

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 6 月 6 日現在

機関番号：16101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K08279

研究課題名(和文) 肺高血圧における右室運動力学方程式と病理学所見の関連性の確立による診断・治療応用

研究課題名(英文) Right ventricular kinematic model and pathological findings in pulmonary arterial hypertension

研究代表者

早淵 康信 (HAYABUCHI, Yasunobu)

徳島大学・病院・特任教授

研究者番号：20403686

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：右室圧波形をプレッシャワイヤを用いて計測・記録し、右室の等容性拡張期から拡張早期における右室圧降下波形を減衰振動の運動方程式にあてはめ、弛緩(relaxation)、心室の硬さ(stiffness)を評価した。心筋組織病理学的所見・分子生物学的特徴との合致性を検討した。減衰振動の運動方程式に適用した右室心筋のstiffnessやrelaxationの指標は病理学的所見を示す所見を示した。右室心筋の病理組織学的異常の重症度は右室圧波形から推定可能と考えられた。運動力学と心筋病理・機能を統合することで詳細な右室機能の予後評価が可能であることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、右室圧・心筋壁の運動力学と心筋病理・機能を統合することで、右室拡張障害の早期診断と経時的変化の早期診断と経時的変化の診断および治療効果判定への応用・開発を目的とした。右室の等容性拡張期から拡張期における右室圧降下波形を減衰振動の運動方程式にあてはめ、弛緩(relaxation)、心室の硬さ(stiffness)を評価した。次に、心筋組織病理学的所見・分子生物学的特徴との合致性を検討した。まず、右室圧  $P(t)$  を減衰振動の運動方程式に適用した右室心筋のstiffnessやrelaxationの指標は病理学的所見や分子生物学的検討との合致性や関連性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：Right ventricular pressure measurements were recorded using a pressure wire, and right ventricular pressure drop waveforms from isovolumic diastole to early diastole were fitted to the equation of motion of decaying oscillations to evaluate relaxation and ventricular stiffness. The consistency with myocardial histopathological findings and molecular biological characteristics was examined. Indices of stiffness and relaxation of right ventricular myocardium applied to the equation of motion for damped oscillations showed findings indicative of pathological findings. The severity of histopathological abnormalities in the right ventricular myocardium could be estimated from the right ventricular pressure waveform. Our results suggest that a detailed prognostic evaluation of right ventricular function is possible by integrating kinomechanics and myocardial pathology/function.

研究分野：小児循環器学

キーワード：右室 肺高血圧 運動力学 心筋病理

### 1. 研究開始当初の背景

肺高血圧の診断は肺動脈平均圧が 20mmHg 以上であり、運動時もしくは安静時に、息切れ、動悸、失神を認め、全身倦怠感、浮腫、心不全、突然死などの病態を呈する。小児の肺動脈性肺高血圧症は進行性であり、非常に難治な疾患である。有効な治療薬が存在しなかった時期の調査結果では、1 年生存率、3 年生存率、5 年生存率が各々 67.9%、40.2%、38.1% との報告もある。近年の欧米における大規模症例登録の解析結果では、特異的肺高血圧治療薬の開発に伴い、徐々に生命予後は改善してきていることが報告されている。右室機能は生命予後に大きく関わる因子であるが、その病態については十分に解明されていない。また、右心不全に対する治療方法である抗右心不全療法は、未だ確立されていない。右室収縮不全の発症前段階には右室拡張不全が認められるが、その病態と進行の詳細も解明されていない。右室等容性拡張期から拡張期における右室圧降下の時定数(Tau) は拡張能評価の Gold standard とされているが、時定数(Tau)は生理学的機能や病態に即した指標ではない。時定数(Tau)は左室機能解析においては、臨床的意義の研究が幅広く行われているが、右室機能の評価においては、左室機能解析をそのまま当てはめて良いのか否かは明確には示されていないことが問題である。本研究では右室圧波形を減衰振動の動方程式にあてはめ、拡張障害の病的因子としてのアクチン・ミオシンの不活化の遅延 (relaxation)、タイチンや心筋線維化などによる心室の硬さ (stiffness/elastic recoil) を評価し、それらの結果と病理学的所見・分子生物学的特徴とを比較検討することが有用であると考えた。

### 2. 研究の目的

肺動脈性肺高血圧症は、直径 500 μm 以下の末梢の肺小動脈の異常収縮、肺小動脈のリモデリング、血栓形成が生じることなどで発症する。肺動脈性肺高血圧において高い後負荷にさらされる右室の機能障害は生命予後規定因子であることが明らかになっているが、右心不全に対する詳細な診断方法や有効な治療方法は未だに確立されておらず、管理に難渋する病態である。また、右心不全に着目した研究もほとんど施行されておらず、その実態は未だ不明である。これまでに多くの研究・報告がなされている左心不全の病態と同様、右心不全においても収縮能低下を来す前には拡張機能障害が認められる。従来、拡張能評価の指標としては時定数 (Tau; Exponential tau および Logistic tau) が Gold standard とされているが、これら時定数はいずれも左室拡張における経験上のパラメータであり右室の機能的特徴が加味されたものではない。右室拡張期圧は左室に比較して緩やかに低下し、右室圧が低値となってから圧低下速度(dP/dt) の最小値を呈するため、この圧以降の圧波形から算出される時定数は右室弛緩能の指標とするには問題がある。また、右室心筋の生理学的機能に即した指標ではない点も臨床応用には問題であると考えられる。我々は、拡張障害の病的因子としてのサルコメア不活化の遅延 (relaxation)、タイチンや心筋線維化などによる心室の硬さ (stiffness/elastic recoil) を右室圧波形 (等容性拡張期圧) 減衰振動の運動方程式にあてはめることで評価し、病理学組織学的所見・分子生物学的特徴との合致性を検討することとした。右室圧・心筋壁の運動力学と心筋病理・機能を統合することで、右室拡張障害の早期診断と経時的変化の診断および治療効果判定への応用・開発を目的とした。

Figure 1

$$\frac{d^2x}{dt^2} + c \frac{dx}{dt} + kx = 0 \quad (1)$$

$$\frac{d^2P}{dt^2} + \frac{1}{\mu} \frac{dP}{dt} + E_k (P - P_\infty) = 0 \quad (2)$$

$$P(t) = e^{-t/2\mu} \left[ \frac{\dot{P}_0 + P_0/2\mu}{\omega} \sin(\omega \cdot t) + P_0 \cos(\omega \cdot t) \right] + P_\infty \quad (3)$$

$$\frac{dP}{dt}(t) = e^{-t/2\mu} \left[ - \left( \frac{P_0/\mu + 2E_k P_0}{2\omega} \right) \sin(\omega \cdot t) + \dot{P}_0 \cos(\omega \cdot t) \right] \quad (4)$$

$$E_k : \text{ばね定数} \quad \omega = \sqrt{4E_k - 1/\mu^2} / 2$$

$$1/\mu : \text{減衰係数}$$

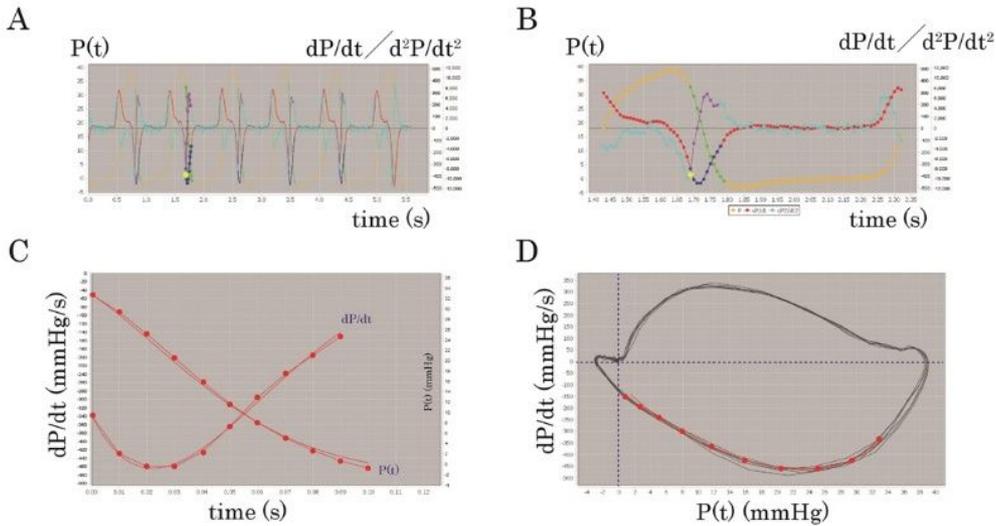
Hayabuchi Y, et al. J Am Heart Assoc. 2018  
から一部改変

### 3. 研究の方法

我々は、右室圧波形を心筋壁の伸縮による stiffness/elastic recoil と筋原繊維の Cross-bridging による張力のバランスで形成されているとみなし、右室等容性拡張期から拡張期の右室圧 P(t) を減衰振動の運動方程式に適用した。Fig.1 (1) は一般的な減衰振動の運動方程式であり、これを右室圧波形に適用し、Fig 1 (2) の式とした。Ek は stiffness/elastic recoil の程度を示し、1/μ は、アクチン・ミオシンの不活化による relaxation の状態を示すこととなる。この運動方程式から

Figure 2

Pressure Decay Analysis - Tokushima ver. 1.5.1  
のインターフェースの一部



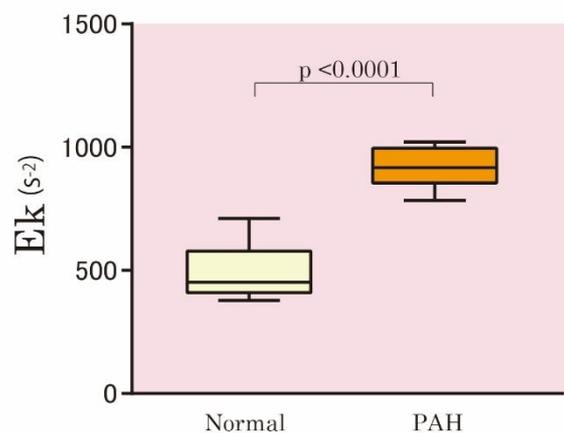
Hayabuchi Y, et al. J Am Heart Assoc. 2018  
から一部改変

導かれる右室圧  $P(t)$  は Fig.1 (3) と規定され、その 1 次微分である  $dP/dt(t)$  は、Fig 1 (4) の式で表現される。Levenberg-Marquardt 法を用いて右室拡張期圧波形を上記方程式に fitting させ、 $E_k$ 、 $\mu$  を評価することができる。我々は、これらの理論に基づいて、Java program (Pressure Decay Analysis-Tokushima ver. 1.51) を開発した (Fig. 2)。小児肺動脈性肺高血圧患者を対象に本法を用いて、stiffness/elastic recoil を示す  $E_k$ 、および relaxation を示す  $\mu$  が計測可能であり、臨床病態との間に非常に有意な関連性が認められることを示した (Hayabuchi Y, et al. J Am Heart Assoc. 2018)。これら右室心筋拡張期の生理学的機能に即した指標が、実際の病理学的所見や分子レベルの病態と合致しているかは不明であり、生理学的機能と病理所見や分子生物学的検討との関連性を研究することが重要であると考えて、病理学的所見との比較検討を行った。本研究では、上記の運動力学方程式から得られた右室心筋の stiffness/elastic recoil や relaxation の指標と心筋の病理学的所見や分子生物学的検討との合致性や関連性について検討し、右室拡張能障害の早期診断治療と経時的变化の観察、治療による改善の評価に役立て、右心不全治療の新しい治療戦略を構築する。本研究では二つの研究項目を設定した。(1) 小児心疾患症例・肺高血圧症例における右室圧測定と生理学的機能の比較検討を行う。もし、右室心筋を生検する機会がある症例があれば組織所見と右室圧から得られた指標との比較検討を行う予定である。(2) コントロールラットおよび肺高血圧ラットにおいて右室圧波形・運動力学方程式から得られた指標と組織学的所見や分子生物学的検討との関連性を検討する。上記(1)における臨床症例では右室心筋組織が得られるなら良いが、難しいことが想定される場合には MRI/CT、核医学検査を用いて病理学的所見を推定することも一つの方法であると考えた。(2) ラットを用いた実験においてもカテ先マノメーターを用いて右室圧測定を進めていき、我々が開発した Java program (Pressure Decay Tokushima ver.1.51) の有用性を確認する。その後、ラット右室心筋標本の心筋線維化の進行、コラーゲン量、タイチン蛋白発現量・アイソフォームの検討・リン酸化の状態など relaxation に関連する病態などを検討する。最終的には、運動力学方程式から得られたパラメータと病理学的所見・分子生物学的特徴とを比較検討することを予定した。

#### 4. 研究成果

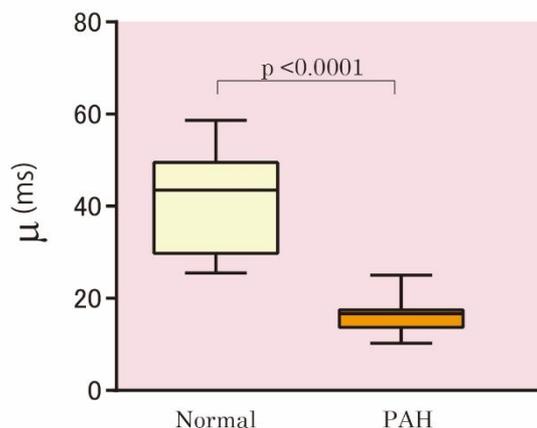
小児心疾患症例・肺高血圧症例における右室圧測定と波形から、Pressure Decay Tokushima ver.1.51 を用いて、右室心筋の Stiffness/elastic recoil ( $E_k$ )( $s^{-2}$ ) および Cross-bridging deactivation (ms) を測定した。肺高血圧群では、コントロール群と比較して有意

Figure 3



に  $E_k$  が高値であることを示した ( $915.9 \pm 84.2 \text{ s}^{-2}$  versus  $487.0 \pm 99.6 \text{ s}^{-2}$ ,  $p < 0.0001$ ) (Fig.3)。また、 $\mu$  は肺高血圧群で有意に低値であることが示された ( $16.5 \pm 4.3 \text{ ms}$  versus  $41.1 \pm 10.4 \text{ ms}$ ,  $p < 0.0001$ ) (Fig.4)。肺高血圧症では、右室拡張能の病的変化、障害が生じていることが示された。コントロールラットおよび肺高血圧ラットでの右室圧波形・運動力学方程式から得られた指標を検討したが、小児心疾患症例と類似の結果が得られ、我々の作成した Java program (Pressure Decay Tokushima ver.1.51) が臨床での実用と基礎実験に使用可能であることが証明された。右室心筋、ラットでの右室心筋の所見を検討したところ、心筋の線維化が強い状態では、 $E_k$  が高値であることが認められたが、強い相関関係や組織学的所見との有意な関連性を確立することは出来なかった。ラット右室心筋標本の心筋線維化の進行、コラーゲン量、タイチン蛋白発現量などが、 $\text{stiffness/elastic recoil}$  ( $E_k$ ) 関連し、SERCA2 蛋白の減少、ホスホランパンの脱リン酸化などが  $\text{relaxation}$  ( $\mu$ ) に影響を与えていることが想定されたが、実際の評価では、運動力学方程式から得られたパラメータと病理学的所見・分子生物学的特徴とを結びつける指標は得られなかった。

Figure 4



ラット右室心筋標本の心筋線維化の進行、コラーゲン量、タイチン蛋白発現量などが、 $\text{stiffness/elastic recoil}$  ( $E_k$ ) 関連し、SERCA2 蛋白の減少、ホスホランパンの脱リン酸化などが  $\text{relaxation}$  ( $\mu$ ) に影響を与えていることが想定されたが、実際の評価では、運動力学方程式から得られたパラメータと病理学的所見・分子生物学的特徴とを結びつける指標は得られなかった。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計12件（うち査読付論文 12件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 10件）

1. 著者名 Suga Kenichi, Imoto Issei, Ito Hiromichi, Naruto Takuya, Goji Aya, Osumi Keita, Tokaji Narumi, Homma Yukako, Ono Akemi, Ichihara Yuko, Shono Miki, Mori Tatsuo, Urushihara Maki, Nakagawa Ryuji, Hayabuchi Yasunobu, Kagami Shoji	4. 巻 67
2. 論文標題 Next-generation sequencing for the diagnosis of patients with congenital multiple anomalies and / or intellectual disabilities	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Journal of Medical Investigation	6. 最初と最後の頁 246 ~ 249
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2152/jmi.67.246	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Takatsuki Shinichi, Furutani Yoshiyuki, Inai Kei, Kobayashi Tohru, Inuzuka Ryo, Uyeda Tomomi, Kamisago Mitsuhiro, Muneuchi Jun, Kaneko Masahide, Misaki Yasushi, Ono Hiroshi, Kato Hitoshi, Shimada Eriko, Shinohara Tokuko, Waki Kenji, Suda Kenji, Hayabuchi Yasunobu, Ohki Hirotaka, Hiroyuki Yamagishi, et al.	4. 巻 84
2. 論文標題 Pregnancy and Delivery in Patients With Repaired Congenital Heart Disease A Retrospective Japanese Multicenter Study	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Circulation Journal	6. 最初と最後の頁 2270 ~ 2274
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1253/circj.CJ-19-1150	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Homma Yukako, Hayabuchi Yasunobu	4. 巻 30
2. 論文標題 Successful treatment by stent implantation for systemic-to-pulmonary shunt obstruction due to a Staphylococcus aureus abscess: a case report	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Cardiology in the Young	6. 最初と最後の頁 1538 ~ 1540
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1017/S1047951120002565	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Osumi Keita, Suga Kenichi, Ono Akemi, Goji Aya, Mori Tatsuo, Kinoshita Yukiko, Sugano Mikio, Toda Yoshihiro, Urushihara Maki, Nakagawa Ryuji, Hayabuchi Yasunobu, Imoto Issei, Kagami Shoji	4. 巻 7
2. 論文標題 Molecular diagnosis of an infant with TSC2/PKD1 contiguous gene syndrome	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Human Genome Variation	6. 最初と最後の頁 21 ~ 21
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41439-020-0108-0	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Hayabuchi Yasunobu、Homma Yukako、Kagami Shoji	4. 巻 22
2. 論文標題 Three-dimensional imaging of pulmonary arterial vasa vasorum using optical coherence tomography in patients after bidirectional Glenn and Fontan procedures	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 European Heart Journal - Cardiovascular Imaging	6. 最初と最後の頁 941 ~ 949
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/ehjci/jeaa098	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ono Akemi、Hayabuchi Yasunobu、Tanaka Manami、Kagami Shoji	4. 巻 67
2. 論文標題 Assessment of right ventricular function by isovolumic acceleration of pulmonary and tricuspid annulus in surgically repaired tetralogy of Fallot	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Journal of Medical Investigation	6. 最初と最後の頁 145 ~ 150
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2152/jmi.67.145	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Hayabuchi Yasunobu	4. 巻 67
2. 論文標題 Right ventricular myocardial stiffness and relaxation components by kinematic model-based analysis	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Journal of Medical Investigation	6. 最初と最後の頁 11 ~ 20
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2152/jmi.67.11	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 早淵康信	4. 巻 76
2. 論文標題 肺循環障害と右心不全の病態と治療 - 小児心臓病のパラダイムシフト -	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 四国医学雑誌	6. 最初と最後の頁 251 ~ 258
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Hayabuchi Y, Homma Y, Kagami S.	4. 巻 9
2. 論文標題 A novel index equivalent to the myocardial performance index for right ventricular functional assessment in children and adolescent patients.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Sci Rep	6. 最初と最後の頁 19975-19975
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-019-56564-y.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Hayabuchi Y, Homma Y, Kagami S.	4. 巻 45
2. 論文標題 Right ventricular myocardial stiffness and relaxation components by kinematic model-based transtricuspid flow analysis in children and adolescents with pulmonary arterial hypertension.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Ultrasound Med Biol	6. 最初と最後の頁 1999-2009
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ultrasmedbio.2019.04.021.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Hayabuchi Y, Homma Y, Kagami S.	4. 巻 14
2. 論文標題 Optical coherence tomography for observing development of pulmonary arterial vasa vasorum after bidirectional cavopulmonary connection in children.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 PLoS One	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0215146.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Hayabuchi Y, Homma Y, Sugano M, Kitaichi T, Kagami S.	4. 巻 9
2. 論文標題 Development of acquired intrapulmonary venous anastomosis contributing to establishment of Fontan circulation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Pulm Circ	6. 最初と最後の頁 1-3
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1177/2045894018814774	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計15件（うち招待講演 3件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 本間友佳子 早淵康信 香美祥二
2. 発表標題 11年間に8回のコイル塞栓術を施行した両側肺全区域びまん性多発性肺動静脈瘻の1例
3. 学会等名 第31回日本Pediatric Interventional Cardiology学会学術集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 本間友佳子、早淵康信、杉本真弓、須賀健一、香美祥二、井本逸勢
2. 発表標題 肺高血の進行を来した心房中隔欠損（小欠損孔）を伴う Inflammatory skin and bowel disease, neonatal, 1 (NISBD1) 疑いの一例
3. 学会等名 第26回日本小児肺循環研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 早淵康信
2. 発表標題 フォロー四徴症手術後症例 - 診断のポイントと管理 -
3. 学会等名 第31回日本心エコー学会学術集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 本間友佳子 早淵康信
2. 発表標題 フォロー四徴症術後症例における右室拡張能：心エコーによるドブラ解析と心臓カテーテル検査による圧解析の比較検討
3. 学会等名 第31回日本心エコー学会学術集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 早淵康信 本間友佳子
2. 発表標題 右室圧から得られる新しい指標 RV はTei index (MPI) を反映し、ファロー四徴症術後症例における右心不全を評価できる
3. 学会等名 第56回日本小児循環器学会総会・学術集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 早淵康信 本間友佳子
2. 発表標題 肺動脈におけるvasa vasorumの3次元画像構築 Fontan candidateにおける経時的変化と臨床的有用性 -
3. 学会等名 第56回日本小児循環器学会総会・学術集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 本間友佳子 早淵康信
2. 発表標題 光干渉断層像 (Optical Coherence Tomography : OCT) による肺動脈・冠動脈病変の3次元画像評価
3. 学会等名 第56回日本小児循環器学会総会・学術集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 本間友佳子 早淵康信
2. 発表標題 ファロー四徴症術後症例における右室拡張能：心エコーによるドプラ解析と心臓カテーテル検査による圧解析の比較検討
3. 学会等名 第56回日本小児循環器学会総会・学術集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小野朱美 森一博 早淵康信
2. 発表標題 Compound heterozygoteのため若年発症した重症不整脈原性右室心筋症の女兒例および一家系
3. 学会等名 第56回日本小児循環器学会総会・学術集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 菅野幹雄 本間友佳子 藤本鋭貴 北市隆 早淵康信 秦広樹
2. 発表標題 左上大静脈左房灌流に対する心房内rerouting後に機能的僧帽弁狭窄を来した一例
3. 学会等名 第56回日本小児循環器学会総会・学術集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 加地剛 祖川英至 吉田あつ子 米谷直人 早淵康信 苛原稔
2. 発表標題 Dual Gate Dopplerを用いた肝静脈 - 下行大動脈血流波形による胎児不整脈評価の有用性と限界：当院での10年間の経験から
3. 学会等名 第56回日本小児循環器学会総会・学術集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 本間友佳子 早淵康信 小野朱美 香美祥二 菅野幹雄 北市隆 北川哲也
2. 発表標題 両側肺静脈閉塞があるにもかかわらずFontan循環が成立した無脾症、総肺静脈還流異常、単心室の1例
3. 学会等名 第25回日本小児肺循環研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yasunobu Hayabuchi
2. 発表標題 Optical Coherence Tomography: Evaluation of Pulmonary Circulation
3. 学会等名 15th Korea Japan China Pediatric Heart Forum (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 早瀬康信
2. 発表標題 シンポジウム「生涯病としても先天性心疾患：ファロー四徴症」 ファロー四徴症は何故、生涯病であるのか？
3. 学会等名 第30回日本心エコー図学会・学術集会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yasunobu Hayabuchi
2. 発表標題 Recent advances in the treatment and echocardiography for cardiac disorder in children with neuromuscular diseases.
3. 学会等名 KSE-JSE Joint Symposium (招待講演)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------