・右室ともに妊娠経過に伴い増加した(図1)。Diastolic velocity は、左室・右室ともに妊娠経過に伴い増加した(図2)。収縮期・拡張期ともに、右室が左室より優位な傾向であった。本研究は、同一胎児を妊娠期間で追跡し、複数回検査を行った為、既存の報告と比較しバラツキの少ないデータが得られた。

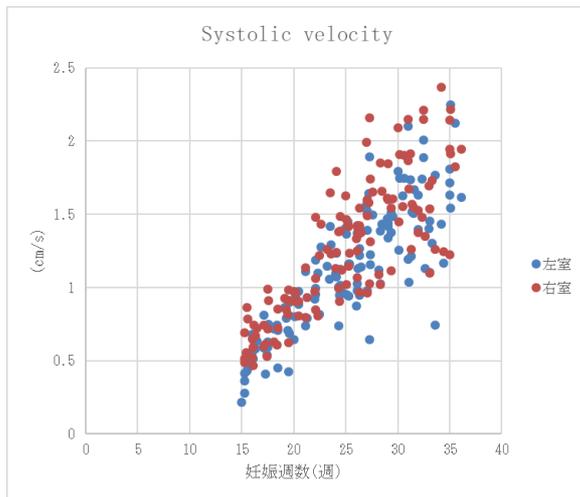


図 1

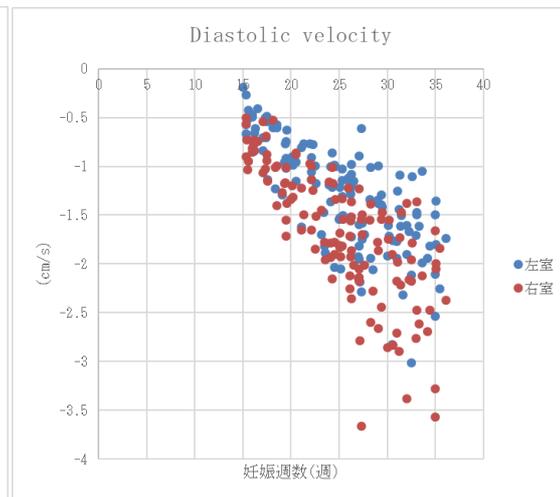


図 2

(2) Segmental longitudinal peak velocity: 自由壁基部および中部において、収縮期と拡張期で、左室・右室ともに妊娠経過に伴い増加した(図3~6)。Longitudinal 方向の胎児心収縮は、自由壁基部および中部が重要な役割を担っていると考えられた。

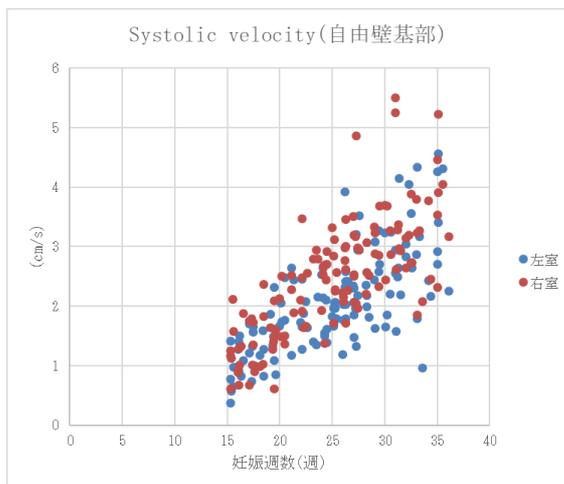


図 3

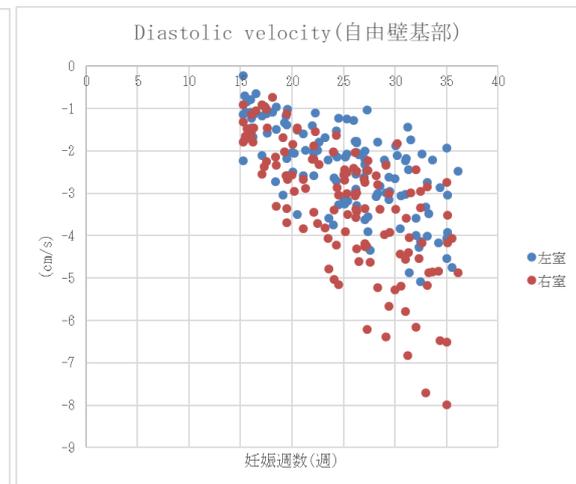


図 4

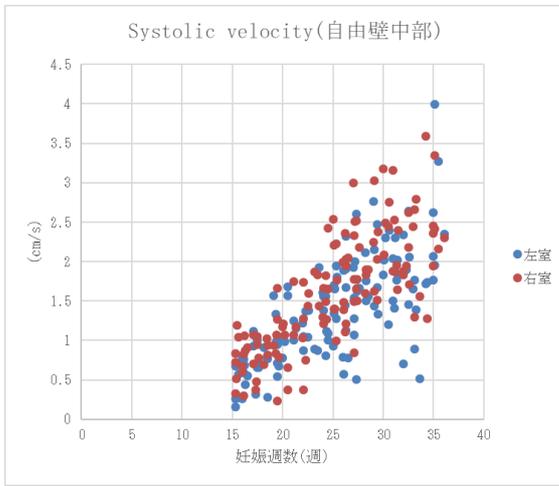


図 5

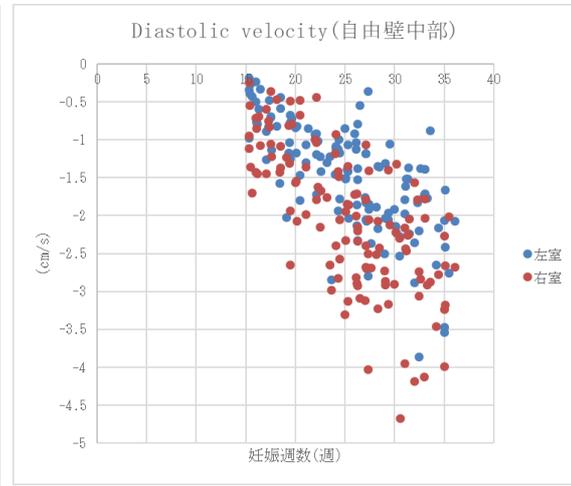


図 6

(3) S、SR : 左室および右室において、妊娠経過で変化はなかった (図 7、 図 8)。

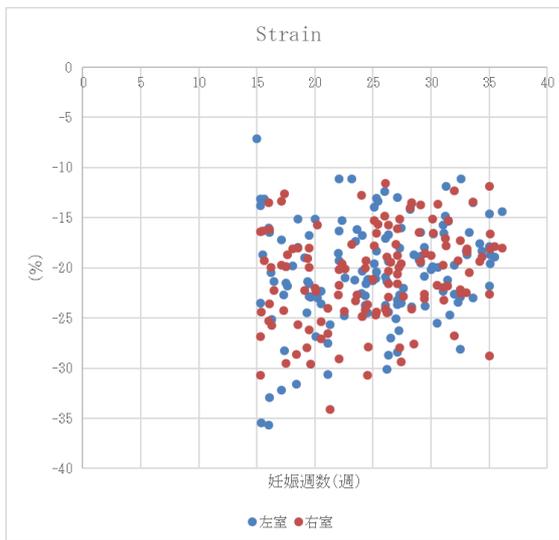


図 7

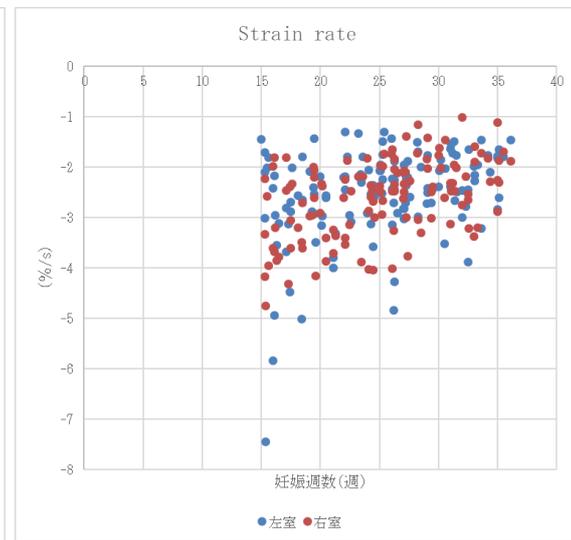


図 8

(4) Segmental systolic strain, strain rate は、Global と同様に、変化はみられなかった。胎児期において、体重あたりの心拍出量は一定であることがわかっている。このため、心筋収縮率をみた strain、strain rate は妊娠週数によらず一定である可能性が考えられた。

本研究は、VVI を用いて初めて、縦断的に正常胎児の心筋発達を示した。今後、胎児疾患群のデータ解析を行い、C 群と比較することにより、FGR や CHD、TTTS の早期発見に寄与する可能性がある。

< 引用文献 >

宮越敬、田中守。スペックルトラッキング法を用いた胎児心室壁運動解析。超音波医学、43 巻、2016、467 - 476

Kim SH, Miyakoshi K, Kadohira I, et al. Comparison of the right and left ventricular performance during the fetal development using velocity vector imaging. Early Hum Dev 2013; 89: 675-681

Younoszai AK, Saudek DE, Emery SP, et al. Evaluation of myocardial mechanics in the fetus by velocity vector imaging. J Am Soc Echocardiogr 2008; 21: 470-474

Van Mieghem T, Giusca S, DeKoninck P, et al. Prospective assessment of fetal cardiac function with speckle tracking in healthy fetuses and recipient fetuses of twin-to-twin transfusion syndrome. J Am Soc Echocardiogr 2010; 23: 301-308

5 . 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 0 件)

[学会発表] (計 2 件)

Natori N, Kawamura H, Terata M, Haba G, Sasaki Y, Kanasugi T, Isurugi C, Oyama R, Kikuchi A. Fetal myocardial growth assessment in the gestational period using velocity vector imaging. 71th Annual Congress of the Japan Society of Obstetrics and Gynecology, 2019
名取徳子, 小山理恵, 川村花恵, 寺田幸, 羽場巖, 佐々木由梨, 金杉知宣, 岩動ちず子, 菊池昭彦: 「Velocity vector imaging による胎児心機能解析」、日本超音波医学会第 56 回東北地方会学術集会、2018

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年：
国内外の別：

取得状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：

ローマ字氏名：

所属研究機関名：

部局名：

職名：

研究者番号 (8 桁)：

(2) 研究協力者

研究協力者氏名：小山 理恵

ローマ字氏名：(OYAMA rie)

研究協力者氏名：岩動 ちず子

ローマ字氏名：(ISURUGI chizuko)

研究協力者氏名：金杉 知宣

ローマ字氏名：(KANASUGI tomonobu)

研究協力者氏名：名取 徳子

ローマ字氏名：(NATORI noriko)

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。