

Subendocardial LV strain measurements during ATP infusion

Background: ATP (adenosine triphosphate) increases flow in normal coronary artery about 2 to 3 times, but flow remains unchanged or even decreased in stenotic coronary artery. A new method for measuring transmural myocardial strain gradient based on tissue Doppler imaging makes it possible to detect subendocardial ischemic damage. We assessed the hypothesis that subendocardial strain measurements during ATP infusion are useful for diagnosing coronary artery disease (CAD).

Method: In 10 normal volunteers and 13 patients with CAD, LV short-axis views were recorded by tissue Doppler imaging at basal and papillary muscle levels before and during 5 min ATP infusion. Time-integration of the velocity data gave the displacement of the target myocardium toward the LV center, which was used to correct the target motion. Spatial differentiation of the displacement gave systolic strain. Subendocardial systolic strain was measured in the septal, inferior, posterior and lateral walls at rest (S1) and during ATP stress (S2) by using 3mm strain pitch and 5 parallel sample lines (width of 5 mm). Fractional change in strain $(S2-S1)/S1$ was calculated.

Results: ATP caused no significant changes in heart rate (66 ± 12 vs. 68 ± 15), blood pressure (134 ± 12 vs. 140 ± 15), nor %FS (35 ± 12 vs. 37 ± 15). ATP did not induce any adverse event, chest discomfort, or apparent LV asynergy. Analyzable segments were 416 out of 432 (96%). In all segments of normal subjects as well as in normal segments of CAD patients, ATP increased subendocardial strain significantly ($+33\pm 7\%$ and $+32\pm 8\%$). In contrast, segments that fed by significantly stenotic coronary arteries showed no increase or even slight decrease during ATP infusion ($0\pm 0.5\%$). In patients who underwent PCI, $(S2-S1)/S1$ increased to normal level after PCI ($-12\pm 32\%$ to $+43\pm 17\%$). Using 18% of strain increase by ATP as a cutoff value, the sensitivity and specificity to detect significant CAD were 83% and 88%, respectively.

Conclusion: ATP stress strain imaging is a useful novel method for making diagnosis of CAD, with the advantages of quantitative, objective, less time-consuming and less unpleasant compared to other stress test.

ATP 負荷心内膜心筋ストレインの測定

「背景」 ATP は正常冠動脈の血流を 2～3 倍増やすが、狭窄冠動脈の血流を増やすことはない。心筋内のストレイン勾配を測定できる組織ドプラ由来の新しい方法は心内膜下心筋の虚血を検出できるようにした。我々は ATP 負荷時の心内膜下心筋のストレインを測定し、冠動脈狭窄の診断における有用性を検討した。

「方法」 10 人の正常ボランティアと 18 人の冠動脈狭窄を有し、PCI を受ける予定の患者 (CAD) に対し、ATP 負荷前と負荷開始後 4 分時点で左室短軸断面の組織ドプラ動画を心基部と乳頭筋レベルで各 1 心拍記録した。まず手動で収縮中心を設定し、中心に向かう速度を計算した。さらに速度を時間積分し、点の追跡 (tissue tracking) を行い、心筋内ストレインの勾配を計算した。心内膜下 1mm のところのストレイン値を負荷前 (S1) と ATP 負荷中

(S2) に求め、心室中隔、左室側壁、後壁と下壁の四カ所においてその変化率(S2-S1)/S1を算出した。

「結果」ATP によって心拍数、血圧、%FS に有意差が生じなかった。また有害な副作用、狭心症状及び新たな壁運動異常も認められなかった。健常者と CAD 患者の正常心筋においては、ATP が心内膜下ストレインを有意に増やした (+33±7% and +32±8%)。しかし狭窄冠動脈が支配した心筋においては、ATP によるストレインの増加がないか、逆に有意ではないが減少傾向がみられた (0±0.5%)。PCI 後の ATP 負荷では、ストレインの変化率が正常レベルに戻った (-12±32%→+43±17%)。ストレインの増加率が 18%をカットオフ値とすると、本法の CAD を診断する感度が 0.86、特異度が 0.82 である。

「結論」ATP 負荷ストレイン法は CAD を診断する新しい方法として、他の負荷方法に比べ、定量性と客観性をもち、短時間で患者の不快感が少ないという利点がある。

質疑応答

1) ATP によって新たな asynergy は誘発されたか？

答え：誘発されなかった。

2) 心内膜下 1mm でストレインを測定したが、どのようにして正確に 1mm を確認したのか？

答え：サンプル・ボリュームを二つ使うことにした。一つ目はちょうど心内膜のところに置き、二つ目はその 1mm 内側に置いた。二つ目のサンプル・ボリュームを画面上で動かし、一つ目との距離がちょうど 1mm と表示されたところで固定する。二つめのサンプル・ボリュームから読み取った値が心内膜下心筋ストレインである。