

心エコー図検査による肥満の心機能に対する影響の検討

渡辺さち子¹, 吉田克己², 賀来満夫³

¹東北大学病院 診療技術部検査部門

²東北大学医学部保健学科 臨床検査学講座病態検査学分野

³東北大学大学院 内科病態学講座感染制御・検査診断学分野

Influence of Overweight on Cardiac Function Examined by Echocardiography

Sachiko WATANABE¹, Katsumi YOSHIDA² and Mitsuo KAKU³

¹*Department of Clinical Laboratory, Tohoku University Hospital*

²*Department of Medical Technology, Tohoku University School of Health Sciences*

³*Department of Infection Control and Laboratory Diagnostics, Internal Medicine,
Tohoku University Graduate School of Medicine*

Key words: Echocardiography, Doppler technique, Diastolic function,
Systolic function, Overweight

The effects of overweight on right and left ventricular function in the absence of associated cardiovascular disease are not well known. In the present study, we assessed the influence of overweight on systolic and diastolic function of 314 normal subjects, ranging from 30 to 59 years, by a Doppler echocardiography.

The ratio of A wave to E wave of left and right ventricular inflow (LV E/A, RV E/A) and left ventricular ejection fraction (LVEF) were measured. LV E/A, RV E/A and LVEF correlated inversely with body mass index (BMI) ($p < 0.01$, $p < 0.01$, $p < 0.05$ respectively). LV E/A, RV E/A and LVEF were also significantly lower in the overweight group (BMI ≥ 25) than those in the normal weight group (BMI < 25).

These results suggest that overweight may worsen the left and right ventricular diastolic function in addition to the left ventricular systolic function.

I. はじめに

肥満は、糖尿病、高血圧、高脂血症、痛風、動脈硬化など多くの生活習慣病の重要な要因となっており、これらの疾患の発症と進行に深く関与している。また最近では、無呼吸発作を反復して不

眠に陥る、睡眠時無呼吸症候群 (sleep apnea syndrome) や、過体重で骨に負担がかかるために起こる変形性骨関節症なども罹患者数が増加しており、肥満における余分な体脂肪蓄積がもたらす物理的負荷の身体への影響に関しても問題となっている¹⁻⁴⁾。しかし、肥満に伴う物理的負荷が心機能

に及ぼす影響について、心エコーで求められるパラメータを用いて肥満の程度との関係を検討した報告は少ない。

一方、これまでに行われた臨床研究から、各種心疾患において左室拡張機能、特に左室弛緩は左室収縮機能が保持されている段階でもすでに障害されていることから、左室拡張機能評価は左室機能障害の早期診断に有用であると考えられている⁵⁻¹⁰⁾。各種拡張能評価パラメータの中でも、急速流入期を示す E 波と心房収縮期を示す A 波の比 (E/A) は計測が簡便であるために広く用いられている。

心エコー図検査でパルスドプラ法を用いると、非侵襲的かつ簡便に左室流入血流速度波形が記録でき、さらにそれらの波形解析から左室拡張機能評価が可能である。また、左室収縮能の指標である左室駆出率 (LVEF) などのパラメータも簡便に測定することができる。

本研究では健常例を対象として、心エコー図により計測された心機能を反映するパラメータを用いて、左室収縮能及び拡張能、右室拡張能と肥満の判定基準である体格指数 (BMI) との関係について検討した。

II. 対象と方法

当院にて心機能スクリーニングなどの目的で心エコー図検査を実施した症例のうち、心エコー図上有意な異常所見を認めなかった年齢 30~59 歳までの中年者 314 例を対象とした。内訳は男性 188 例、女性 126 例、平均年齢 49.8 ± 7.4 歳である (表 1)。尚、心房細動や房室ブロックなどの不整脈を有する症例は対象から除外した。

肥満の判定基準としては、体脂肪を最も反映する体格指数であり現在 WHO や日本肥満学会など国際的に使用されている body mass index (BMI) を用いた。BMI = 体重 (kg) / 身長 (m)² で求められ、日本肥満学会では BMI 25 以上を肥満としている^{3,4,8)}。

方法は、心尖部アプローチにて左室 4 腔断面を描出し、パルスドプラ法を用い、僧帽弁前尖および後尖の中央部における左室流入波形を 3 心拍診断装置上に記録し、E 波と A 波の最大血流速度の比を左室 (LV) E/A とした (図 1)。三尖弁においても同様に心室拡張期流入波形を記録し、E 波と A 波の比を右室 (RV) E/A とした。また、傍胸骨長軸断面にて左室を中心に描出し、M モード法で左室拡張末期径および左室収縮末期径をそれぞれ計測し、Teichholz 法を用いて左室 EF を求

表 1. BMI と心エコーデータとの相関

	中年者	中年男性	中年女性	若年者
例数	314	188	126	41
年齢平均	49.8 ± 7.4	48.8 ± 7.7	51.3 ± 6.6	22.6 ± 4.9
年齢範囲	30~59	30~59	30~59	13~29
BMI と LV E/A	$r = -0.229$ $p < 0.0001$	$r = -0.245$ $p < 0.01$	$r = -0.210$ $p < 0.05$	$r = -0.107$ NS
BMI と RV E/A	$r = -0.211$ $p < 0.01$	$r = -0.241$ $p < 0.01$	$r = -0.185$ $p < 0.05$	$r = -0.087$ NS
LV E/A と RV E/A	$r = +0.496$ $p < 0.0001$	$r = +0.449$ $p < 0.0001$	$r = +0.553$ $p < 0.0001$	$r = +0.272$ NS
BMI と LVEF	$r = -0.133$ $p < 0.05$	$r = -0.062$ NS	$r = -0.209$ $p < 0.05$	$r = -0.373$ $p < 0.05$

NS: 有意差なし

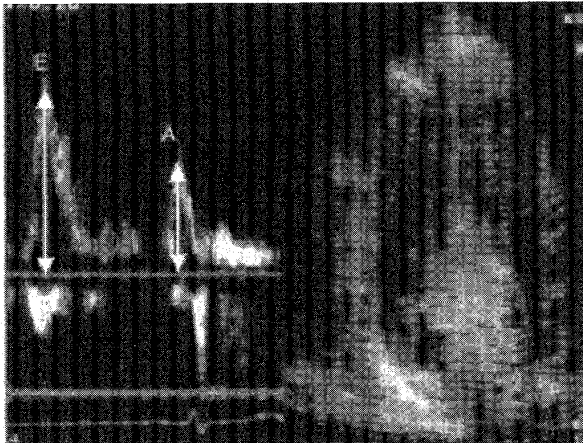


図1. ドプラ法による左室 E/A の計測

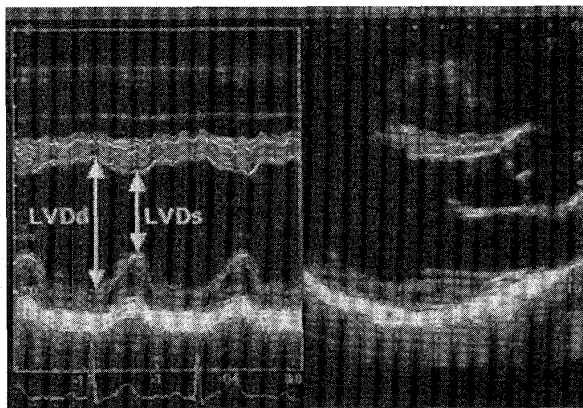


図2. Mモード法による左室 EF の計測

めた(図2)。これらパラメータと体格指数(BMI)との相関関係に関して統計学的検討を行い、回帰分析には1次関数を用いた。

次に対象の中年者314例を体格指数(BMI)25未満の200例(平均年齢 50.0 ± 7.6 歳)正常群(N群)と、BMI25以上の114例(平均年齢 49.5 ± 6.9 歳)肥満群(A群)として、各検討項目の平均値および標準偏差を求め、*t*検定を用いて平均値の差を検定した(表2)。 $p < 0.05$ 以下を有意差ありとした。

E/Aに関しては、健常例においても年齢による影響が知られており¹²⁻²¹⁾、年齢による影響を考慮して、加齢による影響が少ないと思われる若年者41例(平均年齢 22.6 ± 4.9 歳、13~29歳)について個別に検討を行った。

表2. 中年者2群間の心エコーデータの平均値比較 (mean \pm SD)

	A群 (BMI \geq 25) <i>n</i> =114	N群 (BMI<25) <i>n</i> =200
年齢	49.5 \pm 6.9	50.0 \pm 7.6
BMI	27.6 \pm 2.4*	21.8 \pm 2.2
LV E/A	1.05 \pm 0.33*	1.17 \pm 0.37
RV E/A	1.29 \pm 0.41*	1.40 \pm 0.38
LVEF	63.6 \pm 4.4*	65.1 \pm 5.8

* $p < 0.05$ で2群間に有意差あり

心エコー図検査には東芝製SSH-260AまたはSSH-160Aを使用し、ドプラ計測には2.5MHzの探触子、Mモード計測には3.5MHzの探触子をそれぞれ用いた。

III. 結 果

左室拡張機能指標であるLV E/AとBMIとの相関係数は $r = -0.229$ ($p < 0.0001$)であり、弱い負の相関が認められた(図3)。また、右室拡張機能指標であるRV E/AとBMIとの相関係数も $r = -0.211$ ($p < 0.01$)であり、弱い負の相関が認められた(図4)。尚、同一被験者のLV E/AとRV E/Aの間には、 $r = +0.496$ ($p < 0.0001$)の正の相関が認められた(図5)。男女別にも解析を行ったが、LV E/AとBMIとの相関係数は男性で $r = -0.245$ ($p < 0.01$)、女性で $r = -0.210$ ($p < 0.05$)、RV E/AとBMIとの相関係数は男性で $r = -0.241$ ($p < 0.01$)であり、女性で $r = -0.185$ ($p < 0.05$)とその傾向に明らかな違いは認められなかった。尚、同一被験者のLV E/AとRV E/Aとの関係についても、男性で $r = +0.449$ ($p < 0.0001$)、女性で $r = +0.553$ ($p < 0.0001$)と正の相関が認められた。

左室収縮機能指標であるEFについても、BMIが増えるにつれて相関係数 $r = -0.133$ ($p < 0.05$)の弱い負の相関傾向が認められた(図6)。男女別解析においては、女性では相関係数 $r = -0.209$ ($p < 0.05$)で弱い負の相関傾向が認められるものの、男性では明らかな相関を認めなかった(表1)。

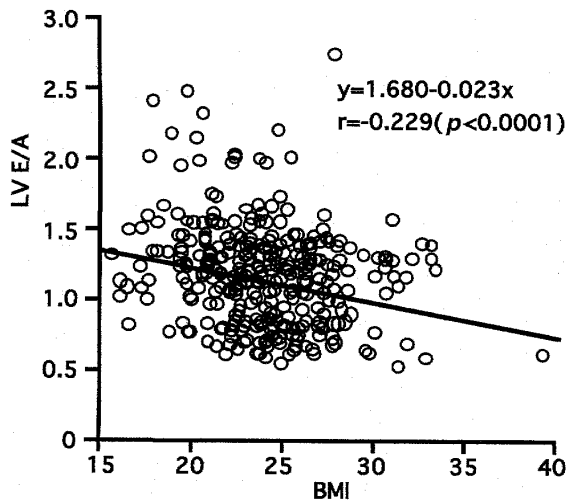


図3. 左室 E/A と BMI との相関図

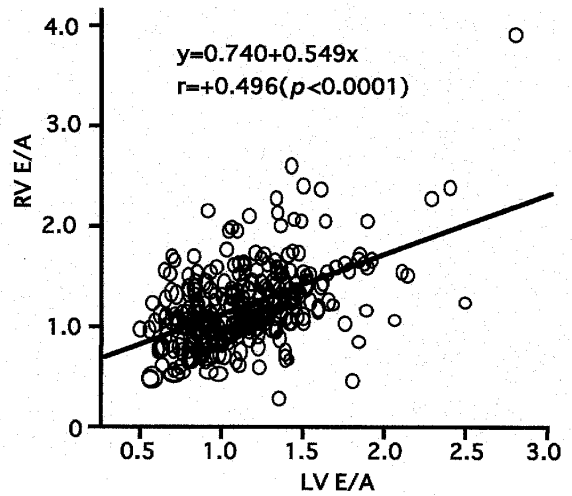


図5. 左室 E/A と右室 E/A との相関図

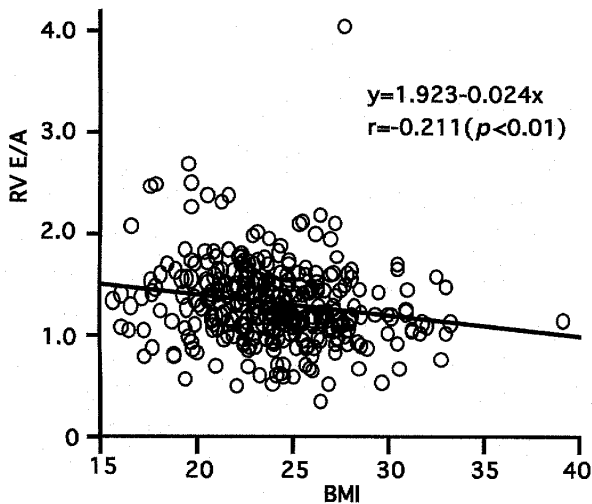


図4. 右室 E/A と BMI との相関図

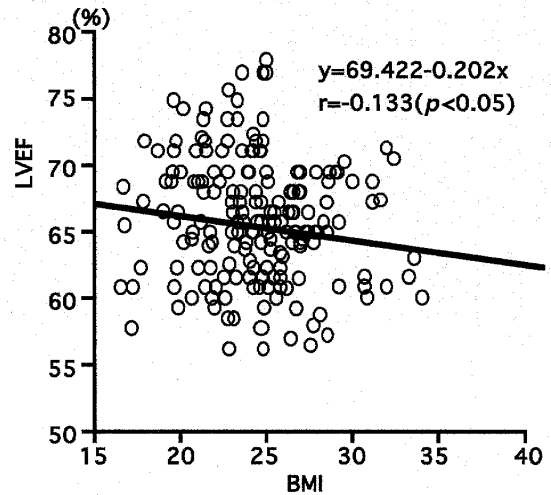


図6. 左室 EF と BMI との相関図

A 群, N 群における各検討項目の平均値および標準偏差を mean±SD として表 2 に表示する。LV E/A に関しては, N 群で 1.17±0.37, A 群で 1.05±0.33 と A 群で有意 ($p<0.01$) に低値を示した。RV E/A に関しても, N 群で 1.40±0.38, A 群で 1.29±0.41 と A 群で有意 ($p<0.05$) に低値を示した。LVEF に関しても, N 群で 65.1±5.8%, A 群で 63.6±4.4% と A 群が有意 ($p<0.05$) に低値を示す結果となった。

13~29 歳の若年層においては, LV E/A, RV E/A と BMI との間には相関関係は認められない

ものの, EF と BMI との間には相関係数 $r=-0.373$ ($p<0.05$) の弱い負の相関傾向が認められた。

IV. 考 察

近年, 肥満に関する研究の進展により肥満の概念, 原因, 病態や治療に関する理解も大きく変化しており, 糖尿病, 高血圧, 高脂血症など生活習慣病の重要な要因である肥満自体が, 肥満症として医療上の重要な課題となってきている。肥満者が高率で罹患しやすい心疾患としては, 高血圧や

動脈硬化に伴う虚血性心疾患があげられるが、その前段階として、体脂肪蓄積によってもたらされる物理的負荷が、心機能に少なからず影響を及ぼすであろうと考えられる。

本研究では、左室拡張機能の指標である LV E/A が BMI の増加に伴い減少したことから、肥満の程度が高度になるに連れて、左室拡張障害を呈することが示された。右室拡張機能の指標である RV E/A についても同様であり、右室に関しても肥満が高度となるに連れて拡張障害が認められた。また、同一被験者において、LV E/A と RV E/A の間に明らかな相関が認められることから、肥満は、左室および右室の両方に拡張障害をもたらすと考えられる。左室の収縮能に関しても、BMI の増加に伴い左室 EF の低下が認められ、肥満が収縮能低下の一因となっていることが示唆された。また BMI 25 以上の肥満群 (A 群) と BMI 25 未満の正常群 (N 群) との、各項目の平均値の差を検討したが、やはり拡張機能の指標である LV E/A, RV E/A は、ともに肥満群 (A 群) で有意に低値を示し、収縮能の指標である左室 EF も同様に肥満群 (A 群) で有意に低値を示した。

しかし左室拡張能は、加齢に伴って低下することが知られており¹²⁻²¹⁾、10 代における心機能と肥満の関係においては、拡張能の指標である E/A は肥満の影響を受けず、収縮能の指標である LVEF や左室径、左室心筋重量などが肥満の影響を受けるとの報告もある²²⁾。また、LV E/A に関しては左室の拡張能ばかりでなく、肺動脈楔入圧 (Pulmonary artery wedge pressure; PAWP) とも相関することが知られている。今回の検討においても、14~29 歳の若年層に限っての検討では、LV E/A, RV E/A と BMI との間には相関関係は認められず、LVEF と BMI との間にはのみ負の相関傾向が認められた。しかし 30 代以上での検討では、LV E/A, RV E/A と BMI との間には負の相関が認められる。A 群, N 群間には明らかな有意差が認められるため、拡張能低下においては肥満が一つの要因であると考えられるものの、E/A の低下が肥満による拡張能低下のみを反映しているだけではなく、例えば加齢による左房のコンプラ

イアンスの低下による、わずかな左房圧の変化などのさまざまな要因が関与した結果の低下と考えられる。また男女別の検討において、男性の LVEF と BMI との間に相関が認められなかった理由については、男性の心機能が女性の心機能に比べて体重増加による物理的負荷に強い可能性も考えられるが、拡張能に関しては同様に低下傾向を示しており、他の文献においても明らかな男女差を指摘しているものは認められず、さらに症例を重ねた検討が必要であると思われた。

以上の結果から臨床的には心疾患を認めない症例においても、肥満群では非肥満群に比べて拡張能、収縮能両方が低下しており、体重増加に伴う物理的負荷が、心機能全体を低下させる要因のひとつであり、心臓の主要な機能である血液を駆出するポンプ機能全体を低下させる原因となりうる可能性が明らかとなった。したがって、肥満患者における心機能の観察においては、拡張能、収縮能両面からの詳細な評価が必要であると考えられた。

IV. 結 語

肥満による体重増加は、左室の収縮能低下をもたらす、また左室および右室の拡張障害の一因ともなっていることが示された。よって肥満は、心機能低下の原因となりうるということが示唆された。

文 献

- 1) Rowland, N.E., Antelman, S.M.: Stress-induced hyperphagia and obesity in rats: a possible model for understanding human obesity, *Science*, **191**, 310-312, 1976
- 2) Jung, R.T., Shetty, P.S., James, W.P., Barrant, M.A., Callingham, B.A.: Reduced thermogenesis in obesity, *Nature*, **279**, 322-323, 1979
- 3) 井上修二, 大野 誠, 宗像信子: 肥満とは, 肥満症テキスト, 南光堂, 東京, 2004, p. 1-58
- 4) 井上修二, 宮崎 滋, 大野 誠: 肥満は病気か, メディコピア 42 肥満—正しい理解のために, 富士レビオ, 東京, 1999, p. 9-47
- 5) Klein, A.L., Hatle, L.K., Taliencio, C.P., Oh, J.K., Kyle, R.A., Gertz, M.A., Bailey, K.R.,

- Seward, J.B., Tajik, A.J.: Prognostic significance of Doppler measures of diastolic function in cardiac amyloidosis. A Doppler echocardiography study, *Circulation*, **83**, 808-816, 1991
- 6) Shen, W.F., Tribouilloy, C., Rey, J.L., Baudhuin, J.J., Boey, S., Dufosse, H., Lesbre, J.P.: Prognostic significance of Doppler-derived left ventricular diastolic filling variables in dilated cardiomyopathy, *American Heart Journal*, **124**, 1524-1533, 1992
- 7) Pinamonti, B., Lenarda, A.D., Sinagra, G., Camerini, F.: Restrictive left ventricular filling pattern in dilated cardiomyopathy assessed by Doppler echocardiography: clinical, echocardiographic and hemodynamic correlations and prognostic implications, Heart Muscle Disease Study Group, *Journal of the American College of Cardiology*, **22**, 808-815, 1993
- 8) Werner, G.S., Schaefer, C., Dirks, R., Figulla, H.R., Kreuzer, H.: Prognostic value of Doppler echocardiographic assessment of left ventricular filling in idiopathic dilated cardiomyopathy, *American Journal of Cardiology*, **73**, 792-798, 1994
- 9) Xie, G.Y., Berk, M.R., Smith, M.D., Gurley, J.C., DeMaria, A.N.: Prognostic value of Doppler transmitral flow pattern in patients with congestive heart failure, *Journal of the American College of Cardiology*, **24**, 132-139, 1994
- 10) Yamamuro, A., Yoshida, K., Akasaka, T., Hozumi, T., Takagi, T., Honda, Y., Okura, H., Yoshikawa, J.: Prognostic value of serial Doppler echocardiographic follow-up of transmitral flow patterns in patients with congestive heart failure who presented with pulmonary edema, *Journal of Cardiology*, **27**, 321-327, 1996
- 11) 松沢佑次, 井上修二, 池田義雄: 新しい肥満の判定と肥満症の判定基準, *肥満研究*, **6**, 17-28, 2000
- 12) Hatle, L.K., Appleton, C.P., Popp, R.L.: Differentiation of constrictive pericarditis and restrictive cardiomyopathy by Doppler echocardiography, *Circulation*, **79**, 357-370, 1989
- 13) Takenaka, K., Dabestani, A., Gardin, J.M., Russell, D., Clark, S., Allie, A., Henry, W.L.: Left ventricular filling in hypertrophic cardiomyopathy: a pulsed Doppler echocardiography study, *Journal of the American College of Cardiology*, **8**, 1963-1971, 1986
- 14) Graettinger, W.F., Weber, M.A., Gardin, J.M., Knoll, M.L.: Diastolic blood pressure as a determinant of Doppler left ventricular filling indexes in normotensive adolescents, *Journal of the American College of Cardiology*, **10**, 1280-1285, 1987
- 15) Gardin, J.M., Davidson, D.M., Rohan, M.K., Butman, S., Knoll, M., Garcia, R., Dubria, S., Gardin, S.K., Henry, W.L.: Relationship between age, body size, gender, and blood pressure and Doppler flow measurements in the aorta and pulmonary artery, *American Heart Journal*, **113**, 101-109, 1987
- 16) Drinkovic, N., Wisenbaugh, T., Kwan, O.L.: Assessment of diastolic left ventricular function by Doppler: Comparison with catheterization measurements, *Journal of the American College of Cardiology*, **7**, 227A, 1986
- 17) Klein, A.L., Hatle, L.K., Burstow, D.J., Seward, J.B., Kyle, R.A., Bailey, K.R., Luscher, T.F., Gertz, M.A., Tajik, A.J.: Doppler characterization of left ventricular diastolic function in cardiac amyloidosis, *Journal of the American College of Cardiology*, **13**, 1017-1026, 1989
- 18) Kitzman, D.W., Sheikh, K.H., Beere, P.A., Philips, J.L., Higginbotham, M.B.: Age related alterations of Doppler left ventricular filling indexes in normal subjects are independent of left ventricular mass, heart rate, contractility and loading conditions, *Journal of the American College of Cardiology*, **18**, 1243-1250, 1991
- 19) Cacciapuoti, F., D'Avino, M., Lama, D., Bianchi, U., Perrone, N., Varricchio, M.: Progressive impairment of left ventricular diastolic filling with advancing age: a Doppler echocardiographic study, *Journal of the American Geriatrics Society*, **40**, 245-250, 1992
- 20) 渡辺さち子, 鈴木奈美子, 工藤亜津子, 鈴木智之, 大内美恵子, 後藤百合子, 西條芳文, 村山伸樹: 心エコー図検査による加齢の心機能に対する影響の検討, *超音波医学*, **29**, 145-151, 2002
- 21) Watanabe, S., Suzuki, N., Kudo, A., Suzuki, T., Abe, S., Suzuki, M., Komatsu, S., Saijo, Y., Murayama, N.: Influence of aging on cardiac function examined by echocardiography, *Toho-*

心エコー図検査による肥満の心機能に対する影響の検討

- ku Journal of experimental medicine, **207**, 13-19, 2005
- 22) Marcello, C., Giovanni, D.S., Mary, J.R., Elisa, T.L., Lyle, G.B., Barbara, V.H., Richard, B.D. :

Impact of obesity on cardiac geometry and function in a population of adolescents: the Strong Heart Study, Journal of the American College of Cardiology, **47**, 2267-2273, 2006