

Comparison of Afterload Dependency between Left Ventricular Myocardial Strain and Strain Rate in Healthy Subjects

Daisuke Murai¹, Satoshi Yamada¹, Hiroyuki Iwano¹, Taichi Hayashi¹, Kazunori Okada², Hisao Nishino³, Masahiro Nakabachi³, Ayumu Abe³, Ayako Ichikawa³, Shinobu Yokoyama³, Sanae Kaga², Taisei Mikami², Hiroyuki Tsutsui¹

¹Department of Cardiovascular Medicine, Hokkaido University Graduate School of Medicine

²Faculty of Health Sciences, Hokkaido University

³Division of Laboratory and Transfusion Medicine, Hokkaido University Hospital

Background: Left ventricular (LV) myocardial strain and strain rate (SR) both depend upon afterload. However, the difference in the afterload dependency between these 2 indices has not been investigated.

Methods: Echocardiography was performed in 41 healthy volunteers before and during handgrip exercise. The handgrip exercise was performed at 50% of the maximum grasping power for 4 minutes. Meridional wall stress (MWS) was calculated from end-systolic LV dimension and wall thickness as well as systolic blood pressure. By using speckle tracking echocardiography, longitudinal peak strain (LS) and systolic peak SR (LSR) were measured and averaged in 3 apical views. These parameters were indicated in the absolute values.

Results: During handgrip exercise, systolic blood pressure increased from 98 ± 11 to 116 ± 15 mmHg and MWS increased from 660 ± 130 to 975 ± 174 dyn \cdot mm⁻² (%change: $49\pm 18\%$). In response to this increase in MWS, LS decreased by $8.4\pm 4.8\%$ (from 17.2 ± 1.7 to $15.7\pm 1.4\%$). In comparison, LSR decreased by $6.4\pm 5.5\%$ (from 0.80 ± 0.09 to 0.75 ± 0.08 s⁻¹), which was significantly smaller than the decrease in LS ($p<0.05$). There were significant linear correlations between MWS and LS ($r=-0.53$, $p<0.01$) or LSR ($r=-0.28$, $p<0.05$) among all points before and during handgrip exercise and the absolute value of correlation coefficient for LS (0.53) tended to be greater than that for LSR (0.28). The dispersions of LS and LSR, expressed as the root mean square error in the standardized regression analysis, were similar (0.86 SD and 0.98 SD, respectively). Therefore, the difference in the correlation coefficients was considered to be a reflection of the difference in the afterload dependency between LS and LSR, but not the dispersion of the measurements.

Conclusions: Myocardial strain more strongly depends on afterload than myocardial strain rate in healthy subjects.

健常者における左室心筋ストレインとストレインレートの後負荷依存性の比較

村井大輔¹、山田 聡¹、岩野弘幸¹、林 大知¹、岡田一範²、西野久雄³、中鉢雅大³、阿部 歩³、市川絢子³、横山しのぶ³、加賀早苗³、三神大世²、筒井裕之¹

¹北海道大学大学院循環病態内科学

²北海道大学保健科学研究所

³北海道大学病院検査・輸血部

【背景】左室心筋ストレインとストレインレートは後負荷に依存する。しかし、これら2つの指標の後負荷依存性の差異は明らかでない。

【方法】健常ボランティア41例で、最大握力の50%のハンドグリップ負荷を4分間行い、安静時と負荷中に心エコー図を記録した。収縮期血圧と収縮末期の左室径、壁厚から、収縮末期の長軸方向壁応力(MWS)を算出した。スペックルトラッキングエコー法を用いて、心尖部3断面の内膜側で長軸方向のピークグローバルストレイン(LS)と収縮期ピークグローバルストレインレート(LSR)を計測し、3断面での結果を平均し絶対値で評価した。

【結果】ハンドグリップ負荷により、収縮期血圧は 98 ± 11 mmHg から 116 ± 15 mmHgへ $19\pm 7\%$ 上昇した($p<0.01$)。その結果、MWSは 660 ± 130 dyn \cdot mm²から 975 ± 174 dyn \cdot mm²へ $49\pm 18\%$ 増大し($p<0.01$)、この増大に対し、LSは $17.2\pm 1.7\%$ から $15.7\pm 1.4\%$ へ変化率で $8.4\pm 4.8\%$ ($p<0.01$)、LSRは 0.80 ± 0.09 s⁻¹から 0.75 ± 0.08 s⁻¹へ $6.4\pm 5.5\%$ 低下した($p<0.01$)。LSRの低下率はLSの低下率と比較し、有意に小さかった($p<0.05$)。安静時と負荷中の全ポイントで回帰分析を行ったところ、MWSとLS($r=-0.53$, $p<0.01$)、MWSとLSR($r=-0.28$, $p<0.05$)の間に有意な負の線形相関を認め、LSはLSRに比べMWSと良好に相関した($p<0.05$)。一方、計測の再現性は、LSとLSRでほとんど差はなく(LS:4.1% vs LSR:4.5%)、計測のばらつきは相関性には影響していないと考えられた。

【結論】健常者において、LSの低下率はLSRに比べ有意に大きかった。また、LSはLSRに比べMWSと良好に相関し、一方で計測のばらつきに差を認めなかったことから、心筋ストレインはストレインレートに比べ後負荷依存性が大きいと考えられた。

質疑応答:

質問 1:

ストレインの方がストレインレートに比べ後負荷依存性が大きい理由は。

応答 1:

ピークストレインと収縮期ピークストレインレートの時相の違いが原因の一つと考えられる。負荷により、収縮後期のLSは、収縮早期のLSよりも大きな低下率を示した。この結果から、負荷による壁応力の増大が収縮後期の時相の左室心筋短縮により大きく影響することが示唆される。一方、一般にストレインレートは収縮早期にピークを形成するため、壁応力の影響がストレインよりも小さかったと考えられる。

質問 2:

ハンドグリップ負荷により心拍数も有意に増加している。心拍数の増加は一般にストレインやストレインレートの低下につながるが、その影響はどう考えるか。

応答 2:

本研究では、心拍数は増加してはいるもののその程度は変化率で10%と小さかった。また、心拍数とストレイン、および心拍数とストレインレートとの間に有意な相関を認めなかったことから、心拍数増加の影響は殆どないと考える。