

## **RV dyssynchrony predicts clinical outcomes after balloon pulmonary angioplasty in patients with chronic thromboembolic pulmonary hypertension**

Toshimitsu Tsugu<sup>1</sup>, Mitsushige Murata<sup>2</sup>, Takashi Kawakami<sup>1</sup>, Hanako Tokuda<sup>1</sup>, Yugo Minakata<sup>1</sup>, Masaharu Kataoka<sup>1</sup>, Hikaru Tsuruta<sup>1</sup>, Yuji Itabashi<sup>1</sup>, Hideaki Kanazawa<sup>1</sup>, Keiichi Fukuda<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Cardiology, Keio University School of Medicine, Tokyo, Japan

<sup>2</sup>Laboratory Medicine, Keio University School of Medicine

**Background:** Balloon pulmonary angioplasty (BPA) may improve hemodynamics and exercise tolerance in patients with chronic thromboembolic pulmonary hypertension (CTEPH). Recently, we reported a significant correlation between echocardiographic right ventricle (RV) parameters and right heart catheterization (RHC) in patients with CTEPH, and that BPA could ameliorate RV function. However, long-term follow up of RV function after BPA has not been fully established.

**Purpose:** The objectives of this study were to follow up the RV hemodynamics and function after BPA, using RHC and echocardiography.

**Methods:** We studied 25 consecutive patients with CTEPH who underwent BPA, and assessed RV hemodynamics and function before, immediately after, and at 6 months after the procedure. RV hemodynamic parameters, including mean pulmonary artery pressure (mPAP), pulmonary vascular resistance (PVR), and cardiac output, were recorded by RHC. RV function was assessed using conventional echocardiographic parameters such as RV diameter (RVD), tricuspid annular plain systolic excursion (TAPSE), RV S', RV index of myocardial performance (RIMP), and RV fractional area change (RVFAC). We also used two-dimensional speckle-tracking echocardiography (2DSTE) and three-dimensional transthoracic echocardiography (3DTTE) to investigate RV strain and RV volumetric parameters including RV ejection fraction (RVEF), RV end diastolic volume (RVEDV), and RV end systolic volume (RVESV). RV dyssynchrony was also assessed by the standard deviation (SD) of the intervals from QRS onset to peak systolic strain for 6 segments of the RV ( $SD_{TTP}$ ). Finally, exercise capacity was assessed by the 6-minute walk distance (6MWD) test.

**Results:** Hemodynamic parameters such as mPAP, PVR, and cardiac index were significantly improved immediately after BPA, and the effects of BPA were maintained at the 6-month follow up. RVD, RVEDV, and RVESV were significantly reduced after BPA. TAPSE, RVFAC, RVEF, and RV mid free wall longitudinal strain (MFWLS) were significantly improved after BPA, implicating that RV systolic function was ameliorated. RV dyssynchrony was also improved after BPA. Receiver operating characteristic analysis revealed that  $SD_{TTP}$  was a good predictor for improvement of 6MWD (sensitivity of 86% and specificity of 56%, area under the curve; 0.78,  $P = 0.03$ ).

**Conclusions:** BPA induced RV reverse remodeling and improved RV function, as assessed successfully by echocardiography. RV dyssynchrony could be a useful parameter for assessing exercise tolerance after BPA.

## 心エコー図で計測した右室 dyssynchrony は慢性血栓塞栓性肺高血圧に対する肺動脈バルーン形成術後の中期アウトカムの予測因子となる

繼 敏光<sup>1</sup>, 村田光繁<sup>2</sup>, 川上崇史<sup>1</sup>, 徳田華子<sup>1</sup>, 南方友吾<sup>1</sup>, 片岡雅晴<sup>1</sup>, 鶴田ひかる<sup>1</sup>, 板橋裕史<sup>1</sup>, 金澤英明<sup>1</sup>, 福田恵一<sup>1</sup>

慶應義塾大学医学部循環器内科<sup>1</sup>

慶應義塾学医学部臨床検査医学<sup>2</sup>

**【背景】**慢性血栓塞栓性肺高血圧 (CTEPH) に対する肺動脈バルーン形成術 (BPA) は血行動態や運動耐容能を改善する。血行動態は右心カテーテル検査 (RHC) による評価が一般的であるが侵襲的である。近年、われわれは以前 CTEPH において RHC 検査項目と非侵襲的検査である心エコー図で評価した右室機能評価項目が有意に相関しており、さらに BPA により右室機能が改善していることを報告した。しかしながら、BPA 後における右室機能の長期成績は明らかでない。

**【目的】**BPA 後における血行動態や右室機能の長期成績を RHC や心エコー図指標を用いて評価することである。

**【方法】**CTEPH 患者連続 25 症例の血行動態と右室機能を BPA の前後と 6 ヶ月後に評価した。血行動態は、平均肺動脈圧、肺血管抵抗や心拍出量を RHC で評価した。右室機能は一般的な指標として、右室径、三尖弁輪部収縮期移動距離、右室 S', 右室 Tei Index、右室面積変化率などの項目を計測した。さらに、2 次元スペックルトラッキング法による右室ストレインや 3 次元心エコー図による右室駆出率、右室拡張末期容量、右室収縮末期容量を計測した。右室 dyssynchrony は心電図上で QRS 開始から右室 6 分画の最大陰性ストレイン値までの時間の標準偏差(SD<sub>TTP</sub>)で検討し、運動耐容能は 6 分間歩行距離で評価した。

**【結果】**平均肺動脈圧、肺血管抵抗、心拍出量などの血行動態の指標は BPA 後に有意に改善した。右室拡張末期容量、右室収縮末期容量などの右室容量の指標は BPA 後に有意に縮小した。三尖弁輪部収縮期移動距離、右室面積変化率、右室駆出率、右室自由壁ストレインなどの右室収縮能の指標は BPA 後に有意に改善した。上記項目は 6 ヶ月後も改善した状態を維持していた。また、右室 dyssynchrony は BPA 後に改善していた。

次に、BPA 6 ヶ月後の 6 分間歩行距離改善の有無について ROC 解析を行った。BPA 術前の SD<sub>TTP</sub> のカットオフ値を 102 msec とすると AUC は 0.78、感度 86%、特異度 56%であった。一般的な右室機能評価項目や 3D-TTE、RHC などと比較しても、SD<sub>TTP</sub> は最も強力な予後予測因子であった。

**【結語】**CTEPH 症例に対する BPA による右室機能の改善を心エコー図で評価できた。BPA 術前の RV dyssynchrony は BPA 後における運動耐容能改善の強力な予測因子となる可能性がある。

**質疑応答:**

質問 1:

日本における BPA 適応はどのように決めているか？

応答 1:

本邦のガイドラインでは、BPA は肺動脈血栓内膜摘除術 (PEA) が high risk で適応のない CTEPH 患者が適応となる。さらに末梢型 CTEPH は PEA では手術困難であるため BPA の良い適応になる。

質問 2:

右室 dyssynchrony が改善したのは、BPA 施行により圧負荷の改善が影響しているのではないか？

応答 2:

CTEPH 症例の大多数は BPA 後に平均肺動脈圧が改善し、右室 dyssynchrony と右室局所心筋収縮能の指標である右室長軸方向ストレイン値は改善していた。よって、圧負荷が右室 dyssynchrony に影響していることは十分に考えられるが、長期間罹患していた症例の中には BPA 後に肺動脈圧が正常化し右室ストレイン値が改善したにもかかわらず、右室 dyssynchrony が残存する症例があり、圧負荷以外の因子の関与も否定できない。