

## ***Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığında Koroner Bypass Cerrahisi: Off-Pump mı? On-Pump mı?***

### ***Coronary Bypass Surgery in Chronic Obstructive Pulmonary Disease: Off-Pump? Or On-Pump?***

Cengiz Ovalı

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Kalp ve Damar Cerrahisi, Eskişehir, Türkiye

**Özet:** Kliniğimizde off-pump ve on-pump koroner arter bypass greft (KABG) cerrahisi yapılan kronik obstrüktif akciğer hastalıklı (KOAH) hastalardaki sonuçlarımızı sunmak. Ocak 2014 – Aralık 2017 tarihleri arasında KABG yapılmış olan ve KOAH'ı ( $FEV_1/FVC \leq 0.7$ ) olan 52 hasta çalışmaya dâhil edildi. 52 hastadan off-pump KABG yapılan 27 hasta Grup 1'i on-pump KABG yapılan 25 hasta ise Grup 2'yi oluşturdu. Tüm hastaların anamnezi, fizik muayene bulguları, akciğer grafisi, spirometrik ölçüm bulguları ve arteriyel kan gazları değerlendirildi. Her iki gruptaki hastaların operasyon ile ilgili verileri ve postoperatif dönemdeki verileri karşılaştırıldı. Gruplar arasında yaş, cinsiyet, sigara kullanımı, hipertansiyon, diyabet, hiperlipidemi ve ek hastalıklar yönünden bir fark yoktu. Aynı şekilde preoperatif spirometri değerleri ile arteriyel kan gazındaki parsiyel oksijen saturasyonunda gruplar arasında fark yoktu. Mekanik ventilatör destek süresi, inotropik destek, steroid ve bronkodilatör kullanımı, yoğun bakımda ve hastanede yatış süresi Grup 1'de istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde kısa idi. Postoperatif dönemde oluşan komplikasyonlardan bronkospazm ve atelektazi Grup 1'de anlamlı olarak düşük idi. Diğer komplikasyonlar Grup 1'de az olsa da istatistiksel olarak anlamlı değildi. Grup 2' de 1 hastada mortalite olurken Grup 1'de mortalite olmadı. KOAH'lı hastalarda koroner bypass cerrahisinin kardiyopulmoner bypassa girilmeden off-pump olarak yapılması morbidite ve mortaliteyi önemli oranlarda azaltabileceği kanaatindeyiz.

**Anahtar Kelimeler:** Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı, Koroner bypass, Off-pump, On-pump

Ovalı C. 2018, Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığında Koroner Bypass Cerrahisi: Off-Pump mı? On-Pump mı?, *Osmangazi Journal of Medicine* , 40(1) 48-55 **Doi:** 10.20515/otd.320193

**Abstract:** To present our results in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD) who underwent off-pump and on-pump coronary artery bypass graft (CABG) surgeries in our clinic. A total of 52 patients suffering from COPD ( $FEV_1 / FVC \leq 0.7$ ) and treated with CABG between January 2014 and December 2017 in our clinic were included in the present study. Of 52 patients, 27 patients who underwent off-pump CABG was designated as Group 1 and 25 patients treated with on-pump CABG was designated as Group 2. Anamnesis, physical examination findings, chest X-rays, spirometric measurement findings and arterial blood gases of all the patients were evaluated. The patients in both groups were compared with operation-related data and postoperative data. There was no difference between groups in terms of age, gender, smoking, hypertension, diabetes, hyperlipidemia and additional diseases. Similarly, there was also no difference between preoperative spirometry values and partial oxygen saturation in arterial blood gases. The duration of mechanical ventilatory support, inotropic support, steroid and bronchodilator use, intensive care unit and length of hospital stay were statistically significant higher in Group 1. Whereas, bronchospasm and atelectasis owing to the complications were significantly lower in Group 1. Other complications were less significant in Group 1 even though not statistically significant. Ultimately, while there was no mortality in Group 1, there was one mortality in Group 2. We believe that off-pump coronary bypass surgery without COPD in COPD patients may significantly reduce morbidity and mortality.

**Key Words:** Chronic Obstructive Pulmonary Disease, Coronary Bypass, Off-pump, On-pump

Ovalı C. 2018, Coronary Bypass Surgery in Chronic Obstructive Pulmonary Disease: Off-Pump? Or On-Pump?, *Osmangazi Tıp Dergisi* , 40(1) 48-55 **Doi:** 10.20515/otd. 320193

## 1. Giriş

Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı (KOAH); GOLD (Global Strategy for the Diagnosis, Management and Prevention of Chronic Obstructive Pulmonary Disease) 2017 raporunda; zararlı partikül veya gazlara ciddi maruziyetin neden olduğu havayolu ve/veya alveoler anormalliklere bağlı kalıcı hava akımı kısıtlanması ve solunumsal semptomlarla karakterize, yaygın, önlenebilir ve tedavi edilebilir bir hastalık olarak tanımlanmıştır (1). Genellikle küçük hava yolu hastalığı (obstrüktif bronşiyolit) ve/veya parankim yıkımının (amfizem) olması gereklidir. Semptomların varlığında bronkodilatör tedavi sonrası spirometride FEV1 /FVC  $\leq$  %70 olması persistan hava akımı kısıtlılığını gösterir ve KOAH tanısı için gereklidir (1).

KOAH'ın prevalansı %11,7 dir (1). KOAH'ta iskemik kalp hastalığı prevalansı ise %16,1-%53 arasında değişmektedir (2,3). KOAH alevlenmeleri sırasında kardiyak troponin düzeyi yüksek olan hastalarda erken ve geç mortalitede artış saptanmıştır (4). KOAH, Koroner arter bypass (KABG) cerrahisi gibi majör cerrahilerde mortalite ve morbiditeyi önemli derecede etkileyen risk faktörüdür (2-5). Literatürde KABG ameliyatlarında ekstrakorporeal dolaşıma girilmesi ve aortik kross klemp ile arrestinin sağlanması sonucunda tüm vücut dokuları ve miyokard üzerine olumsuz etkiler oluşturduğuna yönelik çok sayıda yaygın vardır (5,6).

Bu çalışmada, off-pump ve on-pump KABG cerrahisinin KOAH'lı hastalar üzerindeki etkisini incelemeyi amaçladık.

## 2. Gereç ve Yöntem

Ocak 2014 – Aralık 2017 tarihleri arasında kliniğimizde KABG yapılmış olan hastaların dosyaları retrospektif olarak tarandı ve preoperatif dönemde KOAH tanısı konulan ve medikal tedavi alan 52 hasta çalışmaya dahil edildi. Postoperatif dönemde takibi yapılamayan hastalar ve dosya içeriğinde verileri eksik olan hastalar çalışma dışı bırakıldı. 52 hastadan off-pump KABG yapılmış olan 27 hasta Grup 1, on-pump

KABG yapılmış olan 25 hasta ise Grup 2 olarak değerlendirildi.

Tüm hastaların anamnezi, fizik muayene bulguları, akciğer grafisi, spirometrik ölçüm bulguları ve arteriyel kan gazları incelenerek kayıt altına alındı. FEV1/FVC  $\leq$  0.7 olması hava yolu obstrüksiyonu olarak kabul edildi. 52 hastanın tamamı Göğüs Hastalıkları Kliniği tarafından değerlendirildi ve 29 hastaya (% 55) ortalama 3.2 $\pm$ 1.8 gün yoğun bronkodilatör ve steroid tedavisi uygulandı.

Ameliyat sabahına kadar hastaların medikal tedavisine devam edildi. Bütün hastalar elektif olarak operasyona alındılar. Premedikasyonda cerrahiden 30 dk. önce (i.m.) 0,1 mg kg-1 morfin HCl ampul (Morfin HCl, Biosel) kullanıldı. Ameliyat odasına alınan hastalara rutin monitorizasyon (EKG; DII - V5, puls oksimetre, noninvaziv arter kan basıncı, juguler venöz kanülasyon ve idrar sonda) uygulandı. Takiben hastalara 0.5 mg/kg-1 pentotal, 0.5 mg/kg rokuronyum verilerek induksiyon sağlandı. Hastalara % 2-4 sevofluran ve 0.1-0.3  $\mu$ g/kg/dk remifentanil infüzyonu induksiyonu takiben başlandı ve tüm ameliyat boyunca devam edildi. Entübasyonu takiben hastalar % 50 oksijen-% 50 kuru hava karışımı ile 6-8 ml/kg tidal volüm ile mekanik ventilatöre bağlandı. Median sternotomi ve ardından off-pump yada on-pump KABG yapıldı. Greft olarak, her iki grupta hastalara left internal mammary artery (LİMA) ve/veya safen ven kullanıldı.

Postoperatif yoğun bakımda hastalar SIMV + pressure support modunda mekanik ventilatöre bağlandı. Hızlı yüzeyel solunum indeksi (solunum sayısı /tidal volüm) <105 olan, Bilinci açık, PCO2 < 40 mmHg, PH > 7.30, arteriyel PO2/FIO2 > 250 ve 5 mg/kg/dk dozundan daha yüksek oranda dopamin almayan, hemodinamisi stabil, drenajı olmayan hastalar ekstübe edildi.

6 saati aşan mekanik ventilasyon süresi uzamış mekanik ventilasyon olarak kabul edildi. Ameliyat sırasında veya ameliyat sonrası dönemde, yeterli önyük ve ardyüke rağmen sistemik arter basıncının <90 mmHg,

miks pulmoner venöz saturasyonun <%60 olması düşük kalp debisi olarak kabul edildi.

Her iki gruptaki hastaların operasyon ile ilgili verileri ve postoperatif dönemdeki verileri kayıt altına alındı. Hastalar; LİMA kullanımı, anastomoz sayısı, ameliyat süresi, ekstübasyon süresi, inotropik destek ve intra aortik balon pompası kullanımı, drenaj, kan transfüzyonu, yoğun bakım yatış süresi, hastanede yatış süresi, uzun süreli entübasyon, reentübasyon, pulmoner komplikasyonlar, kardiovasküler komplikasyonlar, enfeksiyon, steroid ve bronkodilatatör kullanımı, trakeostomi açılması, diğer komplikasyonlar ve mortalite oranlarına göre gruplar arası karşılaştırıldılar.

### 3. İstatistiksel Analiz

Sürekli veriler Ortalama  $\pm$  Standart Sapma olarak verilmiştir. Kategorik veriler ise yüzde (%) olarak verilmiştir. Verilerin normal dağılıma uygunluğunun araştırılmasında Shapiro Wilk testinden yararlanılmıştır. Normal dağılım gösteren grupların karşılaştırılmasında, grup sayısı iki olan

durumlar için bağımsız örnek t testi analizi kullanılmıştır. Normal dağılıma uygunluk göstermeyen grupların karşılaştırılmasında, grup sayısı iki olan durumlar için Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. Oluşturulan çapraz tabloların analizinde Pearson Ki-Kare, Pearson Kesin (Exact) Ki-Kare ve Fisher's Kesin (Exact) Ki-Kare analizleri kullanılmıştır. Analizlerin uygulanmasında IBM SPSS Statistics 21.0 programından yararlanılmıştır. İstatistiksel önemlilik için  $p < 0.05$  değeri kriter kabul edilmiştir.

### 4. Bulgular

Her iki gruptaki hastalar yaş, cinsiyet, sigara kullanımı, hipertansiyon, diyabet, hiperlipidemi ve ek hastalıklar yönünden benzer özelliklerde idi. Grup 1'de ejeksiyon fraksiyonu Grup 2'ye göre istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde düşüktü. ( $P < 0,05$ ) (Tablo 1). İki grup arasında preoperatif yapılmış olan FVC, FEV1, FVC/FEV1 ve FEF 25-75 değerleri ile arteriyel kan gazındaki PO2 ve PCO2 değerleri açısından anlamlı fark yoktu. (Tablo 2).

**Tablo 1.** Preoperatif Hasta Özellikleri ve Risk Faktörleri

	Grup 1 (n:27) n (%)	Grup 2 (n: 25) n (%)	P
Yaş (yıl)	63,91 $\pm$ 9,86	64,20 $\pm$ 8,92	0,912
Cinsiyet (erkek)	17 (63)	16 (64)	0,938
Sigara	17 (63)	15 (60)	0,826
Diyabet	9 (33)	8 (32)	0,918
Hipertansiyon	15 (55)	13 (52)	0,797
Hiperlipidemi	11 (41)	11 (44)	0,812
Geçirilmiş MI	6 (22)	5 (20)	0,845
Preoperatif AF	4 (15)	3 (12)	1,000
Renal yetmezlik ( $\geq 2$ mg\dl)	2 (7)	1 (4)	1,000
Serebrovasküler olay	1 (4)	0 (0)	1,000
Ejeksiyon Fraksiyonu	46,8 $\pm$ 2,82	54,2 $\pm$ 3,84	<0,001

**AF:** Atrial Fibrilasyon, **MI:** Myokard Enfarktüsü

**Tablo 2.** Preoperatif Akciğer Fonksiyon Testleri ve Kan Gazı Değerleri

	<b>Grup 1</b> (27 hasta)	<b>Grup 2</b> (25 hasta)	<b>P</b>
FEV1	50,86±11,05	54,44±11,46	0,257
FVC	66,96±9,72	65,85±11,74	0,711
FEV1 / FVC	54,82±10,42	58,12±10,48	0,261
FEF 25-75	68,4±6,85	69,24±8,52	0,696
pO <sub>2</sub>	62,64±9,24	66,83±10,24	0,127
pCO <sub>2</sub>	42,80±6,22	42,54±6,10	0,880

**FEV1:** 1.saniyedeki zorlu ekspiratuvar volüm, **FEV:** Zorlu vital kapasite, **FEF 25-75:** Ekspiratuvar fazın %25-75'indeki zorlu ekspiratuvar akım, **PO<sub>2</sub>:** arteryel kan gazındaki parsiyel oksijen basıncı, **PCO<sub>2</sub>:** arteryel kan gazındaki parsiyel karbondioksit basıncı

Ameliyat ile ilgili olarak; kullanılan greft çeşiti, anastomoz sayısı, drenaj miktarı ve kan transfüzyonu açısından gruplar arasında anlamlı bir fark yokken, ameliyat süresi ve

hastanede yatış süresi istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde Grup 1' de daha kısa idi. (P<0,05) (Tablo 3).

**Tablo 3.** Operasyon ile ilgili veriler

	<b>Grup 1</b> (27 hasta)	<b>Grup 2</b> (25 hasta)	<b>P</b>
LİMA kullanımı (n, %)	26 (96)	24 (96)	1,000
Anastomoz Sayısı (ort)	2,82±0,80	2,88±1,05	0,817
Ameliyat Süresi (saat)	2,9±1,40	3,8±1,6	<b>0,035</b>
Drenaj (ml)	510±180	580±195	0,184
Kan transfüzyonu (ünite)	2,9±1,18	3,4±2,14	0,297
Hastanede Yatış Süresi (gün)	7,8±3,06	9,8±3,62	<b>0,036</b>

**LİMA:** Sol internal mammarial arter

Yoğun bakım süreci ve ventilatör destek ile ilgili verilerle ilgili olarak; ortalama mekanik ventilatör destek süresi, inotropik destek, steroid ve bronkodilatatör kullanımı ve yoğun bakımda yatış süresi belirgin şekilde Grup 1'de kısa idi (P<0,05). Uzamış mekanik ventilasyon, reentübasyon + mekanik destek, noninvaziv Sürekli Pozitif Havayolu Basıncı (CPAP) tedavisi sayısı Grup 1'de daha az olsa da gruplar arasında anlamlı fark yoktu.

(P>0,05) Intraaortik balon pompası kullanılan hasta sayısı her iki grupta 1 iken trakeostomi açılan hasta ise yoktu. (Tablo 4).

Postoperatif dönemde oluşan komplikasyonlar açısından; bronkospazm ve atelektazi Grup 1'de anlamlı olarak düşük idi. (P<0,05) Diğer komplikasyonlar Grup 1'de az olsa da istatistiksel olarak anlamlı değildi. (P>0,05) Grup 2' de 1 hastada mortalite olurken Grup 1'de mortalite olmadı. (P>0,05) (Tablo 5).

**Tablo 4.** Yoğun bakım ve Ventilatör destek ile ilgili veriler

	<b>Grup 1</b> (27 hasta)	<b>Grup 2</b> (25 hasta)	<b>P</b>
Mekanik ventilatör destek süresi (ortalama saat)	5,44±3,71	7,69±3,98	<b>0,041</b>
Uzamış mekanik ventilasyon	2	4	0,411
Reentübasyon + Mekanik Destek	0	2	0,235
Noninvaziv CPAP tedavisi	2	6	0,134
İnotropik destek	12	19	<b>0,020</b>
IABP kullanımı	1	1	1,000
Steroid ve Bronkodilatatör kullanımı	6	13	<b>0,043</b>
Trakeostomi	0	0	1,000
YB Yatış Süresi (gün)	2,62±1,26	3,52±1,64	<b>0,031</b>

CPAP: Sürekli pozitif havayolu basıncı, IABP: İntra aortik balon pompası, YB: Yoğun bakım

**Tablo 5.** Postoperatif dönemde oluşan komplikasyonlar

	<b>Grup 1 (27)</b> n (%)	<b>Grup 2 (25)</b> n (%)	<b>P</b>
<b>Pulmoner komplikasyonlar</b>			
• Bronkospazm	5 (18)	12 (48)	<b>0,038</b>
• Atelektazi	2 (7)	8 (32)	<b>0,039</b>
• Plevral efüzyon	3 (11)	5 (20)	0,453
• Pnömoni	1 (4)	1 (4)	1,000
<b>Kardiovasküler komplikasyonlar</b>			
• Postoperatif AF	5 (18)	7 (28)	0,517
• Düşük kardiyak debi	1 (4)	2 (8)	0,603
• Perioperatif MI	0 (0)	0 (0)	1,000
<b>Alan enfeksiyonu</b>			
• Yüzeysel	1 (4)	1 (4)	1,000
• mediastinit	0 (0)	0 (0)	1,000
<b>Diğer komplikasyonlar</b>			
• Serebrovasküler olay	0 (0)	0 (0)	1,000
• Renal yetmezlik ( $\geq 2$ mg/dl)	1 (4)	2 (8)	0,603
Revizyon	1 (4)	2 (8)	0,603
Mortalite	0 (0)	1 (4)	0,481

AF: Atrial Fibrilasyon, MI: Myokard Enfarktüsü

## 5. Tartışma

Kliniklerin tecrübesindeki artış ve teknolojideki yeniliklere rağmen koroner bypass cerrahisinde mortalite ve morbidite halen önemli bir sorun olarak devam etmektedir. Bunun en önemli sebebi; koroner bypass yapılan hastaların yaş ortalamalarının gün geçtikçe artması ve eskiden inoperabl yada yüksek riskli kabul edilen çoğu

hastaların ameliyat edilebilir hale gelmesidir (7,8).

Koroner bypass cerrahisi yapılan hastada vital kapasitede, total akciğer kapasitesinde ve fonksiyonel reziduel kapasitede ciddi oranda azalma oluşmaktadır (9). Bunların nedeni olarak hastanın genel anestezi alması,



düşük olsa da ( $P>0,05$ ) gruplar arasında istatistiksel olarak fark yoktu. Sonuçlarımız Mathieu ve ark.larının yapmış olduğu çalışmayı destekler mahiyettedir (26).

Bizim çalışmamızın retrospektif olması ve vaka sayısının nispeten az olması en önemli kısıtlılıklarıdır.

### Çıkar Çatışması Beyanı

Çıkar çatışması beyanı Yazarlar bu yazının hazırlanması ve yayınlanması aşamasında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmişlerdir.

### Finansman

Bu araştırma Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Rektörlüğünün koşulsuz Bilimsel Araştırmaları Projeleri Komisyonunun (BAP) 201511C204 nolu proje desteği ile yapılmıştır.

### 6. Sonuç

Kliniklerin tecrübelerindeki artışlara ve teknolojiye gelişmelere rağmen KOAH, koroner bypass cerrahisinde morbidite ve mortaliteyi etkileyen önemli bir sorundur. Yapmış olduğumuz çalışmaya göre; KOAH'lı hastalarda koroner bypass cerrahisinin kardiyopulmoner bypassa girilmeden off-pump olarak yapılması bu sorunları ciddi oranda azaltacağını kanaatindeyiz.

### KAYNAKLAR

1. Global Strategy for the Diagnosis, Management and Prevention of COPD, Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD) 2017. Available from: <http://goldcopd.org>.
2. Dursunoğlu N, Köktürk N, Baha A, Bilge AK, Börekçi Ş, Çiftçi F, et al. Turkish Thoracic Society-COPD Comorbidity Group. Comorbidities and their impact on chronic obstructive pulmonary disease. *Tuberk Toraks*. 2016;64:292-301.
3. Barnes PJ, Celli BR. Systemic manifestations and comorbidities of COPD. *Eur Respir J*. 2009;33:1165-85.
4. Hoiseith AD, Neukamm A, Karlsson BD, Omland T, Brekke PH, Søyseth V. Elevated high-sensitivity cardiac troponin T is associated with increased mortality after acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax*. 2011;66:775-81.
5. Daitoku K, Suzuki Y, Fukuda I. Cardiovascular surgery for patients with chronic respiratory failure and respiratory dysfunction. *Kyobu Geka*. 2008;61:624-9.
6. Güler M, Kirali K, Toker ME, Bozbuğa N, Omeroğlu SN, Akinci E, et al. Different CABG methods in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Ann Thorac Surg*. 2001;71:152-7.
7. Goldman S, Zadina K, Moritz T, Ovitt T, Sethi G, Copeland JG, et al. Long-term patency of saphenous vein and left internal mammary artery grafts after coronary artery bypass surgery: results from a Department of Veterans Affairs Cooperative Study. *J Am Coll Cardiol*. 2004; 7;44:2149-56.
8. Shahian DM, O'Brien SM, Sheng S, Grover FL, Mayer JE, Jacobs JP, et al. Predictors of long-term survival after coronary artery bypass grafting surgery: results from the Society of Thoracic Surgeons Adult Cardiac Surgery Database. *Circulation*. 2012;125:1491-500.
9. Badenes R C, Lozano A, Belda FJ. Postoperative Pulmonary Dysfunction and Mechanical Ventilation in Cardiac Surgery. *Crit Care Res Pract*. 2015; 2015: 420513.
10. Hirose H, Amano A, Takahashi A, Nagano N. Coronary artery bypass grafting for patients with nondialysis-dependent renal dysfunction. *European J of Cardio-Thoracic Surgery*. 2001;20:565-572.
11. Vaz Fragoso CA, McAvay G, Van Ness PH, Casaburi R, Jensen RL, MacIntyre N, et al. Phenotype of spirometric impairment in an Aging Population. *Am J Respir Crit Care Med*. 2016;193:727-35.
12. Grover FL, Hammermeister KE, Burchfield C. Initial report of the veterans administration preoperative risk assessment study for cardiac surgery. *Ann Thorac Surg*. 1990;50:12-28.
13. Buggeskov KB, Sundskard MM, Jonassen T, Andersen LW, Secher NH, Ravn HB, et al. Pulmonary artery perfusion versus no pulmonary perfusion during cardiopulmonary bypass in patients with

- COPD: a randomised clinical trial. *BMJ Open Respir Res.* 2016;6;3:e000146
14. Higgins TL, Estafanous FG, Loop FD, Beck GJ, Blum JM, Paranandi L. Stratification of morbidity and mortality outcome by preoperative risk factors in coronary artery bypass patients: a clinical severity score. *JAMA*, 267 (1992), pp. 2344-2348
  15. Naunheim KS, Fiore AC, Wadley JJ, , McBride LR, Kanter KR, Pennington DG, et al. The changing profile of the patient undergoing coronary artery bypass surgery *J Am Coll Cardiol.* 11 (1988), pp. 494-498
  16. Samuels LE, Kaufman MS, Morris RJ, Promisloff R, Brockman SK. Coronary artery bypass grafting in patients with COPD. *Chest.* 1998;113:878-82.
  17. Emerson DA, Hynes CF, Trachiotis GD. Long-term outcomes after off-pump or conventional coronary artery bypass grafting within a veteran population. *Innovations (Phila).* 2015;10:133-7.
  18. Lizak MK, Nash E, Zakliczyński M, Sliwka J, Knapik P, Zembala M. Additional spirometry criteria predict postoperative complications after coronary artery bypass grafting (CABG) independently of concomitant chronic obstructive pulmonary disease: when is off-pump CABG more beneficial? *Pol Arch Med Wewn.* 2009;119:550-7.
  19. King RC, Reece TB, Hurst JL, Shockey KS, Tribble CG, Spotnitz WD, et al. Minimally invasive coronary artery grafting decreases hospital stay and cost *Ann Surg.* 225 (1997), pp. 805-811
  20. Cleveland JC Jr, Shroyer AL, Chen AY, Peterson E, Grover FL. Off-pump coronary artery bypass grafting decreases risk-adjusted mortality and morbidity. *Ann Thorac Surg.* 2001; 72:1282.
  21. Cartier R, Brann S, Dagenais F, Martineau R, Couturier A. Systematic off-pump coronary artery revascularization in multivessel disease: experience of three hundred cases. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2000; 119:221.
  22. Arom KV, Flavin TF, Emery RW, Kshetry VR, Janey PA, Petersen RJ. Safety and efficacy of off-pump coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg.* 2000; 69:704.
  23. Van Dijk D, Nierich AP, Jansen EW, Nathoe HM, Suyker WJ, Diephuis JC, et al. Early outcome after off-pump versus on-pump coronary bypass surgery: results from a randomized study. *Circulation.* 2001; 104:1761.
  24. Widimsky P, Straka Z, Stros P, Jirasek K, Dvorak J, Votava J, et al. One-year coronary bypass graft patency: a randomized comparison between off-pump and on-pump surgery angiographic results of the PRAGUE-4 trial. *Circulation.* 2004; 110:3418.
  25. Fuster RG, Argudo JA, Albarova OG, Sos FH, Lopez SC, Codoner MB, et al. Prognostic value of chronic obstructive pulmonary disease in coronary artery bypass grafting. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2006;29:202-9.
  26. Mathieu P, Dupuis J, Carrier M, Cernacek P, Pellerin M, Perrault LP, et al.