

二次性三尖弁閉鎖不全症に対する形成術式の有効性・安全性評価に向けた、 ブタ摘出三尖弁を組み込み可能な拍動循環回路の開発

*¹早稲田大学創造理工学部総合機械工学科, *²早稲田大学先進理工学研究科共同先端生命医科学専攻,

*³早稲田大学大学院先進理工学研究科生命理工学専攻

高田 淳平*¹, 森村 隼人*², 中間 菜月*³, 川崎 瑛太*³, 濱田 紘平*³, 岩崎 清隆*^{1~3}

Jumpei TAKADA, Hayato MORIMURA, Natsuki NAKAMA, Eita KAWASAKI, Kohei HAMADA, Kiyotaka IWASAKI

1. 背景・目的

肺高血圧症の進展などに伴い、右心室が拡大することにより二次性三尖弁閉鎖不全症が生じる。弁膜症手術のうち約25%において三尖弁に対する手術が実施されており、そのうち90%において三尖弁形成術が適用されている。三尖弁形成術の多くにおいて人工弁輪縫着術が実施されているが、人工弁輪の種類やサイズによる大規模かつ長期的な成績の違いに関する報告は現在なく、人工弁輪の選択基準は明らかになっていない。そこで、二次性三尖弁閉鎖不全症に対する効果的な形成術式を検討するため、我々はこれまでにない右心系の圧力と、流量環境を模した生体外試験システムを構築することを考えた。本研究は、ブタ心臓から三尖弁と右心室の一部を切り出して、右心室モデルに組み込む試験装置の開発を着想し、右心拍動循環システムを開発することを目的とした。

2. 方法

構築する試験システムは、健常状態、逆流症状態、形成術後状態の三尖弁血行動態を計測可能であることを要求仕様とする。拍動循環回路は、ブタ摘出三尖弁、弾性右心室モデル、心膜製肺動脈弁、末梢抵抗、弾性肺動脈モデル、前負荷用リザーバーチューブ、空気圧駆動装置による閉鎖型循環回路で構築した。弾性右心室モデルは健常状態と、弁輪面積を拡大させた逆流症状態とをそれぞれ作製した。目標条件は健常状態で右心室圧：20～30/0～5 mmHg、肺動脈圧：15～30/2～8 mmHg、拍出流量：5 l/minとした。逆流症モデルは、前尖～後尖交連部が突き出るように弁輪を拡大させた逆流症弾性右心室モデルに縫合することによ

り作製する。しかし、正常なブタ摘出三尖弁を拡大した弁輪に縫合すると、弁輪に生体では生じない張力が発生してしまい形成術の適切な評価を行うことができない。そのため、コラーゲン繊維を分解する酵素にブタ摘出三尖弁弁輪を液浸しながら、徐々に弁輪を拡張させることにより、自然に弁輪が拡大した逆流症モデルを作製した。

3. 結果

健常モデルにブタ摘出三尖弁を組み込んで拍動循環試験を実施し、右心室圧：26/3 mmHg、肺動脈圧：21/8 mmHg、拍出流量：4.8 l/minの血行動態を創出した。次に、逆流症モデルにブタ摘出三尖弁を組み込んで拍動循環試験を実施し、右心室圧：38/9 mmHg、肺動脈圧：29/14 mmHg、拍出流量：4.5 l/min (逆流率：43%)の血行動態を創出した。

4. まとめ

開発した試験システムで、三尖弁の正常状態および逆流症状態の血行動態を創出することができた。今後、三尖弁手術に使用される人工弁輪を用いて、逆流の重症度に応じて効果的に逆流を抑制する人工弁輪の選択や手技について検討していく。また、既存の治療デバイスのみならず、新たに開発される治療デバイスの評価を行うことにより、デバイス開発の迅速化に寄与していきたい。

5. 独創性

逆流症モデルを作製するにあたり、コラーゲン繊維を分解しながら拡張させる方法に独創性がある。また、三尖弁を組み込んだシミュレータに関する研究は存在するが、本研究ではブタ摘出三尖弁を弾性右心室に縫合することにより、拍動に伴う弁輪と乳頭筋の相対的位置関係を保持できる点に独創性がある。

本稿のすべての著者には規定されたCOIはない。

■ 著者連絡先

早稲田大学創造理工学部総合機械工学科
(〒162-0056 東京都新宿区若松町2-2
先端生命医科学センター 03C-204)
E-mail. takajun@moegi.waseda.jp