

診断画像から心血管機能・病態を探る

心機能評価における心エコーの役割

金沢大学附属病院 循環器内科
森 三佳

はじめに

心エコーの位置づけ

- ▶ 簡便かつ低侵襲的な検査であり、心機能評価において必要不可欠な検査である。
- ▶ 心機能評価と同時に、血行動態の評価をリアルタイムで行うことができる。
- ▶ 検査室でのルーチン検査のみでなく、緊急時のベッドサイドでの施行が可能である。
- ▶ 心機能評価を依頼される場面
 - ✓ 術前評価(心臓手術、非心臓手術)
 - ✓ 呼吸困難、浮腫などの原因検索・・・など

心エコー検査の注意点

- ▶ 適切な断層像が得られない症例では、正確な計測が困難となる。
- ▶ 心機能、血行動態の評価において、計測値の解釈は背景疾患や前負荷・後負荷の状態によって異なることに注意が必要である。
- ▶ 通常 of 安静時経胸壁2D心エコーでの評価が不十分な症例では、3D心エコーや経食道心エコー、負荷心エコーなどを考慮する、あるいは、他のモダリティ(核医学的検査、MRI、CT、心腔造影など)を用いて評価する必要がある。

心機能とは

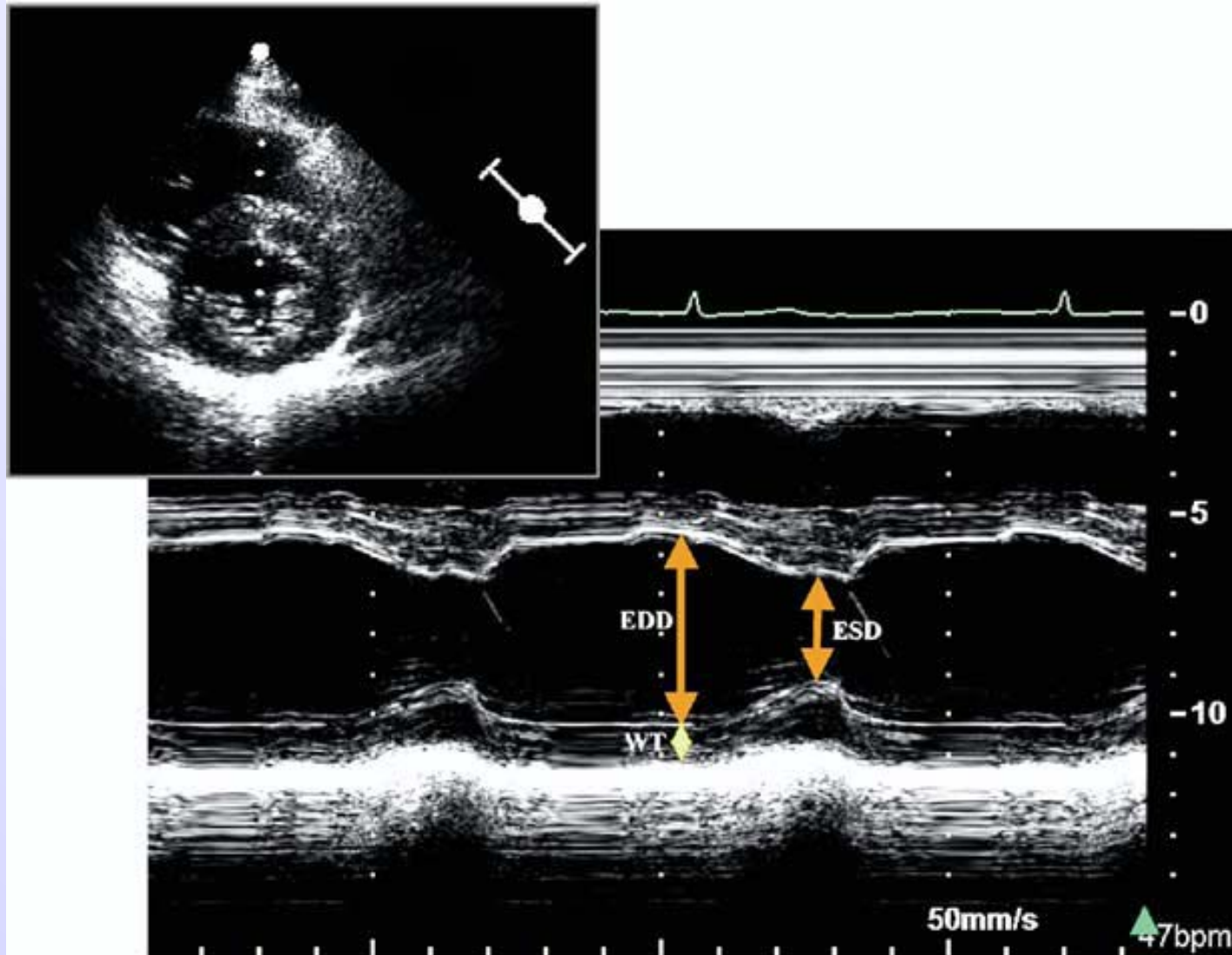
- ▶ 左室収縮能：
 - ✓ 全身へ血液を駆出する機能
 - ✓ 収縮能低下→心拍出量低下
- ▶ 左室拡張能：
 - ✓ 拡張期に左房から血液を受け入れる機能
 - 左室収縮不全の有無
 - 左室への物理的圧迫の有無
(心膜炎、タンポナーデ等)
 - ✓ 拡張能低下→左房圧/肺静脈楔入圧上昇

左室収縮能の評価

左室収縮能の指標

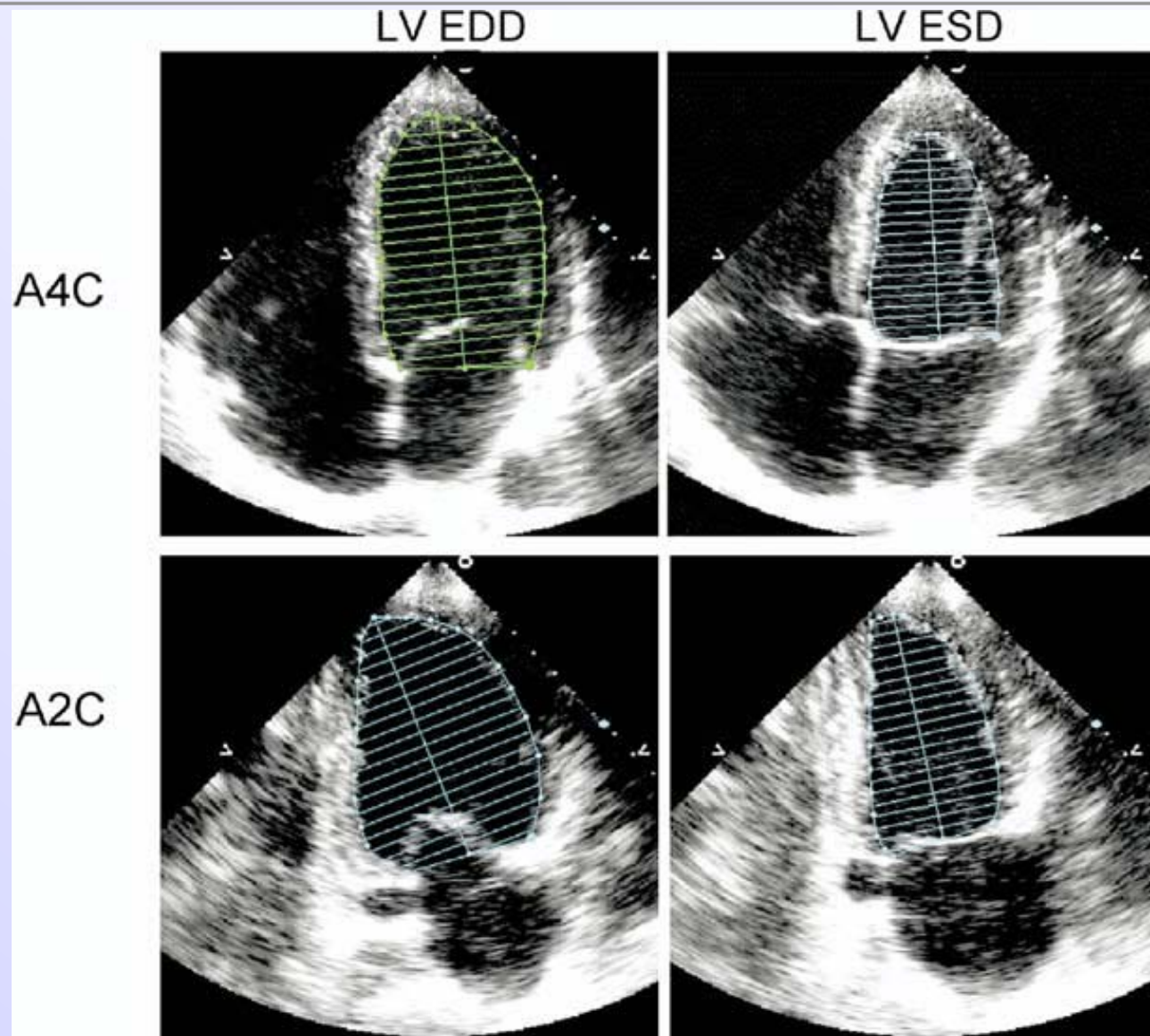
- 左室内径短縮率 (Fractional Shortening; FS)
 $(LVDd - LVDs) / LVDd \times 100$ (%)
- 左室駆出率 (Ejection Fraction; EF)
 $(LVEDV - LVESV) / LVEDV \times 100$ (%)
- 心拍出量 (Cardiac Output; CO)
- PEP/ET (Weissler index)
- Peak dP/dt

Teichholz法



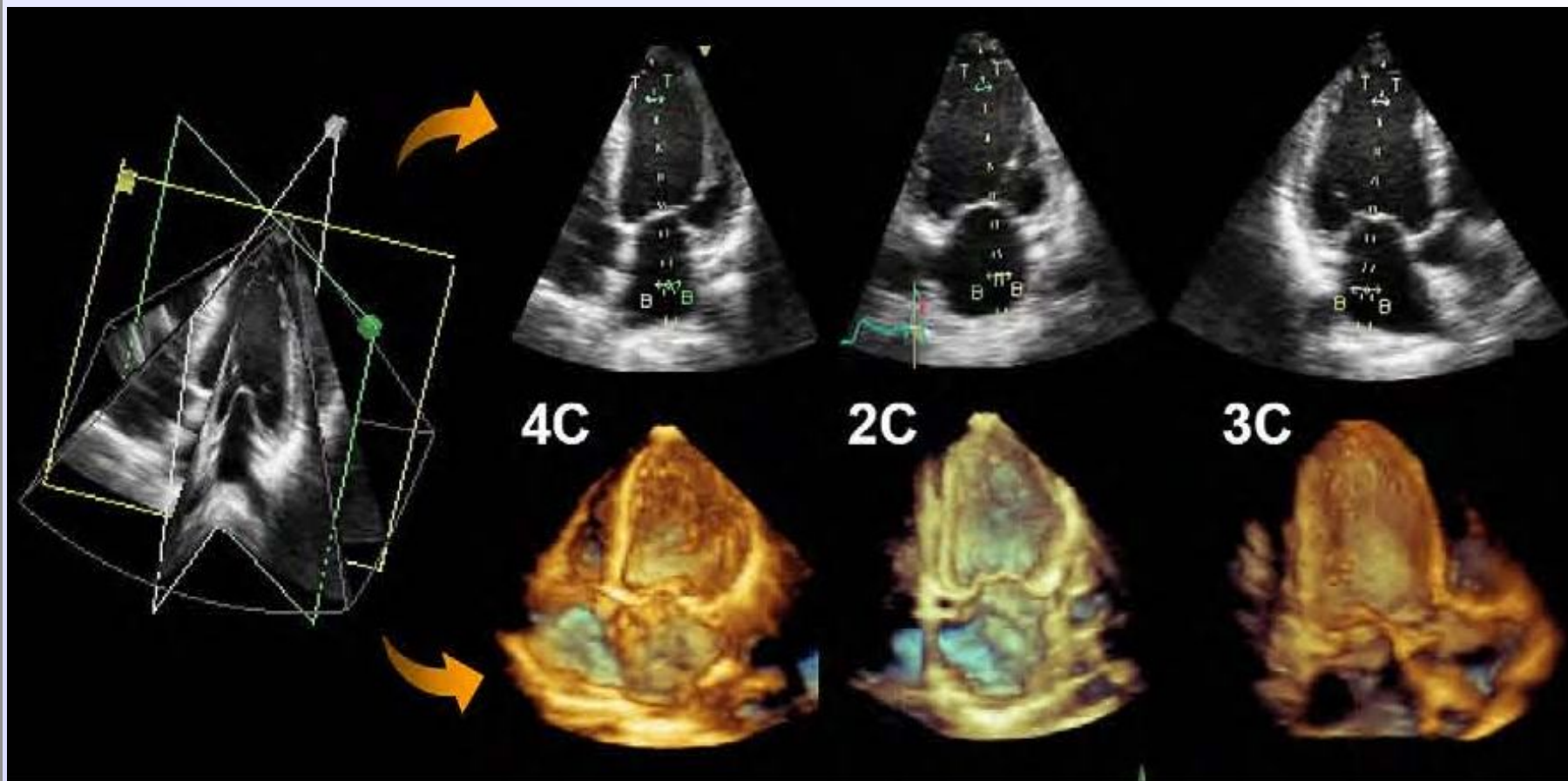
(JASE 2005)

Biplane modified Simpson法



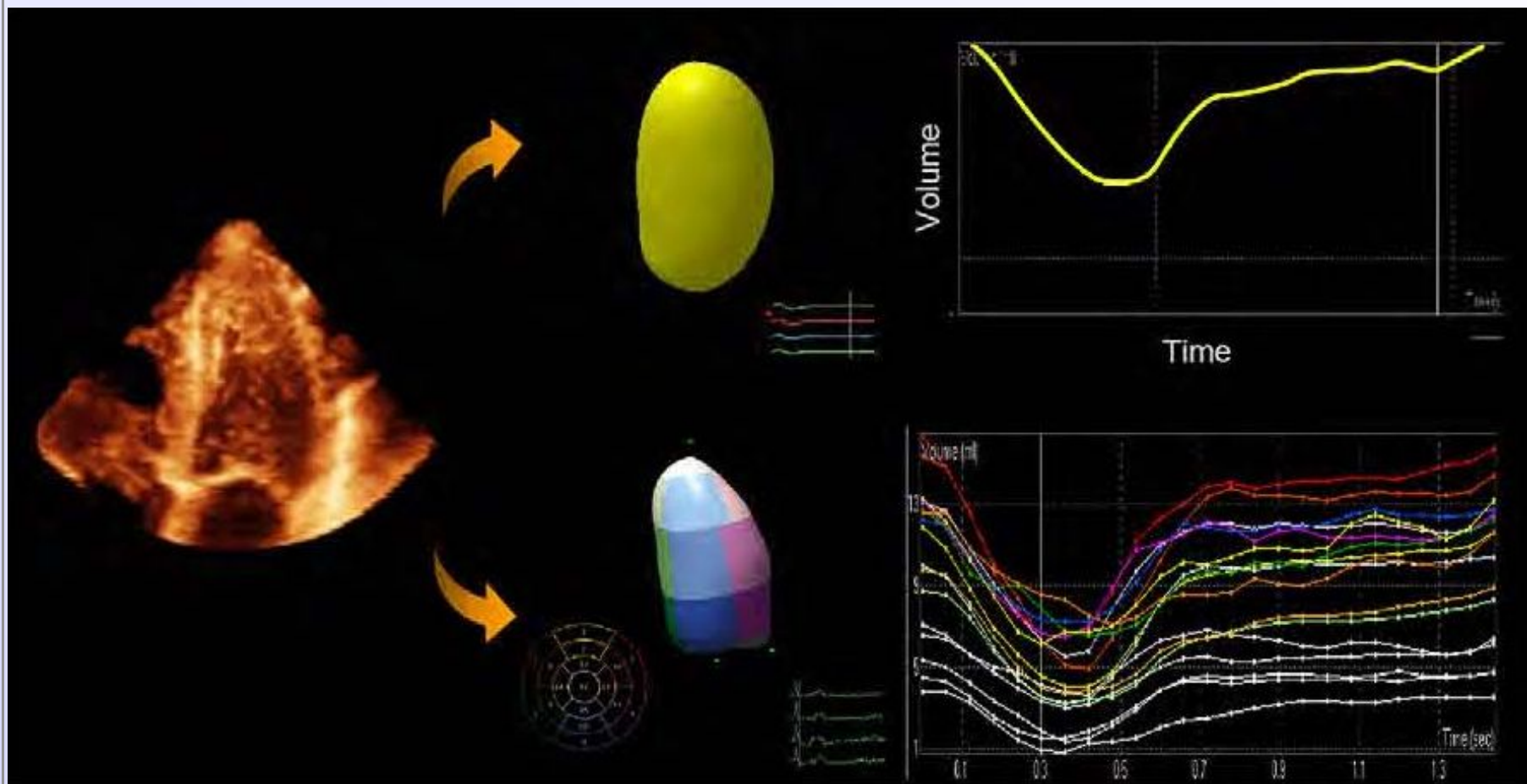
(JASE 2005)

3D心エコーを用いた容積評価



(J Am Soc Echocardiogr 2012;25:3-46)

3D心エコーを用いた容積評価



(*J Am Soc Echocardiogr* 2012;25:3-46)

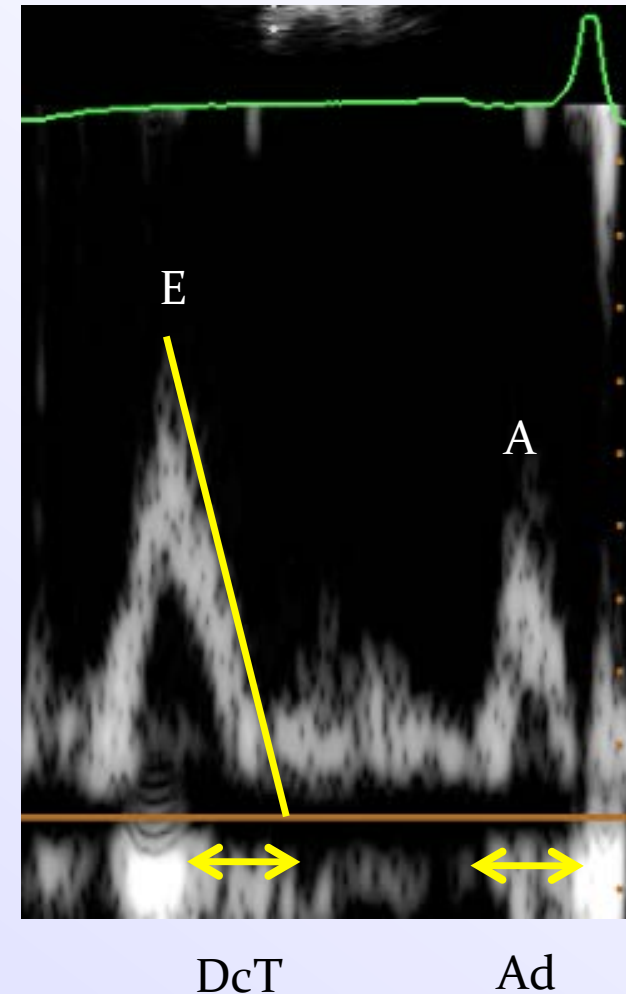
左室拡張能の評価

左室拡張能の指標

- 僧帽弁Mモードのパターン：B-B' step
- 左室流入波形(TMFI)：E, A, E/A, E-DcT
- 肺静脈血流波形(PVFI)：S, D, PVA, D-DcT
- パルス組織ドプラ法：僧帽弁輪移動速度のE'
- TMFIとPVFIのA波持続時間の差
- E/E'

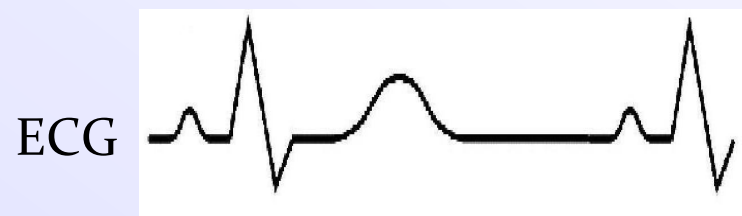
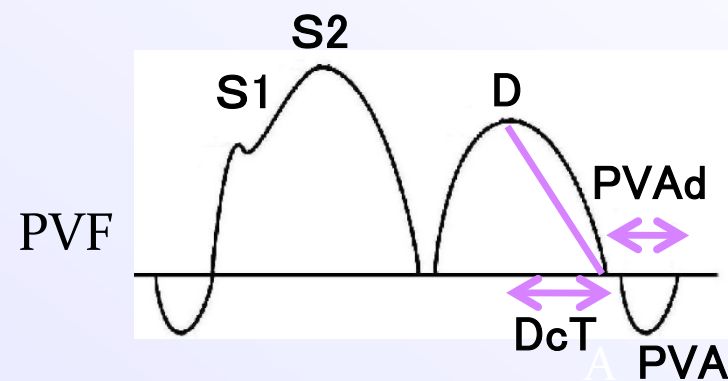
左室流入血流波形 (TMF)

- ▶ 心尖部長軸像または四腔像を用い、サンプルボリュームは僧帽弁尖の先端(mitral tip)に置く。
- ▶ 拡張早期のピーク血流速度 (E波) 心房収縮期ピーク血流速度 (A波) からなる。
- ▶ E波減速時間(Deceleration time : DcT)、A波持続時間(Ad)を計測し、左室拡張末期圧の推定に用いられる。



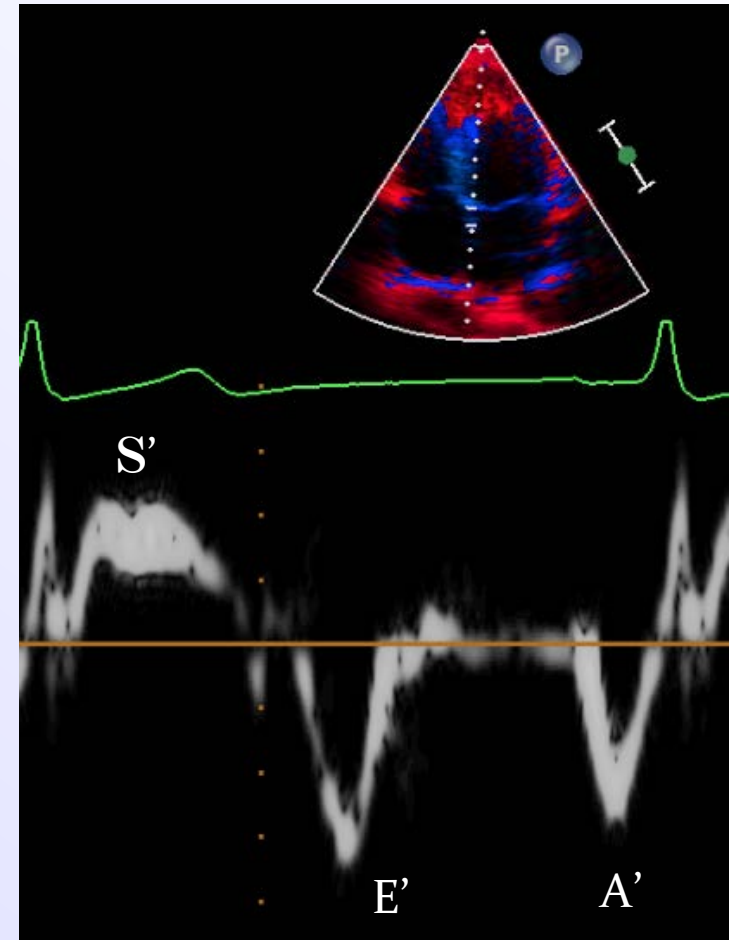
肺静脈血流波形 (PVF)

- ▶ 心尖部四腔像を用い、サンプルボリュームは肺静脈内に置く。
- ▶ 収縮期順行性血流(S)
拡張期順行性血流(D)
心房収縮期逆行性血流(PVA)
からなる。
- ▶ D波の減速時間(DcT)やA波の持続時間(PVAd)を計測し、左室拡張末期圧の推定に用いられる。



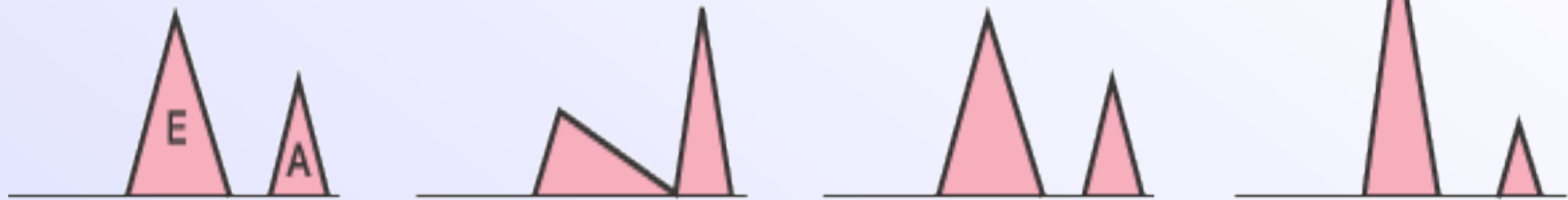
僧帽弁輪移動速度波形

- 心尖部四腔像を用いてサンプルボリュームを僧帽弁輪部に置く。
- 収縮期に心尖部に向かうS'波
拡張早期に弁輪に向かうE'波
心房収縮期に弁輪に向かうA'波がある。
- E'は左室弛緩能の指標とされ、左室拡張末期圧の推定に用いられる。
- E/E'は、左室流入血流の正常波形と偽正常化波形との鑑別などに有用である。

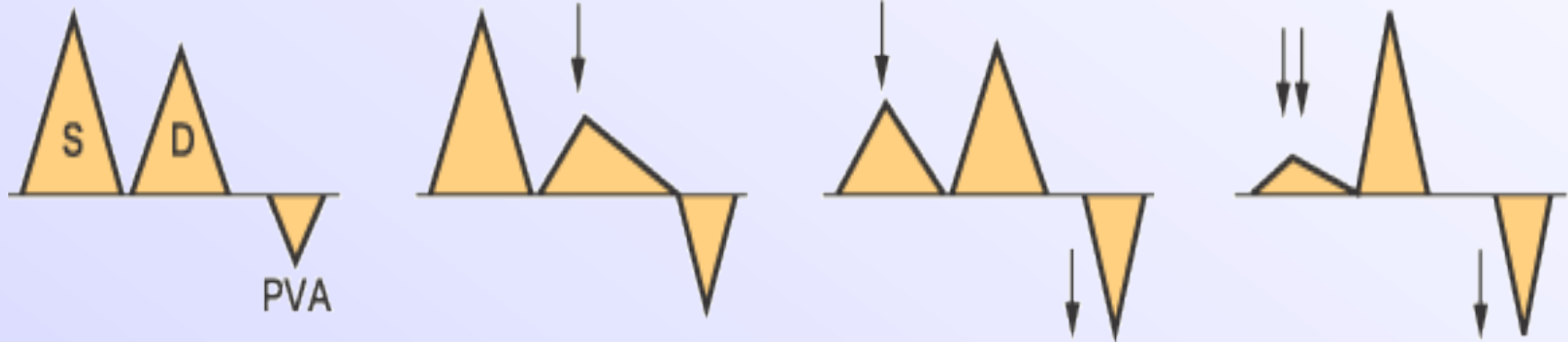


TMFとPVFの関係

左室流入血流速波形



肺静脈血流速波形



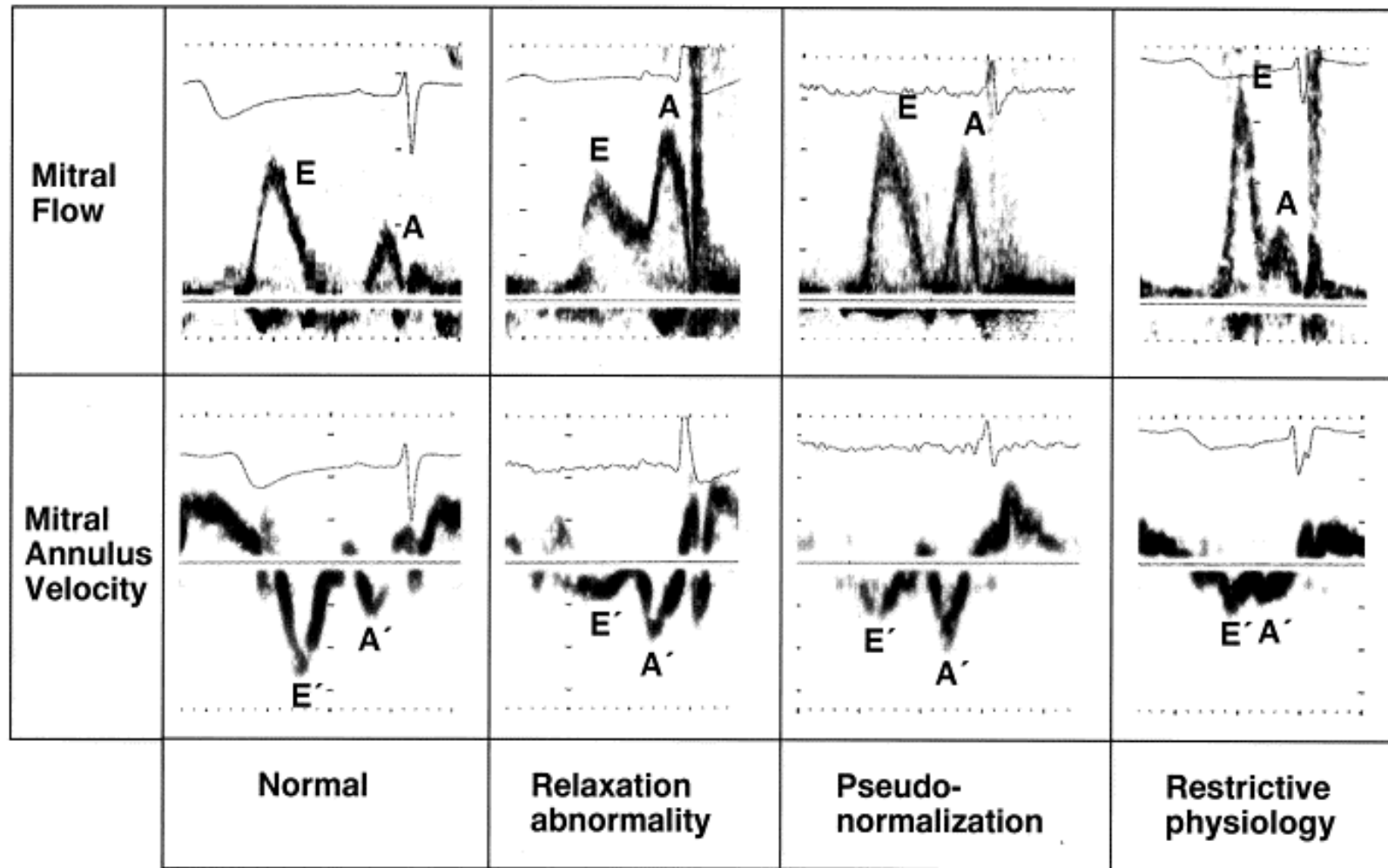
normal pattern
(正常)

abnormal relaxation
pattern
(左室弛緩障害)

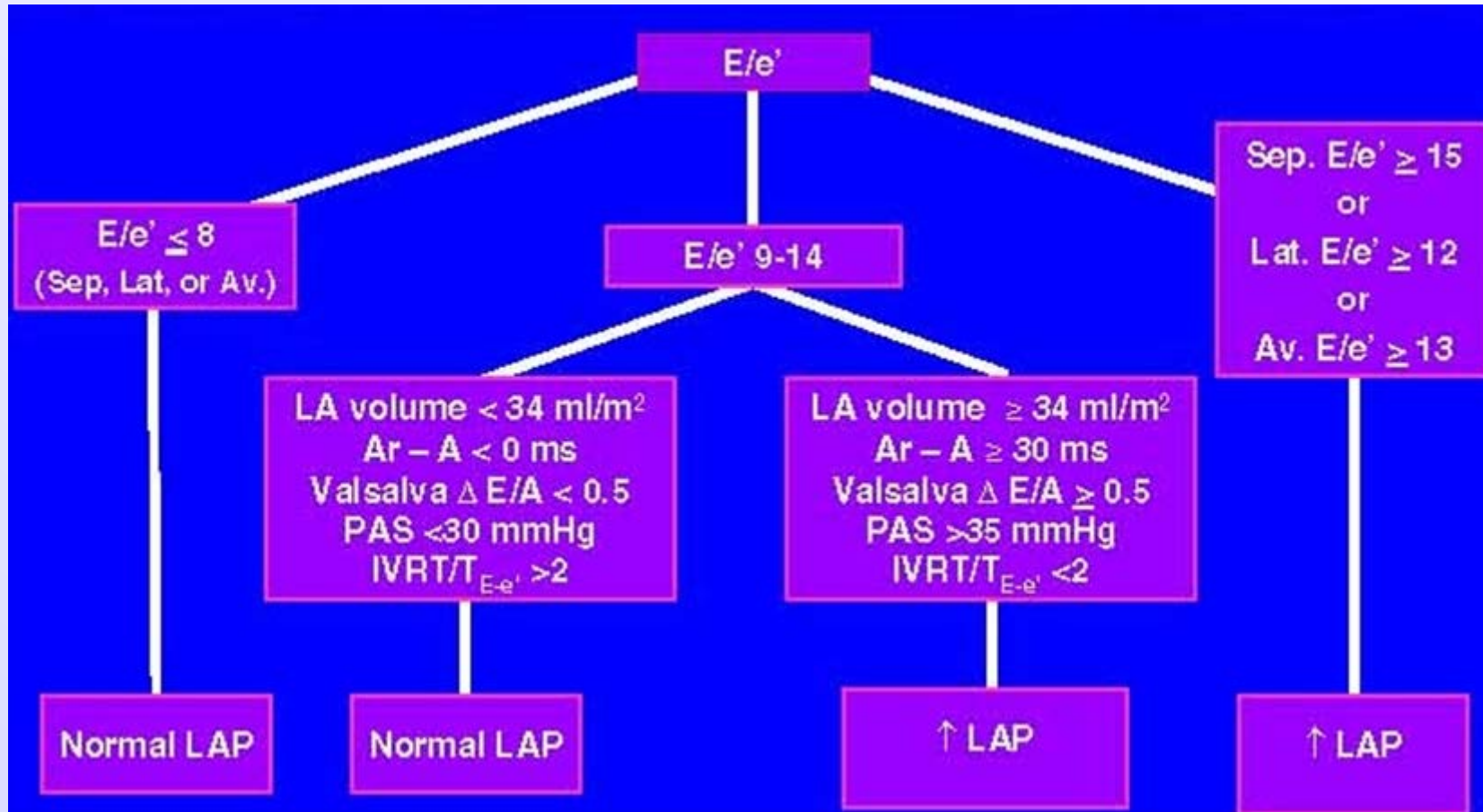
pseudo-normalization
pattern
(偽正常化)

restrictive pattern
(拘束型)

TMFと僧帽弁輪移動速度の関係

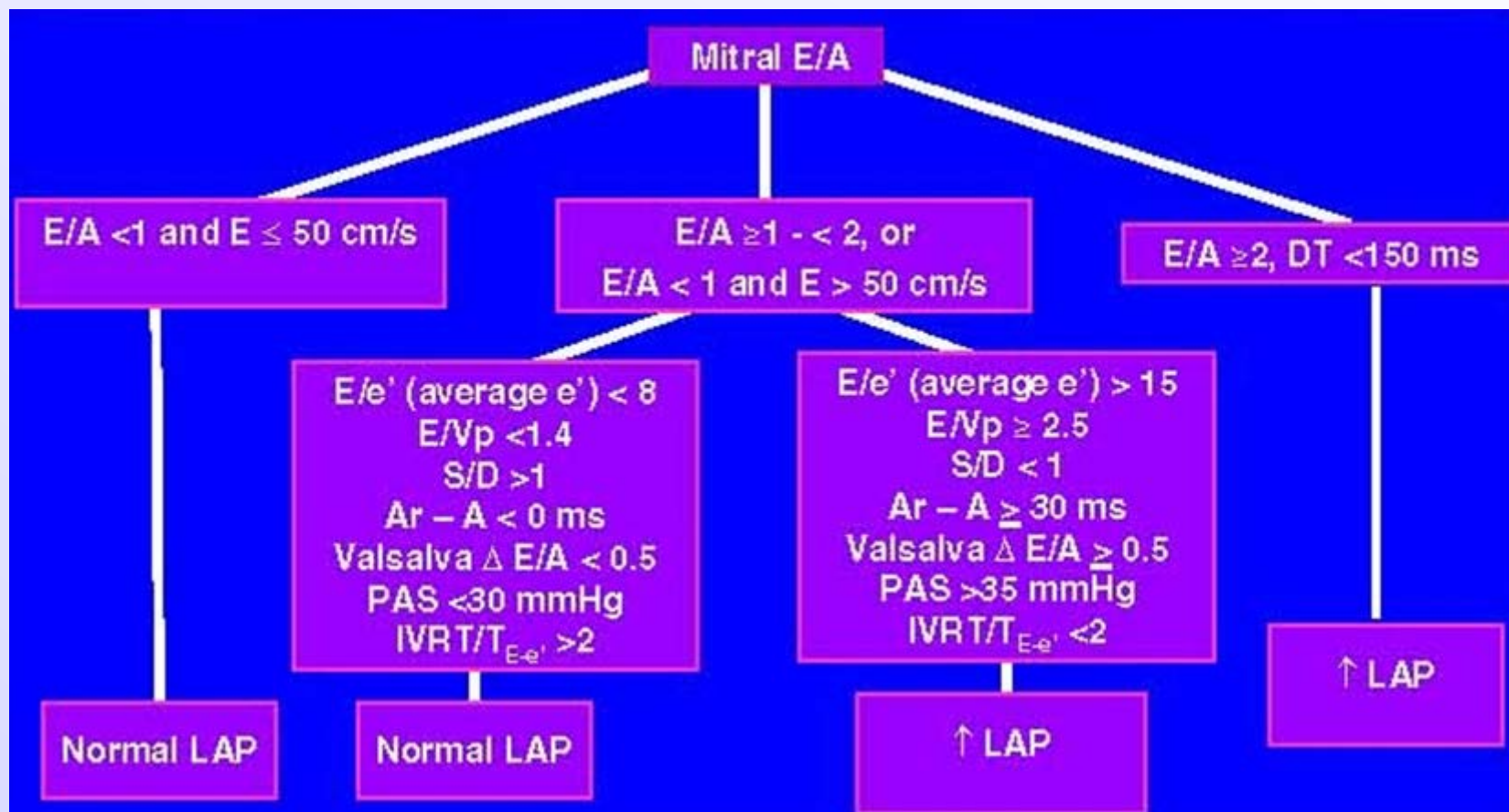


LVEFが保たれた症例での左房圧の評価



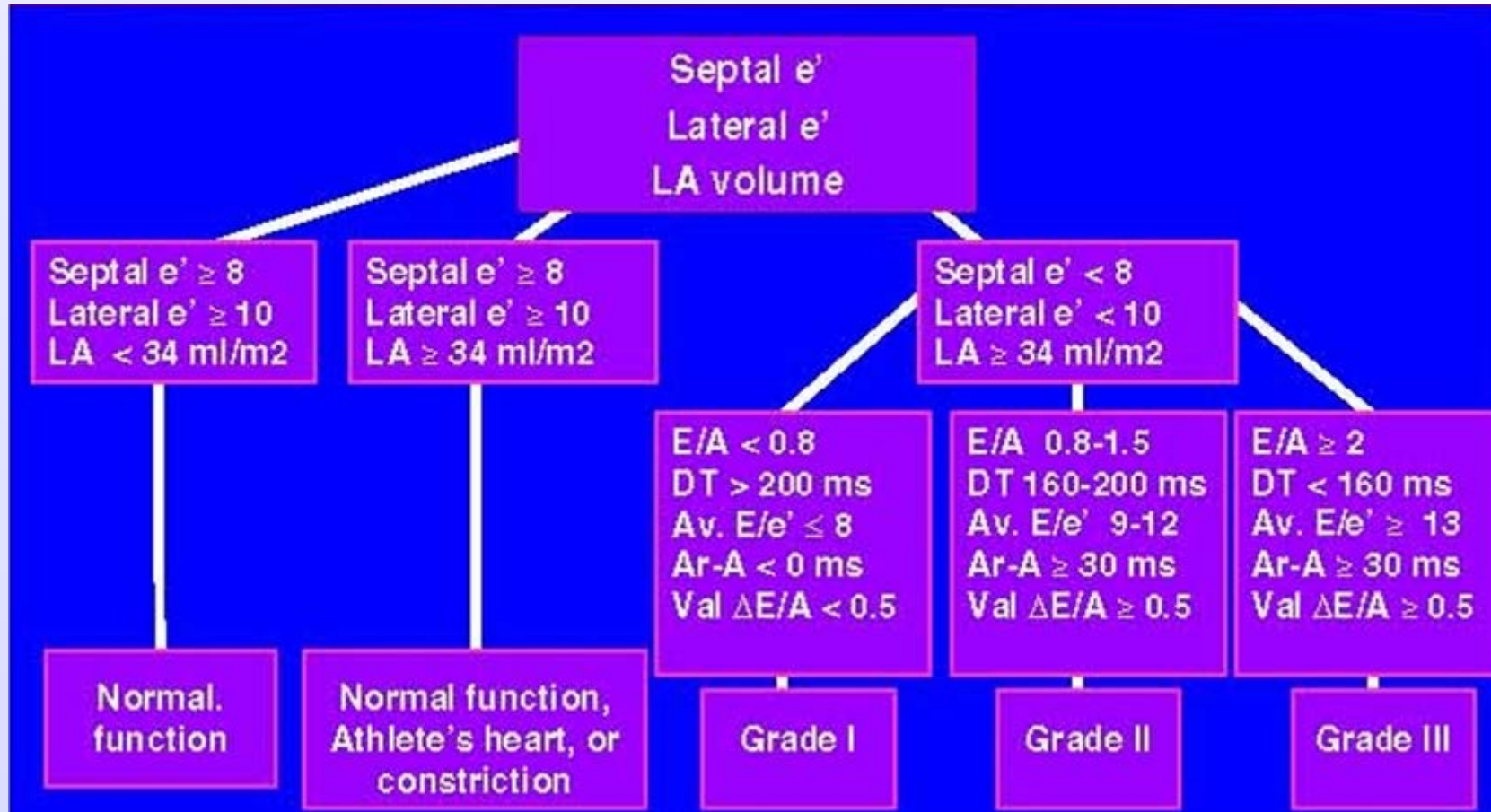
(J Am Soc Echocardiogr 2009;22:109)

LVEFが低下した症例での左房圧の評価



(J Am Soc Echocardiogr 2009;22:109)

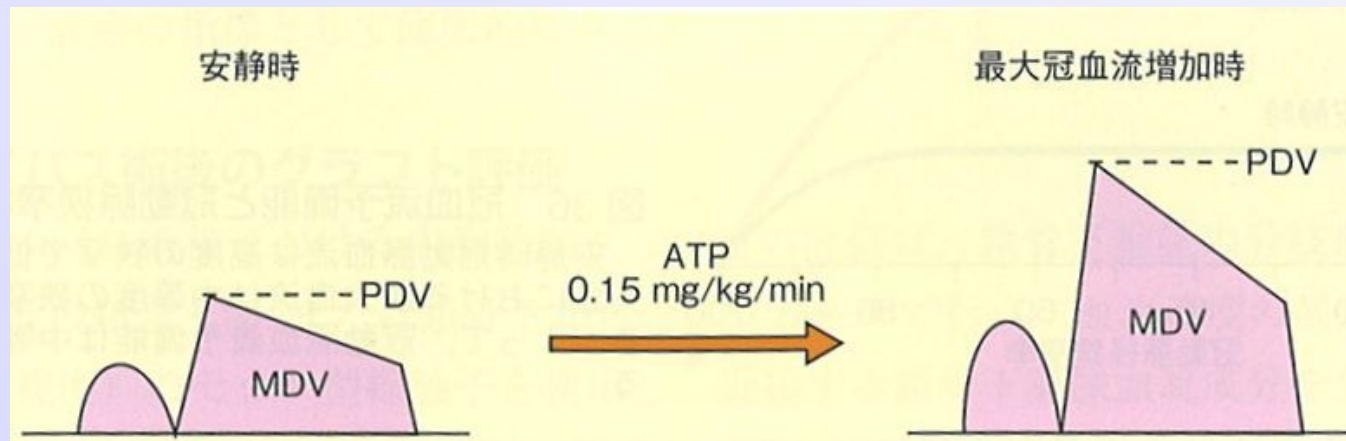
左室拡張能の程度



(J Am Soc Echocardiogr 2009;22:109)

冠血流予備能の評価

- 心筋酸素需要量の増大に対して、冠動脈血流量を増大させる能力
- 冠動脈および冠微小循環とを含めた総合的な指標
- 安静時に対する冠血管最大拡張時冠血流量の比
→有意狭窄例では低下



その他の心エコー

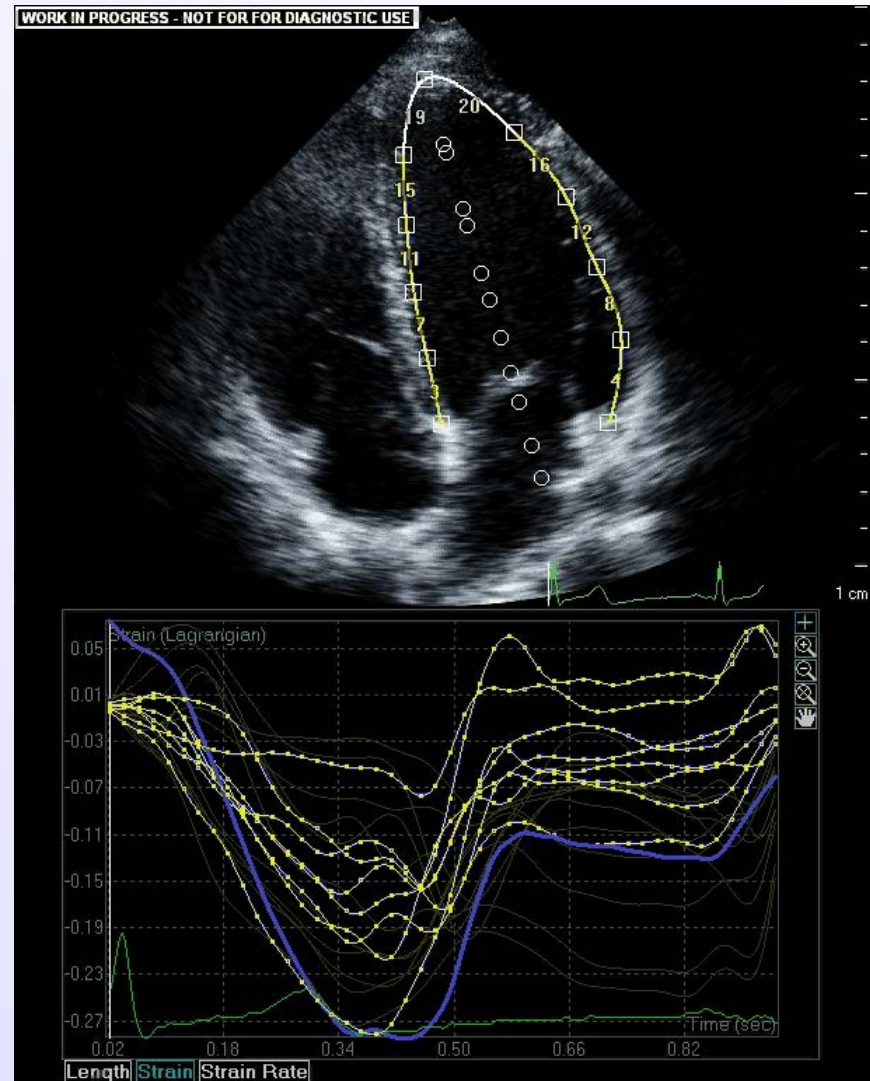
▶ コントラストエコー

- ✓ 微小気泡を含む超音波造影剤を用い、心筋染色性を増強させ心筋血流を可視化する方法。
- ✓ 心筋バイアビリティの評価や冠動脈狭窄の診断などに用いられる。

▶ 負荷心エコー

- ✓ 運動負荷(エルゴメーター、トレッドミルなど)と薬剤負荷(ドブタミン、ATPなど)がある。
- ✓ 虚血性心疾患(心筋虚血、心筋バイアビリティ、予後)、弁膜症(僧帽弁狭窄症、心機能低下を有する大動脈狭窄症)、心予備能(僧帽弁閉鎖不全症、非虚血性心筋症)などの評価に用いられる。

スペックルトラッキング法



- ✓ 局所壁運動の評価
- ✓ 心機能の評価

各モダリティを用いた評価 ～症例提示～

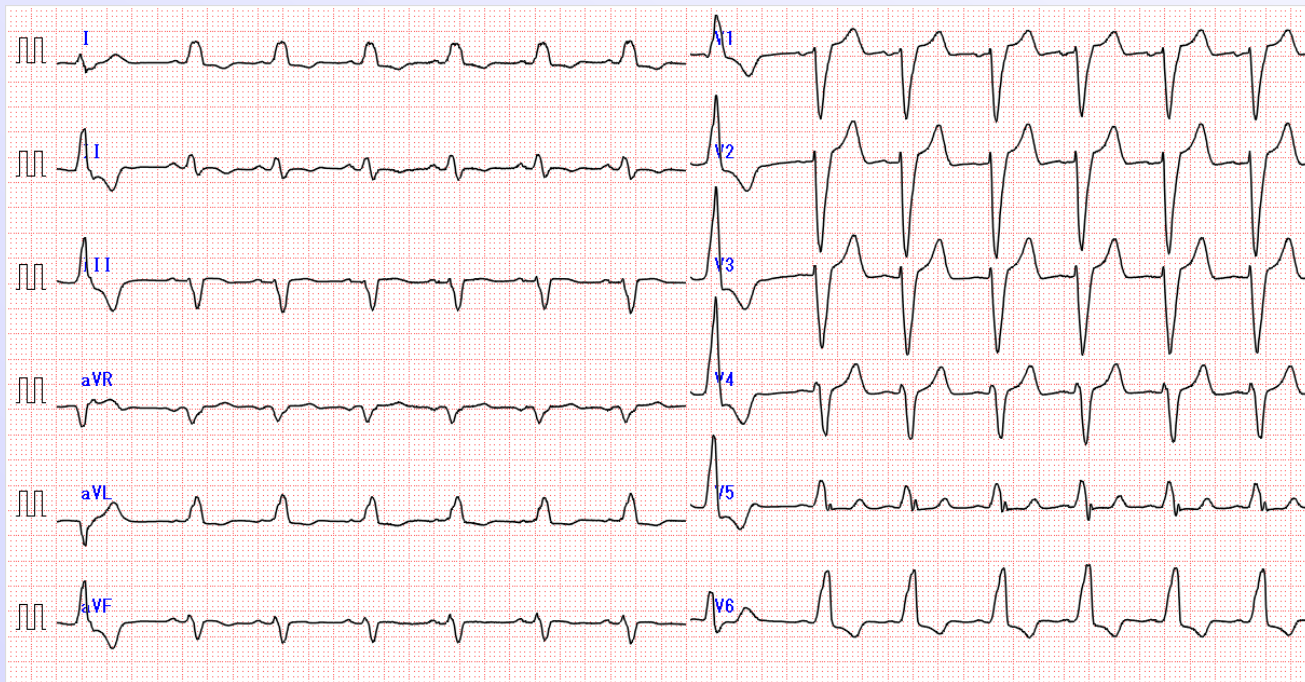
【症 例】 67歳女性

【主 訴】 労作時呼吸困難、左上背部痛

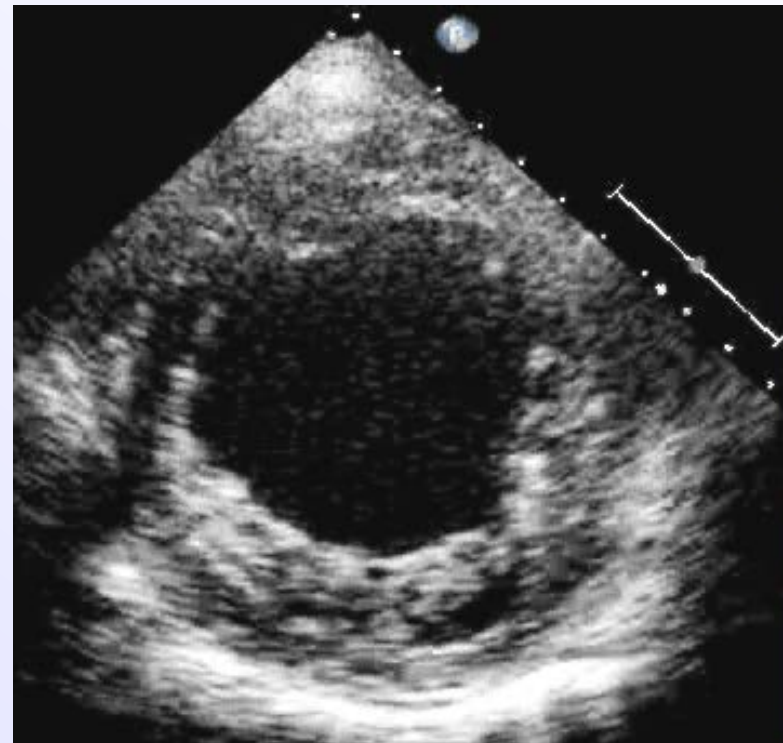
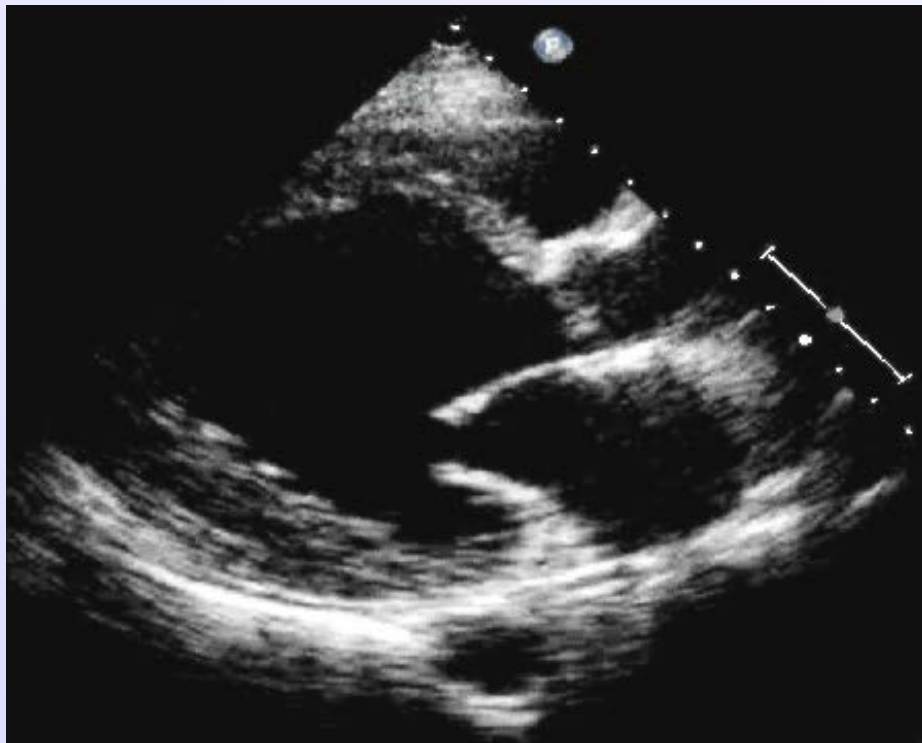
【現病歴】

5年前に急性心不全を発症し、入院加療を受けた。その後、高血圧症、糖尿病、脂質異常症も指摘された。

約9ヶ月前、血液検査でBNP高値(1000 pg/ml)、心エコーで高度左室収縮能低下を指摘され、精査加療目的に当科紹介となった。



心エコー1

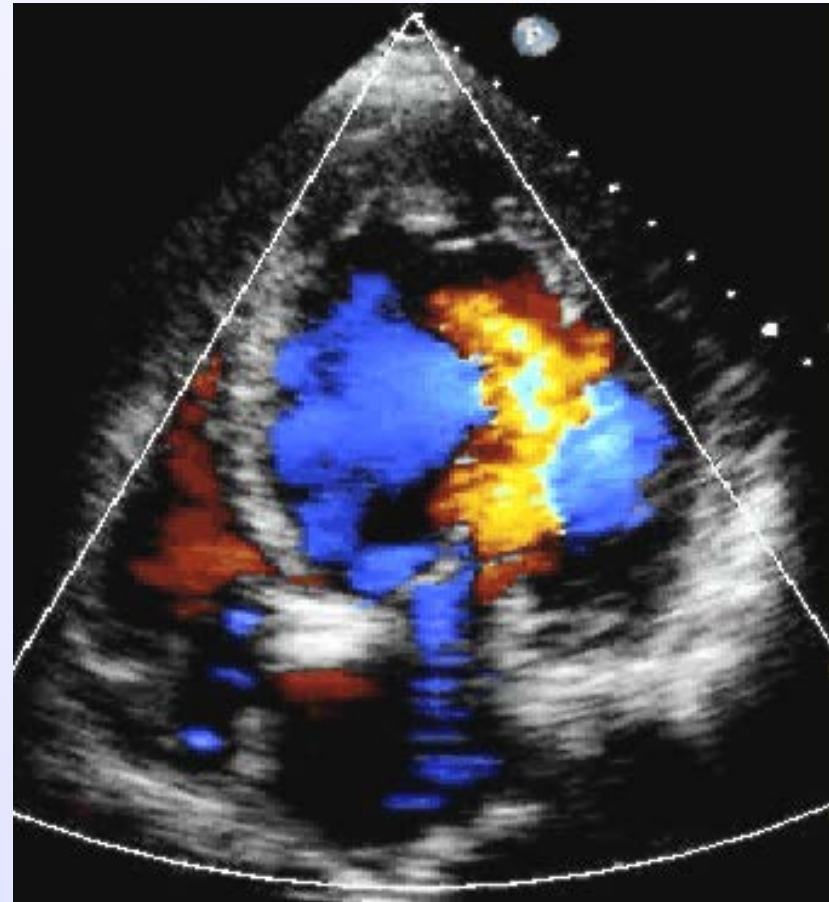


LAD 42.0, IVS/PWT 7/8, LVDd/LVDs 85/81 [mm]

EF 10, FS 5 [%]

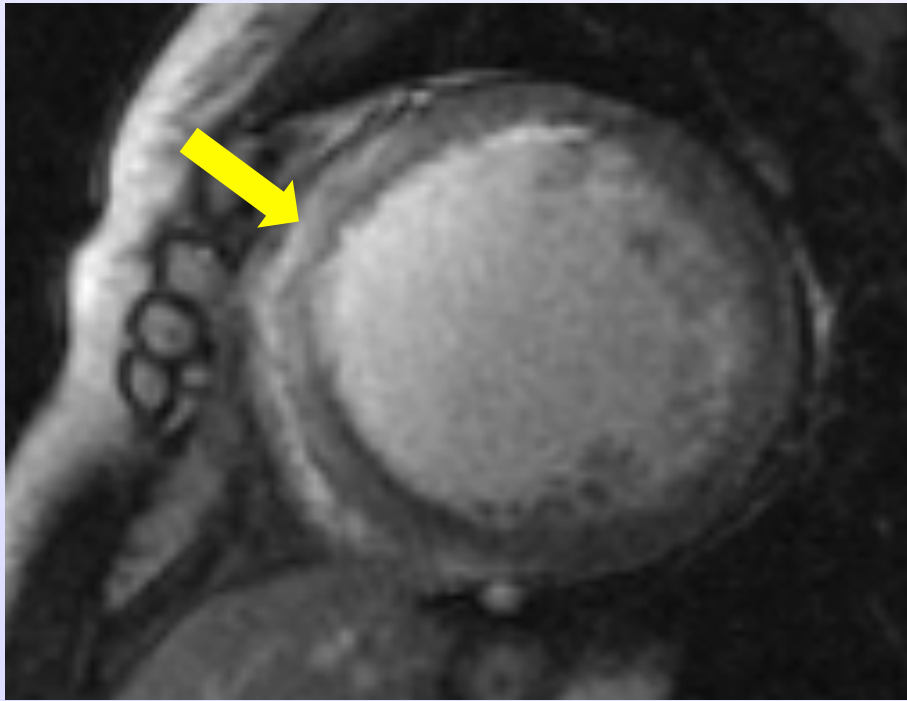
IVC: 10 mm, respiratory change(+)

心エコー2



Mr 2/4, trivial Tr, mild Pr

心臓MRI(遅延造影法)

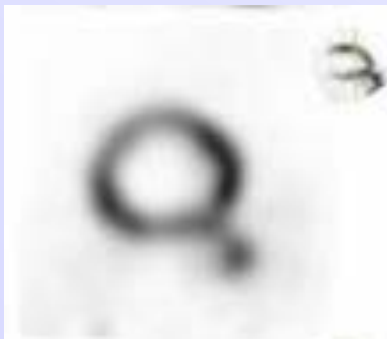


左室前壁中隔、後壁に造影遅延(+)

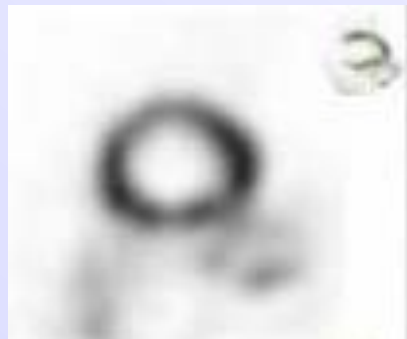
心臓核医学検査

薬剤負荷心筋Tc-MIBI

- ・明らかな虚血なし
- ・左室前壁中隔に軽度固定性血流低下疑い



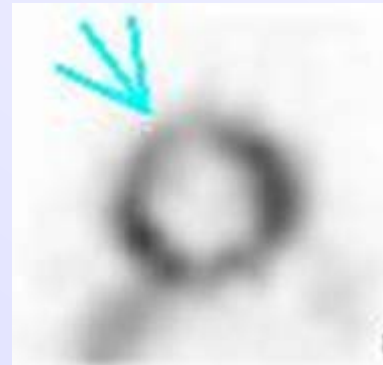
安静時



負荷時

I-123 BMIPP

- ・不均一な集積低下: 前壁中隔
- ・心機能は高度に低下
- ・左室壁運動は全体的に高度低下



短軸像



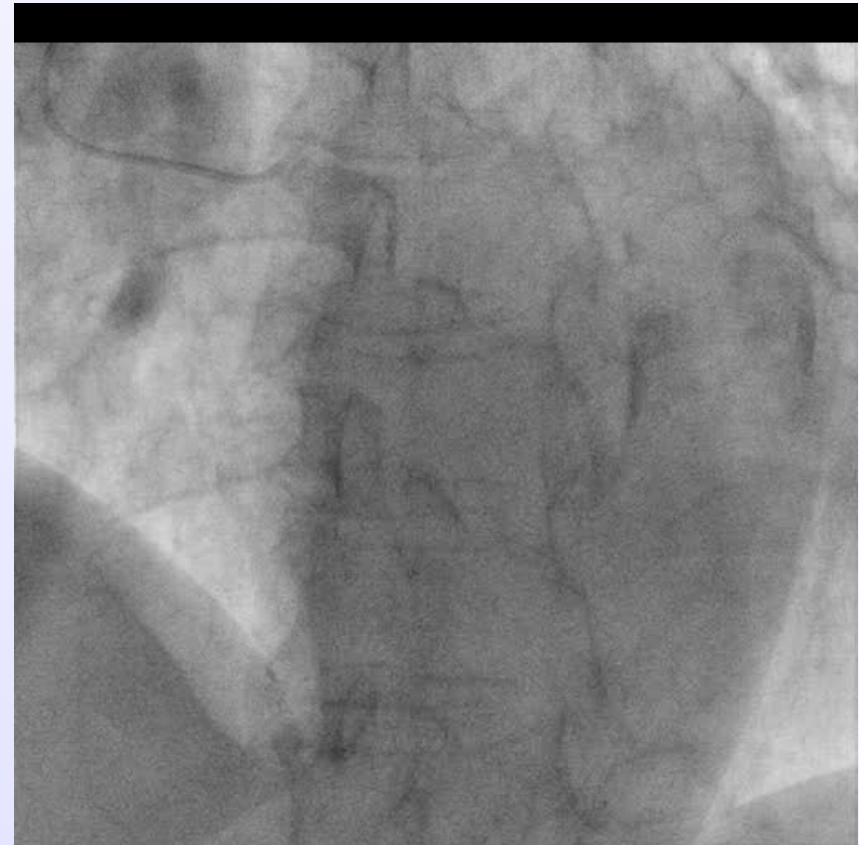
長軸像

冠動脈造影CT



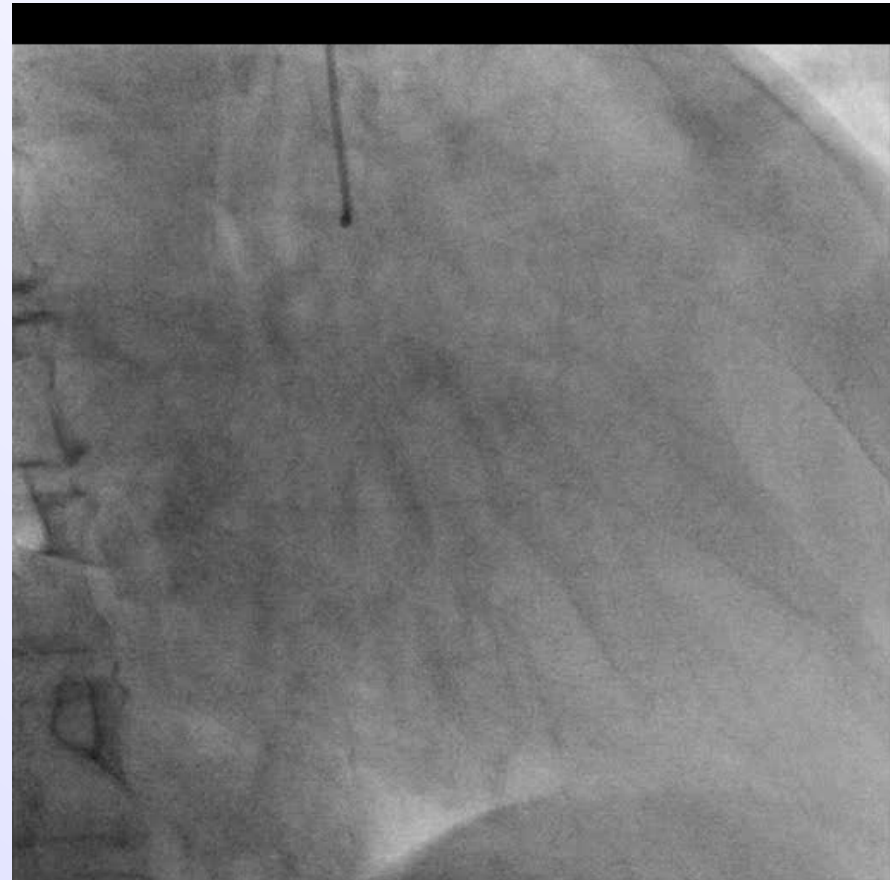
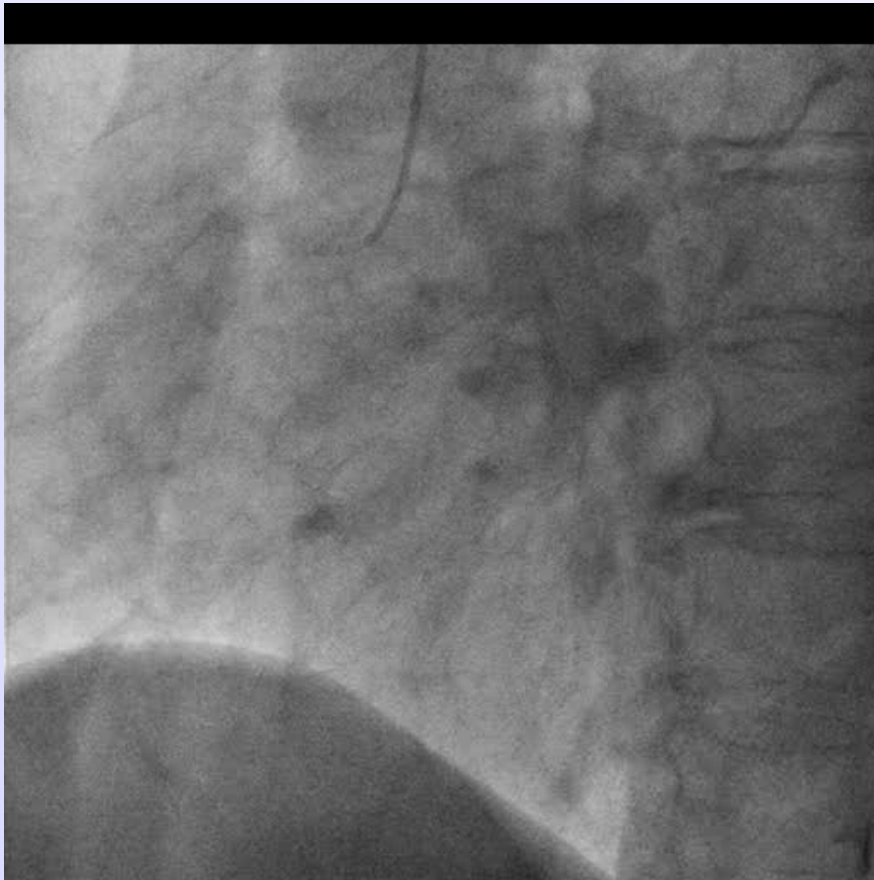
#1: 50% #5: 50% #6: 90% #7: 100% #9: 90%
#6,7,9 側副血行路疑い

左冠動脈造影



#5: 50% #6: 90% #7: 100% #9: 90%

右冠動脈造影



#1: 50%, RCA → LAD collaterals (Grade 3)

本症例のまとめ

- ✓ 5年前に急性左心不全を発症し、その後高度低左心機能を指摘された症例。
- ✓ 心エコー所見では、左室壁運動はびまん性に高度低下し、前壁中隔側は肉柱がほとんど見られなかった。
- ✓ 同部位は、心臓MRIで線維化が疑われ、核医学的検査で心筋血流・代謝の低下が疑われた。冠動脈CTおよび血管造影では、左前下行枝の閉塞が認められた。
- ✓ 左室緻密化障害に加え、冠動脈疾患による虚血が関与していた可能性が推定された。

まとめ

- ▶ 心エコーは、簡便かつ低侵襲的な検査であり、心機能や血行動態の評価において必要不可欠である。
- ▶ 各計測値の解釈には、背景疾患や前負荷・後負荷の状態によって異なることに注意が必要である。
- ▶ 適切な断層像が得られない症例では、正確な計測が困難となるため、他のモダリティ(核医学的検査、MRI、CT、心腔造影など)と併せて評価することが重要である。