

# Tinjauan Terapi

## *Enhanced External Counterpulsation (EECP)*

*Jo Suherman*

*Bagian Faal, Fakultas Kedokteran, Universitas Kristen Maranatha,  
Jl. Prof. drg. Suria Sumantri MPH No. 65 Bandung 40164 Indonesia*

### **Abstrak**

Terapi EECP (*Enhanced external counterpulsation*) adalah terapi non invasif dengan menggunakan tiga set manset (*pneumatic cuffs*) yang dililitkan pada betis, paha dan pinggul. Pengisian dan pengosongan udara dalam manset diatur sesuai siklus jantung berdasarkan EKG yang dikendalikan oleh komputer. Pada saat onset diastol, tiga set manset diisi udara secara cepat dengan tekanan yang dapat diatur, berurutan mulai dari betis, kemudian paha dan terakhir di pinggul. Dengan demikian darah dari tungkai bawah diperas balik dan disalurkan ke pangkal aorta (*counterpulsation*). Tekanan diastolik yang meningkat tersebut meningkatkan tekanan perfusi arteri koroner, membuka pembuluh kolateral yang ada dan *shear stress* yang terjadi pada arteri koroner akan memperbaiki disfungsi endotel. Keadaan itu menyebabkan dilatasi korner dan peningkatan produksi *Vascular Endothelial Growth Factor* yang penting untuk proses angiogenesis sehingga terbentuk kolateral baru untuk memasok otot jantung yang kekurangan darah karena penyempitan arteri koroner. Manfaat EECP telah terbukti dalam menolong penderita *refracter angina* dan meningkatkan kualitas hidup sehingga telah disahkan oleh FDA sebagai salah satu pilihan terapi untuk penderita penyakit jantung koroner. EECP dapat membantu mereka yang tidak mampu menjalani terapi *percutaneous coronary intervention* dan *Coronary Artery Bypass Grafting* karena masalah biaya.

**Kata kunci:** EECP, manset, diastol, tekanan perfusi, penyakit jantung koroner

## Enhanced External Counterpulsation (EECP) Therapy

### Abstract

EECP (Enhanced external counterpulsation) therapy is a non-invasive procedure involving the use of three sets of pneumatic cuffs wrapped around the patient's calves, lower and upper thighs. Inflation and deflation of the cuffs were modulated by event in the cardiac cycle via computer-interpreted ECG signals. During the onset of diastole, the cuffs inflated sequentially from the calves to lower thighs and finally to upper thighs milking the blood toward aortic root (counter pulsation). This resulted in augmented diastolic aortic pressure and increased coronary perfusion pressure as well as opened the collateral channel and promoted the formation of new collateral to increase the blood flow to myocardial ischemic regions in patients with coronary heart disease. EECP has been approved by FDA as a therapeutic modality for treating refractory angina to improve the quality of patients' life. EECP can help patients who cannot pay for percutaneous coronary intervention and coronary artery bypass grafting.

**Keywords:** EECP, cuff, diastole, perfusion pressure, coronary heart disease

### Pendahuluan

Menurut WHO, perkiraan kematian pada tahun 2020 di seluruh dunia khususnya pada negara berkembang 75% disebabkan penyakit kronis dan 71% karena penyakit jantung iskemik.<sup>1</sup> Di Inggris penyakit jantung koroner (PJK) merupakan penyebab utama kematian. Satu dari lima pria dan satu dari enam wanita meninggal karena PJK. Setiap tahunnya 101.000 orang meninggal karena PJK.<sup>2</sup> Kejadian *sudden cardiac death* (SCD) mencapai 400.000 kasus per tahun di negara maju seperti Amerika Serikat. Jumlah ini hampir 50 persen dari seluruh kematian yang terjadi. Di Indonesia, khususnya di perkotaan, di mana pola penyakitnya sudah sama dengan pola penyakit negara-negara maju, PJK masih merupakan penyakit yang paling sering menyebabkan SCD.<sup>3</sup>

Penatalaksanaan PJK meliputi modifikasi faktor-faktor risiko, farmakologis, revaskularisasi dengan *Percutaneous Coronary Intervention* (PCI) dan *Coronary Artery Bypass Grafting* (CABG) dan terapi non invasif dengan

EECP (*Enhanced External Counterpulsation*). EECP telah disetujui oleh FDA pada tahun 1995 untuk terapi *refractory angina* yaitu *angina pectoris* yang terjadi pada pasien pasca revaskularisasi, dan gagal mengatasi angina dengan intervensi farmakologis dan pasien tidak bisa dilakukan intervensi revaskularisasi ulang. Pada tahun 1998 *International EECP Patient Registry* didirikan pada Universitas Pittsburgh Amerika. Hingga sekarang lebih dari 5.000 pasien pada lebih dari 100 pusat penelitian terutama di Amerika ikut dalam *registry*. Data dari *registry* mengkonfirmasi keamanan dan efisiensi simptomatik dari terapi EECP.<sup>4</sup> Menurut Prof. Peter Kabo, di Indonesia, orang pertama yang mempromosikan EECP adalah Prof. Dr. Syukri Karim. Mereka melakukan penelitian sederhana dan hasilnya menunjukkan bahwa EECP memperbaiki manifestasi PJK yang diuji dengan EKG, *treadmill test* atau skintigrafi talium.<sup>5</sup> Pada tahun 1997, Indonesia adalah satu-satunya negara di Asia Tenggara yang memiliki EECP. Namun saat ini EECP sudah

dipergunakan di Malaysia, Hong Kong, Taiwan, Filipina dan Singapura sebagai salah satu cara penanggulangan PJK.<sup>5</sup> Alat EECP bekerja diatur oleh komputer berdasarkan elektrokardiogram pasien untuk meningkatkan tekanan darah diastolik arteri sehingga meningkatkan aliran darah diastolik dalam arteri koroner, serebral dan renal, serta menstimulasi diuresis dan natriuresis.<sup>6,7</sup> Pada tahun 2002, FDA menyetujui terapi EECP untuk pasien dengan gagal jantung karena iskemik miokardia.

### Permasalahan

Di Indonesia, penyakit jantung sekarang ini menempati urutan pertama sebagai penyebab kematian.<sup>8</sup> Kematian mendadak sering diakibatkan oleh aritmia jantung berbahaya yang dipicu oleh penyumbatan mendadak dari arteri koroner yang sudah mengalami penyempitan akibat plak yang terbentuk pada proses aterosklerosis. Sebenarnya proses aterosklerosis yang menjadi biang keladi penyakit ini sudah dimulai sejak dewasa muda dan plak yang terbentuk bertambah besar sejalan dengan bertambahnya umur atau waktu. Penyebab utama pembentukan plak adalah cedera endotel yang melapisi bagian dalam pembuluh darah. Faktor-faktor yang berperan pada cedera endotel yang terus menerus adalah kadar LDL, kolesterol yang tinggi, hipertensi, merokok, diabetes dan lainnya. Cedera endotel menyebabkan endotel tidak berfungsi baik dalam proses melebarkan pembuluh koroner bila diperlukan (saat olah raga), mencegah penempelan sel darah putih (monosit) dan lainnya. Bila terjadi disfungsi endotel maka monosit bisa menempel pada endotel dan masuk ke lapisan di bawah endotel dan menjadi makrofag yang memakan LDL kolesterol

yang sudah teroksidasi sehingga akhirnya terbentuk plak yang menyempitkan lumen arteri koroner.<sup>9,10</sup>

Tidak semua orang penderita PJK di Indonesia yang mampu menjalani pengobatan operasi CABG atau yang kurang invasif yaitu pemasangan *stent* pada prosedur PCI karena biaya yang mahal. Terapi alternatif yang non invasif dan sudah diakui FDA Amerika adalah EECP. Biaya untuk terapi EECP jauh di bawah PCI dan CABG. Target terapi EECP adalah membuka kolateral arteri koroner yang sudah ada dan membentuk pembuluh darah baru untuk memberi suplai darah kepada otot jantung yang kekurangan darah. Manfaat EECP lebih banyak pada orang dengan penyempitan satu atau dua pembuluh utama. Bila penyempitan sudah terjadi pada 3 pembuluh utama koroner maka terapi EECP sebaiknya dilakukan setelah CABG. Sayangnya di Indonesia tidak banyak yang memilih terapi non invasif ini yang sudah terbukti bermanfaat. Hal itu mungkin disebabkan pengalaman tenaga medis dan informasi tentang metode terapi EECP masih kurang.

### Terapi EECP

Terapi EECP adalah terapi non invasif dengan menggunakan tiga set manset (*pneumatic cuffs*) yang dililitkan pada betis, paha dan pinggul. Pada saat onset diastol, tiga set manset tadi diisi udara secara cepat dengan tekanan yang dapat diatur, berurutan mulai dari betis, kemudian paha dan terakhir pinggul. Dengan demikian darah dari tungkai bawah diperas balik dan disalurkan ke pangkal aorta (*counterpulsation*) dan menurut Prof. Peter Kabo terjadi peningkatan tekanan dan volume darah (hampir 50%) di aorta pada waktu diastolik yang ditimbulkan oleh EECP

akan menambah tekanan dorong atau tekanan perfusi ke dalam arteri koroner. Hal ini memberi manfaat berupa (1) miokard memperoleh lebih banyak oksigen karena tekanan perfusi yang meningkat, (2) *shear stress* yang terjadi pada arteri koroner akan memperbaiki disfungsi endotel dengan jalan meningkatkan produksi *nitric oxide* (vasodilator) dan mengurangi sekresi endothelin 1 (vasokonstriktor) sehingga terjadi dilatasi koroner serta meningkatkan produksi *vascular Endothelial Growth Factor* yang penting untuk proses angiogenesis sehingga terbentuk kolateral baru,<sup>11-13</sup> (3) membuka pembuluh kolateral yang telah ada untuk membantu meningkatkan perfusi jantung,<sup>14</sup> (4) menurunkan *afterload* karena terjadi *presystolic unloading* akibat darah di tungkai bawah telah 'dikosongkan'. Hal itu akan mengurangi kerja/ beban jantung sehingga konsumsi oksigen dikurangi,<sup>14</sup> (5) keadaan iskemik dikurangi sebagai akibat dari meningkatnya perfusi jantung dan berkurangnya konsumsi oksigen, (6) perfusi ke organ lain juga meningkat sehingga terjadi *peripheral conditioning* sebagai akibat 'olah raga pasif', (7) perfusi ke ginjal meningkat sehingga diuresis bertambah, hal ini diakibatkan juga oleh karena sekresi *Atrial Natriuretic Peptide* (ANP) oleh otot atrial meningkat akibat dari *venous return* yang meningkat, (8) tekanan darah berkurang karena ANP menghambat sekresi renin dan aldosteron sehingga lebih banyak natrium dan air yang dibuang melalui ginjal (*natriuresis*).<sup>15</sup>

Pada saat sebelum sistol ventrikel, udara di dalam tiga set manset secara serentak dihisap sehingga pada saat

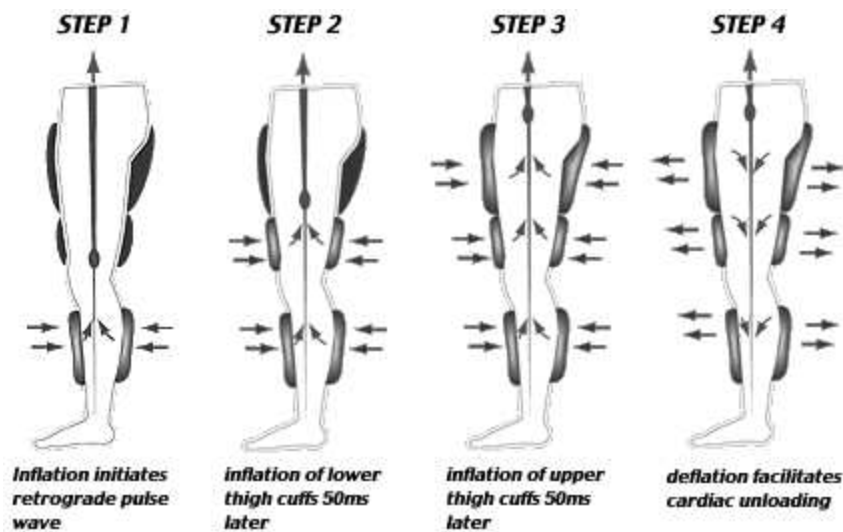
jantung sistol darah dengan mudahnya masuk ke dalam aorta karena telah terjadi pengosongan pembuluh darah di tungkai bawah (*presystolic unloading*). Dengan demikian beban jantung untuk memompakan darah ke perifer berkurang.

Waktu untuk mengisi dan mengosongkan udara dalam tiga set manset diatur oleh komputer berdasarkan sinyal EKG yang berasal dari pasien. Pada saat gelombang P, udara di dalam tiga set manset serentak dihisap sampai habis karena pada puncak gelombang R ventrikel kontraksi dan pada saat gelombang T (ventrikel diastol) manset diisi udara dengan tekanan yang dapat diatur sampai 300 mmHg.

#### Pedoman Terapi EECPP<sup>14</sup>

Pedoman untuk terapi EECPP adalah:

1. Terapi dilakukan setiap hari selama satu jam, seminggu 6 kali sampai 36 kali.
2. Semua obat dikonsumsi seperti yang ditentukan, kecuali obat diuretik jangan diminum sebelum terapi karena akan mengganggu terapi.
3. Pasien tidak makan atau minum 2 jam sebelum terapi.
4. Pasien mengosongkan kantung kemih sebelum terapi dimulai.
5. Pasien memakai celana panjang dari katun yang pas.
6. Tekanan darah dan frekuensi nadi pasien diperiksa sebelum dan setelah terapi.
7. EKG, frekuensi denyut jantung, dan saturasi oksigen dan *plethysmograph* dimonitor selama terapi.



**Gambar 1.** Diagram Tahapan Terapi EECP<sup>16</sup>

Langkah 1-3 udara dipompakan secara berturutan sesaat setelah sistol  
Langkah 4 udara dihisap serentak sesaat sebelum sistol

### Indikasi Terapi EECP

Pasien yang akan mendapat manfaat dari terapi EECP antara lain adalah pasien dengan serangan angina yang tidak dapat diatasi dengan terapi farmakologi (*refractory angina*) dan membatasi aktivitasnya untuk menghindari gejala angina. Pasien yang mempunyai anatomi koroner tidak cocok atau berisiko tinggi untuk terapi revaskularisasi. Terapi EECP juga bukan pilihan tepat bagi penderita *microvascular angina (cardiac syndrome X)* dan pasien diabetes melitus dengan penyakit jantung koroner.<sup>14,17-20</sup>

### Kontra Indikasi Terapi EECP<sup>14</sup>

Kontra indikasi terapi EECP adalah:

- pasien dengan aritmia (*atrial flutter, atrial fibrillation, ventricular tachycardia*) karena aritmia akan mengganggu proses terapi
- pasien yang baru dua minggu pasca kateterisasi jantung atau tiga bulan

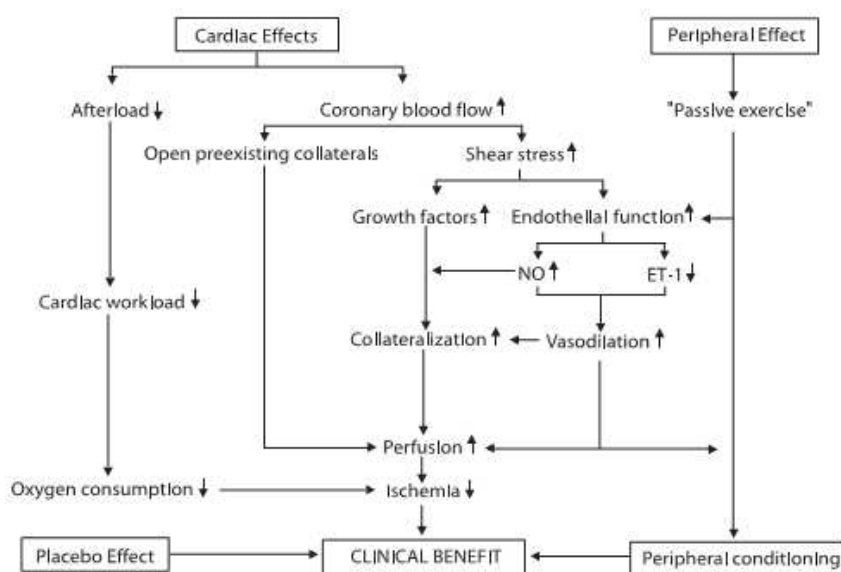
pasca operasi *bypass*

- penderita *aneurysma* aorta, regurgitasi aorta karena mempunyai kecenderungan perdarahan
- wanita hamil
- pasien dengan tensi >180/110 mmHg
- penderita *deep vein thrombosis* dan *thrombophlebitis*.

### Manfaat Terapi EECP

Menurut Bonetti *et al.*, mekanisme terjadinya manfaat klinik terapi EECP sebagaimana yang tertera pada Gambar 2.

Melalui peningkatan aliran darah koroner, EECP mendorong kolateralisasi miokardia dengan membuka kolateral yang akan terbentuk. Peningkatan aliran darah dan tekanan juga meningkatkan fungsi endotel koroner yang mendukung vasodilatasi dan perfusi miokardia. Selain efek perifer, efek placebo berkontribusi pada manfaat simptomatik dari EECP.<sup>12</sup>



**Gambar 2.** Mekanisme Terjadinya Manfaat Klinik Terapi EECP<sup>12</sup>  
Ket: ET=Endothelin, NO= Nitric Oxide

Manfaat yang dapat diperoleh oleh pasien setelah terapi EECP adalah pengurangan angina, pengurangan penggunaan nitrat, meningkatkan toleransi terhadap olah raga, meningkatkan kualitas hidup dan aspek psikologis, meningkatkan perfusi miokard, meningkatkan aliran darah dalam organ tubuh, dan memperbaiki fungsi endotel. Data *follow-up* memperkirakan manfaat klinik bertahan sampai 3-5 tahun.<sup>14,21</sup>

### Kekurangan Terapi EECP

Kekurangan dari terapi EECP adalah waktu yang dibutuhkan cukup lama (35 hari) dan belum banyak fasilitas yang menyediakan fasilitas terapi.

### Studi Klinik

Telah banyak studi klinik yang dilakukan di manca negara oleh berbagai institusi kesehatan yang meneliti manfaat terapi EECP untuk pasien PJK. Hasil penelitian Barsness *et al.* (peneliti-peneliti IEPR) menyimpulkan bahwa "*In a broad patient population, EECP has been shown to be a safe and effective treatment.*"<sup>22</sup> Casey *et al.* meneliti efek EECP terhadap sitokin-sitokin inflamasi dan molekul-molekul adhesi pada 21 orang pasien dengan *angina pectoris*. Para peneliti tersebut menemukan bahwa EECP efektif dalam mengurangi kadar plasma *tumor necrosis factor alpha* (TNF- $\alpha$ ), *monocyte chemoattractant protein-1* (MCP-1), dan perubahan ini paralel dengan berkurangnya gejala nyeri dada.<sup>23</sup>

## Simpulan

Terapi EECP adalah terapi non invasif untuk penderita penyakit jantung koroner khususnya yang refrakter, baik yang sudah mengalami tindakan revaskularisasi maupun yang belum. Terapi ini telah terbukti mengurangi angina dan memperbaiki kualitas hidup penderita. EECP membuat perfusi jantung lebih baik dan membuka pembuluh darah kolateral yang telah ada dan diperkirakan membentuk pembuluh kolateral baru.

## Daftar Pustaka

1. WHO Technical Report Series. Diet, nutrition and the prevention of chronic disease. 916 Geneva. 2003 [cited 2010 June 20]. Available from: [http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO\\_TRS\\_916.pdf](http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO_TRS_916.pdf).
2. Epidemiology of coronary heart disease. 2010 [cited 2010 June 20]. Available from: <http://www.patient.co.uk/showdoc/40001505/>.
3. Yuniadi Y. Kematian mendadak (tidak) hanya dialami pria! [cited 2010 June 20]. Available from: [http://ezcobar.com/dokter-online/dokter15/index.php?option=com\\_content&view=article&id=123:kematian-mendadak-tidak-hanyadi-alam-ipria&catid=46:jantung&Itemid=63](http://ezcobar.com/dokter-online/dokter15/index.php?option=com_content&view=article&id=123:kematian-mendadak-tidak-hanyadi-alam-ipria&catid=46:jantung&Itemid=63).
4. Michaels AD, Barsness GW, Soran O, and the international EECP patient investigators.. Frequency and efficacy of repeat enhanced external counterpulsation for stable angina pectoris (from the International EECP Patient Registry). *Am J Cardiol*. 2005; 95:394-7.
5. Kabo P. Mengungkap pengobatan penyakit jantung koroner. Kesaksian seorang ahli jantung dan ahli obat. Jakarta:PT Gramedia Pustaka Utama; 2008.
6. Werner D, Schneider M, Weise M, Nannast-Daniel B, Daniel WG. Pneumatic external counterpulsation: a new noninvasive method to improve organ perfusion. *Am J Cardiol*. 1999; 84:950-2.
7. Werner D, Traegner P, Wawer A, Porst H, Daniel W, Gross P. Enhanced external counterpulsation: a new technique to augment renal function in liver cirrhosis. *Nephrol Dial Transplant*. 2005; 20:920-6.
8. WHO. Indonesia: *mortality country profile*. 2006 [cited 2010 June 20]. Available from: [http://www.who.int/whosis/mort/profiles/mort\\_searo\\_idn\\_indonesia.pdf](http://www.who.int/whosis/mort/profiles/mort_searo_idn_indonesia.pdf)
9. Munro JM, Cotran RS. The pathogenesis of atherosclerosis: atherogenesis and inflammation. *Lab Invest*. 1988; 58(3):249-61.
10. Insull W Jr.. The pathology of atherosclerosis: plaque development and plaque responses to medical treatment. *Am J Med*. 2009; 122(1 Suppl):S3-S14.
11. Urano H, Lida S, Fukami K, Sugano R, Satoh A, Kanaya S. Intermittent shear stimuli by Enhanced External Counterpulsation (EECP) restores endothelial function in patient with coronary artery disease. *Circulation* 2000; 102(18 Suppl 2), II-57(266).
12. Bonetti PO, Barsness GW, Keelan PC, Schnell TI, Pumper GM, Kuvin JT, et al. Enhanced external counter-pulsation improves endothelial function in patient with symptomatic coronary artery disease. *J of the Am College of Cardio*. 2003; 41(10):1761-8.
13. Wu GF, Qiang SZ, Zheng ZS, Zhang MQ, Lawson WE, Hui JCK. A neurohormonal mechanism for the effectiveness of enhanced external counterpulsation. *Circulation* 1999; 100(18), I-832(4390).
14. The physician's guide to EECP therapy. 2005 [cited 2010 Mei 20]. Available from: [www.eecp.com/guide\\_therapy.pdf](http://www.eecp.com/guide_therapy.pdf).
15. Sherwood L. Human physiology from cell to system. 4<sup>th</sup> ed. Pasific Grove: Brook/Cole; 2001.
16. Enhanced External Counterpulsation treatment (EECP). 2007 [cited 2010 June 20]. Available from: <http://www>.

- mplsheart.com/Services/ HeartFailure /EECP Treatment.aspx.
17. Soran O, Kennard ED, Holubkov R, Strobeck J, & Feldman AM. Enhanced External Counterpulsation as a treatment for chronic angina patients with left ventricular dysfunction: a report from the international EECP patient registry (IEPR). CHF. 2002; 8:297-302.
  18. Kronhaus KD & Lawson WE. Is Enhanced External Counterpulsation the treatment choice for microvascular angina? J Investigative Med. 2002; 51(Suppl 2), S360 (26).
  19. Crawford LE. Experience with Enhanced External Counterpulsation (EECP) in coronary artery disease. Today's Therapeutic Trends 2002; 20(3):243-52.
  20. Linnemeier GC, Kennard ED, Soran O, Kelsey SF. Enhanced External Counterpulsation for the relief of angina in patients with diabetes: a one-year clinical outcome study. Am Heart J. 2003; 146(3):453-8.
  21. Enhanced External Counterpulsation: an effective Noninvasive Outpatient Treatment for Select Refractory Angina Patient. 2005 [cited 2010 May 15]. Available from: <http://www.mayoclinic.org/clinical-update-2005/21-1-05-counterpulsation.html>.
  22. Barsness G, Feldman AM, Holmes Jr. DR, Holubkov R, Kelsey SF, Kennard ED. 2001. International EECP Patient Registry (IEPR): design, methods, baseline characteristics, and acute results. Clin Cardiol. 2001 Jun;24(6):435-42.
  23. Darren PC, Conti CR, Nichols WW, Choi CY, Khuddus MA, Braith RW. Effect of Enhanced External Counterpulsation (EECP) on inflammatory cytokines and adhesion molecules in patients with angina pectoris and angiographic coronary artery disease. Am J Cardiol. 2008; 101(3):300-2.