

心臓外科 臨床実習報告

1001115 川口 真一

2014 年 6 月 6 日

1 心エコーによる弁口面積の評価

(本文書は、心臓外科の実習報告の一部を抜粋したものである。)

弁膜症は、弁口が狭窄し、あるいは閉鎖不全となる疾患であるから、その重症度評価においては、弁口面積が重要な指標となる。弁口面積は、標準的には、ドップラー法を用いた心エコーによって評価される。そこで本節では、心エコーによる弁口面積推定の方法と問題点について述べる。

1.1 断層法

大動脈弁および僧帽弁は、その弁口を通る平面をエコーにより撮影することができる。断層法は、そうした平面の画像上で面積を測るものである。正しく撮影することができれば、直接的に面積を測定していることになるから、精度が高い。しかしながら、撮影した断面が弁口と交叉している場合には、弁口面積は過大または過小に評価される恐れがある。また、弁口の立体構造を無視していることも、誤差要因となる。そのため、検者が十分に熟練していなければ、正しい推定を行うことができない。また、熟練した検者であっても、撮影した断面が正しく弁口を通っていることを確認する手段はない。

1.2 Pressure Half Time (PHT) 法

PHT とは、弁の両側の圧較差が、最大から最大の $1/2$ にまで減少するのに要する時間と定義される。簡易ベルヌーイの式より、これは弁口を通る血流が、最大速度から、最大速度の $1/\sqrt{2}$ 倍にまで減少するのに要する時間で近似される。弁口面積 A を

$$A [\text{cm}^2] = \frac{220}{PHT [\text{ms}]}$$

と近似するのが PHT 法である。

PHT 法は僧帽弁狭窄の弁口面積測定法として広く用いられているが、この近似は何らの理論的根拠なしに、経験的に導かれたものである。そのため、他の弁膜症を合併している場合や、冠状動脈三枝病変などが存在する際には誤差が大きいとされる。

1.3 連続の式を用いる方法

ここでいう連続の式とは、血液が非圧縮性流体であると近似した上での、質量保存の法則である。すなわち、LVOT を通る血液量と、弁口を通過する血液量は等しいはずである、という考えを定式化したものである。ここで LVOT を基準として用いるのは、心エコーにより断面積を推定しやすいからである。

本手法では、ふつう、流速の時間変化をドップラー法により測定し、弁口面積の経時的な変化は無視する。すなわち、

$$(LVOT \text{ の断面積}) \times \int (LVOT \text{ の流速}) dt = (\text{弁口面積}) \times \int (\text{弁における流速}) dt$$

と考える。

大動脈弁の弁口面積の推定については、連続の式はかなり厳密に成立していると考えられるので、精度が高い。しかし LVOT を基準として僧帽弁の弁口面積を推定しようとする、僧帽弁逆流や、大動脈弁の狭窄または逆流がある場合には、連続の式は成立せず、誤差を生じる。

また、弁口面積を時間的に一定とする近似は必ずしも適切ではない。さらに、流速は位置によって、たとえば血管壁の近傍と血管中央とでは、大きく変化するものであることも誤差要因となる。

2 左室駆出率

最後に、心エコーによる左室駆出率 (Ejection Fraction; EF) の推定について述べる。EF の推定法には様々なものが提唱されているが、簡便なのは M モード法による推定法である。これには Pombo 法と Teichholz 法がある。Pombo 法では

$$(\text{左室容積}) = \frac{\pi}{3} \times (\text{左室短軸径})^3$$

と近似する。一方、Teichholz 法では

$$(\text{左室容積}) = 7.0 \times \frac{(\text{左室短軸径})^3}{2.4\text{cm} + (\text{左室短軸径})}$$

と近似する。これらを用いて、EF を推定することができる。

しかし、実際には左室内腔は収縮期と拡張期で相似ではないため、この推定は、非常に粗い。

参考文献

- [1] 日本医師会 編 『心エコーの ABC』, 日本医師会, 1995 年
- [2] V. Fuster et al. Ed., “Hurst’s The Heart” 13th Edition, McGraw-Hill, (2011).