

Dynamics of Mitral Complex Geometry and Functional Mitral Regurgitation During Heart Failure Treatment - Real-time Three-dimensional Echocardiographic Study -

Nozomi Watanabe, MD, ¹⁾, Yasuo Ogasawara, PhD²⁾, Yasuko Yamaura, MD¹⁾
Katsunori Yamamoto, RDCS¹⁾, Nozomi Wada, MD¹⁾, Noriko Okahashi, MD¹⁾, Takahiro Kawamoto, MD¹⁾, Eiji Toyota, MD¹⁾ and Kiyoshi Yoshida, MD, ¹⁾
Department of Cardiology¹⁾
Department of Medical Engineering and Systems of Cardiology²⁾
Kawasaki Medical School, Kurashiki, Japan

Objectives. To investigate the contributions of dynamic changes in the mitral valve geometry with papillary muscle (PM) alignment, to the reduction of functional mitral regurgitation (MR) after intensive treatment for heart failure.

Background. Although alteration in the mitral complex geometry has been speculated as a major mechanism for the reduction in MR after heart failure treatment, it has been difficult to recognize the mechanistic changes of mitral apparatus because of their complex morphology and anatomical position.

Methods. 2D/3D echocardiography was performed in 10 patients with decompensated heart failure and functional MR before and after intensive therapy. We used novel software to analyze the volumetric image recorded by real-time 3D echocardiography. Reconstructed 3D images show leaflets and annulus configuration with PM position. We measured maximum tenting length (max-Tent-L), mean tenting length (mean-Tent-L) and tenting volume (Tent-V), distances from anterior annulus to anterolateral PM (A-tethering length) and posteromedial PM (P-tethering length), distance between two PM (intrapapillary distance), and the angle made by anterolateral PM, anterior annulus and posteromedial PM (intrapapillary angle).

Results. MR reduced after the intensive treatment in all patients ($p < 0.0001$). Leaflet tenting decreased significantly after the therapy (max-Tent-L, 16.8 ± 2.5 vs. 13.3 ± 2.0 mm, $p = 0.0002$; mean-Tent-L, 9.5 ± 2.1 vs. 7.3 ± 1.3 mm, $p = 0.0013$; Tent-V, 10.3 ± 2.8 vs. 6.2 ± 1.6 ml, $p = 0.0002$). P-tethering length shortened (46.9 ± 5.1 vs. 38.6 ± 4.9 mm, $p = 0.0004$). Intrapapillary distance (25.8 ± 5.6 vs. 17.2 ± 4.0 mm, $p = 0.0001$) and Intrapapillary angle (32.0 ± 7.3 vs. 23.8 ± 7.5 degree, $p = 0.0006$) decreased after treatment.

Conclusions. Inward shift of PM after heart failure treatment resulted in the improvement of mitral valve tenting, which caused the reduction of functional MR.

心不全治療に伴う僧帽弁輪, 弁葉, 乳頭筋位置の三次元形態変化と機能性僧帽弁逆流との関連 ; リアルタイム三次元心エコー図を用いた定量解析

岡橋典子、渡邊望、山浦泰子、山本克紀、和田希美、川元隆弘、豊田英嗣、小笠原康夫、吉田 清
川崎医科大学附属病院 循環器内科

【背景】心不全患者では治療の前後で僧帽弁逆流量が大きく変化することが知られている。機能性僧帽弁逆流の発生およびその変化には、僧帽弁機構の形態変化が関与していると考えられているが、従来の二次元(2D)心エコー図では、複雑な僧帽弁および弁輪の形態や乳頭筋

を含めた僧帽弁機構の解剖学的位置関係を評価するのは困難であった。

【目的】新しく開発した三次元計測ソフトを用いて、経胸壁リアルタイム三次元(3D)心エコー図画像から僧帽弁、弁輪の形状及び乳頭筋の位置関係を定量解析し、心不全治療前後の機能性僧帽弁逆流の変化に伴う僧帽弁機構の形態変化を明らかにする。

【方法】機能性僧帽弁逆流を伴った心不全患者(MR ROA $>$ 0.2cm², NYHA III or IV)10名に対し、2Dおよびリアルタイム3D心エコー図検査を行った(Philips, Sonos 7500)。三次元画像解析ソフトを用いて弁輪、弁葉、乳頭筋の位置をトレースし、tenting length, tenting volume, tethering length, intrapapillary distance, intrapapillary angleを計測し、心不全治療前後の変化を評価した。

【結果】心不全治療後に僧帽弁逆流は減少した($p<0.0001$)。Tentingの程度は、治療前と比較し、有意に減少(maximum tenting length, 16.8 ± 2.5 vs. 13.3 ± 2.0 mm, $p=0.0002$; Tenting volume, 10.3 ± 2.8 vs. 6.2 ± 1.6 ml, $p=0.0002$)。後乳頭筋の tethering length, intrapapillary distanceは有意に減少した。

【結論】心不全患者では、治療後に後乳頭筋の位置変化に伴い僧帽弁 tentingが減少し、機能性僧帽弁逆流が改善した。本システムを用いて乳頭筋を含めた僧帽弁機構の形態変化について三次元的に解析することができた。

質疑応答

Q1. 収縮中期のタイミングをどのように規定したのか？治療前後で同じタイミングだと確認できるのか？

Ans. 僧帽弁の閉じた瞬間から離れるまでのフレームをカウントし、その真ん中を収縮中期とした。心不全患者は一般的に、心拍数が多いため、フレームレートが少なくなるので、この問題は3次元エコーのリミテーションと考えます。

Q2. 僧帽弁機構の形態変化の程度とMRの程度との関連はあるか？

Ans. 現時点では、まだ、明確にお答えできませんが、左室の形態変化が、乳頭筋の位置異常を起こし、これが、僧帽弁の形態異常につながるというメカニズムを考えると、これらの間には、関連があると思われる。現在、左室形態変化を含め、解析中です。