



図2 運動負荷心エコー
A: 負荷前の傍胸骨短軸像/B: 負荷直後の傍胸骨短軸像/C: 負荷前の心尖4腔像/D: 負荷直後の心尖4腔像
負荷前には壁運動異常がみられない(A, C)が、負荷後に前壁中隔から心尖部にかけて明らかな壁運動異常が出現した(B, D; →)。

昇するので、double product (心拍数×収縮期血圧)に有意な差はない⁴⁾。

薬物負荷法

主に交感神経作動薬であるドブタミン負荷と、血管拡張薬であるジピリダモールやアデノシン3リン酸(ATP)負荷がある。

ドブタミンは血圧と心拍数を上昇させて心筋酸素消費量を増加させる。薬物負荷法では呼吸や体動の影響を受けにくく、安定した心エコー画像を記録できる。そのため、ドブタミン負荷では運動ができない症例でも、安静にしながら心筋酸素消費量を増加させて心筋虚血を誘発することができる。ドブタミン負荷心エコーは運動負荷心エコーとほぼ同等の診断精度が報告されている⁵⁾。各検査法による診断精度を表3に示す。

表3 各種負荷法の冠動脈疾患診断精度

負荷法	感度 (%)	特異度 (%)
運動負荷心電図	55 ~ 80	70 ~ 90
負荷心筋シンチグラム	80 ~ 95	70 ~ 95
運動負荷心エコー図	70 ~ 95	75 ~ 95
ドブタミン負荷心エコー図	75 ~ 90	75 ~ 95
ジピリダモール負荷心エコー図	45 ~ 80	80 ~ 95

負荷心エコー施行時の注意点

検査前に必ず検査の内容を説明して承諾を得る必要がある。検査の適応や中止基準を十分に熟知して施行すべきであり、禁忌症例には決して施行してはならない。検査前に必ず最近の狭心症の状況を問診する必要がある。不安定狭心症に虚血誘発目的の負荷心エコーは実施すべきでない。

虚血評価法としての心エコーの有用性

心筋灌流の評価

心筋灌流障害は虚血カスケードの最も上流に位置し、心筋虚血の最も早い時期に出現する。この心筋灌流の障害は、心筋コントラスト法を用いれば検出することが可能である。ドブタミン負荷時に、心筋コントラスト法による灌流障害の評価を実施して比較した報告では、灌流障害は中等度のドブタミン負荷では84%の割合で出現するが、その時点で壁運動異常は20%にしか出現しなかった。ドブタミン負荷時の灌流障害と壁運動異常の出現の診断精度を比較すると、感度はそれぞれ91%と70%、特異度はそれぞれ51%と74%であり、診断精度はそれぞれ81%と71%であった⁶⁾。以上より、臨床例でも心筋灌流障害は虚血カスケードの下流に位置する壁運動異常に先駆けて出現すること、また診断精度も高いことが示されている。

経胸壁心エコーを用いた冠動脈血流の直接評価

安静時の冠動脈血流速波形は収縮期と拡張期の2峰性であり、拡張期優位の血流波形を示す。虚血カスケードの上流に位置する冠血流は経胸壁心エコーを用いて直接評価できる。冠動脈狭窄例では健常者にみられる拡張期優位の冠動脈血流が観察されず、収縮期・拡張期ともに低速度の冠動脈血流が持続する。重症冠動脈狭窄症例では、安静時の拡張期と収縮期の冠血流速度比(diastolic-to-systolic coronary velocity ratio; DSVR)から、冠動脈狭窄を検出することが可能である。左前下行枝(left anterior descending artery; LAD)では、DSVRの最大血流速比 ≤ 1.6 で感度79%、特異度75.7%、平均血流速比 ≤ 1.5 では感度77%、特異度77.9%で、冠動脈造影の85%以上の狭窄を診断できる⁷⁾。

一方、冠血流予備能(coronary flow velocity reserve; CFVR)とは、心筋酸素消費量が増大した際の冠血流量を増大しうる能力を表わす。CFVRは、最大冠充血時の拡張期平均冠血流速度を安静時の拡張期平均冠血流速度で除したものである。ただし、パルスドプラ法では血流速度を記録するため、CFVRの代わりに冠血流速予備能を評価する。冠血流予備能は冠動脈狭窄率が50%までは保たれるが、狭窄度がそれを超えると減少しはじめる⁸⁾。70%狭窄になると冠血流予備能は2.0程度となり、冠血流予備能が2.0を下回る場合は、心外膜側冠動脈に有意狭窄が存在するか、心筋内微小循環障害が存在する。

血管拡張薬であるATP(140~150 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{分}$)の持続静注負荷による最大冠充血時の血流速波形を記録し、拡張期平均冠血流速度を計測する。これらによって得られた最大冠動脈充血時と、安静時の拡張期平均冠血流速度の比を算出する。経胸壁パルスドプラ法を用いて求めたCFVRと冠動脈造影による狭窄度を比較した報告では、LADのCFVR < 2.0 の例では感度92%、特異度86%で75%以上の有意狭窄を診断しえた⁹⁾。同様に右冠動脈・左回旋枝の冠血流予備能から有意狭窄の診断を行うことができるが、これらの血管は胸壁から離れているため、LADに比べると描出率が低い^{10,11)}。

また、CFVRと運動負荷タリウム心筋シンチグラムとを対比した報告¹²⁾では、CFVR ≤ 2.0 では感度92%、特異度90%で運動負荷タリウム心筋シンチの再分布所見を示した。しかしながら、CFVRは大動脈弁狭窄症、肥大型心筋症、拡張型心筋症などの心疾患患者や、糖尿病患者、喫煙者では低下するため、その解釈には注意が必要である。筆者らの施設では、とくに中等度LAD狭窄の虚血判定にCFVRが行われることが多い。

新しい心エコー評価法の有用性

組織ドプラ法

一般に、血球の動き(血流)によって受診周波数にドプラ偏位が生じる。この手法を心筋に応用したものが組織