

抄録集 セッション1 心室内渦流と心機能

左室内の渦形成と左室機能の関係

高梨梨紗

東京医科大学病院

【目的】拡張期から収縮期にかけて左室内で形成される渦は血流の方向転換と駆出に寄与し、渦の強さの指標である渦度(vorticity)は心不全患者の予後に相関すると言われている。しかしながら、心機能と渦度の関連についての研究はほとんどない。本研究の目的は、まず、均一な症例群である正常心機能例において渦度と従来の心エコーの指標の相関性を調べることである。

【方法】98名の心機能正常例を対象とした(年齢 45 ± 10 歳)。Vector Flow Mappingを用いて算出した左室内血流ベクトルデータを基に拡張期から収縮期にかけての左室内の渦度を拡張早期(vorticity_ED)、心房収縮期(vorticity_AC)、等容収縮期(vorticity_IVC)ごとに測定した。E波とA波は左室流入波形、e'とs'は組織ドブラ法より求めた。

【結果】Vorticity_EDと相関していたものは単変量解析ではE波($p < 0.001$)、E/A($p < 0.001$)、E'($p < 0.001$)であったが、多変量解析ではe'($p < 0.001$)とE波($p = 0.042$)であった。Vorticity_ACと相関していたものは単変量解析ではA波($p < 0.001$)、E/A($p = 0.003$)であったが、多変量解析ではA波($p < 0.001$)のみであった。Vorticity_IVCと相関していたものはs'($p < 0.001$)のみであった。

【結論】各時相において渦度は左室長軸機能と相関する。

抄録集 セッション1 心室内渦流と心機能

4D flow MRIを用いた拡張型心筋症症例の血流解析 ー正常例との対比も含めー

鍋田 健

北里大学医学部 循環器内科学

拡張型心筋症は左室の拡張と収縮障害を呈する心筋症である。 β 遮断薬などの至適薬物治療の確立により心予後の改善および左室形態が正常に近づく左室逆リモデリングが認められること知られているが、その血流パターンやエネルギー損失までが正常に近づいているかは不明である。そこで今回我々は拡張型心筋症と診断された症例に対し3D cine PC MRI(4D flow MRI)を撮像した。いずれの検討でも心臓MRIはシーメンス社の3Tskyraを用いた。各症例でCardio flow design社のCardio flow Stationを用いて心内血流の描出と心内エネルギー損失の解析を行った上で既存の臨床パラメータとの対比を行い、かつ正常例との対比を行った。

本演題では血流およびエネルギー損失を中心としたエネルギー効率が心筋症における新たなパラメータとしてどのような意義をもつのか、果たして正常例とはどのような差異があるのかを提示そして議論したい。

抄録集 セッション1 心室内渦流と心機能

右心系単心室の渦形成

秋山浩一

京都府立医科大学 麻酔科学教室

<Introduction>

先天性心疾患の中でも機能的単心室は重症で、その中でも右心系単心室の予後が悪いことが知られている。右心系単心室のperformanceを知るため、Vector Flow Mapping (VFM)を用いてエネルギー損失、kinetic energy、拡張期におけるvorticityを解析した。

<Methods>

オペ施行となった機能的単心室症例10例 (SRV 5例;SLV 5例)で術中経食道心エコーを用いてVFM解析を行った。渦パターンの違いとエネルギー損失、kinetic energy、vorticityをSRVとSLVで比較した (wilcoxon rank sum test)。

<Results>

SRVでは通常健康な右室では見られない渦が拡張期に形成されていた。SRVとSLVで、エネルギー損失は有意差を認めなかった (25.7 ± 6.4 mW/m; 45.6 ± 30.5 mW/m, $p= 0.0947$)が、kinetic energy (27.4 ± 32.8 mW/m; 104.5 ± 46.2 mW/m, $p=0.0472$)とvorticity ($239.5 \pm 76.8/s$; $413.2 \pm 117.7/s$, $p=0.0472$)では有意差を認めた。

<Conclusion>

SRVは体循環を担わなくてはならないため、渦を形成し、左室化していると考えられるが、kinetic energyとvorticityは有意に低く、体循環を担うには厳しいのかもしれない。

SimVascularによる血流解析の紹介 — Deformable BCの適用 —

荒井和喜

株式会社 オリエンタル ソリューションズ

SimVascular(SV)は心臓血管系の血流解析のための世界初のオープンソースである。前報(2016札幌)ではSVの利用手順を紹介した。今回はSVに備わっているDeformable BC (血管壁の変形を考慮した境界条件)を適用した場合のサンプル計算結果を紹介する。Aorta - Iliac artery部の解析モデルに入口では非定常流量、変形する血管壁を厚さ2mmの弾性Shell、出口ではRCR値を設定し6周期に渡るPulsatile解析を行った。

Deformable BCを設定すると、出口での流れは時間的に平均化され定常流に近づく計算結果となった。

弁葉近傍流れを解像した大動脈弁の流体解析

寺原拓哉 佐々木崇史 滝沢研二 Tayfun E. Tezduyar

早稲田大学

本研究は、大動脈弁近傍の血液の流れを捉える解析手法の開発を目的としている。大動脈弁の流体解析は、弁葉の接触によって解析領域が分断されるという特徴がある。このような条件では、接触部近傍の解析精度を維持したまま解析することは難しい。我々は、時空間モデルを活かした解析手法を提案し、問題を解決する。これにより、弁表面にかかるせん断応力を、表裏両面それぞれで得ることができ、弁葉近傍の流れ場を高精度に再現することが可能である。今後、本手法を流体構造連成解析に発展させることで、拍出された血液が弁葉にどう影響を与えるのか、それにより動いた弁葉が流れにどう影響を与えるのか、信頼のある理論に基づいて予測することができる。

CFD血流解析によるBicuspid aortopathyの機序解明

木村直行¹ 小宮賢士² 中村匡徳²

1 自治医科大学さいたま医療センター 心臓血管外科

2 埼玉大学 工学部 機械工学科

【背景】大動脈二尖弁に合併する胸部大動脈の拡大(Bicuspid aortopathy:BA)は、大動脈壁の先天的な脆弱性に加え、大動脈二尖弁の異常血流による血行力学的因子の関与も報告されている。今回我々は、PC-MRI・造影CT・エコーデータに基づいたCFD血流解析を施行し、BAにおける血行力学因子の影響を解析した。

【対象・方法】2014年10月～2016年1月の期間で、待機的手術を施行された大動脈二尖弁症例12例(平均60.6歳・男9例・大動脈弁狭窄(AS)11例・基部拡大1例)とコントロール群として正常大動脈弁で上行大動脈拡大のない遠位弓部～下行大動脈瘤症例3例(平均67.0歳・男3例)の合計15例を対象とした。大動脈二尖弁の分類は、Siever's class type 0 lat (n=4)・type 0 ap (n=2)・type 1 L-R (n=4)・type 1 R-N (n=2)であった。術前のPC-MRIで血流量をSTJ・弓部分枝・遠位下行大動脈で計測するとともに、造影CT・エコーデータも併せたCFD血流解析を行い、上行弓部大動脈における異常血流と壁面上のwall shear stress (WSS)分布を調べた。また、上行大動脈拡大のない二尖弁症例3例の3D-CTデータを使用し、三尖弁AS(狭窄率は大動脈弁開口面積の33%と設定)のCFD解析も行った。二尖弁群では、さらに最大WSS値と年齢／上行大動脈径との相関関係を解析するとともに、①コントロール(n=3)②三尖弁AS(n=3)③二尖弁(n=12)の3群で、最大WSS値の比較検討も行った。

【結果】コントロール群では、上行弓部大動脈内には異常なhelical flowはなかったが、二尖弁症例では、全例でhelical flowが認められ、91%(11/12)は右回旋で、左回旋は1例のみであった。WSSに関しては、コントロール群では、上行弓部大動脈のWSS上昇はなかったが、二尖弁症例では全例で上行大動脈のWSS上昇が確認された。特に、近年二尖弁症例の大動脈解離におけるエントリー好発部位として報告されている近位側上行大動脈(特に大彎側)でWSS上昇を呈する症例が多かった。統計解析では、二尖弁群では、年齢と最大WSS値($R=-0.61$, $P=0.034$)、上行大動脈径と最大WSS値($R=-0.62$, $P=0.031$)双方に負の相関を認めた。最大WSS値の3群比較では、最大WSS値は二尖弁群が他2群に比べ、上昇していた。

【結論】PC-MRI・造影CT・エコーデータを使用したCFD血流解析を行い、大動脈二尖弁の異常血流が胸部大動脈拡大に及ぼす影響を解析した。本検討では、二尖弁症例で右回旋のhelical flowを多く認め、近位上行大動脈の大彎側にWSSの上昇を認める症例が多かった。最大WSS値は、若年で大動脈拡大の少ない症例で高い傾向があり、二尖弁異常血流によるWSSの上昇が、BA発症の機序の1つと推測された。