

Effect of Body Mass Index on Left Ventricular Function Based on Echocardiography Examination in the Young Adult Obesity Group

Andi Wibawa Putra¹, Mohammad Rizki Akbar², Samsudin Surialaga³

¹Medical Study Program, Faculty of Medicine, Bandung Islamic University

²Department of Cardiology and Vascular Medicine, Padjadjaran University

³Department of Biochemistry, Bandung Islamic University

Abstract. Obesity is a growing health problem. Effect of racial differences related to body mass index and also can affect heart function, especially the left ventricle. This study aims to prove whether there is a relationship between body mass index and left ventricular function in the obese young adult group. The study was conducted by observational analytic design correlation with cross-sectional methods, the sampling technique was consecutive sampling by taking 29 medical record data based on echocardiographic examination in obese young adults in the Heart Service Installation Hospital Dr. Hasan Sadikin Bandung. Data are grouped based on anthropometric characteristics consisting of gender, age, height, weight and body mass index and characteristics of left ventricular echocardiography divided into parameters of cardiac space dimensions and systolic function (LVEDs, LVEDd and FEV) as well as diastolic parameters (E / A and DT). Based on the results of the chi square test the results obtained there is a relationship between body mass index and left ventricular diastolic function (E / A) with P value = 0.04. But there is no relationship with other parameters (LVEDs, LVEDd, FEV and DT). Thus it can be concluded that body mass index has a positive correlation with left ventricular diastolic function in the obese group of young adults but not for the dimensions of the heart space and systolic function.

Keywords: Body mass index, Diastolic function, Systolic function, Obesity and Young adult.

Pengaruh Indeks Massa Tubuh terhadap Fungsi Ventrikel Kiri Berdasarkan Pemeriksaan Ekokardiografi Pada Kelompok Obesitas Dewasa Muda

Abstrak. Obesitas menjadi masalah kesehatan yang terus berkembang. Pengaruh perbedaan ras yang berhubungan dengan indeks massa tubuh dan dapat berpengaruh terhadap fungsi jantung khususnya ventrikel kiri. Penelitian ini bertujuan untuk membuktikan apakah terdapat hubungan antara indeks massa tubuh dan fungsi ventrikel kiri pada kelompok obesitas dewasa muda. Penelitian dilakukan dengan desain analitik observasional korelasi dengan metode potong lintang, teknik pengambilan sampel adalah *consecutive sampling* dengan mengambil 29 data rekam medis berdasarkan pemeriksaan ekokardiografi pada subjek kelompok obesitas usia dewasa muda di Instalasi Pelayanan Jantung RSUP Dr. Hasan Sadikin Bandung. Data dikelompokkan berdasarkan karakteristik antropometri yang terdiri dari jenis kelamin, usia, tinggi badan, berat badan dan indeks massa tubuh dan karakteristik ekokardiografi ventrikel kiri yang dibagi ke dalam parameter dimensi ruang jantung dan fungsi sistolik (LVEDs, LVEDd dan FEV) juga parameter diastolik (E/A dan DT). Berdasarkan hasil analisis uji *chi square* diperoleh hasil terdapat hubungan antara indeks massa tubuh dan fungsi diastolik ventrikel kiri (E/A) dengan nilai P= 0.04. Namun tidak terdapat hubungan dengan parameter lainnya (LVEDs, LVEDd, FEV dan DT). Dengan demikian dapat disimpulkan indeks massa tubuh memiliki korelasi positif dengan fungsi diastolik ventrikel kiri pada kelompok obesitas dewasa muda namun tidak untuk dimensi ruang jantung dan fungsi sistolik.

Kata kunci: Dewasa muda, Fungsi diastolik, Fungsi sistolik, Indeks massa tubuh, Obesitas.

Korespondensi: Andi Wibawa Putra. Program Pendidikan Sarjana Kedokteran Universitas Islam Bandung. Jl. Tamansari No. 22, Kota Bandung, Provinsi Jawa Barat. Telepon: (022) 4203368 Faksimile: (022) 4231213 HP: 085352038423

Pendahuluan

Obesitas merupakan suatu keadaan profil lemak berlebih dalam tubuh yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan¹. Pada tahun 2016, WHO menggambarkan jumlah penduduk yang mengalami obesitas di dunia mulai usia 18 tahun keatas (dewasa) mencapai 13 %. Pada situasi saat ini sekitar 2,8 milyar orang meninggal akibat kelebihan berat badan (*overweight*) dan obesitas.

Prevalensi WHO menunjukkan obesitas dan *overweight* paling banyak terjadi pada penduduk Amerika (62% mengalami *overweight* pada kedua jenis kelamin dan 26% mengalami obesitas, di regio Asia Tenggara (14% mengalami *overweight* dan 3% mengalami obesitas), di regio Eropa, *Eastern Mediterranean* dan Amerika (diatas 50% wanita mengalami *overweight*). Pada semua regio didapatkan wanita lebih banyak mengalami obesitas dibandingkan dengan pria.²

Hubungan obesitas dengan jantung telah banyak dijelaskan, melalui berbagai macam faktor risiko yang telah dijelaskan diatas dapat mengganggu kemampuan jantung dalam memompa darah keseluruh tubuh. kemampuan jantung dalam memompa darah keseluruh tubuh dihitung dalam persentase atau yang disebut dengan *Ejection Fraction* (EF) selain itu pengukuran diameter akhir sistolik dan diastolik juga dapat menjadi parameter untuk mengetahui kelainan fungsi jantung . Dalam keadaan normal seharusnya jantung mampu memompa darah ke seluruh

tubuh melalui pompa yang dilakukan oleh ventrikel kiri dalam rentang persentase 55-70%. Penurunan fraksi eaksi ventrikel tersebut maka menunjukkan kegagalan jantung dalam memompa darah ke seluruh tubuh.³

Prevalensi obesitas kini telah bergeser ke kelompok remaja dan dewasa muda. Kondisi tersebut diakibatkan oleh perubahan asupan nutrisi. Masa remaja dan dewasa muda adalah masa seseorang tumbuh dan berkembang dengan cepat. Untuk menunjang kebutuhan tersebut harus diimbangi dengan asupan energi yang cukup. Salah satu faktor terjadinya obesitas adalah ketidakseimbangan antara asupan energi dan penggunaan energi yang pada akhirnya dirubah menjadi bentuk lemak dan menyebabkan obesitas.⁴

Pada penelitian sebelumnya *Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis (MESA)* telah meneliti terkait hubungan obesitas terhadap perubahan struktur jantung dan fungsi diastolik jantung yang dilakukan pada 6.814 partisipan yang terdiri dari umur 48-95 tahun dengan ras dan etnik berbeda untuk melihat hubungan *fat mass, left ventricular mass, end diastolic volume, ventricular ejection fraction*. Hasil dari penelitian yang dilakukan oleh MESA adalah *left ventricular mass* dan *end diastolic volume* positif terdapat hubungan pada kedua jenis kelamin baik pria atau wanita berdasarkan faktor resiko per 10 kg kenaikan berat badan.⁵

Jantung merupakan organ yang sangat penting bagi kehidupan manusia, dengan keadaan di masyarakat yang masih belum cukup

tereduksi dengan permasalahan yang diakibatkan oleh obesitas. Penelitian ini dilakukan untuk meneliti terkait hubungan obesitas dengan kemampuan jantung yang dapat terpengaruhi. Dengan harapan dapat memberikan data atau fakta yang bisa dijadikan bukti, dan perubahan pandangan masyarakat terhadap pengaruh obesitas terhadap jantung

Metode

Penelitian dilakukan dengan desain analitik observasional korelasi dengan metode potong lintang untuk menganalisis hubungan indeks massa tubuh dan fungsi ventrikel kiri pada obesitas usia dewasa muda di RSUP Hasan Sadikin tahun 2017. Data sekunder diambil dari hasil rekam medis kelompok obesitas dewasa muda yang menjalani pemeriksaan ekokardiografi di Instalasi Pelayanan jantung RSUP Dr. Hasan Sadikin Bandung. Sampel yang sudah memenuhi kriteria inklusi didapatkan sebanyak 29 sampel.

Analisis Univariat dilakukan terhadap data antropometri (usia,

jenis kelamin, tinggi badan, berat badan dan indeks massa tubuh) maupun data ekokardiografi (LVEDs, LVEDd, FEV, E/A, dan DT). Dilanjutkan dengan analisis bivariat untuk mengetahui kekuatan hubungan antar variabel dengan menggunakan uji *chi square*. Analisis data dilakukan dengan menggunakan program *Statistical Product and Service Solution (SPSS) for Windows* versi 18.0 pada *Confidence Interval 95%* dan nilai $p \leq 0,05$

Penelitian dilakukan setelah mendapat izin dari komite etik Fakultas Kedokteran Universitas Islam Bandung dan komite etik Fakultas Kedokteran Universitas Padjajaran serta surat izin penelitian yang disetujui oleh Direktur Utama RSUP. Dr. Hasan Sadikin Bandung.

Hasil

Berdasarkan data kelompok obesitas dewasa muda yang diperoleh maka, karakteristik antropometri disajikan dalam tabel 1 dibawah ini:

Tabel 1 Karakteristik Antropometri Kelompok Obesitas Dewasa Muda di RSUP Dr. Hasan Sadikin Bandung Tahun 2017

Indikator	F	%	Rata-rata	Min	Maks	SD
Jenis Kelamin						
Laki-laki	20	68,97	-	-	-	
Perempuan	9	31,03				
Usia (tahun)						
20-29	12	41,37	31	20	40	5,238
30-34	11	37,93				
35-40	6	20,68				
Tinggi Badan (m)						
1,50 – 1,59	4	13,79	1,67	1,55	1,84	0,07

1,60 – 1,69	12	41,37				
≥ 1,70	13	44,82				
Berat Badan (kg)						
70 – 89	7	24,13	97,87	72,65	129	14,66
90 – 109	16	55,17				
110 – 130	6	20,68				
Indeks Massa Tubuh (kg/m²)						
Obese I (30 - 34,9)	19	41,37	34,82	30,27	44,53	3,98
Obese II (35 – 39,9)	11	37,93				
Obese III (> 40)	6	20,68				

Dari tabel 1 dijelaskan sebagai berikut: mayoritas kelompok obesitas dewasa muda di RSUP Hasan Sadikin Bandung tahun 2017 adalah laki-laki dengan frekuensi 20 orang (68,97 %). Rata-rata usia kelompok obesitas dewasa muda 31 tahun, tertinggi pada rentang umur 20-29 tahun dengan frekuensi 12 orang (41,37%). Ukuran tinggi badan rata-rata 1,67 m, sebagian besar tinggi badan dengan frekuensi 13 orang >170 cm (44,82%). Berat badan rata-rata sebesar 97,87 kg terbanyak pada rentang kelompok dengan berat 90-109 kg sebanyak 16 orang (55,17%). Dan BMI rata-rata

sebesar 34,82 (kg/m²), terbanyak pada kelompok obesitas I dengan frekuensi 19 orang (65,52%).

Berdasarkan data pemeriksaan ekokardiografi pada kelompok obesitas dewasa muda maka, diperoleh karakteristik pemeriksaan ekokardiografi yang disajikan dalam tabel 2 dibawah ini:

Tabel 2 Karakteristik Ekokardiografi Kelompok Obesitas Dewasa Muda di RSUP Dr Hasan Sadikin Bandung Tahun 2017

Indikator	F	%	Rata-rata	Min	Max	SD
LVEDd (mm)						
Kecil						
< 39 (perempuan)	2	74,1	48,6	36,2	62,2	05,1
<42 (laki-laki)						
Normal						
39-53 (perempuan)	23	85,19	48,6	36,2	62,2	05,1
42-59 (laki-laki)						
Dilatasi						
>53 (Perempuan)	2	74,1				

>59 (laki-laki)						
LVEDs (mm)						
Normal (≤ 40)	25	92,59	30,8	23,9	43,1	4,7
Abnormal (> 40)	2	7,41				
Fraaksi Ejeksi Ventrikel Kiri (%)						
55 – 59	6	20,69	67	55,9	78,6	6,55
60 – 69	13	44,83				
70 (Hiperdinamik)	10	34,48				
Fungsi Diastolik (E/A)						
Normal	24	88,89	1,48	0,89	2,63	0,46
Disfungsi grade I	0	0,00				
Disfungsi grade II dan III	3	11,11				
DT (Decelerated Time) (ms)						
Abnormal menurun (< 140)	5	18,52				
Normal (140 – 240)	17	62,96	191,14	9,28	293,00	68,7
Abnormal meningkat (> 240)	5	18,52				

Keterangan: LVEDd: Left Ventricular End Diastolik Diameter, (E/A): Fungsi Diastolik, LVEDs: Left Ventricular End Sistolik Diameter, DT: Decelerated time

Dari tabel 2 dijelaskan sebagai berikut: LVEDd kelompok obesitas dewasa muda di RSUP Dr. Hasan Sadikin Bandung rata-rata sebesar 4,86 cm, sebagian besar adalah normal dengan frekuensi 23 orang (85,19%). LVEDs nilai rata-rata sebesar 30,8 mm. sebagian besar pada kategori normal (<40 mm) dengan frekuensi 25 orang (92.59%). Nilai LVEF rata-rata sebesar 67 %, sebagian besar berada pada kriteria FE > 60-69% dengan frekuensi 13 orang (44,83%). Fungsi diastolik (E/A) nilai rata-rata sebesar 1,48, sebagian besar pada kategori normal dengan frekuensi 24 orang (88.89%). Dan DT nilai rata-rata sebesar 191,14 ms, sebagian besar pada kategori normal (140-240 ms) dengan frekuensi 17 orang (62,96 %).

Berdasarkan karakteristik antropometri dan karakteristik ekokardiografi diatas maka, diteliti hubungan antara indeks massa tubuh dan dimensi ruang jantung serta fungsi sistolik ventrikel kiri yang disajikan dalam tabel 3 dibawah ini:

Tabel 3 Hubungan antara Indeks Massa Tubuh dan Dimensi Ruang Jantung serta Fungsi Sistolik Ventrikel Kiri

Variabel	Indeks Masa Tubuh			P-Value
	Obese I	Obese II	Obese III	
LVEDd (mm)				
Kecil				
< 39 (Perempuan)	1	1	0	0,711
<42 (Laki-laki)				
Normal				
39-53 (Perempuan)	15	4	4	
42-59 (Laki-laki)				
Dilatasi				
>53 (Perempuan)	2	0	0	
>59 (Laki-laki)				
LVEDs (mm)				
Normal (< 40)	16	5	4	0,647
Abnormal (≥ 40)	2	0	0	
Fraksi Ejeksi Ventrikel Kiri (%)				
55-59	66,67	16,67	16,67	0,748
60-70	76,92	15,38	7,69	
>70 (Hiperdinamik)	50,00	30,00	20,00	

Keterangan: Obese I: (IMT 30-34,9), Obese II: (IMT 35-39,9), Obese III: (IMT > 40)

Data pada tabel 3 diatas menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan antara LVEDd dengan indeks massa tubuh karena nilai $P=0,711$. Dan untuk LVEDs menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan antara LVEDs dengan indeks masa tubuh karena nilai $P=0,674$. Serta tidak terdapat hubungan antara Indeks massa tubuh dengan

fraksi ejeksi ventrikel kiri karena $P=0,748$.

Berdasarkan karakteristik antropometri dan karakteristik ekokardiografi diatas maka, diteliti hubungan antara indeks massa tubuh dan fungsi diastolik ventrikel kiri yang disajikan dalam tabel 4 dibawah ini:

Tabel 4 Hubungan antara Indeks Massa Tubuh dan Fungsi Diastolik Ventrikel Kiri

Variable	Indeks Masa Tubuh			P-Value
	Obese I	Obese II	Obese III	
Fungsi Diastolik (E/A) (cm/s)				
Normal	17	5	2	0,041
Disfungsi grade I	0	0	0	
Disfungsi grade II dan III	0	1	2	
DT (Decelerated Time) (ms)				
Abnormal menurun (< 140)	2	2	1	0,217
Normal (140-240)	11	4	2	
Abnormal meningkat (≥ 240)	4	0	1	

Keterangan: Obese I: (IMT 30-34,9), Obese II: (IMT 35-39,9), Obese III: (IMT > 40)

Data tertera pada tabel 4 parameter fungsi diastolik menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara fungsi distolik dengan indeks massa tubuh karena nilai $P=0,041$. Sedangkan untuk DT, tidak terdapat hubungan antara DT Dengan indeks massa tubuh karena nilai $P=0,217$

Pembahasan

Hubungan antara Indeks Massa Tubuh dan Fungsi Sistolik

Pada perhitungan statistik yang dilakukan oleh peneliti, terbukti tidak terdapat hubungan antara LVEDs dengan indeks massa tubuh karena p-value lebih besar dari 0,05 ($0,674 > 0,05$). Pada Parameter LVEDs tidak terdapat hubungan dengan $P=0,647$ dan Pada Parameter fraksi ejeksi ventrikel kiri juga tidak terdapat hubungan $P=0,748$. Seperti yang digambarkan pada tabel 1. Maka secara teori hasil ini sejalan

dengan penelitian yang dilakukan berjudul *Obesity Paradox* oleh Paham Parto dkk. Jantung akan cenderung lebih mempertahankan fungsi sistoliknya terutama pada pasien dengan Obesitas memiliki survival yang baik terhadap terjadinya HF.

Obesity paradox menjelaskan mekanisme efek proteksi melalui pengeluaran lipoprotein yang disebut sebagai adipokin, yang akan mengeluarkan leptine (hormone nafsu makan) dalam keadaan normal leptine akan mengeluarkan efek terhadap miokardium melalui jalur langsung ataupun melalui jalur CNS dan meningkatkan potensi terjadinya hipertrofi jantung hingga HF, tetapi pada keadaan obesitas dengan kadar lemak tinggi akan terjadi resistensi leptin yang justru akan memberikan efek protektif terhadap jantung. Resistin dikatakan berasosiasi kompleks dengan leptin dalam

mekanisme yang serupa.⁶

Selanjutnya grelin (hormon lapar) yang diaktivasi oleh adipokin dalam keadaan obesitas akan memberikan efek yang menurunkan tekanan darah arteri, meningkatkan kontraktilitas miokardium, meningkatkan metabolisme sel miokardium dan proteksi terhadap dinding endotelial. Pada pasien obesitas yang teraktivasi untuk mempertahankan fungsi jantung agar tidak mengalami hipertropi atau terjadi HF sehingga pengisian jantung saat diastolik dapat berjalan sebagaimana mestinya.⁶

Namun demikian terdapat pihak yang kurang setuju dengan teori tersebut dan mengatakan bahwa, Sebagian besar studi tentang paradoks obesitas bersifat retrospektif. Pasien obesitas dengan gagal jantung dapat datang ke dokter lebih awal, yang mengarah ke jeda waktu penanganan medis dan dapat menjadi bias. Pasien obesitas dapat memiliki sistem renin-angiotensin-aldosteron yang dilemahkan, yang dapat mendukung prognosis yang lebih baik.

Otot jantung juga akan meningkatkan kemampuan ejeksinya dengan meningkatkan asupan glukosa pada otot jantung, sehingga fraksi ejeksi ventrikel, diameter akhir pada fase akhir sistolik, dan diameter pada fase akhir diastolik juga akan tetap dipertahankan. Sehingga Dapat disimpulkan Berdasarkan tabel 1 bahwa tidak terdapat hubungan antara Indeks Massa Tubuh dan fungsi sistolik ventrikel kiri (LVEDs, LVEDd dan FEV).⁸

Hubungan Antara Indeks Massa Tubuh dan Fungsi Distolik

Terdapat hubungan antara fungsi diastolik dengan Indeks Masa tubuh dengan hasil perhitungan statistic, nilai $P= 0,041$. Pada keadaan Obesitas fungsi diastolik selalu mendahului terjadinya penurunan fungsi dibandingkan dengan parameter lainnya. Hasil ini sejalan dengan jurnal yang diterbitkan oleh NCBI oleh Cessar Russo dkk. Pada tahun 2011, terdapat hasil yang signifikan antara hubungan BMI dengan fungsi diastolik pada jantung. Pada fungsi diastolik diketahui parameter E dan A untuk menghitung fungsi diastolik, maka nilai E/A akan menjadi nilai untuk fungsi diastolik berjalan normal atau tidak.⁹

Pada jurnal tersebut dijelaskan bahwa terdapat resistensi pembuluh darah sistemik yang diakibatkan pada seseorang yang mengalami obesitas terus terjadi proses inflamasi diakibatkan tingginya kadar asam lemak bebas dalam darah. Hasil dari inflamasi secara terus menerus menghasilkan radikal bebas dan menginduksi terjadinya vasokonstriksi pada pembuluh darah perifer. Hal ini tentu saja mengakibatkan aliran balik vena ke jantung menjadi terdapat perubahan.

Pada pasien yang mengalami obesitas, terjadi peningkatan kecepatan pada gelombang E yang ditangkap oleh *doppler*. Peningkatan terjadi diakibatkan karena resistensi perifer dan keadaan hipertensi yang sangat terbukti kuat terjadi pada banyak pasien obesitas. Akibatnya pengisian pasif awal ventrikel pada jantung menjadi meningkat

kecepatannya. Tidak hanya pada gelombang E saja, pada gelombang A terjadi pula peningkatan kecepatan pada pasien dengan obesitas yang menyebabkan gelombang A menjadi diatas rata rata seseorang dengan IMT normal.⁷

Kondisi demikian tentu saja akan merubah hasil dari perhitungan E/A sebagai parameter keberhasilan fungsi diastolik jantung. Bahwa semakin meningkatnya tingkat obesitas pada pasien maka semakin cepat pula kecepatan E/A. Hasil normal berada pada rentang $\geq 0,8 - < 2$.⁷

Sedangkan pada gambaran statistik untuk hubungan antara IMT dan waktu deselerasi (DT) pada tabel 4 tidak terdapat hubungan antara DT dengan indeks massa tubuh karena $P = 0,2171$. Berdasarkan Tabel 4 kelompok dengan IMT obese I mempunyai angka kejadian DT normal lebih tinggi dibandingkan DT yang menurun dan meningkat. DT adalah parameter waktu yang dapat dihitung dengan menggunakan *doppler*. Pada sebaran data sample yang didapatkan tidak menunjukkan sebaran data yang signifikan bahwa BMI dapat memengaruhi waktu deselerasi.⁷

Gambaran demikian apabila dihubungkan dengan fungsi jantung yang tetap berkompensasi untuk mempertahankan fungsinya. Sesuai dengan teori pada *obesity paradox* bahwa pada pasien dengan obesitas akan memiliki kemampuan yang lebih baik untuk mencegah kemungkinan terjadinya HF. Artinya DT akan tetap dipertahankan dalam rentang nilai normal agar jantung dapat tetap menjaga volume diastoliknya. Hingga ambang batas

kemampuan untuk berkompensasi yang menyebabkan jantung mengalami hipertropi hingga terjadi HF⁶

Maka dengan penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya diperkuat dengan perhitungan statistic yang menunjukkan hasil signifikan. Bahwa, IMT dapat memengaruhi fungsi diastolik. Namun tidak terdapat hubungan antara indeks massa tubuh dan DT.

Kesimpulan

Indeks massa tubuh memiliki korelasi positif dengan fungsi diastolik ventrikel kiri pada kelompok obesitas dewasa muda dengan nilai $p=0,041$. Namun tidak untuk dimensi ruang jantung dan fungsi sistolik.

Daftar Pustaka

1. who. obesity and overweight. 2017; Available from: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/>
2. who. Obesity. 2017; Available from: http://www.who.int/gho/ncd/risk_factors/obesity_text/en/
3. Karason K, Wallentin I, Sjoströmi L, Wallentin I. Effects of Obesity and Weight Loss on Cardiac Function and Valvular Performance. 1998;6(6).
4. Harding S, Teyhan A, Maynard MJ, Cruickshank JK. Ethnic differences in overweight and obesity in early adolescence in the MRC DASH study: the role of adolescent and parental lifestyle. 2018;(February).

5. Burke GL, Bild DE, Tracy RP, Arai AE, Lima JAC, Bluemke DA. The Impact of Obesity on the Left Ventricle. *JCMG* [Internet]. 2010;3(3):266–74. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcmg.2009.10.012>
6. Parham Parto, Carl J Lavie, Ross Arena. Body habitus in heart failure: understanding the mechanisms and clinical significance of the obesity paradox. *Future cardiologi*. 2016.
7. [Zhezhen Jin](#), [Shunichi Homma](#), [Tatjana Rundek](#), dkk. Effect of Obesity and Overweight on Left Ventricular Diastolic Function: a Community-based Study in an Elderly Cohort. Diunduh dari: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3077126/>. Diakses Pada: 14 januari 2019.
8. [Jasmine Grewal](#), [Robert B. McCully](#), [Garvan Kane](#), dkk. Left Ventricular Function and Exercise Capacity. Diunduh pada: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2862454/>. Diakses pada: 14 januari 2019
9. Caesar Russo, [Shunichi Homma](#), [Tatjana Rundek](#), dkk. Effect of Obesity and Overweight on Left Ventricular Diastolic Function: a Community-based Study in an Elderly Cohort. Diunduh pada: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3077126/> Diakses pada 12 janurai 2019