

Stress-Corrected Circumferential Myocardial Shortening is Reduced in All Layers in Patients with Hypertrophic Cardiomyopathy

Kazunori Okada*, Satoshi Yamada**, Hiroyuki Iwano**, Hisao Nishino***, Masahiro Nakabachi***, Shinobu Yokoyama***, Sanae Kaga****, Taisei Mikami****, Hiroyuki Tsutsui**

*Graduate School of Health Sciences, Hokkaido University, **Department of Cardiovascular Medicine, Hokkaido University Graduate School of Medicine, ***Division of Laboratory and Transfusion Medicine, Hokkaido University Hospital, ****Faculty of Health Sciences, Hokkaido University

Background: Hypertrophic cardiomyopathy (HCM) is associated with reduced longitudinal myocardial strain despite preserved left ventricular (LV) ejection fraction (EF). In contrast, circumferential strain (CS) has been reported to be increased or decreased according to the studies. Layer-specific myocardial strains can now be measured at innermost, midwall, and outermost LV layers by using 2-dimensional speckle tracking imaging. We thus aimed to determine whether layer-specific CS is reduced in patients with HCM.

Methods: Echocardiography was performed in 51 HCM patients and 30 healthy, age-matched control subjects. The parasternal LV short-axis view was recorded at the mid-ventricular level by using an Artida system (Toshiba Medical Systems) and layer-specific segmental CS was measured based on the speckle tracking. Layer-specific segmental end-systolic circumferential wall stress (WS) was calculated according to Mirsky's formula, specially using segmental wall thickness. Stress strain product (SSP), $WS \times (-CS)$, was calculated in each layer as an index of stress-corrected myocardial shortening. LV EF was measured using biplane method of disks.

Results: Interventricular septal thickness (18 ± 6 vs 9 ± 1 mm, $p < 0.001$), LV posterior wall thickness (10 ± 1 vs 8 ± 1 mm, $p < 0.001$), and LV mass index (163 ± 47 vs 79 ± 13 g/m², $p < 0.001$) were significantly greater in HCM than control. LV EF was significantly greater in HCM (71 ± 7 vs $65 \pm 6\%$, $p < 0.001$). Segmental WS was lower in HCM than in control in all 3 layers (inner: 790 ± 136 vs 1040 ± 127 dynes/mm², $p < 0.001$; mid: 243 ± 112 vs 536 ± 130 , $p < 0.001$; outer: 155 ± 83 vs 389 ± 110 , $p < 0.001$). Segmental CS was reduced in HCM in midwall (-12 ± 6 vs $-14 \pm 5\%$, $p < 0.001$) and outer layer (-8 ± 5 vs $-10 \pm 4\%$, $p < 0.01$), but not in inner layer (-25 ± 8 vs $-25 \pm 7\%$, $p = NS$). SSP was lower in HCM in all 3 layers (inner: 198 ± 66 vs 259 ± 74 dynes/mm², $p < 0.001$; mid: 31 ± 23 vs 77 ± 34 , $p < 0.001$; outer: 14 ± 12 vs

38 ± 22, p<0.001).

Conclusions: Stress-corrected circumferential myocardial shortening was reduced in all 3 layers in HCM, indicating that intrinsic myocardial contraction is impaired across all LV layers in this disease.

壁応力で補正した円周方向心筋短縮はすべての心筋層で低下している：肥大型心筋症での検討

岡田一範¹, 山田 聡², 岩野弘幸², 西野久雄³, 中鉢雅大³, 横山しのぶ³, 加賀早苗⁴, 三神大世⁴, 筒井裕之²

¹北海道大学大学院保健科学院,²北海道大学大学院医学研究科循環病態内科学,³北海道大学病院検査・輸血部,⁴北海道大学大学院保健科学研究所

背景: 左室駆出率 (LVEF) が保たれた肥大型心筋症 (HCM) では左室心筋の長軸方向ストレインが低下していることが知られているが、円周方向ストレイン (CS) については低下するという報告と増加するという相反する報告がある。近年、心筋の内層、中層と外層をそれぞれトラッキングし、層別にストレインを計測することが可能となった。そこで、HCM における心筋各層の CS を検討した。

方法: 対象は、非閉塞性 HCM 患者 51 例および年齢を合致させた健常対照 30 例。東芝社製 Artida を用い、心室中部左室短軸断面でスペックルトラッキング法を行い、各分画の心筋層別円周方向ストレイン (CS) を計測した。また、Mirsky らの方法に従い、各分画の心筋層別円周方向壁応力 (WS) を算出した。WS で補正した心筋短縮の指標として、Stress-strain product (SSP) = WS×(-CS) を心筋各層で算出した。二断面ディスク法により LVEF を求めた。

結果: HCM の心室中隔厚 (18 ± 6 mm)、左室後壁厚 (10 ± 1 mm)、および左室心筋重量係数 (163 ± 47 g/m²) は、いずれも対照に比し有意に大であった。HCM の LVEF は健常より有意に大であった (71 ± 7 vs 65 ± 6%, p<0.001)。HCM の WS はすべての心筋層で対照に比し有意に小であった (内層: 790 ± 136 vs 1040 ± 127, p<0.001; 中層: 243 ± 112 vs 536 ± 130,

p<0.001; 外層: 155 ± 83 vs 389 ± 110 dynes/mm², p<0.001)。HCM の CS は対照に比し、中層と外層では有意に小であったが（中層: -12 ± 6 vs $-14 \pm 5\%$, p<0.001, 外層: -8 ± 5 vs $-10 \pm 4\%$, p<0.01)、内層では差がなかった（ -25 ± 8 vs $-25 \pm 7\%$, p=0.998）。HCM の SSP はすべての心筋層で対照に比しきわめて小であった（内層: 198 ± 66 vs 259 ± 74 , p<0.001; 中層: 31 ± 23 vs 77 ± 34 , p<0.001; 外層: 14 ± 12 vs 38 ± 22 dynes/mm², p<0.001）。

結論: 肥大型心筋症において、壁応力で補正した円周方向心筋短縮はすべての心筋層で低下していた。本症の心筋固有の円周方向収縮機能は全ての心筋層で低下していると考えられた。

質疑応答

質問 HCM の CS に関して、相反する報告があった理由は？

応答 HCM の CS が増大しているという報告は Siemens 社の装置を、CS が低下しているという報告は GE 社の装置を使用している。前者の研究では内層の CS を計測しており、本研究の内層での結果と類似する。GE の装置では全層を平均した CS を出すので、中層から外層での低下を反映した結果となったものと考え。曲率の大きな円周方向のストレインはそもそも内外層の差が大きいため、計測部位を特定する必要があると考える。

質問 HCM で長軸方向ストレインは低下していたか？

応答 過去の研究と一致して、本研究でも HCM で長軸方向ストレインは低下していた。長治軸方向についても心筋内層・中層・外層で層別のストレインを検討したが、HCM と健常対照のいずれでも内層と外層の差は小さかった。これは、円周方向に比べ、長軸方向は曲率が小さいためと考えられる。