

# 論 文 内 容 要 旨

Four-dimensional geometric assessment of tricuspid annulus movement in  
early functional tricuspid regurgitation patients indicates decreased  
longitudinal flexibility

(機能的三尖弁逆流症例における三尖弁輪の4次元解析)

Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery,2013,in press.

主指導教員：末田泰二郎教授  
(医歯薬学専攻外科学)

前場 覚

## 論文内容要旨

左心系疾患に伴う左心不全例では、肺循環鬱滞に伴い、しばしば右室拡大と三尖弁輪拡大が進行し、機能的三尖弁逆流(TR)が増悪する。しかし臨床上、三尖弁輪拡大や右室拡大を示さないにもかかわらず、TRを認める例にしばしば遭遇する。本論文は早期TR発症メカニズム解明のための予備的研究として、三尖弁輪を4次元解析し検討したものである。

心疾患を有さない健常人20人(健常群)、右室拡大を伴わないTRを有する19人(疾患群)を対象とした。解析にはMRIを用い、弁輪同定のための独自のシーケンスを使用した。4腔ビューより、右室収縮末期、右室拡張末期面積を算出、同時に右室収縮率を得た。さらに三尖弁輪上のmid-septal点とmid-lateral点を同定。4腔ビュー面を90度回転させ、右心2腔ビューを作成し、mid-anterior点、mid-posterior点を同定した。同時に三尖弁輪面と弁尖接合部との距離(tethering height)を算出した。それら4点と三尖弁輪面の心周期間の軌跡を解析した。

さらに、三尖弁輪全周の4次元解析のため、新たな独自のソフトウェアを開発した。房室弁の弁輪とは、“波打ち際”と同様に、心室筋と心房筋の境界にあたり、弁輪全周をマニュアルでトレースすると、不正確な同定になる可能性が高い。そこで以下の技法を考案した。MRIを用い、4腔ビューに平行する等間隔の6面スライスを作成、それぞれの面と三尖弁輪との交点(12ポイント)をトレースした。ついで、3D spline-curving手法を用い、自動的に三尖弁輪全周を同定。その全周ラインが心周期間で変化する軌跡を再現した。この技法は、マニュアルトレースが12点に限定され、2d continuous dynamic programmingをmodifyすることにより自動全周トレーシングを可能とし、手技的誤差を最小限にとどめるものである。加えてトレーシングの正確性の確認のため、三尖弁輪アニメーションを作成できる。以上により、三尖弁輪の心周期間に動揺する範囲を積分し、その積分体積を2群間で比較した。

結果を要約する。

- 1) 右室内腔面積、右室収縮率は、2群間で有意差なし。
- 2) AP間、LS間距離、三尖弁輪面積の心周期間の変化は、2群間で有意差

なし。

- 3) 弁輪上に同定された4点の長軸方向（心尖部方向）への移動距離は、いずれの点においても、疾患群で有意に短縮。
- 4) **Tethering height** は、疾患群で有意に増大。
- 5) 三尖弁輪面の心収縮周期間の移動積分体積は、疾患群で有意に減少。

以上の結果より、以下のように考察した。

研究結果より、疾患群の三尖弁輪は健常群と比較し、有意に長軸方向の **flexibility** を喪失していることが判明した。健常群の三尖弁輪を入念に観察するに、弁尖接合のタイミングで弁輪は大きく右室側に移動して接合のタイミングを迎える。その長軸方向の移動が大きいほど、結果的に **tethering height** は低下していた。すなわち疾患群では、弁輪拡大や腱索の牽引(**tether**)効果を持ち合わせなくとも、弁輪の長軸方向の移動距離減少により、より大きな **tethering height** が形成されていることが明らかとなった。

そもそも三尖弁輪の長軸方向の **flexibility** は、(弁輪が心室筋と心房筋の境界であるがゆえに) 右室、右房の長軸方向 **flexibility** に大きく依存しているはずである。既存の研究により、心室の収縮機能障害は、短軸方向の収縮率の低下に、長軸方向の収縮機能の低下が先行することが示唆されており、本研究の疾患群では、右室拡大や収縮率低下を認めなくとも、そもそも長軸方向の収縮能は低下していた可能性があると考えた。さらに右室の長軸方向の収縮機能低下が存在しなくとも、心房細動などによる右房収縮能の低下によっても、弁輪 **flexibility** 低下が誘導されるはずである。本研究の重大な **limitation** は、そういった右房、右室の長軸方向の収縮能の解析をリンクさせなかったことにあり、さらなる病態解明には、右心機能解析と弁輪機能評価の同時試行が不可欠であると考えている。

三尖弁形成において、多くの場合人工弁輪を用いた弁輪縫縮法を用いる。最近では、弁輪三次元構造を再構築する人工弁輪の有効性を示す論文を散見する。しかしその三次元的勾配の高さは2, 3mm程度であり、本研究が示した、7~12mmにおよぶ長軸方向 **flexibility** の差異を補正できるとは到底考えられない。そもそも弁輪へのアドレスだけでは、長軸方向の **flexibility** の回復は期待できず、ゆえに100% **perfect** な手技になりえない。本研究をさらに発展させることで、新たな三尖弁形成法のヒントが得られるのではないかと期待している。