

Fri. Jul 9, 2021

## Track1

Presidential Session

### 会長要望セッション01 パネルディスカッション (I-YB01)

#### COVID19の実態と対策

座長:土井 庄三郎 (災害医療センター 小児科)

座長:三浦 大 (東京都立小児総合医療センター 循環器科)

10:40 AM - 12:10 PM Track1 (現地会場)

#### [I-YB01-1] Pathology and Pathogenesis of COVID-19

○鈴木 忠樹 (国立感染研究所 感染病理部)

#### [I-YB01-2] Activities of the JSPCCS task force team against COVID-19 and a recent nationwide survey

○立石 実 (聖隷浜松病院 心臓血管外科)

#### [I-YB01-3] SARS CoV 2 感染により循環動態が悪化したラステリ術後のダウン症児

○小柳 喬幸 (慶應義塾大学医学部小児科)

#### [I-YB01-4] A Japanese case of multisystem inflammatory syndrome in children (MIS-C) associated with SARS-CoV-2 infection with analysis by 71 cytokines in serum

○高砂 聡志<sup>1</sup>, 酒井 愛子<sup>2</sup>, 朴 智薫<sup>1</sup>, 土田 裕子<sup>1</sup>, 水上 愛弓<sup>1</sup> (1.国立国際医療研究センター病院 小児科, 2.国立国際医療研究センター ゲノム医学プロジェクト)

#### [I-YB01-5] A case of school children who saved their lives by introducing VA-ECMO for acute myocarditis associated with COVID-19

○梶川 優介<sup>1</sup>, 林 拓也<sup>1</sup>, 西岡 真樹子<sup>3</sup>, 細谷 通靖<sup>1</sup>, 齋藤 千徳<sup>1</sup>, 野村 耕司<sup>2</sup>, 星野 健司<sup>3</sup>, 植田 育也<sup>1</sup> (1.埼玉県立小児医療センター 小児救命救急センター, 2.埼玉県立小児医療センター 心臓血管外科, 3.埼玉県立小児医療センター 循環器科)

## Track2

Presidential Session

### 会長要望セッション02 パネルディスカッション (I-YB02)

#### 先天性心疾患外科手術支援のための最新のコン

#### ピューター技術を用いた教育・診断・治療

座長:市川 肇 (国立循環器病研究センター 心臓血管外科)

座長:鈴木 孝明 (埼玉医大国際医療センター 心臓血管外科)

3:10 PM - 4:40 PM Track2 (Web開催会場)

#### [I-YB02-1] 【Keynote】 Basics of 3D printing and their

applications to medicine - AI and 3D printing

○森 健策<sup>1,2</sup> (1.名古屋大学 大学院情報学研究科 知能システム学専攻, 2.名古屋大学 情報基盤センター)

#### [I-YB02-2] Case Report on the Usefulness of Endocardial Volume Rendering (VR) Image and 3D Printer 3D Model for Surgical Procedure and Spatial Evaluation

○橋本 丈二 (福岡市立こども病院 放射線部)

#### [I-YB02-3] Three cases in which a three-dimensional heart model using a new material with Shore hardness of 50A was useful for surgical simulation

○池川 健, 渋谷 悠馬, 水野 雄太, 河合 駿, 市川 泰広, 小野 晋, 金 基成, 柳 貞光, 上田 秀明 (神奈川県立こども医療センター 循環器内科)

#### [I-YB02-4] Practical use of 3D printed hollowed heart model

○河野 洋介<sup>1</sup>, 吉沢 雅史<sup>1</sup>, 須長 祐人<sup>1</sup>, 長谷部 洋平<sup>1</sup>, 本田 義博<sup>2</sup>, 村田 真哉<sup>2</sup>, 加賀 重垂喜<sup>2</sup>, 犬飼 岳史<sup>1</sup>, 戸田 孝子<sup>1</sup> (1.山梨大学 医学部 小児科, 2.山梨大学 医学部 第二外科)

#### [I-YB02-5] A physician-led clinical trial of super flexible heart replicas for supporting the surgical operation of complicated congenital heart disease

○白石 公<sup>1</sup>, 黒崎 健一<sup>1</sup>, 帆足 孝也<sup>1</sup>, 鈴木 孝明<sup>2</sup>, 犬塚 亮<sup>3</sup>, 新川 武史<sup>4</sup>, 猪飼 秋夫<sup>5</sup>, 芳村 直樹<sup>6</sup>, 山岸 正明<sup>7</sup>, 笠原 真悟<sup>8</sup>, 市川 肇<sup>1</sup> (1.国立循環器病研究センター 教育推進部・小児循環器内科, 2.埼玉医科大学国際医療センター, 3.東京大学医学部, 4.東京女子医科大学, 5.静岡県立こども病院, 6.富山大学医学部, 7.京都府立医科大学, 8.岡山大学医学部)

## Track3

Presidential Session

### 会長要望セッション03 パネルディスカッション (I-YB03)

#### 診断に役立つ心エコー検査の最前線

座長:新居 正基 (静岡県立こども病院 循環器科)

座長:増谷 聡 (埼玉医科大学総合医療センター 小児科)

3:10 PM - 4:40 PM Track3 (Web開催会場)

#### [I-YB03-1] End-diastolic velocity through patent ductus arteriosus reflects mean pulmonary artery pressure.

○高室 基樹<sup>1</sup>, 吉川 靖<sup>1</sup>, 名和 智裕<sup>1</sup>, 澤田 まどか<sup>1</sup>, 和田 励<sup>2</sup>, 春日 亜衣<sup>2</sup>, 門田 尚子<sup>3</sup> (1.北海道立子ども総合医

療・療育センター 小児循環器内科, 2.札幌医科大学 医学部 小児科学講座, 3.北海道立子ども総合医療・療育センター 臨床検査部)

[I-YB03-2] The significance of the aortic coarctation pattern in the abdominal aortic pulsed wave doppler patterns

○桑田 聖子, 齋藤 寛治, 滝沢 友里恵, 佐藤 啓, 中野 智, 齋木 宏文, 高橋 信, 小山 耕太郎 (岩手医科大学 医学部 小児科学講座)

[I-YB03-3] Impact of dyssynchronous left ventricular contraction on left ventricular function in Wolff-Parkinson-White syndrome assessed by deformation imaging

○武井 黄太<sup>1</sup>, 瀧間 浄宏<sup>1</sup>, 赤澤 陽平<sup>1</sup>, 米原 恒介<sup>1</sup>, 大日方 春香<sup>1</sup>, 沼田 隆佑<sup>1</sup>, 小山 智史<sup>1</sup>, 正本 雅斗<sup>1</sup>, 岩淵 恭子<sup>2</sup>, 齊川 祐子<sup>2</sup>, 安河内 聡<sup>1,2</sup> (1.長野県立子ども病院 循環器小児科, 2.長野県立子ども病院 エコーセンター)

[I-YB03-4] Relationship between RV outflow tract end-diastolic forward flow and circulatory failure in tetralogy of Fallot.

○高橋 卓也<sup>1</sup>, 齋木 宏文<sup>1</sup>, 齋藤 寛治<sup>1</sup>, 佐藤 啓<sup>1</sup>, 滝沢 友里恵<sup>1</sup>, 後藤 拓弥<sup>2</sup>, 桑田 聖子<sup>1</sup>, 中野 智<sup>1</sup>, 高橋 信<sup>1</sup>, 小泉 淳一<sup>2</sup>, 小山 耕太郎<sup>1</sup> (1.岩手医科大学 医学部 小児科学講座, 2.岩手医科大学 医学部 心臓血管外科)

[I-YB03-5] The guideline algorithm cannot be used to assess right ventricular diastolic function in surgically repaired tetralogy of Fallot

○本間 友佳子, 早瀬 康信 (徳島大学大学院 医歯薬学研究部 小児科)

[I-YB03-6] Right ventricular myocardial elastic recoil, relaxation, and load component by kinematic model-based waveform analysis of transtricuspid E wave

○早瀬 康信, 本間 友佳子 (徳島大学大学院 医歯薬学研究部 小児科)

#### Presidential Session

### 会長要望セッション04 シンポジウム (I-YB04)

#### 小児循環器領域における CT検査再評価

座長:黒寄 健一 (国立循環器病研究センター 小児循環器内科)  
座長:中田 朋宏 (島根大学医学部附属病院 循環器・呼吸器外科)  
4:50 PM - 6:20 PM Track3 (Web開催会場)

[I-YB04-1] A Radiologist's View for Achieving Image Gently in Pediatric Cardiac CT

○西井 達矢 (国立循環器病研究センター 放射線部)

[I-YB04-2] Optimizing contrast methods with diluted contrast media, essential for clear imaging  
○橋本 丈二 (福岡市立こども病院 放射線部)

[I-YB04-3] Outside radiation dose of the lens during the pediatric cardiac CT angiography

○浦山 耕太郎<sup>1</sup>, 森田 理沙<sup>1</sup>, 真田 和哉<sup>1</sup>, 田原 昌博<sup>1</sup>, 山田 和紀<sup>2</sup> (1.あかね会土谷総合病院 小児科, 2.あかね会土谷総合病院 心臓血管外科)

[I-YB04-4] Impact of Intra Cardiovascular Images Created by Dual Source CT in Surgical Planning for Complex Congenital Heart Disease

○小澤 秀登<sup>1</sup>, 鍵崎 康治<sup>1</sup>, 竹原 貴之<sup>1</sup>, 福井 貴之<sup>3</sup>, 真鍋 隆夫<sup>3</sup>, 江原 英二<sup>2</sup>, 西垣 恭一<sup>1</sup> (1.大阪市立総合医療センター 小児医療センター 小児心臓血管外科, 2.大阪市立総合医療センター 小児医療センター 小児循環器内科, 3.大阪市立総合医療センター 中央放射線部)

[I-YB04-5] Evaluation of left ventricular function with 320 Area Detector CT

○森 雅啓, 青木 寿明, 藤崎 拓也, 橋本 和久, 松尾 久美代, 浅田 大, 石井 陽一郎, 高橋 邦彦, 萱谷 太 (大阪母子医療センター 小児循環器科)

## Track4

#### Presidential Session

### 会長要望セッション05 パネルディスカッション (I-YB05)

#### 乳児特発性僧帽弁腱索断裂の病態解明と適切な治療

座長:佐川 浩一 (福岡市立こども病院 循環器科)  
座長:鍵崎 康治 (大阪市立総合医療センター 小児心臓血管外科)  
9:00 AM - 10:30 AM Track4 (Web開催会場)

[I-YB05-1] Consideration about etiology of idiopathic chordal rupture of mitral valve in infants - case analysis in our hospital-

○波若 秀幸<sup>1,3</sup>, 森田 理沙<sup>1</sup>, 浦山 耕太郎<sup>1</sup>, 杉野 充伸<sup>1,4</sup>, 真田 和哉<sup>1</sup>, 田原 昌博<sup>1</sup>, 山田 和紀<sup>2</sup> (1.あかね会 土谷総合病院 小児科, 2.あかね会 土谷総合病院 心臓血管外科, 3.県立広島病院 新生児科, 4.広島市立安佐市民病院 小児科)

[I-YB05-2] Analysis of pathogens in acute rupture of mitral chordae of the mitral valve in infants with RNA transcriptome assay and in situ hybridization

○白井 学<sup>1</sup>, 池田 善彦<sup>2</sup>, 黒寄 健一<sup>3</sup>, 坂口 平馬<sup>3</sup>, 帆足 孝也<sup>4</sup>, 市川 肇<sup>4</sup>, 白石 公<sup>3,5</sup> (1.国立循環器病研究センター 創薬オミックス解析センター, 2.国立循環器病研

究センター病理部, 3.国立循環器病研究センター小児  
心臓外科, 4.国立循環器病研究センター小児循環器内  
科, 5.国立循環器病研究センター教育推進部)

[I-YB05-3] Acute rupture of chordae tendineae of the  
mitral valve in infants-experience at a  
single institution

○上田 秀明, 渋谷 悠馬, 水野 雄太, 池川 健, 市川 泰広,  
河合 駿, 小野 晋, 金 基成, 柳 貞光 (神奈川県立こども  
医療センター 循環器内科)

[I-YB05-4] Long term surgical results of idiopathic  
severe mitral regurgitation due to chordal  
rupture in infancy : efficacy of artificial  
chordal reconstruction

○崔 禎浩<sup>1</sup>, 正木 直樹<sup>1</sup>, 高原 真吾<sup>1</sup>, 安達 理<sup>1</sup>, 前原 菜美  
子<sup>2</sup>, 鈴木 大<sup>2</sup>, 木村 正人<sup>2</sup>, 小澤 晃<sup>2</sup>, 田中 高志<sup>2</sup>, 大軒  
健彦<sup>3</sup>, 新田 恩<sup>4</sup> (1.宮城県立こども病院 心臓血管外  
科, 2.宮城県立こども病院 循環器科, 3.東北大学病院  
小児科, 4.仙台市立病院 小児科)

[I-YB05-5] Surgical results for idiopathic rupture of  
chordae tendineae of the mitral valve in  
infants

○荒木 大, 中野 俊英, 酒井 大樹, 西島 卓矢, 藤田 周平,  
安東 勇介, 篠原 玄, 帯刀 英樹, 角 英秋 (福岡市立こ  
ども病院 心臓血管外科)

[I-YB05-6] Therapeutic strategies for acute rupture of  
chordae tendineae of the mitral valve in  
infants considering patient's life span

○片岡 功一<sup>1</sup>, 中川 直美<sup>1</sup>, 渡辺 由希子<sup>1</sup>, 川田 典子<sup>1</sup>,  
岡本 健吾<sup>1</sup>, 鎌田 政博<sup>1</sup>, 久持 邦和<sup>2</sup>, 立石 篤史<sup>2</sup>  
(1.広島市立広島市民病院 循環器小児科, 2.広島市立  
広島市民病院 心臓血管外科)

Presidential Session

## 会長要望セッション01 パネルディスカッション (I-YB01)

### COVID19の実態と対策

座長:土井 庄三郎 (災害医療センター 小児科)

座長:三浦 大 (東京都立小児総合医療センター 循環器科)

Fri. Jul 9, 2021 10:40 AM - 12:10 PM Track1 (現地会場)

#### [I-YB01-1] Pathology and Pathogenesis of COVID-19

○鈴木 忠樹 (国立感染症研究所 感染病理部)

#### [I-YB01-2] Activities of the JSPCCS task force team against COVID-19 and a recent nationwide survey

○立石 実 (聖隷浜松病院 心臓血管外科)

#### [I-YB01-3] SARS CoV 2 感染により循環動態が悪化したラステリ術後のダウン症児

○小柳 喬幸 (慶應義塾大学医学部小児科)

#### [I-YB01-4] A Japanese case of multisystem inflammatory syndrome in children (MIS-C) associated with SARS-CoV-2 infection with analysis by 71 cytokines in serum

○高砂 聡志<sup>1</sup>, 酒井 愛子<sup>2</sup>, 朴 智薫<sup>1</sup>, 土田 裕子<sup>1</sup>, 水上 愛弓<sup>1</sup> (1.国立国際医療研究センター病院 小児科, 2.国立国際医療研究センター ゲノム医科学プロジェクト)

#### [I-YB01-5] A case of school children who saved their lives by introducing VA-ECMO for acute myocarditis associated with COVID-19

○梶川 優介<sup>1</sup>, 林 拓也<sup>1</sup>, 西岡 真樹子<sup>3</sup>, 細谷 通靖<sup>1</sup>, 齋藤 千徳<sup>1</sup>, 野村 耕司<sup>2</sup>, 星野 健司<sup>3</sup>, 植田 育也<sup>1</sup> (1.埼玉県立小児医療センター 小児救命救急センター, 2.埼玉県立小児医療センター 心臓血管外科, 3.埼玉県立小児医療センター 循環器科)

(Fri. Jul 9, 2021 10:40 AM - 12:10 PM Track1)

## [I-YB01-1] Pathology and Pathogenesis of COVID-19

○鈴木 忠樹 (国立感染研究所 感染病理部)

Keywords: COVID-19, 病理, SARS-CoV-2

新興感染症である新型コロナウイルス感染症(COVID-19)は、2019年12月に中国・武漢における最初の症例が報告されて以降、世界中へ急速に拡大した。COVID-19流行当初から多くの治療薬候補が提案され、迅速な臨床開発を経て承認されたものもあるものの、いずれの効果も限定的であり、さらなる治療法の改善が求められている。このような新しいウイルス感染症に対して有効な治療法を開発するためには、病態の理解が不可欠である。特に、急性ウイルス感染症においては、動的に変化するウイルスの臓器内、組織内局在とウイルス感染に伴う組織形態変化を評価し、臨床症状との関連を明らかにしていくことが病態形成機構の理解に重要となる。しかし、通常のウイルス学的検査や画像診断では、病原体の体内局在や組織変化を詳細にとらえることは不可能であり、感染症の発症病理解明には患者の組織検体を用いた病理学的な解析が不可欠である。国立感染症研究所では国内の医療機関等より依頼され COVID-19患者の組織検体を用いたウイルス検索を行っている。これまでに剖検組織、ネクロプシー組織、肺生検組織や手術検体等の数十症例の COVID-19肺組織を検索しているが、多くの場合、発症からの日数が経過するにつれて肺組織内のウイルス量は低下していき、死亡までの日数が50日以上経過している場合は、ウイルスは検出されなかった。また、肺組織以外では、ウイルスが存在しない病変も見られ、病態形成においてはウイルス感染そのものの影響だけでなく、ウイルス感染に伴う宿主応答が深く関与していることが考えられた。しかしながら、その宿主応答の詳細は未だ不明であり、今後の研究が必要と考えられる。本講演では COVID-19における肺炎やその他の病態について、主に病理解剖を通じて明らかにされた病理学的特徴を交えながら解説する。

(Fri. Jul 9, 2021 10:40 AM - 12:10 PM Track1)

## [I-YB01-2] Activities of the JSPCCS task force team against COVID-19 and a recent nationwide survey

○立石 実 (聖隷浜松病院 心臓血管外科)

Keywords: COVID-19, COVID-19全国アンケート調査, 先天性心疾患患者におけるCOVID-19感染状況

新型コロナウイルス感染症(以下 COVID-19)の感染拡大に伴い、2020年4月に COVID-19 関連情報を発信する「日本小児循環器学会 COVID-19対策特別チーム」を発足、同月中に学会 HP上で理事長声明を掲載し、「COVID-19関連情報特別ページ」で情報発信を開始した。チームは「医療従事者向け情報発信チーム」「患者・家族・社会向け情報発信チーム」「施設間連携情報発信チーム」の3チームで構成されている。

患者・家族・社会向け情報発信チームは、おもに、患者や家族の不安を軽減するための有用な情報発信、COVID-19における全国修練施設アンケート調査と学会 HP上での結果報告、当事者団体(心臓病の子どもを守る会)とのオンライン懇談会、を行ってきた。

アンケート調査は2020年7月と2021年2月の2回実施し、各施設の診療(外来・カテーテル・手術)の制限の状況、COVID-19に対する対応、先天性心疾患患者の COVID-19感染状況について、全国の小児循環器修練施設にご回答頂いた(回答率1回目100%、2回目84.1%)。回答のあった施設の診療状況は、1回目の調査時より2回目のほうが通常に近い状況だったが、手術やカテーテル治療・検査は一時的に、13.1%の施設で40~60%まで、16.4%の施設では40%以下まで制限されていた。また、先天性心疾患患者の COVID-19感染者の総数は、2021年4月までに56名で、死亡者はなく、重症(ICU治療あり)が2名だった。

当事者団体とのオンライン懇談会は過去4回開催された。私たちチームは、患者・家族の代表からの質問に答えることで不安軽減に努め、また、具体的に患者・家族がどんなことに不安を抱いているかについて把握することが

できた。

ワクチン接種に関する情報発信や、これまでの先天性心疾患患者の感染状況から重症化リスクの再評価することなどが必要と考えており、今後も積極的に活動を継続する意向である。

---

(Fri. Jul 9, 2021 10:40 AM - 12:10 PM Track1)

## [I-YB01-3] SARS CoV 2 感染により循環動態が悪化したラステリ術後のダウン症児

○小柳 喬幸 (慶應義塾大学医学部小児科)

---

(Fri. Jul 9, 2021 10:40 AM - 12:10 PM Track1)

## [I-YB01-4] A Japanese case of multisystem inflammatory syndrome in children (MIS-C) associated with SARS-CoV-2 infection with analysis by 71 cytokines in serum

○高砂 聡志<sup>1</sup>, 酒井 愛子<sup>2</sup>, 朴 智薫<sup>1</sup>, 土田 裕子<sup>1</sup>, 水上 愛弓<sup>1</sup> (1.国立国際医療研究センター病院 小児科, 2.国立国際医療研究センター ゲノム医科学プロジェクト)

Keywords: multisystem inflammatory syndrome in children, COVID-19, 川崎病

【緒言】 MIS-Cは Coronavirus disease 2019 (COVID-19)に関連し、川崎病(KD)類似の症状を呈する小児の重症例として欧米から報告されている。KDと比較し発症年齢が高い、消化器症状が多い、循環不全や集中治療管理の頻度が高い等の特徴がありアジアからの報告は稀である。本邦初の典型的な経過の MIS-C症例を経験し71種のサイトカインの経時的変化を追跡したので報告する。【症例】日本人の9歳女児。家族内感染で COVID-19に罹患し無症状で30日間経過後、発熱、右頸部腫脹と疼痛、腹痛、嘔吐が出現し、第3病日に入院した。発熱、右頸部リンパ節腫脹、口唇発赤を認めた。鼻腔ぬぐい液による Filmarrayにて SARS-CoV-2のみが検出された。血液検査で好中球数の上昇、CRP値上昇を認めた。抗菌薬では軽快せず、各種培養検査も有意な起炎菌を認めなかった。第5病日に KD主要6症状を認め、同時に WHOの MIS-C診断基準を満たし KD及び MIS-Cと診断した。診断時は心機能良好で、心電図異常もなかった。同日 KDに対して IVIG、ASA、PSLの投与を開始し、速やかに解熱した。第6病日、心臓超音波で左室収縮能の低下、心嚢水貯留、両側房室弁逆流が出現し、心電図で広範な ST-T上昇がみられた。さらにトロポニン I値と BNP値の上昇を認め、急性心筋炎と診断した。利尿薬と血管拡張薬を投与し、心機能は速やかに改善した。以降は症状の再燃なく経過し、第20病日に退院した。経過中に冠動脈拡大はなかった。BioPlex 3Dシステムを用いて、第2病日から第19病日までの71種類のサイトカインを経時的に測定し、解析した。IL-6、IL-8、IL-10、IL-17は臨床症状の悪化に伴い上昇し、IVIG+PSL投与後に解熱したタイミングで速やかに低下した。一方で IL-1RA、INF $\gamma$ 、MCP1、MIP3 $\beta$ 等は、解熱時には低下が不十分で、心筋障害の改善とともに低下した。これらのサイトカイン動態については今後症例を蓄積し検討することで MIS-Cの病態解明や治療法の開発に有用と思われる。

---

(Fri. Jul 9, 2021 10:40 AM - 12:10 PM Track1)

## [I-YB01-5] A case of school children who saved their lives by

## introducing VA-ECMO for acute myocarditis associated with COVID-19

○梶川 優介<sup>1</sup>, 林 拓也<sup>1</sup>, 西岡 真樹子<sup>3</sup>, 細谷 通靖<sup>1</sup>, 齋藤 千徳<sup>1</sup>, 野村 耕司<sup>2</sup>, 星野 健司<sup>3</sup>, 植田 育也<sup>1</sup> (1.埼玉県立小児医療センター 小児救命救急センター, 2.埼玉県立小児医療センター 心臓血管外科, 3.埼玉県立小児医療センター 循環器科)

Keywords: 心筋炎, ECMO, COVID-19

COVID-19に併発し、左心機能低下に、不整脈と伝導障害を強く呈した急性心筋炎の1例を経験した。症例は15歳男児。発熱2日目に SARS-CoV-2 PCR陽性のため翌日 A病院入院。心窩部痛の訴えがあり、血液検査で炎症反応と逸脱酵素の上昇、CTで肺野にすりガラス影を認めた。第5病日、B病院転院。TnT陽性、胸部X線で心拡大と肺うっ血を、心エコーで左室収縮低下を認め、ドブタミン・ノルアドレナリン投与開始となった。経過中に心機能増悪、心室頻拍が出現しアミオダロン投与で停止したが、その後から完全房室ブロック(CAVB)を呈した。臨床的に急性心筋炎の診断で、心機能低下と不整脈による循環不全に対して体外式膜型人工肺(ECMO)導入が検討され、気管挿管下に当院へ搬送。LVEF=20%、QRSは軽度 wideで HR 40の CAVBであり、今後血行動態破綻が懸念され、VA-ECMO導入とした。大腿動静脈から経皮的にカニューレ挿入し80%フローで導入開始。血圧管理に難渋し多剤の血管拡張薬を要した。幸い ECMO導入翌日には LVEF=30%と左心機能は改善傾向にあり、導入2日後に ECMO離脱が可能であった。心拍上昇を期待して、イソプロテレノール(ISP)を使用した。CAVBの改善はなかった。心室性期外収縮(PVC)が散発しアミオダロンは継続した。最終的に EF=45%程度まで改善し、第23病日に循環作動薬は中止。その後も CAVBにより徐脈であったが、循環は破綻することなく経過したため、第32病日に前医に転院となった。COVID-19に対する治療は、ヘパリン・デキサメタゾン・レミデシビルを投与した。心筋生検は未施行であり、精密なウイルス学的考察は行っていないが、本邦の小児 COVID-19症例に対して VA-ECMOを導入した第1例であり、ECMO導入により救命しえた貴重な症例でありここに報告する。

Presidential Session

## 会長要望セッション02 パネルディスカッション (I-YB02)

### 先天性心疾患外科手術支援のための最新のコンピューター技術を用いた教育・診断・治療

座長:市川 肇 (国立循環器病研究センター 心臓血管外科)

座長:鈴木 孝明 (埼玉医大国際医療センター 心臓血管外科)

Fri. Jul 9, 2021 3:10 PM - 4:40 PM Track2 (Web開催会場)

#### [I-YB02-1] 【Keynote】 Basics of 3D printing and their applications to medicine - AI and 3D printing

○森 健策<sup>1,2</sup> (1.名古屋大学 大学院情報学研究科 知能システム学専攻, 2.名古屋大学 情報基盤センター)

#### [I-YB02-2] Case Report on the Usefulness of Endocardial Volume Rendering (VR) Image and 3D Printer 3D Model for Surgical Procedure and Spatial Evaluation

○橋本 丈二 (福岡市立こども病院 放射線部)

#### [I-YB02-3] Three cases in which a three-dimensional heart model using a new material with Shore hardness of 50A was useful for surgical simulation

○池川 健, 渋谷 悠馬, 水野 雄太, 河合 駿, 市川 泰広, 小野 晋, 金 基成, 柳 貞光, 上田 秀明 (神奈川県立こども医療センター 循環器内科)

#### [I-YB02-4] Practical use of 3D printed hollowed heart model

○河野 洋介<sup>1</sup>, 吉沢 雅史<sup>1</sup>, 須長 祐人<sup>1</sup>, 長谷部 洋平<sup>1</sup>, 本田 義博<sup>2</sup>, 村田 眞哉<sup>2</sup>, 加賀 重亜喜<sup>2</sup>, 犬飼 岳史<sup>1</sup>, 戸田 孝子<sup>1</sup> (1.山梨大学 医学部 小児科, 2.山梨大学 医学部 第二外科)

#### [I-YB02-5] A physician-led clinical trial of super flexible heart replicas for supporting the surgical operation of complicated congenital heart disease

○白石 公<sup>1</sup>, 黒崎 健一<sup>1</sup>, 帆足 孝也<sup>1</sup>, 鈴木 孝明<sup>2</sup>, 犬塚 亮<sup>3</sup>, 新川 武史<sup>4</sup>, 猪飼 秋夫<sup>5</sup>, 芳村 直樹<sup>6</sup>, 山岸 正明<sup>7</sup>, 笠原 真悟<sup>8</sup>, 市川 肇<sup>1</sup> (1.国立循環器病研究センター 教育推進部・小児循環器内科, 2.埼玉医科大学国際医療センター, 3.東京大学医学部, 4.東京女子医科大学, 5.静岡県立こども病院, 6.富山大学医学部, 7.京都府立医科大学, 8.岡山大学医学部)

(Fri. Jul 9, 2021 3:10 PM - 4:40 PM Track2)

## [I-YB02-1] 【Keynote】 Basics of 3D printing and their applications to medicine - AI and 3D printing

○森 健策<sup>1,2</sup> (1.名古屋大学 大学院情報学研究科 知能システム学専攻, 2.名古屋大学 情報基盤センター)

Keywords: 3Dプリンタ, 臓器モデル, 人工知能

本稿では、3Dプリンターの基礎について述べるとともに、その医療応用について述べる。診断治療において、対象とする臓器の形状を的確に把握することが重要である。X線 CT装置などを用いれば、人体の3次元形態情報を画像情報として取得することができる。ここで得られる3次元画像は、ボリュームレンダリングなどのコンピュータグラフィックスの手法を用いることでコンピュータの画面上で3次的に可視化でき、関空臓器内部などを含む任意の位置から観察することが可能である。一方、このような観察はあくまでもコンピュータ画面上での観察であり、視覚的、触覚的、あるいは、インタラクティブ的に不十分である。一方、3次元医用画像から臓器領域をセグメンテーション(抽出)した後、3次元プリンターを用いて臓器モデルを造形することで、実体臓器モデルを作成することが容易となった。最近では、3次元プリンターの急速な低価格化も進んでいる。3次元医用画像から、臓器モデルを造形するには、臓器領域のセグメンテーションが重要となるが、これについても畳み込みニューラルネットワークに代表される機械学習技術(人工知能(AI)と表されることも多い)を用いることで、精度高く、かつ簡便に臓器領域のセグメンテーションが可能となった。3次元プリンターによって実体臓器モデル造形することのハードルが下がっている。3次元プリンターによって実体臓器モデルを表現する方法としては、形状露出法、内部構造造形法、形状モールド法、メタアノテーション造形法などがある。これ野良表現を、診断治療支援の目的に沿って選択することが必要となる。例えば肝臓手術の場合、肝臓外形を形状露出法で表現し、さらに、脈管系を内部構造造形法によって再現する。本稿ではこれらの3Dプリンターの仕組みや造形法などの基礎とAIとの融合を示し、その医療応用例について概説をしたい。

(Fri. Jul 9, 2021 3:10 PM - 4:40 PM Track2)

## [I-YB02-2] Case Report on the Usefulness of Endocardial Volume Rendering (VR) Image and 3D Printer 3D Model for Surgical Procedure and Spatial Evaluation

○橋本 丈二 (福岡市立こども病院 放射線部)

Keywords: 3Dプリンター, 立体モデル, 画像処理

【はじめに】当院は年間約650件の先天性心疾患患者のCTを施行し、積極的画像処理を行っている。3D/4D-CTから再構成される心内腔 VR像は、心室内からの大血管流出路の形態や欠損孔の立体的配置を明瞭に評価できるが、限界もある。3Dプリンターによる立体モデル+VR像が、術式検討や空間的評価に有用であった症例を報告する。【症例1】5か月 DORV, 6Kg, 130bpm, 1.0mSv, 1.1倍拡大出力, 材料費12000円, 印刷10時間。Echoにて2か所の心室中隔欠損(VSD)が認められ、立体的構造(特に右室~左室~肺動脈へのVSD)の正確な評価のためCT施行。立体モデルをカットし、アプローチ方向を検討した。手術では、立体モデルと同じ構造を認め、動脈スイッチ術、VSD閉鎖、ASD閉鎖、肺動脈形成施行。術後経過良好である。【症例2】2か月 HLHC 2.6Kg, 110bpm, 8.2mSv, 原寸大出力, 材料費6000円, 印刷6時間。Echoで、左室流出路(LVOT)と左室(LV)の交通の描出は困難、心室収縮期でも心室拡張期でもLVOTから左房(LA)にflowが認められ、LVOT-LVの閉鎖が疑われた。また、大動脈弁欠損も疑われた。正確な立体構造の把握目的に4DCT施行。立体モデルは、LVOT-LA間は開口しているが、LVOT-LV間は閉鎖していた。手術では、立体モデルと同じ構造を認め、Norwood手術、穴あき patchによる僧帽弁閉鎖、三尖弁輪縫縮を行った。術後経過は良好である。【症例3】2か月右心室瘤

or 憩室。5Kg,130bpm,9.7mSv,1.15倍拡大出力,材料費8000円。心室瘤か憩室の鑑別を目的に4DCT施行。心内腔像動画で、憩室と診断できるほどの心室との同期を認めず、立体モデルで交通孔の大きさから心室瘤であると評価。現在血行動態に大きな問題はなく、経過観察の方針となった。【結語】精細な画像処理や立体モデルは、術式検討や評価に有用である。また、熟練した医師以外の医療者への教育や、患者や家族にとっての病態や術式理解にも有用である。

---

(Fri. Jul 9, 2021 3:10 PM - 4:40 PM Track2)

### [I-YB02-3] Three cases in which a three-dimensional heart model using a new material with Shore hardness of 50A was useful for surgical simulation

○池川 健, 渋谷 悠馬, 水野 雄太, 河合 駿, 市川 泰広, 小野 晋, 金 基成, 柳 貞光, 上田 秀明 (神奈川県立こども医療センター 循環器内科)

Keywords: 立体心臓模型, 3Dプリンター, シミュレーション

【背景】当院では2018年以降、Formlabs社製の光造形法3Dプリンター「Form2」を用いて患者CT画像データから模型を作製し、臨床応用してきた。2020年から Shore硬度50Aの柔軟性を持ち、半透明でシリコンのような質感が特徴である新素材の光硬化性樹脂「Elastic50Aレジン」を用いて立体心臓模型を作成している。この立体心臓模型を用い、手術シミュレーションとして有用であった3症例を経験したので報告する。【症例1】女児。AA、VSD、ASD、PDAと診断、日齢4でbi-PAB、日齢24にNorwood、RV-PA shunt(5mm)、0歳5か月時にRV-PA shunt exchange(6mm)を施行された。VSDとneoAoが離れた構造をしており、0歳11か月時に立体心臓模型を作成。心内構造の把握に有用で、1歳時にYasui手術を施行された。【症例2】男児。DORV(subaortic VSD)、CoA、subAS、PDA、retroaortic INNと診断、日齢6でArch repair、PABを施行された。0歳8か月時に立体心臓模型を作成。VSDとAoの位置関係の把握、SAS releaseのシミュレーションに有用で、10か月時に心内修復術を施行された。【症例3】男児。Dextrocardia、upstair-downstair heart、DORV、PA、ASD、RAAと診断、日齢28でlt.BT shunt、生後5か月でrt.BT shuntを施行された。0歳11か月時に立体心臓模型を作成。心内構造の把握と、rerouteと三尖弁の位置関係のシミュレーションに有用で、心内修復術を目指す方針とされた。【結語】従来我々は Shore硬度80Aの黒色光硬化性樹脂を用いていたが、柔軟性がなく、また色調も黒色であり、形態把握には難があった。一方、Shore硬度50Aの「Elastic50Aレジン」は、任意の部位に容易に切開を行うことができ、半透明のため心血管の形態把握がしやすい。また比較的低価格かつ短期間で作成することができ、導入が容易であることが特徴である。今回の症例のように複雑ないし稀な心血管の形態把握や手術設計に有用と考えられる。

---

(Fri. Jul 9, 2021 3:10 PM - 4:40 PM Track2)

### [I-YB02-4] Practical use of 3D printed hollowed heart model

○河野 洋介<sup>1</sup>, 吉沢 雅史<sup>1</sup>, 須長 祐人<sup>1</sup>, 長谷部 洋平<sup>1</sup>, 本田 義博<sup>2</sup>, 村田 眞哉<sup>2</sup>, 加賀 重亜喜<sup>2</sup>, 犬飼 岳史<sup>1</sup>, 戸田 孝子<sup>1</sup>  
(1.山梨大学 医学部 小児科, 2.山梨大学 医学部 第二外科)

Keywords: 3Dプリント, 心臓模型, テーラーメイド医療

【背景】先天性心疾患の立体構造は複雑であり、体格・心血管形態・血行動態によって実際の心血管構造は個々に異なる。当院ではテーラーメイド医療の実践を目指し、術前に得られた造影CT画像から中空型心臓模型を作成し、治療前における三次元構造の把握および治療シミュレーションを行ってきた。【模型作成方法】造影

CTによって得られた DICOMデータ(スライス幅0.5 mm)から、精密3Dプリンターを用いて、仮想血管厚・仮想心内膜厚1mmの中空型心臓模型を光造形法で作成。プリント積層は0.05~0.1mm、レジンを素材を用いた。【結果】2019年12月~2020年2月までに13例(外科手術前9例、カテーテル治療前4例)の中空型心臓模型を作成。CT撮影時の年齢および体重、模型1個当たりのレジン費用はそれぞれ日齢3~79歳・2.5~63.8kg・236~6,012円(中央値:1歳5か月・7.4kg・1,126円)であった。体格の小さい児では弁や心房中隔壁の模型化は困難であったが、心室中隔壁および大血管はCT値の調整を行うことによりモデル化し得た。以下具体例を示す。日齢20・TA2c・Bil PA band術後、PA band部に対するPTAを企図した症例では、PDDT経路での左右PAへのアプローチを大動脈肺動脈模型を用いてシミュレーションした。経路に合わせてカテーテルを成形することにより、標的部位へ容易に到達し得た。生後6か月・DORV・AVSDの症例では、欠損孔および大血管の三次元的構造を模型化。パッチサイズを術前に検討することが可能であった。11歳・Shone症候群に伴うMSの症例では、左房左室模型を作成。Supra-valvular mitral ringを含めた僧帽弁周囲の形態を模型化し得、手術方針の決定に有用であった。【まとめ】模型作成時には他の画像検査結果と十分に照合し、部位ごとにCT値を調整する等、工夫を行うことでモデル化が可能であった。精密3Dプリンターで作成した中空型心臓模型は、外科治療やカテーテル治療前の形態把握や治療計画に有用であった。

(Fri. Jul 9, 2021 3:10 PM - 4:40 PM Track2)

## [I-YB02-5] A physician-led clinical trial of super flexible heart replicas for supporting the surgical operation of complicated congenital heart disease

○白石 公<sup>1</sup>, 黒崎 健一<sup>1</sup>, 帆足 孝也<sup>1</sup>, 鈴木 孝明<sup>2</sup>, 犬塚 亮<sup>3</sup>, 新川 武史<sup>4</sup>, 猪飼 秋夫<sup>5</sup>, 芳村 直樹<sup>6</sup>, 山岸 正明<sup>7</sup>, 笠原 真悟<sup>8</sup>, 市川 肇<sup>1</sup> (1.国立循環器病研究センター 教育推進部・小児循環器内科, 2.埼玉医科大学国際医療センター, 3.東京大学医学部, 4.東京女子医科大学, 5.静岡県立こども病院, 6.富山大学医学部, 7.京都府立医科大学, 8.岡山大学医学部)

Keywords: 3D printing, complicated congenital heart disease, physician-led clinical trial

[背景]我々は複雑先天性心疾患の手術支援を目的に、3Dプリンティング技術を応用した超軟質精密心臓レプリカを開発し、その有用性を報告してきた。今回はその有用性を客観的に検証し、管理医療機器として保険償還をされることを目的に、PMDA指導の元に医師主導治験を実施した。[対象と方法]複雑先天性心疾患の8疾患群(DORV, dTGA, ccTGA, CoA/IAA, multiple VSD, SV (u-AVSD含む), TOF及びPA/VSD, HLHSおよび類縁疾患)のうち、心臓大血管の構築が極めて複雑で、心臓レプリカを用いた形態診断および手術シミュレーションが必要な15歳未満の20症例を対象とした。緊急手術例は除外した。主要評価項目は「実施施設での術後 Likert Scale 5段階評価において、Essentialと評価された症例の割合(有用割合)の95%信頼区間の下限が閾値有用割合が30%以上」とした。[結果]20例中 Essentialと評価された症例は13例で、有効率は65.0%(95%信頼区間:40.8~84.6%)であった。Essentialと評価された症例数は、DORVが6/6、SVが3/3、dTGAが1/2、TOF及びPA/VSDが2/4、HLHSが1/5であった(mVSDとCoA/IAAはエントリなし)。有効率の95%信頼区間の下限は40.8%で、本治験機器は有用と判断した。DORVでは心室内ルートの作成において、右室の内腔確保と導管留置の手技を術前に具体的に確認できた。SVではFontan手術における導管のデザインと切開/縫合部位の決定で最適な方法が選択できた。dTGAではVSDの縫合線、パッチの形状、冠動脈移植の可否において有用であった。一方HLHSではMSCTなど既存の画像情報に比べて心臓レプリカの優位性は少なかった。[結論]13例のEssentialと評価された症例では、治験機器は既存の画像診断では得られなかった新たな医療情報を医師に提供することができ、患者の血行動態に応じた適切な術式決定を可能にした。今後は本結果と1年後の予後調査を持って、管理医療機器及び保険償還の申請に向けて進める予定である。

Presidential Session

## 会長要望セッション03 パネルディスカッション (I-YB03)

### 診断に役立つ心エコー検査の最前線

座長:新居 正基 (静岡県立こども病院 循環器科)

座長:増谷 聡 (埼玉医科大学総合医療センター 小児科)

Fri. Jul 9, 2021 3:10 PM - 4:40 PM Track3 (Web開催会場)

[I-YB03-1] End-diastolic velocity through patent ductus arteriosus reflects mean pulmonary artery pressure.

○高室 基樹<sup>1</sup>, 吉川 靖<sup>1</sup>, 名和 智裕<sup>1</sup>, 澤田 まどか<sup>1</sup>, 和田 励<sup>2</sup>, 春日 亜衣<sup>2</sup>, 門田 尚子<sup>3</sup> (1.北海道立子ども総合医療・療育センター 小児循環器内科, 2.札幌医科大学 医学部 小児科学講座, 3.北海道立子ども総合医療・療育センター 臨床検査部)

[I-YB03-2] The significance of the aortic coarctation pattern in the abdominal aortic pulsed wave doppler patterns

○桑田 聖子, 齋藤 寛治, 滝沢 友里恵, 佐藤 啓, 中野 智, 齋木 宏文, 高橋 信, 小山 耕太郎 (岩手医科大学 医学部 小児科学講座)

[I-YB03-3] Impact of dyssynchronous left ventricular contraction on left ventricular function in Wolff-Parkinson-White syndrome assessed by deformation imaging

○武井 黄太<sup>1</sup>, 瀧間 浄宏<sup>1</sup>, 赤澤 陽平<sup>1</sup>, 米原 恒介<sup>1</sup>, 大日方 春香<sup>1</sup>, 沼田 隆佑<sup>1</sup>, 小山 智史<sup>1</sup>, 正本 雅斗<sup>1</sup>, 岩淵 恭子<sup>2</sup>, 齊川 祐子<sup>2</sup>, 安河内 聡<sup>1,2</sup> (1.長野県立こども病院 循環器小児科, 2.長野県立こども病院 エコーセンター)

[I-YB03-4] Relationship between RV outflow tract end-diastolic forward flow and circulatory failure in tetralogy of Fallot.

○高橋 卓也<sup>1</sup>, 齋木 宏文<sup>1</sup>, 齋藤 寛治<sup>1</sup>, 佐藤 啓<sup>1</sup>, 滝沢 友里恵<sup>1</sup>, 後藤 拓弥<sup>2</sup>, 桑田 聖子<sup>1</sup>, 中野 智<sup>1</sup>, 高橋 信<sup>1</sup>, 小泉 淳一<sup>2</sup>, 小山 耕太郎<sup>1</sup> (1.岩手医科大学 医学部 小児科学講座, 2.岩手医科大学 医学部 心臓血管外科)

[I-YB03-5] The guideline algorithm cannot be used to assess right ventricular diastolic function in surgically repaired tetralogy of Fallot

○本間 友佳子, 早瀬 康信 (徳島大学大学院 医歯薬学研究部 小児科)

[I-YB03-6] Right ventricular myocardial elastic recoil, relaxation, and load component by kinematic model-based waveform analysis of transtricuspid E wave

○早瀬 康信, 本間 友佳子 (徳島大学大学院 医歯薬学研究部 小児科)

(Fri. Jul 9, 2021 3:10 PM - 4:40 PM Track3)

## [I-YB03-1] End-diastolic velocity through patent ductus arteriosus reflects mean pulmonary artery pressure.

○高室 基樹<sup>1</sup>, 吉川 靖<sup>1</sup>, 名和 智裕<sup>1</sup>, 澤田 まどか<sup>1</sup>, 和田 励<sup>2</sup>, 春日 亜衣<sup>2</sup>, 門田 尚子<sup>3</sup> (1.北海道立子ども総合医療・療育センター 小児循環器内科, 2.札幌医科大学 医学部 小児科学講座, 3.北海道立子ども総合医療・療育センター 臨床検査部)

Keywords: 動脈管開存, 連続ドプラ, 平均肺動脈圧

【背景】近年、Amplatzer Duct Occluder(ADO)の登場により比較的高肺血流の動脈管開存症(PDA)にも心臓カテーテル検査が行われている。ときに術前心エコーで最高短絡血流速度(Vpeak)に簡易ベルヌーイ式を用いて収縮期肺動脈圧を推定し肺高血圧(PH)ではないと予測するも平均肺動脈圧(mPAP)が20mmHgを超える症例に遭遇する。【目的】PDA血流波形の最低血流速度(Vend)がPHを予測しうるか検討する。【対象】2011年から2020年までにADOを行った67例中Vendが計測された48例。【方法】3名の超音波技師がフィリップス社製エコー装置iE33を用い連続ドプラでVendを計測した。乳幼児は鎮静し、全例安静時に計測した。ADO留置時に全身麻酔下で行った心臓カテーテル検査時にmPAPを計測した。VendとmPAPを一次回帰分析し相関係数を求めた。mPAP21mmHg以上をPH群とし、PHを予測しうる術前Vendを定め感度、特異度を求めた。検定にはカイ二乗検定を用いた。【結果】Vendと平均肺動脈圧に負の相関を認めた( $R=0.50$ ,  $p<0.001$ )。平均肺動脈圧20mmHgより高い例を肺高血圧(PH)とすると、PH群は10例で、うちVend2.5m/s以下が7例であった。一方非PH群38例のうちVend2.5m/s以下は13例であった(カイ二乗値0.04)。Vend2.0m/s以下はPH群で10例中5例、非PH群で38例中5例であった(カイ二乗値0.01)。PH群の感度はVend2.5m/s以下が0.7、2.0m/s以下が0.5、特異度は2.5m/s以下で0.66、2.0m/s以下で0.87であった。【考察】術前PHの存在は術後管理に影響するため特異度より感度を優先すべきと考えられる。【結語】Vend2.5m/s以下の例はPHを疑う必要がある。

(Fri. Jul 9, 2021 3:10 PM - 4:40 PM Track3)

## [I-YB03-2] The significance of the aortic coarctation pattern in the abdominal aortic pulsed wave doppler patterns

○桑田 聖子, 齋藤 寛治, 滝沢 友里恵, 佐藤 啓, 中野 智, 齋木 宏文, 高橋 信, 小山 耕太郎 (岩手医科大学 医学部 小児科学講座)

Keywords: CoAパターン, 腹部大動脈血流波形, 大動脈症

【背景】腹部大動脈血流波形は大動脈縮窄検出のスクリーニングに用いられるが、その基準と臨床的意義は明確ではない。

【方法と対象】専門技師により評価された波形のうち、1) 下行脚緩徐化を伴う典型的縮窄パターン、2) 下行脚の減衰はないがQRS波から収縮期血流ピーク(pulse delay: PD)や立ち上がり時間(acceleration time: AT)延長を認める収縮期波形異常を判定、抽出した。大動脈修復後に血流波形に異常を認めない症例をコントロールとし、3群間で波形の特徴を比較検討した。

【結果】典型的縮窄パターン(CP: n=22)、収縮期波形異常(SA: n=23)、コントロール(C: n=84)のうち、CPは専門技師により抽出されたが、SAは所見として記載はなかった。CP症例のうち実際の大動脈狭窄は16例で、残りの6例中3例は重複大動脈弓に伴う動脈管膨大部や異型鎖骨下動脈の膨隆等の大動脈弓部に余剰管腔構造を認めた。CP、SA、Cに分類される腹部大動脈波形は、それぞれPD ( $8.2\pm 2.5$ ,  $9.8\pm 1.5$ #,  $8.1\pm 1.7$  ms)、AT/ET比 ( $0.41\pm 0.13$ ,  $0.41\pm 0.1$ ,  $0.36\pm 0.07$ \*)、拡張期/収縮期血流速度比 ( $0.23\pm 0.13$ #,  $0.12\pm 0.12$ ,  $0.07\pm 0.06$ )、VTI比 ( $1.9\pm 2.9$ #,  $0.35\pm 0.34$ ,  $0.2\pm 0.21$ )であり、CPは拡張期/収縮期VTI比で、SAはPDで差別化が可能であった。大動脈弓部の血流速度( $3.1\pm 0.65$ \*,  $2.3\pm 0.6$ ,  $1.9\pm 0.49$  m/s)、最小血管径( $0.37\pm 0.05$ #,  $0.54\pm 0.08$ ,

0.56±0.03 /大動脈弁輪径)、実測の peak to peak 圧較差(13.4±18.4\*, 10.5±13.9#, 2.0±3.7 mmHg)から、CPと SAはともに血行動態異常が示唆された。CPと比較し SAでは大動脈弁 (p<.05)が太く、大動脈近位側の病態も示唆された。(\*: p<.05, #: p<.01)

【結論】腹部大動脈血流波形異常には大動脈弓だけでなく、大動脈症と関連し、上行大動脈拡張や血管硬化は将来的に中枢神経系循環や圧反射を介して全身臓器循環に影響しうる。従って、先天性心疾患の長期管理に重要な役割を担う可能性がある。

---

(Fri. Jul 9, 2021 3:10 PM - 4:40 PM Track3)

### [I-YB03-3] Impact of dyssynchronous left ventricular contraction on left ventricular function in Wolff-Parkinson-White syndrome assessed by deformation imaging

○武井 黄太<sup>1</sup>, 瀧間 浄宏<sup>1</sup>, 赤澤 陽平<sup>1</sup>, 米原 恒介<sup>1</sup>, 大日方 春香<sup>1</sup>, 沼田 隆佑<sup>1</sup>, 小山 智史<sup>1</sup>, 正本 雅斗<sup>1</sup>, 岩淵 恭子<sup>2</sup>, 齊川 祐子<sup>2</sup>, 安河内 聡<sup>1,2</sup> (1.長野県立こども病院 循環器小児科, 2.長野県立こども病院 エコーセンター)

Keywords: WPW症候群, スペックルトラッキング法, 心室非同期

【背景】 WPW症候群において頻拍発作の無い症例でも心室非同期による心機能低下を認めることが報告されている。【目的】 WPW症候群における心室非同期の左心機能へ与える影響についてスペックルトラッキングエコー法(STE)を用いて検討すること。【方法】対象は2013年以降に当院で心エコー検査を行った心形態異常を伴わない顕性 WPW症候群17例中、STEによる解析を行った13例(9.5±4歳、男8例)。STEは心エコー装置 Vivid E9/E95(GE社製)で記録した画像を解析ソフトウェア EchoPAC(GE社製)を用いて解析し、乳頭筋レベル短軸断面と四腔断面において中心/円周/長軸方向の最大 Strain値(RS/CS/LS)とその値までの時間(tRS/tCS/tLS)をそれぞれ6分割したセグメント毎および CS/LSは全体の値(GCS/GLS)を収集し、 tRS/tCS/tLSは6セグメント内の最大と最小の差(TD)と標準偏差(SD)を算出した。また、biplane法による左室駆出率(LVEF)、心電図のQRS幅、Kent束の位置も収集して検討した。【結果】 LVEFは59.4±6.4%で、LVEF<55%の症例が3例(rEF群)あった。Kent束は右側7例、中隔1例、左側5例で、このうち rEF群では左側壁・中隔1例、右前側壁2例であった。LVEFは GCS/GLSの他、tRS-TD(r=-0.72、p=0.005)、tRS-SD(r=-0.68、p=0.009)、QRS幅(r=-0.69、p=0.009))と有意な負の相関を示した。rEF群では右前側壁 Kent束の症例で中隔、左側壁・中隔 Kent束の症例では下壁を中心に、収縮早期に RSの1峰目のピークや早い立ち上がりといった壁運動異常を認めた。rEF群では2/3例でカテーテルアブレーション(RFCA)に成功し、LVEF、壁運動異常は正常化した。【考察】既報では顕性 WPW症候群において LVEFは低値で、低下例では心室非同期を認め、RFCA後に上昇するとされている。本研究も同様の結果であり、壁運動異常と左心機能の関係がより明確になったと考えられる。【結論】顕性 WPW症候群では心室非同期の程度により左心機能に影響を与える。

---

(Fri. Jul 9, 2021 3:10 PM - 4:40 PM Track3)

### [I-YB03-4] Relationship between RV outflow tract end-diastolic forward flow and circulatory failure in tetralogy of Fallot.

○高橋 卓也<sup>1</sup>, 齋木 宏文<sup>1</sup>, 齋藤 寛治<sup>1</sup>, 佐藤 啓<sup>1</sup>, 滝沢 友里恵<sup>1</sup>, 後藤 拓弥<sup>2</sup>, 桑田 聖子<sup>1</sup>, 中野 智<sup>1</sup>, 高橋 信<sup>1</sup>, 小泉 淳一<sup>2</sup>, 小山 耕太郎<sup>1</sup> (1.岩手医科大学 医学部 小児科学講座, 2.岩手医科大学 医学部 心臓血管外科)

Keywords: ファロー四徴症, 右室拡張機能障害, 右室流出路拡張末期前方血流

【背景】ファロー四徴症(TOF)心内修復術後の右室拡張機能障害と右室流出路拡張末期前方血流(EDFF)との関連が示唆されている。EDFFが右房収縮に伴う容量負荷を受けきれない病態を示すことから、EDFFは単純な右室拡張機能障害指標ではないという仮説を検証した。【方法】TOF修復術後に定期心臓カテーテル検査を施行した28例を対象とした。同時期に小児心エコー検査専門技師により撮像された超音波検査画像を用い、EDFFの臨床的意義を後方視的に解析した。【結果】EDFFは19例(EDFF群)に認め、9例(NEDFF群)で検出されなかった。EDFF群、NEDFF群の修復時月齢、検査時年齢はそれぞれ $17.2 \pm 15.1$ 、 $21.4 \pm 18.0$ カ月( $p=0.56$ )、 $5.6 \pm 4.2$ 、 $7.6 \pm 6.2$ 歳( $p=0.41$ )であった。両群で心拍出量、1回拍出量、心拍数、 $e'$ 、僧帽弁E波、A波、E/A、 $E/e'$ 、中心静脈圧、両心室拡張末期圧、収縮期圧、肺動脈圧、肺動脈楔入圧に差は認めなかったが、EDFF群で右室拡張末期容積が大きかった( $166 \pm 51\%N$ 、 $113 \pm 22\%N$ 、 $p=0.0071$ )。EDFF群では、EDFF-VTI( $p=0.0078$ )とEDFF時間( $p=0.029$ )は肺動脈逆流分画と正相関を示し、更にEDFF時間は右室拡張末期容積( $p=0.0048$ )、BNP( $p=0.014$ )、NT-pro BNP( $p=0.030$ )と正相関を示し、肺動脈閉鎖不全による容量負荷との関連を示唆した。更にEDFF時間はE波高( $p=0.037$ )およびE/A( $p=0.0002$ )と負相関、A波高( $p=0.069$ )と正相関を示し、EDFF-VTI( $p=0.067$ )とEDFF最大速度( $p=0.040$ )は心房収縮容積と正相関を示した。興味深いことに、EDFF時間は左室 $E/e'$ と負相関を認め( $p=0.0070$ )、左心系拡張障害合併により減衰する可能性が示唆された。【結論】TOF修復後におけるEDFFは右室拡大によって拡張末期圧容積関係が急峻になる容積域に至った結果認められる右室拡張機能障害を示唆する。左室拡張機能障害合併により減衰することが示唆され、経時的変化が肺動脈弁位介入決定に重要な情報を提供する可能性がある。

(Fri. Jul 9, 2021 3:10 PM - 4:40 PM Track3)

## [I-YB03-5] The guideline algorithm cannot be used to assess right ventricular diastolic function in surgically repaired tetralogy of Fallot

○本間 友佳子, 早瀬 康信 (徳島大学大学院 医歯薬学研究部 小児科)

Keywords: 右室拡張能, ファロー四徴症術後, Elastic recoil

【背景】ファロー四徴症術後症例など先天性心疾患症例における右室拡張能の評価は、既存のガイドライン(ASE/ESC)のアルゴリズムを用いるとカテーテルデータや臨床症状から得られる診断とは一致しない場合が多く認められる。【目的】右室拡張能評価のガイドライン指標が、先天性心疾患術後症例における評価に適していない原因について検討する。【方法】ファロー四徴症術後37例( $18.9 \pm 7.7$ 歳, 10歳以上例)を対象として心エコー検査による右室拡張能と心臓カテーテル検査から得られた右室圧指標を比較検討した。【結果】ガイドラインに従ってE/A、 $E/e'$ 、DcTなどを用いて右室拡張能を分類するとNormal 3例, Impaired relaxation 1例, Pseudonormalization 21例, Restrictive 4例, 分類不能8例であった。Pseudonormalization群ではRA  $8.1 \pm 2.5$  mmHg, RVEDP  $9.8 \pm 2.7$  mmHg、Restrictive群ではRA  $6.3 \pm 2.6$  mmHg, RVEDP  $7.7 \pm 2.6$  mmHgであり、Normal群のRA  $7.7 \pm 3.5$  mmHg, RVEDP  $11.3 \pm 1.5$  mmHgに比べて上昇は認められなかった。RA圧の上昇無く、E波増高がある原因として拡張早期のElastic recoilによる強いsuctionが影響していると推察し、右室圧波形を検討した。Pseudonormalization群, Restrictive群では $dP/dt_{min}$  ( $-383 \pm 177$  mmHg/s および  $-349 \pm 172$  mmHg/s) やPmin ( $-0.1 \pm 4.2$  mmHg および  $-1.8 \pm 2.2$  mmHg) が正常例( $dP/dt_{min}$   $-171 \pm 65$  mmHg/s, Pmin  $1.5 \pm 1.0$  mmHg)と比較して有意に低値であった( $p < 0.05$ )。【考察】Pseudonormalization・Restrictiveを示す群では、RA圧上昇を認めることなく、E波増高が観察される。この原因は肺動脈狭窄や逆流による右室負荷に起因するElastic recoilの増強が関与していると考えた。【結語】ガイドラインに基づく右室拡張能評価は困難であり、右室のElastic recoil増強に伴う指標の変化を加味する必要がある。

(Fri. Jul 9, 2021 3:10 PM - 4:40 PM Track3)

## [I-YB03-6] Right ventricular myocardial elastic recoil, relaxation, and load component by kinematic model-based waveform analysis of transtricuspid E wave

○早瀬 康信, 本間 友佳子 (徳島大学大学院 医歯薬学研究部 小児科)

Keywords: 右室拡張能, パルスドプラ, 減衰振動の運動方程式

【背景】右室拡張早期弛緩を示す E波は心筋細胞の伸縮に起因する Elastic recoilと Cross-bridging deactivationによる relaxationおよび 前負荷である Load の3要素のバランスで形成される。我々は E波形態を減衰振動の運動方程式 ( $d^2x/dt^2 + c \cdot dx/dt + kx = 0$ ) にあてはめ、  $v(t) = -kx_0/\omega \cdot \exp(-ct/2) \cdot \sin(\omega t)$  に適応した [ $v(t)$ : E波速度;  $k$ : ばね定数, Elastic recoil;  $c$ : 減衰係数, Cross-bridging relaxation;  $x_0$ : 変位, Load;  $\omega = (4k - c^2)^{1/2}/2$ ]。【目的】右室弛緩能評価における  $k$  ( $1/s^2$ ),  $c$  ( $1/s$ ),  $x_0$  (cm) の評価の有用性を検証する。【方法】 E波形を上記運動方程式に fitting させるために Levenberg-Marquardt法を用いた。肺動脈性肺高血圧症例、ファロー四徴症術症例などにおける右室拡張能の評価を行った。【結果】肺高血圧症例では  $k$  は正常群と比較して有意に高値 ( $155.9 \pm 66.7$  vs.  $135.8 \pm 50.9$ ;  $p < 0.05$ )、 $c$  も高値を示し ( $17.9 \pm 7.2$  vs.  $10.7 \pm 5.4$ ,  $p < 0.01$ )、Elastic recoilが増強し、Cross-bridgingの弛緩が劣っていることが判明した。ファロー四徴症術後例では正常と比較して、 $k$  は有意に高値 ( $212.9 \pm 72.3$ ;  $p < 0.001$ ) を示したが、 $c$  は正常群と有意差を認めなかった ( $11.3 \pm 8.2$ )。Elastic recoilは顕著に増強しているが、Cross-bridgingの弛緩については正常と同等であると示された。 $x_0$  は正常群、肺高血圧群、ファロー四徴症術後群で有意差を認めなかった ( $8.2 \pm 2.9$ ,  $7.7 \pm 2.4$ ,  $8.9 \pm 3.9$ )。【結語】右室流入血流 E波に減衰振動式を適用した拡張能解析は Elastic recoil, Relaxation, Loadを区別して計測できる有用な方法である。

Presidential Session

## 会長要望セッション04 シンポジウム (I-YB04)

### 小児循環器領域におけるCT検査再評価

座長:黒崎 健一 (国立循環器病研究センター 小児循環器内科)

座長:中田 朋宏 (島根大学医学部附属病院 循環器・呼吸器外科)

Fri. Jul 9, 2021 4:50 PM - 6:20 PM Track3 (Web開催会場)

#### [I-YB04-1] A Radiologist's View for Achieving Image Gently in Pediatric Cardiac CT

○西井 達矢 (国立循環器病研究センター 放射線部)

#### [I-YB04-2] Optimizing contrast methods with diluted contrast media, essential for clear imaging

○橋本 丈二 (福岡市立こども病院 放射線部)

#### [I-YB04-3] Outside radiation dose of the lens during the pediatric cardiac CT angiography

○浦山 耕太郎<sup>1</sup>, 森田 理沙<sup>1</sup>, 真田 和哉<sup>1</sup>, 田原 昌博<sup>1</sup>, 山田 和紀<sup>2</sup> (1.あかね会土谷総合病院 小児科, 2.あかね会土谷総合病院 心臓血管外科)

#### [I-YB04-4] Impact of Intra Cardiovascular Images Created by Dual Source CT in Surgical Planning for Complex Congenital Heart Disease

○小澤 秀登<sup>1</sup>, 鍵崎 康治<sup>1</sup>, 竹原 貴之<sup>1</sup>, 福井 貴之<sup>3</sup>, 真鍋 隆夫<sup>3</sup>, 江原 英二<sup>2</sup>, 西垣 恭一<sup>1</sup> (1.大阪市立総合医療センター 小児医療センター 小児心臓血管外科, 2.大阪市立総合医療センター 小児医療センター 小児循環器内科, 3.大阪市立総合医療センター 中央放射線部)

#### [I-YB04-5] Evaluation of left ventricular function with 320 Area Detector CT

○森 雅啓, 青木 寿明, 藤崎 拓也, 橋本 和久, 松尾 久実代, 浅田 大, 石井 陽一郎, 高橋 邦彦, 萱谷 太 (大阪母子医療センター 小児循環器科)

(Fri. Jul 9, 2021 4:50 PM - 6:20 PM Track3)

## [I-YB04-1] A Radiologist's View for Achieving Image Gently in Pediatric Cardiac CT

○西井 達矢 (国立循環器病研究センター 放射線部)

Keywords: CT, Image Gently, 被曝

近年のCT機器および技術の発展により、小児においても迅速かつ正確な画像情報を提供可能な心臓CTが再注目されている。しかしながら、放射線に加え時に鎮静薬を用いることもありことから、不要あるいは回避可能なリスクをもたらす可能性があり、適切な使用と最適化は常に求められる。

小児の医療被ばく低減を推進する世界規模の活動であるImage Gentlyでは、このリスクを回避し最良で「やさしい」画像検査を達成するために、検査を依頼または実施する医療従事者からなる画像診断チーム内で十分な情報を得た上での意思決定(インフォームド・ディシジョン)が求められている。特に放射線科医はCT検査の特性や最適化に関する高度な知識をもつ画像検査の専門家として、チームの意思決定のために十分な情報を提供する役割を担う。

しかしながら、本邦では、小児の心臓CT検査となると、放射線科医が十分にその力を発揮しているとは言えず、依頼医側で最新のCT技術や検査最適化の考え方へキャッチアップせざるを得ないのが現状であろう。

本講演では、CTに関する近年の技術革新を踏まえ、循環器画像診断医が小児心臓検査前や検査時の放射線線量や造影剤使用等に関する最適化に関してどのように取り組んでいるかに関して、いくつかのポイントを概説する。最新のCT技術の状況や小児循環器領域におけるCT検査を取り巻く現状を理解した上で、小児心臓CTへの考え方を意識することで、画像診断チーム内の正確なインフォームド・ディシジョンに繋がり、より多くの子供にやさしく、正確な画像検査・情報が提供できる一助になれば幸いである。

(Fri. Jul 9, 2021 4:50 PM - 6:20 PM Track3)

## [I-YB04-2] Optimizing contrast methods with diluted contrast media, essential for clear imaging

○橋本 丈二 (福岡市立こども病院 放射線部)

Keywords: 造影方法, 希釈造影剤, 画像処理

【はじめに】小児心臓CTの撮影-造影の方法や画像処理は一定の指針が確立しておらず、個々の施設が独自に工夫しているのが現状である。当院では年間約650件の先天性心疾患(CHD)患者のCTを施行し、丁寧な画像処理を行うことで手術における術式選択に決定的な役割を与えている。CHD患者のCTは、年齢や体重だけでなく、欠損孔-左上大静脈-大静脈肺静脈短絡等の有無、閉塞している静脈、下大静脈と肝静脈が合流していない場合等の様々な要因で、造影用の穿刺部位が変わる。撮影タイミングも造影方法に合わせ調整する必要がある。これらは過去の画像診断が参考になる。造影剤を原液のまま使用すると、注入レートと注入量の少なさから造影不良になるケースが多い。明瞭な画像処理には希釈造影剤を用いた造影が不可欠である。使用ヨード量は減らさずに、生食を加え体積を増やした希釈造影剤を用いることで良好な造影が得られる。患者毎の注入条件の検討は、煩雑なものとなるが、注入条件を計算するフォームを作成しておく事で繊細な調整が行えるようになる。結果としての画像と共に、造影方法と調整用フォームについて報告する。【方法】フォームの以下の基本計算をもとに、患者毎の調整を行った。[1]使用ヨード量を決定(600mgI/Kg)[2]2相の造影の前半と後半の分配率を設定(前半400mgI/Kg15秒、後半200mgI/Kg12秒)[3]希釈率を設定(前半50%、後半30%)[4]後押し生食を設定(4秒)[5]自然循環による待ち時間を設定(2秒)。直後に撮影を行った。【結果-結語】下肢からの造影では、穿刺部位から心臓までの血管以外の静脈も含め、心臓と接続する全ての血管がCT値330以上で造影され、大血管や心内構造(心室流出路-欠損孔)が明瞭に評価できる画像が得られた。4DCTでは弁の構造や動きの評価を行い、3Dプリンターによる

立体モデルの作成も比較的容易に行えた。病態や体格を考慮した造影調整フォームは有用であり、詳細を公開する

---

(Fri. Jul 9, 2021 4:50 PM - 6:20 PM Track3)

## [I-YB04-3] Outside radiation dose of the lens during the pediatric cardiac CT angiography

○浦山 耕太郎<sup>1</sup>, 森田 理沙<sup>1</sup>, 真田 和哉<sup>1</sup>, 田原 昌博<sup>1</sup>, 山田 和紀<sup>2</sup> (1.あかね会土谷総合病院 小児科, 2.あかね会土谷総合病院 心臓血管外科)

Keywords: 心臓CT angiography, 被ばく, 水晶体

【背景】CT検査の被ばく低減技術は、検出器の進化、多列化、逐次近似画像再構成の高度化により著しく進歩している。しかし先天性心疾患診療において、疾患の特性上、経時的に複数回CT検査を必要とすることが多く、放射線感受性の高い時期に繰り返す被ばくは、低線量であっても生涯にわたる影響は決して無視できない。ALARA(as low as reasonably achievable)の原則に従い、撮影範囲内のCT検査の被ばく線量を可能な限り低減することは当然であるが、撮影範囲外の最適化に関する報告は少ない。心臓CTの検査対象外臓器である水晶体は被ばく感受性が高い臓器の一つであり、白内障のリスクが懸念されている。【目的】小児心臓CT angiographyにおける水晶体の被ばく線量について把握し、被ばく線量の低減を図る。【方法】64列MDCT(GE healthcare)と小児擬人化ファントム(CIRS ATOM 新生児及び5歳)を使用し、当院での心臓CTプロトコルにて撮影を行った。線量計はReal-time skin dosimeter RD-1000を使用し、ファントムの中心と水晶体部の被ばく線量を計測した。撮影外部の水晶体に関しては、水晶体防護具なしと水晶体防護具ありの被ばく線量を比較した。【結果】ファントムの中心での被ばく線量は新生児16.98  $\mu$  Gy、5歳児20.16  $\mu$  Gyであった。水晶体部の被ばく線量は左右それぞれ新生児1.05/1.21  $\mu$  Gy、5歳児0.30/0.32  $\mu$  Gy、それに対し水晶体防護時は新生児0.93/1.10  $\mu$  Gy、5歳児0.24/0.26  $\mu$  Gyであった( $p < 0.05$ )。【結論】撮影範囲内のファントム中心部の被ばく線量と比較して、撮影範囲外である水晶体は、新生児で6~7%、5歳児で1~2%の被ばく線量であった。体格が小さい新生児ほど撮影範囲外の被ばく線量は大きく、また水晶体防護具を装着することで10~20%の被ばく低減が可能であった。心臓撮影時の水晶体被ばくは決して無視できないため、防護具装着の導入を検討していく。

---

(Fri. Jul 9, 2021 4:50 PM - 6:20 PM Track3)

## [I-YB04-4] Impact of Intra Cardiovascular Images Created by Dual Source CT in Surgical Planning for Complex Congenital Heart Disease

○小澤 秀登<sup>1</sup>, 鍵崎 康治<sup>1</sup>, 竹原 貴之<sup>1</sup>, 福井 貴之<sup>3</sup>, 真鍋 隆夫<sup>3</sup>, 江原 英二<sup>2</sup>, 西垣 恭一<sup>1</sup> (1.大阪市立総合医療センター 小児医療センター 小児心臓血管外科, 2.大阪市立総合医療センター 小児医療センター 小児循環器内科, 3.大阪市立総合医療センター 中央放射線部)

Keywords: CT, 複雑先天性心疾患, 手術

背景: Fontan循環の長期成績が明らかになる中、当院では積極的に2心室修復を目標としている。術前の複雑先天性心疾患(CCHD)の心内構造の把握のために dual source CT(DSCT)にて作成した内腔画像を使用しており、その有用性を報告する。対象: 2019年以降、内腔画像を作成した57例中、CCHDの術前評価の目的で施行した32例。方法: 画像は SOMATOM Force imaging deviceにて撮影。収縮期に焦点を合わせ、管電圧は70 kV、turbo flash

spiralにて撮影し、Ziostation2にて心血管内腔画像を作成した。結果：年齢は6ヵ月(0-106ヵ月)、体重は7.1 kg(2.5-22.9 kg)。診断は、TF:7、TF/CAVC:2、DORV:11、TAPVC:6、ccTGA:2、大動脈弁上狭窄(SAS):2、TGA:1、LIH:1。撮影時の心拍数は115bpm(51-166bpm)。被曝線量はCTDIvol:0.91mGy(0.51-1.63mGy)、DLP:16.1mGy・cm(8.3-33.9XmGy・cm)であり、診断レベルと比較し低い線量であった。心室内血流転換(IVR)症例が22例、心房内血流転換(IAR)症例が3例、SASにおける冠動脈との位置関係を目的とした症例が2例。IVR症例では、IVR patchの縫着位置、VSD前方拡大・DKS手術の必要性、また三尖弁前乳頭筋、冠動脈の走行から右室切開 lineの決定に有用であった。DORV/dysplastic TVの1症例で、術前状態の増悪からDSCTと超音波画像のみで心内修復を施行できた。IAR症例ではLIH, isolated ventricular inversion、IVC interruptionの症例で、上下大静脈、肝静脈、肺静脈及び房室弁の位置関係が明瞭に描出されMustard patchの縫着位置の決定に有用であった。SAS症例では、冠動脈起始部狭窄合併の有無の診断に有用であった。すべての症例で、画像所見と一致する構造を術中に観察でき、術前計画手順の変更が必要な症例は認めず、有意な遺残病変は認めなかった。結論：DSCTによる心血管内腔画像は、低被曝線量で心血管内構造の詳細な描出ができることで、CCHDに対する2心室修復を行う際の有用な情報となり得る。

(Fri. Jul 9, 2021 4:50 PM - 6:20 PM Track3)

## [I-YB04-5] Evaluation of left ventricular function with 320 Area Detector CT

○森 雅啓, 青木 寿明, 藤崎 拓也, 橋本 和久, 松尾 久実代, 浅田 大, 石井 陽一郎, 高橋 邦彦, 萱谷 太 (大阪母子医療センター 小児循環器科)

Keywords: 320ADCT, Zaiostation, 造影CT

【背景】先天性心疾患患者の心機能評価は、心臓カテーテル検査や心臓MRI検査がゴールドスタンダードであるが小児患者の負担が大きい。また経胸壁心エコー検査は低侵襲だが描出困難な場合がある。近年、320ADCTを用いた心機能解析が可能となったが小児患者でのデータ蓄積はなく有用性は不明である。

【目的】320ADCTにより得られた左室機能評価を、心臓カテーテル検査の左室造影(LVG)と比較し、有用性と問題点を明らかにする。

【方法】当院において2020年10月から2021年2月の間に、320ADCT (Aquilion ONE, TOSHIBA)を撮影し、撮影から1か月前後内にLVGが実施されていた二心室症例を対象とした。1心拍のfull volume dataから3次元画像解析Zaiostation2を用いて2phase Simpson法(5mm, 5%)で左室機能解析を行い、左室拡張末期容量係数(LVEDVI)、収縮末期容量係数(LVESVI)、駆出率(LVEF)とLVG(area-length法)を比較した。測定誤差はBland-Altman分析を用いて、加算誤差・比例誤差の有無を検討した。

【結果】12例を対象とした。年齢3-68ヵ月(中央値27)、体重4-17kg(中央値11)であり、LVGと比較して、LLVEDVI, LVESVI, LVEFの95%信頼区間はそれぞれ、-6.1~+11.5, -1.0~+5.7, -6.1~+11.4と加算誤差は認めなかった。また比例誤差は有意差を認めずLVGと相関関係を持った。

【結論】Zaiostation2を用いた左室解析はEFを僅かに過小評価するが、左室機能評価の選択肢になり得る。今後、心臓MRI検査とのvalidationが必要である。

Presidential Session

## 会長要望セッション05 パネルディスカッション (I-YB05)

### 乳児特発性僧帽弁腱索断裂の病態解明と適切な治療

座長:佐川 浩一 (福岡市立こども病院 循環器科)

座長:鍵崎 康治 (大阪市立総合医療センター 小児心臓血管外科)

Fri. Jul 9, 2021 9:00 AM - 10:30 AM Track4 (Web開催会場)

#### [I-YB05-1] Consideration about etiology of idiopathic chordal rupture of mitral valve in infants -case analysis in our hospital-

○波若 秀幸<sup>1,3</sup>, 森田 理沙<sup>1</sup>, 浦山 耕太郎<sup>1</sup>, 杉野 充伸<sup>1,4</sup>, 真田 和哉<sup>1</sup>, 田原 昌博<sup>1</sup>, 山田 和紀<sup>2</sup> (1.あかね会 土谷総合病院 小児科, 2.あかね会 土谷総合病院 心臓血管外科, 3.県立広島病院 新生児科, 4.広島市立安佐市民病院 小児科)

#### [I-YB05-2] Analysis of pathogens in acute rupture of mitral chordae of the mitral valve in infants with RNA transcriptome assay and in situ hybridization

○白井 学<sup>1</sup>, 池田 善彦<sup>2</sup>, 黒崎 健一<sup>3</sup>, 坂口 平馬<sup>3</sup>, 帆足 孝也<sup>4</sup>, 市川 肇<sup>4</sup>, 白石 公<sup>3,5</sup> (1.国立循環器病研究センター 創薬オミックス解析センター, 2.国立循環器病研究センター病理部, 3.国立循環器病研究センター小児心臓外科, 4.国立循環器病研究センター小児循環器内科, 5.国立循環器病研究センター教育推進部)

#### [I-YB05-3] Acute rupture of chordae tendineae of the mitral valve in infants- experience at a single institution

○上田 秀明, 渋谷 悠馬, 水野 雄太, 池川 健, 市川 泰広, 河合 駿, 小野 晋, 金 基成, 柳 貞光 (神奈川県立こども医療センター 循環器内科)

#### [I-YB05-4] Long term surgical results of idiopathic severe mitral regurgitation due to chordal rupture in infancy : efficacy of artificial chordal reconstruction

○崔 禎浩<sup>1</sup>, 正木 直樹<sup>1</sup>, 高原 真吾<sup>1</sup>, 安達 理<sup>1</sup>, 前原 菜美子<sup>2</sup>, 鈴木 大<sup>2</sup>, 木村 正人<sup>2</sup>, 小澤 晃<sup>2</sup>, 田中 高志<sup>2</sup>, 大軒 健彦<sup>3</sup>, 新田 恩<sup>4</sup> (1.宮城県立こども病院 心臓血管外科, 2.宮城県立こども病院 循環器科, 3.東北大学病院 小児科, 4.仙台市立病院 小児科)

#### [I-YB05-5] Surgical results for idiopathic rupture of chordae tendineae of the mitral valve in infants

○荒木 大, 中野 俊英, 酒井 大樹, 西島 卓矢, 藤田 周平, 安東 勇介, 篠原 玄, 帯刀 英樹, 角 英秋 (福岡市立こども病院 心臓血管外科)

#### [I-YB05-6] Therapeutic strategies for acute rupture of chordae tendineae of the mitral valve in infants considering patient's life span

○片岡 功一<sup>1</sup>, 中川 直美<sup>1</sup>, 渡辺 由希子<sup>1</sup>, 川田 典子<sup>1</sup>, 岡本 健吾<sup>1</sup>, 鎌田 政博<sup>1</sup>, 久持 邦和<sup>2</sup>, 立石 篤史<sup>2</sup> (1.広島市立広島市民病院 循環器小児科, 2.広島市立広島市民病院 心臓血管外科)

(Fri. Jul 9, 2021 9:00 AM - 10:30 AM Track4)

## [I-YB05-1] Consideration about etiology of idiopathic chordal rupture of mitral valve in infants -case analysis in our hospital-

○波若 秀幸<sup>1,3</sup>, 森田 理沙<sup>1</sup>, 浦山 耕太郎<sup>1</sup>, 杉野 充伸<sup>1,4</sup>, 真田 和哉<sup>1</sup>, 田原 昌博<sup>1</sup>, 山田 和紀<sup>2</sup> (1.あかね会 土谷総合病院 小児科, 2.あかね会 土谷総合病院 心臓血管外科, 3.県立広島病院 新生児科, 4.広島市立安佐市民病院 小児科)

Keywords: 乳児特発性僧帽弁腱索断裂, 僧帽弁閉鎖不全, 急性心不全

【背景】乳児特発性僧帽弁腱索断裂は、生来健康な乳児が突然に僧帽弁腱索断裂を起こし、僧帽弁閉鎖不全による急性左心不全を呈する症候群とされている。【目的】詳細な病因・病態は未だ不明とされる本症候群について、その考察を行う事。【方法】2016年1月から2020年12月までの当院の診療録から、乳児期に急性僧帽弁閉鎖不全を発症した症例を検索した。その中で臨床経過が乳児特発性僧帽弁腱索断裂と合致した4例について、経過と検査所見を後方視的に評価し、考察を行った。【結果】男女比は1:3で、発症月齢は生後2-7か月、発症時期は3-6月であった。2例は感染臓器不明の先行する発熱を認め、その内1例では病理組織像で腱索のリンパ球浸潤を確認した。1例は胎内から左室内乳頭筋高輝度部位を指摘されており、発症後に無症候性シェーグレン症候群の母体からの抗SS-A抗体移行を確認し、病理組織像で乳頭筋から腱索の石灰化と硝子・粘液様変性を認めた。1例は術中所見で肉眼的に明らかな腱索断裂は伴わず弁破壊が主体であったが、臨床経過が本症候群に極めて類似していた。病理組織像では感染性心内膜炎を疑う弁尖の好中球浸潤を認めたが、細菌・真菌の存在は確認できず、同部位の直接的な感染ではなく誘発された炎症の可能性も考えられた。【考察】先行症状の有無、背景因子、病理組織像はそれぞれで異なった。3例は腱索断裂や弁尖破壊の明らかな危険因子は認めず、感染等を契機とした炎症が病因として疑われた。発症前に左室内乳頭筋高輝度部位を認めた1例では、元々腱索断裂の危険性が高かったと考えられた。各症例で病因の確定は困難であったが、その病因は全くの同一ではないと推測された。【結論】乳児特発性僧帽弁腱索断裂は、今後更にその危険因子や病理組織像を含めて症例を蓄積していく事で、病因によって概念が細分化されていく可能性がある。

(Fri. Jul 9, 2021 9:00 AM - 10:30 AM Track4)

## [I-YB05-2] Analysis of pathogens in acute rupture of mitral chordae of the mitral valve in infants with RNA transcriptome assay and in situ hybridization

○白井 学<sup>1</sup>, 池田 善彦<sup>2</sup>, 黒崎 健一<sup>3</sup>, 坂口 平馬<sup>3</sup>, 帆足 孝也<sup>4</sup>, 市川 肇<sup>4</sup>, 白石 公<sup>3,5</sup> (1.国立循環器病研究センター 創薬オミックス解析センター, 2.国立循環器病研究センター病理部, 3.国立循環器病研究センター小児心臓外科, 4.国立循環器病研究センター小児循環器内科, 5.国立循環器病研究センター教育推進部)

Keywords: mitral valve regurgitation, transcriptome assay, in situ hybridization

[背景と目的]乳児特発性僧帽弁腱索断裂における僧帽弁および腱索組織の心内膜には、単核球を中心とした炎症細胞浸潤が認められ(Circulation 2014;130:1053)、病因としてウイルス感染、川崎病、母親由来の抗SSA抗体などが示唆されている。本疾患は発症が年間10数例と希少で、また搬送直後に手術に向かうために、病因解明のための系統的なサンプル収集が困難となっている。そこで今回我々は、過去の病理組織標本から最新の遺伝子工学的手法を駆使して、本疾患の病態と病因解明を試みた。[対象と方法]僧帽弁置換した腱索断裂乳児4例(断裂群:生後3-6ヶ月(中央値4ヶ月)、川崎病およびSSA抗体陽性例を除く)と弁置換した先天性心疾患2例(対照群:生後11および13ヶ月)のパラフィン包埋された僧帽弁および腱索標本からRNAを抽出し、トランスクリプトームおよびメタトランスクリプトーム解析を行った。一部の切片は高感度ISH法を併用した。[結果]病態解明を目的としたトランスクリプトーム解析では、断裂群で対照群に比べて1,192の遺伝子に有意な変化(x10以上 or 0.1以下)が

認められ、免疫応答を主体としたシグナル伝達系の亢進が確認された。病原微生物の検索を目的としたメタトランスクリプトーム解析では、断裂群4例中2例に小児に一般的な感染症を引き起こす DNA virus Xに高い相補性が検出された。高感度 ISH法でも、断裂群の組織片に心内膜を主体とする virus Xの RNAシグナルが確認された。[考察]今回の結果は検体数が少なく更なる追試が必要ではあるが、本疾患では僧帽弁および腱索に何らかの炎症とそれに対する免疫応答が存在すること、その引き金として virus Xが関与している可能性が示唆された。今後は患者の入院時の血液や咽頭拭い液などの新鮮なサンプルも解析し、virus Xの関与を検証する予定である(メタトランスクリプトーム解析は、大阪大学微生物病研究所の中村昇太博士、元岡大祐博士の協力を得て実施した)。

(Fri. Jul 9, 2021 9:00 AM - 10:30 AM Track4)

## [I-YB05-3] Acute rupture of chordae tendineae of the mitral valve in infants-experience at a single institution

○上田 秀明, 渋谷 悠馬, 水野 雄太, 池川 健, 市川 泰広, 河合 駿, 小野 晋, 金 基成, 柳 貞光 (神奈川県立こども医療センター 循環器内科)

Keywords: 僧帽弁腱索断裂, 人工弁置換術, 人工腱索

【背景】乳幼児に重症僧帽弁閉鎖不全症を来す乳児特発性僧帽弁腱索断裂例の報告が少なく、病因論、術式も確立していない。本研究の目的は、乳児期発症例の臨床像と中・遠隔期予後を明らかにすることである。【方法】1998年から2011年までに経験した乳児特発性僧帽弁腱索断裂7例を発症時期および重症度、中・遠隔期予後の観点から後方視的に検討した。【結果】男児5例、女児2例で、全例生後4ないし5ヶ月であった。入院1週間以内に有熱症状を認めたのは5例/7例(71%)、そのうち術中所見で何らかの感染所見を疑わせる所見を認めたのは4例。入院時の各種培養は陰性。全例プレショックもしくはショック状態を呈した。24時間以内の緊急手術を4例に実施し、残りの3例は5日以内に外科手術を行った(平均 $2.1 \pm 1.5$ 日)。3例は前尖、後尖ともに、3例前尖のみ、1例後尖のみの断裂を認めた。4例に後尖の延長を認めた。3例は16mmないし17mm人工弁置換術を行い、残りの4例は Kay法による弁輪縫縮に加え人工腱索を用いた弁形成術を実施した。人工弁置換術を行った2例は、術後10年で再人工弁置換術を要した。現在、7例とも術後9年以上経過したが、僧帽弁閉鎖不全の程度は trace-mildで、心拡大を認める症例なし。いずれも NYHA分類 I度で、運動制限を必要としていない。【結論】乳児特発性僧帽弁腱索断裂による心不全の進行が速く、致死的な状態となりうるため、早期診断、迅速な外科的介入が不可欠となる。適切な介入が行われれば、良好な中・遠隔期予後が期待できる。一方で乳児期の何らかの先行感染によって惹起されている可能性があり、希少疾患ではあるが引き続き症例の集積、早期発見や抗炎症を目的とした治療介入の模索が求められる。

(Fri. Jul 9, 2021 9:00 AM - 10:30 AM Track4)

## [I-YB05-4] Long term surgical results of idiopathic severe mitral regurgitation due to chordal rupture in infancy : efficacy of artificial chordal reconstruction

○崔 禎浩<sup>1</sup>, 正木 直樹<sup>1</sup>, 高原 真吾<sup>1</sup>, 安達 理<sup>1</sup>, 前原 菜美子<sup>2</sup>, 鈴木 大<sup>2</sup>, 木村 正人<sup>2</sup>, 小澤 晃<sup>2</sup>, 田中 高志<sup>2</sup>, 大軒 健彦<sup>3</sup>, 新田 恩<sup>4</sup> (1.宮城県立こども病院 心臓血管外科, 2.宮城県立こども病院 循環器科, 3.東北大学病院 小児科, 4.仙台市立病院 小児科)

Keywords: 特発性僧帽弁腱索断裂, 人工腱索, 僧帽弁形成術

目的)乳児期特発性僧帽弁腱索断裂は発症後重篤な急性心不全に陥り多くの場合早急な外科治療を必要とする。外科治療の選択肢として人工腱索を用いた腱索再建術は比較的良好であるという報告がある一方、成長著しい乳児期からの長期予後に向けてその妥当性や耐久性において議論の余地を残す。そこで本疾患に対して僧帽弁形成術を行なった例の遠隔期成績を検証した。方法)2005年12月から2012年6月までに僧帽弁形成術(MVP)を施行した特発性僧帽弁腱索断裂8例を対象とした。手術時平均年齢5か月(1-7)、平均体重6.9kg(4.1-9.1)全例に ePTFE糸を用いた腱索再建術と Kay-Reed法による弁輪縫縮術を併施した。術後評価として心エコーにより MR(0-4),僧帽弁流入速度, LVDd, 僧房弁輪径, BNP, Geometryの変化の指標として人工腱索を含んだ乳頭筋長(D3)の変化を検討した。結果)平均観察期間は12.5年(8-15)であり BSAは手術時から観察期間中平均0.33から1.28m<sup>2</sup>と増加した。病変部は前尖のみ5, 後尖2, 前後尖1例であった。人工腱索再建数は平均1.9対であった。全例生存し MVP後の再手術回避率は100%であった。MR gradeは術前3.9±0.4度,退院時2.4±0.9,遠隔期0.8±0.6で有意に改善し、遠隔期にかけて逆流が改善する傾向を認めた。僧帽弁流入速度(m/s)も退院時1.3±0.3, 3年1.4±0.2遠隔期1.5±0.3と有意な進行を認めなかったが高めで推移する症例が認められた。LVDd(% of N)は術前122±24,退院時109±20, 遠隔期96±09で有意な変化は認めず術後弁輪径の変化も同様であった。D3はBSAと有意な相関(r<sup>2</sup>=0.6)を示した。遠隔期BNP値は16.0±14.2 pg/dl, 学校管理指導区分では大動脈弁置換を10歳時に施行した1症例(D区分)を除き他はE区分とされた。結語)人工腱索,弁輪縫縮によるMVPの学童、思春期までの弁機能、Geometryを含めた遠隔成績は良好であり成長を考慮に入れなければならない小児においても有用な術式であると考えられた。

(Fri. Jul 9, 2021 9:00 AM - 10:30 AM Track4)

## [I-YB05-5] Surgical results for idiopathic rupture of chordae tendineae of the mitral valve in infants

○荒木 大, 中野 俊英, 酒井 大樹, 西島 卓矢, 藤田 周平, 安東 勇介, 篠原 玄, 帯刀 英樹, 角 英秋 (福岡市立こども病院 心臓血管外科)

Keywords: 乳児特発性僧帽弁腱索断裂, 外科治療, 弁形成

【目的】乳児特発性僧帽弁腱索断裂は急性左心不全により短期間に死に至る稀ではあるが重篤な疾患である。当院における外科治療を後方視的に検討した。【対象】1995年から2020年までに乳児特発性僧帽弁腱索断裂に対して外科治療を施行した16例を対象とした。性別は男児10例、女児6例、日齢は140-298日(中央値196.5日)、体重は4.6-8.8kg(中央値7.22kg)であった。何らかの先行症状があったのは12例で2例は川崎病罹患後だった。断裂部位は前尖が8例、後尖が6例、両方が2例。三尖弁の腱索断裂を伴ったのは2例だった。手術時に何らかの弁の異形成を認めたものが7例(44%)だった。観察期間は最長18.9年(平均9.4年)であった。【結果】発症から手術までは0-123日(中央値37日)で緊急手術は1例のみだった。術前の強心薬は12例、人工呼吸は7例だった。発症時心エコーではMRは3-4°(中央値3°)、LVDdは90.2-125.9%N(中央値111.5%N)、弁輪径は14.2-20mm(中央値17.1mm)、手術直前のエコーではMRは2.5-4°(中央値4°)と増加、LVDdは107.1-159.9%N(中央値127%N)、弁輪径は13.7-26.3mm(中央値17.7mm)とやや拡大傾向だった。手術は全例右側左房切開で行なった。弁形成は14例、弁置換は2例だった。前尖に対しては全例に人工腱索を使用、後尖に対しては矩形切除を5例、乳頭筋と弁尖の直接縫合を3例に施行。edge-to-edge repairの1例を除いて全例弁輪縫縮を施行。手術死亡、遠隔期死亡はなし。再介入は5例で、2例はMRに対して再形成、MR,MSに対してそれぞれ弁置換、初回弁置換の症例で stuck valveに対する再弁置換が1例だった。遠隔期はMRは0-2°(中央値0.5°)、LVDdは68.1-107.9%N(中央値96.6%N)、EFは62-82%(中央値71.5%)、MSは流入速度で0.7-2.2m/s(中央値1.4m/s)だった。【結語】乳児突発性僧帽弁腱索断裂に対する外科治療の成績は良好であった。弁置換が必要だった症例は元々弁の異形成がある場合が多く形成困難であった。

(Fri. Jul 9, 2021 9:00 AM - 10:30 AM Track4)

## [I-YB05-6] Therapeutic strategies for acute rupture of chordae tendineae of the mitral valve in infants considering patient's life span

○片岡 功一<sup>1</sup>, 中川 直美<sup>1</sup>, 渡辺 由希子<sup>1</sup>, 川田 典子<sup>1</sup>, 岡本 健吾<sup>1</sup>, 鎌田 政博<sup>1</sup>, 久持 邦和<sup>2</sup>, 立石 篤史<sup>2</sup> (1.広島市立広島市民病院 循環器小児科, 2.広島市立広島市民病院 心臓血管外科)

Keywords: ライフスパン, 弁形成術, 予後

【背景と目的】特発性僧帽弁腱索断裂(AMRI)では早期の診断・治療介入の重要性が指摘されているが, 外科手術のタイミングや手術法などは未だ十分には確立されていない。自験例を通じて, 急性期の救命のみならずライフスパンを見据えた治療戦略について検討する。

【対象】月齢3~9ヵ月。男1例, 女3例。体重6.8~7.7kg。全例, 感冒症状にひき続き急激な呼吸・循環不全に陥り入院した。胸部 X線写真で CTR 0.55~0.74, 肺うっ血を認めた。心エコー検査で弁尖逸脱を伴う重度の僧帽弁逆流(MR)を認め, AMRIと診断した。積極的な内科治療で循環動態の安定をはかり, 管理が困難で外科手術を必要とする場合にも弁置換術(MVR)は可及的に回避する方針で治療した。

【結果】1例は内科治療で心不全が軽快し19日後にいったん退院したが, 感冒を契機に再度増悪し, 再入院後36日で外科手術が施行された。他の3例は各々入院当日, 入院後6日, 13日に手術(1例は他院)を受けた。全例弁形成術(Kay法, 弁尖 augmentation, 二尖弁化など)±人工腱索による腱索再建が施行され, MVR施行例はなかった。術中所見では断裂腱索は1本から後尖全てに及ぶ例まで様々で, 3例で感染性心内膜炎の関連が示唆された。術後観察期間は2~12年。直近の心エコー検査で MR微少の1例は無投薬, 軽度の2例は ACEIの内服, 重度の1例は利尿薬, ACEI, Carvedilolの内服で MRの増悪を抑え成長をはかっている。

【考察と結論】腱索断裂が複数で弁尖逸脱が広範囲の場合, MVRが施行されることが多いが, 成長に伴う人工弁入れ替え術が不可避である。乳児期の MVRを回避して形成術を行い, 降圧薬や利尿薬を用いた積極的な内科治療で遺残 MRの増悪を抑えて成長をはかる治療方針では, 将来 MVRを含む再手術が見込まれる症例でも, 再々手術を回避できる可能性がある。AMRIでは, 発症後数十年に及ぶライフスパンを見据えて治療戦略を立て, 小児期の治療・管理を行うことが重要である。