

東邦大学学術リポジトリ

Toho University Academic Repository

タイトル	Feasibility of automated fetal fractional shortening measurement with two dimensional tracking and construction of a reference range for normal fetuses
別タイトル	2D トラッキング法による Auto FS を用いた胎児心収縮能の検討
作成者（著者）	長 三, 澄人
公開者	東邦大学
発行日	2020.03.15
掲載情報	東邦大学大学院医学研究科 博士論文 内容の要旨及び審査結果の要旨.
資料種別	学位論文
内容記述	主査：與田仁志 / タイトル：Feasibility of automated fetal fractional shortening measurement with two dimensional tracking and construction of a reference range for normal fetuses / 著者：Sumito Nagasaki, Masahiko Nakata, Mayumi Takano, Kento Usui, Junya Sakuma, Eijiro Hayata, Mineto Morita / 掲載誌：Journal of Medical Ultrasonics / 巻号・発行年等：46(4):467-472, 2019
著者版フラグ	none
報告番号	32661 甲第927号
学位記番号	甲第632号
学位授与年月日	2020.03.15
学位授与機関	東邦大学
DOI	info:doi/10.1007/s10396-019-00942-6
メタデータのURL	https://mylibrary.toho-u.ac.jp/webopac/TD84586131

博士學位論文

論文内容の要旨

および

論文審査の結果の要旨

東邦大学

長崎澄人より学位申請のため提出した論文の要旨

学位番号甲第 632 号

学位申請者 : なが さき すみ と
長 崎 澄 人

学位論文 : Feasibility of automated fetal fractional shortening measurement with two-dimensional tracking and construction of a reference range for normal fetuses

(2D トラッキング法による Auto FS を用いた胎児心収縮能の検討)

著 者 : Sumito Nagasaki, Masahiko Nakata, Mayumi Takano, Kento Usui, Junya Sakuma, Eijiro Hayata, Mineto Morita

公表誌 : Journal of Medical Ultrasonics DOI : 10.1007/s10396-019-00942-6

論文内容の要旨 :

緒言

超音波を用いた胎児心臓の収縮率は M-mode 法による短縮率 (FS) が一般的な胎児心機能評価方法である。しかし、長軸方向に収縮する胎児心筋を考慮すると、同一の直線上での経時的な計測である M-mode 法では収縮期と拡張期で同じ心筋部位で計測されていない。2D トラッキング法は B-mode 法において任意の部位に ROI を設定し自動的に追尾する方法である。我々は胎児心筋を自動追尾することでより簡便に正確な心収縮率を測定できると考えた。この研究の目的は新たに改良したアルゴリズムを用いた 2D トラッキング法によって FS の自動計測 (Auto FS) を行い、正常胎児における正常値を作成することである。

方法

2017 年 5 月から 2018 年 3 月に東邦大学医療センター大森病院で妊婦健診を行った正常単胎 127 例を対象とした。検査時の妊娠週数は 16 週から 41 週で検査除外症例は妊娠高血圧症・妊娠糖尿病などの産科合併症および、多胎、胎児奇形、胎児染色体異常、Small for dates、Heavy for dates であった。妊娠期間中において 1 症例あたり 1 回の計測とし東邦大学医学部の倫理委員会の承認のもと対象母体から書面によるインフォームド・コンセントを得て実施した。使用装置は日立製作所製の ARIETTA70 を使用した。胎児心臓モードで胎児の 4 chamber view の動画を数秒間記録し、心室拡張末期に一旦動画を停止させ、ROI を弁付着

部位と心尖部からの弁側1/3の心筋にin-to-inで設定した。装置に搭載されている計測ボタンを押すことにより自動で心筋(拡張期径-収縮期径/拡張期径)×100(%)が計算され、そのうち最も安定した3連続心拍の平均値が算出され、その値をAuto FS (%)とし、右室で測定したものをR-Auto FS、左室で測定したものをL-Auto FS、両心室で測定したものをCombined-Auto FSと定義した。得られたデータはShapiro-Wilk検定で正規分布とならなかったため、非パラメトリック検定を分析に使用した。スピアマンの相関係数を用いて、妊娠週数と各Auto FSの関係を評価した。次に散布図からR²が最も高い線形回帰を作成し、測定値と線形回帰を用いた週数ごとの予測値との差を残差とし、残差を $\sqrt{3.14/2}$ で除したものを絶対調整残差とした。絶対調整残差と妊娠週数の関係を評価し、R²が最も高い線形回帰式をSDとした。予測値+1.96SDを+1.96SD、予測値-1.96SDを-1.96SDとした。Z scoreは(測定値-予測値)/SDとした。再現性の評価のために、クラス内相関係数(ICC)および95%信頼区間(CI)を用いて、各Auto FSの検者間および検者内の再現性を評価した。検者内一致率は無作為に20人の被験者を選択し、Auto FSの測定を2回行った。検者間一致率は無作為に10人の被験者を選択し、2回の測定を行うことにより評価した。2Dトラッキング法とM-mode法の2つの異なる方法によるFSの比較のために、Bland-Altman分析を行った。すべての統計分析には、社会科学ソフトウェアバージョン23.0の統計パッケージを使用し、0.05未満のP値を統計的に有意であるとした。

結果

Auto FSの測定は数心拍分4 chamber viewが描出できれば可能であった。縦に動く心筋を自動的にトレースすることも可能であったが、acoustic shadowと弁索の位置関係のために片方の心室や心室中隔が描出不良であった場合にはAuto FSのうちひとつないし、ふたつが取れない症例もあった。脊椎や肋骨、上腕骨などで4 chamber viewの描出が不良であった場合には測定ができなかった。127例の計測のうち、出生後に心疾患が発見され、4例は除外された。各Auto FSは妊娠週数に対して有意に負の相関を示した。2Dトラッキング法によるAuto FSと従来のM-mode法を用いたFSとの間の測定値の平均値に対する対数のBland-AltmanプロットではAuto FSは従来のFSに減算誤差を認めた。

考察

今回我々は2Dトラッキング法を利用し、左右心室および両心室におけるAuto FSを測定することができた。4腔断面像で心筋にROIを設定することにより、心尖部方向に収縮する心筋を自動的に追従し検者内一致率も検者間一致率も高く安定してAuto FSを測定することができた。従来のM-mode法はFSの計測が難しかった心尖部が垂直に上を向く状態でも計測が出来た。つまり、4腔断面像が撮影できる条件であれば、正確・簡便に心収縮率を計算できると考えられる。また、正常単胎におけるAuto FSの妊娠週数における正常値を作ることに成功した。Auto FSはそれぞれ妊娠週数に負の相関を認めた。FSの報告は今まではM-mode法によるものが多く、一般的には週数によらず、28%以上が正常値であるとされている。妊娠週数に負の相関を認める理由として、妊娠週数に相関して心臓内圧が上昇すること、胎児の循環血流量が増加することによる後負荷の増大が反映されていると推察する。左室に比べて、右室と両心室の妊娠週数に対する負の相関係数が高いことに関しては、胎児循環は並列循環であり、右室が左室に比べて心拍出量が多い特徴を鋭敏に反映している結果ではないかと考える。また従来のM-mode法においては検者間誤差・検者内誤差が高いことが問題とされていたが、今回のAuto FSではその点が改善点になると思われる。

結論

本研究では2Dトラッキング法を利用し、Auto FSを測定することができAuto FSはそれぞれ妊娠週数に減少する傾向を認めた。

1. 学位審査の要旨および担当者

学位番号甲第 632 号	氏 名	長 崎 澄 人
学位審査担当者	主 査	與 田 仁 志
	副 査	池 田 隆 徳
	副 査	松 裏 裕 行
	副 査	木 下 俊 彦
	副 査	小 原 明

学位論文の審査結果の要旨 :

胎児心機能の評価は、従来の胎児心拍モニターや胎児血流測定による胎児評価では判断できない胎児・新生児予後を推測する上でも重要性が増している。心機能の中でも収縮能の評価は最も重要である。申請者らが着目したのは、一般的な計測法である M-mode 法では計測し得ない長軸方向の収縮も加味した新しい「2D トラッキング法」による測定で、これを胎児に応用したことである。「2D トラッキング法」は B-mode 法において任意の部位に ROI を設定し自動的に追尾する方法で、より簡便に正確な心収縮能を測定でき、短縮率 FS の自動計測 (Auto FS) を計測し、その客観性ならびに正確性を胎児で立証したユニークな研究である。

今回の研究は妊婦健診を行った正常単胎 127 例を対象とし、正常胎児における正常値を作成した。装置はこの研究のために改良したアルゴリズムを内蔵した日立製作所製の ARIETTA70 である。胎児の 4 chamber view の動画を数秒間記録し、ROI を弁付着部位と心尖部からの弁側 1/3 の心筋に in-to-in で設定することで自動的に Auto FS (%) (拡張期径-収縮期径/拡張期径) × 100 (%) として計算された。これらを右室で測定したものを R-Auto FS、左室で測定したものを L-Auto FS、両心室で測定したものを Combined-Auto FS と定義し、妊娠週数と各 Auto FS の関係性を評価した。2D トラッキング法による Auto FS と従来の M-mode 法を用いた FS と比較したところ、各 Auto FS は妊娠週数に対して有意に負の相関を示した。また、測定値の平均値に対する対数の Bland-Altman プロットでは Auto FS は従来の FS との間に減算誤差を認めた。

考察として、2D トラッキング法を利用し、胎児の左右心室および両心室における Auto FS を測定することができ、正常胎児の基準値を確立できた。4 腔断面像で心筋に ROI を設定することにより、心尖部方向に収縮する心筋を自動的に追従し、従来の M-mode 法は FS の計測が難しかった心尖部が垂直に上を向く状態でも計測が出来た。妊娠週数に負の相関を認める理由として、妊娠週数に相関して心臓内圧が上昇すること、胎児の循環血流量が増加することによる後負荷の増大が反映されていると推察した。左室に比べて、右室と両心室の妊娠週数に対する負の相関係数が高いことに関しては、胎児循環は並列循環であり、右室が左室に比べて心拍出量が多い特徴を鋭敏に反映している結果と考えた。また従来の M-mode 法と異なり、検者間誤差・検者内誤差が Auto FS では改善された。

2019 年 7 月 22 日に学位審査会が行われた。申請者は研究に至る経緯とともに胎児においては新しい「2D トラッキング法」という手法を用い、妊娠推移数ごとに Auto FS の標準値を作成し、これにより胎児頻脈性不整脈などの病的胎児への応用できたことについても言及した。審査委員からは Auto FS の妊娠週数による変化の意味づけに関して、胎児心拍数や胎盤血流との関係に関する質問、また、成人で用いられるストレイン法による測定の可能性、3D エコーによる駆出率 EF への応用やそれとの比較など多岐にわたる質問がなされた。それらに対し、申請者は的確な解答とこれからの問題点を明確に示すことができた。学位審査会としては満場一致で申請者の学位論文に対し、学位に十分値すると評価した。