

Off-Pump ve On-Pump Koroner Arter Bypass Tekniklerinin QT Dispersiyonu Üzerine Olan Etkilerinin Karşılaştırılması

Comparison of The Effects on QT Dispersion of Off-Pump And On-Pump Coronary Artery Bypass Technique

Hüseyin Bayram¹, Serdal Baştuğ², Ahmet Göktuğ Ertem², Hüseyin Ayhan³, Cenk Sarı², Hacı Ahmet Kasapkar³, Nihal Akar Bayram³, Telat Keleş³, Tahir Durmaz³, Engin Bozkurt³

¹ Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniği, Ankara

² Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Kardiyoloji Kliniği, Ankara

³ Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Kardiyoloji Ana Bilim Dalı, Ankara

Özet

Amaç: Koroner arter bypass greftleme sonrası ventriküler ektra atımdan süregelen olmayan ventriküler takikardi, süregelen ventriküler takikardi ve ventriküler fibrilasyon gibi takiaritmilere değişen aritmik tablolar görülebilir. Bu çalışmada atan kalpte ve on pump Koroner arter bypass greftlemenin QT dispersiyonu üzerine olan etkilerini araştırmayı amaçladık.

Materyal ve Metot: Çalışmaya 64 koroner arter bypass greftleme adayı olan hasta alındı. Bu hastalar on-pump koroner arter bypass greftleme grubu (n= 40) ve atan kalpte koroner arter bypass greftleme grubu (n= 24) olarak iki gruba ayrıldı. Elektrokardiyografi ve ekokardiyografi, cerrahiden önce ve 1 ay sonrasında uygulandı.

Bulgular: Her iki grubunun bazal karakteristik özelliklerine bakıldığında, gruplar arasında istatistiksel açıdan fark saptanmadı. Her iki koroner arter bypass greftleme tekniğinin kendi içerisinde operasyon öncesi ve sonrasında anlamlı değişiklik mevcuttu. Operasyon sonrası atan kalpte koroner arter bypass greftleme ve pompada koroner arter bypass greftleme gruplarının minimum QT, maksimum QT, QT dispersiyonu, minimum QTc, maksimum QTc ve QTc dispersiyonu açısından karşılaştırıldığında aralarında istatistiksel açıdan anlamlı fark yoktu.

Sonuç: Bizim çalışmamızda her iki koroner arter bypass greftleme tekniğinin de QT dispersiyonu üzerine düzeltici etkisi olduğu gözlenmiştir. Fakat iki tekniğin birbirlerine üstünlüğü olmadığı görülmüştür. (*Sakarya Med J 2015, 5(4):187-192*)

Anahtar Kelimeler: koroner arter bypass greftleme; QT dispersiyonu

Abstract

Objectives: Ventricular premature beats, nonsustained ventricular tachycardia, sustained ventricular tachycardia and ventricular fibrillation could be occurred after coronary bypass grafting operations. In this study, we aimed to investigated the effects of off pump coronary bypass grafting and on pump coronary bypass grafting on QT dispersion.

Materials and Methods: Sixtyfour coronary artery bypass surgery candidates was divided into two groups, on-pump coronary bypass grafting group (n= 40) and off-pump coronary bypass grafting group (n= 24). Electrocardiogram and echocardiograms were performed before and one month after surgery.

Results: Basal characteristics have no significant differences between two groups. Each group in itself, there were significant differences between before and after operations according to QT dispersion. There no any differences between two groups in terms of minimum QT, maximum QT, QT dispersion, minimum QTc, maximum QTc ve QTc dispersion.

Conclusion: In our study, it was observed that the corrective effect on the QT dispersion of both coronary artery bypass grafting techniques. However, both techniques have been shown to be superior to another. (*Sakarya Med J 2015, 5(4):187-192*)

Keywords: coronary artery byrass grafting; QT dispersion

GİRİŞ

Koroner arter hastalığı tedavisinde, koroner arter bypass greft cerrahisi (KABC) kabul edilen bir tedavi yöntemidir¹. Kardiyopulmoner bypass uygulanan KABC akut stres cevabı, dolaşımında akut ve ani değişimlere yol açmaktadır^{2,3}. Atan kalpte KABC, pompa ile ilişkili komplikasyonları engeller ki; bunlar kardiyopulmoner bypassa humoral ve hücrel yanıt, embolik olay, metabolik, endokrin ve elektrolit değişiklikler, akciğer hasarı, böbrek yetmezliği, viseral, karaciğer ve nörolojik sistem üzerine olan etkilerdir^{4,6}.

Bazı çalışmalar özellikle yüksek riskli hasta popülasyonunda, atan kalpte ve on pump KABC teknikleri farklı mortalite ve morbidite oranlarına yol açabileceği göstermiştir. Bu iki teknik arasındaki morbidite farkı özellikle; cerrahi sonrası kognitif bozukluk, böbrek yetmezliği insidansı, kan kaybı, uzamış mekanik ventilasyon, hastane içi ve yoğun bakımda kalma süreleri gibi alanlarda ortaya çıkmaktadır⁷⁻¹¹.

KABC sonrası ventriküler ektra atımdan süregelen olmayan ventriküler takikardi (VT), süregelen ventriküler takikardi ve ventriküler fibrilasyon (VF) gibi takiaritmilere değişen aritmik tablolar görülebilir. KABC sonrası toparlama döneminde VT/VF'nin nedenleri olarak hasta ve cerrahi faktörler, uygun olmayan miyokardiyal koruma, metabolik imbalans, hipotermi, hemodilüzyon, kardiyopleji, rezidüel iskemi, komplet olmayan revaskülarizasyon ve optimal olmayan anastomoz gösterilebilir¹²⁻¹⁵.

QT dispersiyonu homojen olmayan ventriküler repolarizasyon ve kardiyak elektriksel instabilitenin invazif olmayan bir göstergesidir¹⁶⁻¹⁸. QTd, VT, VF ve ani kardiyak ölümün duyarlı bir ön gördürücüsü olarak kabul edilir¹⁶. Koroner arter hastalığı olan hastalarda iskemi sırasında QTd'nun geçici olarak arttığı gösterilmiştir¹⁹⁻²³. Bazı çalışmalar, viable miyokartta revaskülarizasyon sonrası QTd'nun azaldığını göstermiştir^{24,25}.

Bu çalışmada atan kalpte ve on pump KABC'nin QT dispersiyonu üzerine olan etkilerini araştırmayı amaçladık.

MATERYAL VE METOT

Çalışmaya 64 KABC adayı olan hasta prospektif olarak dahil edildi. Bu hastalar on-pump KABC grubu (n= 40) ve atan kalpte

KABC grubu (n= 24) olarak iki gruba ayrıldı. Son 1 ay içerisinde miyokart enfarktüsü öyküsü, atriyal fibrilasyon, 2. ve 3. derece atriyoventriküler blok, sol ventrikül hipertrofisi, sağ veya sol dal bloğu, preeksitasyon sendromları, kalıcı pacemaker, kronik böbrek yetmezliği, kolajen hastalıkları, maligniteler veya metabolik hastalıklar, cerrahi sonrası mekanik destek alan hastalar çalışmadan dışlandı.

Elektrokardiyografi (EKG) ve ekokardiyografi, cerrahiden önce ve 1 ay sonrasında uygulandı. QT interval analizleri, hastaların kardiyak problemlerine kör tek klinisyen tarafından, 12'li EKG (50 mm/sn) üzerinden yapıldı. Ardışık 3 QT intervali QRS kompleksinin başından T dalgasının sonuna kadar ölçüldü. QTd, minimum ve maksimum QT intervallerinin farkı olarak hesaplandı. QTd'nin kalp hızına göre hesaplaması, Bazett formülüne göre yapıldı.

Çalışma yerel etik kurul tarafından onaylanmış olup, çalışmaya katılmadan önce bütün hastalardan aydınlatılmış onam alındı.

İstatistik Değerlendirme

SPSS 16.0 paket program (SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA) istatistiksel analizler için kullanıldı. Dağılım analizleri için Shapiro-Wilk testi kullanıldı. Tanımlayıcı istatistikler ortalama \pm standard deviasyon şeklinde gösterildi. Gruplar arasındaki istatistiksel değerlendirilmeler Mann-Whitney U testi ile yapıldı. Kategorik değişkenler arasındaki değişiklikleri ki-kare testi ile değerlendirildi. $P < 0.05$ istatistiksel anlamlılık olarak kabul edildi.

BULGULAR

Çalışmaya alınan hastaların 24 tanesi atan kalpte KABC ve 40 tanesi pompada KABC grubunda idi. Her iki grubunun bazal karakteristik özelliklerine bakıldığında, gruplar arasında istatistiksel açıdan fark saptanmadı (Tablo 1).

Operasyon öncesi atan kalpte KABC ve pompada KABC gruplarının minimum QT, maksimum QT, QT dispersiyonu, minimum QTc, maksimum QTc ve QTc dispersiyonu açısından karşılaştırıldığında aralarında istatistiksel açıdan anlamlı fark yoktu ($p > 0.05$, Tablo 2).

Atan kalpte KABC grubunun elektrokardiyografik parametre-

lerini operasyon öncesi ve sonrası karşılaştırıldığında, operasyon sonrası maximum QT değeri, QT dispersiyonu, maximum QTc değeri ve QTc dispersiyonu istatistiksel açıdan anlamlı biçimde azalmıştı. Minimum QT ve minimum QTc değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı (Tablo 3).

Tablo 1. Hasta gruplarının bazal karakteristikleri

	Off-pump KABG (n=24)	On-pump KPB (n=40)	P değeri
Yaş (yıl±SD)	60.4 ± 11.3	61.9 ± 9.4	AD
Erkek (n, %)	18 (75%)	31 (77.5%)	AD
VKİ (kg/m ² ±SD)	26.5 ± 4.5	28.5 ± 3.2	AD
DM (n, %)	11 (46%)	20 (50%)	AD
HT (n, %)	13 (54.2%)	23 (57.5%)	AD
Hiperlipidemi (n, %)	9 (37.5%)	12 (30%)	AD
Sigara (n, %)	13 (54.2%)	20 (50%)	AD
MI hikayesi (n, %)	6 (54.5%)	5 (45.5%)	AD
EF(%±SD)	47.5 ± 11.2	48.3 ± 12.6	AD
Bypass greft sayısı (n±SD)	3.1 ± 0.5	3.3 ± 0.4	AD

AD: anlamlı değil; VKİ: vücut kitle indeksi; KABG: koroner arter bypass greftleme; KPB: kardiyopulmoner bypass; DM: diabetes mellitus; EF: ejeksiyon fraksiyonu; HT: hipertansiyon; MI: miyokart infarktüsü.

Tablo 2. Operasyon öncesinde off-pump KABG ve on-pump KPB tekniklerine göre elektrokardiyografik değerleri

	Off-pump KABG (n=24)	On-pump KPB (n=40)	P değeri
QT maksimum, ms±SD	386.6 ± 29.9	384.5 ± 31.5	AD
QT minimum, ms±SD	317.8 ± 27.5	315.6 ± 29.7	AD
QT dispersiyon, ms±SD	69.1 ± 12.5	68.5 ± 13.7	AD
QTd maksimum, ms±SD	424.1 ± 21.6	419.5 ± 23.8	AD
QTd minimum, ms±SD	354.6 ± 22.9	348.3 ± 18.7	AD
OTd dispersiyon, ms±SD	70.6 ± 17.9	71.3 ± 16.7	AD

AD. Anlamlı değil; QTd: düzeltilmiş QT

Operasyon öncesi ve sonrası pompada KPB grubunun elektrokardiyografik parametrelerini karşılaştırıldığında, operasyon sonrası maximum QT değeri, QT dispersiyonu, maximum QTc değeri ve QTc dispersiyonu istatistiksel anlamlı biçimde azalmıştı. Minimum QT ve minimum QTc değerleri arasında istatistiksel anlamlı fark bulunmadı (Tablo 4).

Tablo 5'te gösterildiği üzere operasyon sonrası atan kalpte

KABC ve pompada KPB gruplarının minimum QT, maksimum QT, QT dispersiyonu, minimum QTc, maksimum QTc ve QTc dispersiyonu açısından karşılaştırıldığında aralarında istatistiksel açıdan anlamlı fark yoktu (p>0.05).

Table 3. Off-pump CABG grubunun ameliyat öncesi ve sonrası elektrokardiyografik verileri

	Preoperatif durum (n=24)	Postoperatif durum (n=24)	P değeri
QT maksimum, ms±SD	386.6 ± 29.9	363.2 ± 28.6	0.02
QT minimum, ms±SD	317.8 ± 27.5	306.1 ± 29.7	AD
QT dispersiyon, ms±SD	69.1 ± 12.5	57.3 ± 14.7	0.02
QTd maksimum, ms±SD	424.1 ± 21.6	409.6 ± 23.6	0.002
QTd minimum, ms±SD	354.6 ± 22.9	348.7 ± 18.7	AD
OTd dispersiyon, ms±SD	70.6 ± 17.9	60.9 ± 14.8	0.007

AD. Anlamlı değil; QTd: düzeltilmiş QT

Table 4. On-pump CPB grubunun ameliyat öncesi ve sonrası elektrokardiyografik verileri

	Preoperatif durum (n=40)	Postoperatif durum (n=40)	P değeri
QT maksimum, ms±SD	384.5 ± 31.5	361.8 ± 27.7	0.03
QT minimum, ms±SD	315.6 ± 29.7	303.2 ± 28.5	AD
QT dispersiyon, ms±SD	68.5 ± 13.7	58.2 ± 13.9	0.02
QTd maksimum, ms±SD	419.5 ± 23.8	407.6 ± 22.9	0.008
QTd minimum, ms±SD	348.3 ± 18.7	345.6 ± 16.8	AD
OTd dispersiyon, ms±SD	71.3 ± 16.7	62.0 ± 15.7	0.009

AD. Anlamlı değil; QTd: düzeltilmiş QT

Table 5. Operasyon öncesinde off-pump KABG ve on-pump KPB tekniklerine göre elektrokardiyografik değerleri

	Off-pump KABG (n=24)	On-pump KPB (n=40)	P değeri
QT maksimum, ms±SD	363.2 ± 28.6	361.8 ± 27.7	AD
QT minimum, ms±SD	306.1 ± 29.7	303.2 ± 28.5	AD
QT dispersiyon, ms±SD	57.3 ± 14.7	58.2 ± 13.9	AD
QTd maksimum, ms±SD	409.6 ± 23.6	407.6 ± 22.9	AD
QTd minimum, ms±SD	348.7 ± 18.7	345.6 ± 16.8	AD
OTd dispersiyon, ms±SD	60.9 ± 14.8	62.0 ± 15.7	AD

AD. Anlamlı değil; QTd: düzeltilmiş QT

TARTIŞMA

Bu çalışmamızda ilk defa iki farklı KABC tekniği, işlem öncesi ve sonrası QT dispersiyonu değişkenliği açısından karşılaştırıldı.

Çalışma sonucunda her iki KABC tekniğininde operasyon öncesi ve sonrasında kendi grupları içerisinde QT dispersiyonunu anlamlı olarak azalttığı gözlemlendi. Fakat iki KABC tekniğinin QT dispersiyonunu operasyon öncesi ve sonrası düzeltme üzerine birbirlerine göre anlamlı fark oluşturmadığı izlendi.

Atan kalpte KABC, inme oranını % 20.7 oranında azaltmasına rağmen, on pump cerrahiye mortalite ve miyokardiyal infarktüs açısından üstünlük sağlayamamıştır²⁶. Bu iki teknikle ilgili birçok randomize kontrollü çalışmalar yapılmasına rağmen, bu çalışmalar birbirleriyle çelişkili sonuçlar ortaya koymuşlardır. Önceki çalışmalarda atan kalpte KABC'nin on pump cerrahiye göre, bazı cerrahi sonrası komplikasyonlar (atriyal fibrilasyon, böbrek yetersizliği ve cerrahi sonrası semptomatik geçici psikotik sendrom) açısından daha iyi sonuçlar ortaya koyduğu gösterilmiştir^{7, 27, 28}. Wu ve ark. atan kalpte KABC'nin on pump KABC'ye göre 30 günlük mortalite açısından daha iyi olduğunu fakat 7 yıllık takip sonucunda bu iki teknik arasında mortalite üzerine istatistiksel fark olmadığını ortaya koymuşlardır²⁹.

QT intervalinin uzaması ve QTd, ventriküler repolarizasyonun inhomojenitesini göstermekte ve ventriküler aritmilere öncülük etmektedir³⁰. Miyokardiyal fibroz ve iskemi, sol ventrikül disfonksiyonu, nörohumoral aktivasyon, elektrolit ve metabolik düzensizlik ve bazı ilaçlar QT intervalini ve QTd'nu uzatmaktadır. Aritmi ve ani kardiyak ölüm riski, QTd ile paralel olarak artmaktadır. 35 msn üzerindeki QTd, artmış mortalite ile ilişkilidir. VT ve VF açısından KAB sonrası artmış risk faktörleri: 65 yaş üstü, kadın cinsiyet, vücut kitle indeksinin > 25 kg/m², stabil olmayan anjina ve orta veya zayıf ejeksiyon fraksiyonudur³¹⁻³⁴.

Trusz-Gluza M ve ark. KABC sonrası 6. ayda QTd'nun düzeldiğini göstermiştir³⁵. Steinberg ve ark. tek merkezden 382 hastanın alındığı bir çalışmada KABG sonrası hastane içi VT/VF insidansının % 3.1 olduğunu göstermişlerdir³⁶. Çalışmaya alınan hastaların %23'ünün atan kalpte KABC olduğu bir popülasyonda, bu tekniğin istatistiksel olarak anlamlı olmasa da, VT/VF'ye karşı önemli koruyucu etkileri olduğu gösterilmiştir³⁷.

SONUÇLAR

Bizim çalışmamızda, daha önceki çalışmalarda da gösterildiği üzere, her iki KABC tekniğinin de QT dispersiyonu üzerine

düzeltilici etkisi olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum operasyonlar sonrası ani kardiyak ölümü azalabileceğini gösteren indirekt göstergelerden biridir. Fakat iki tekniğin birbirlerine üstünlüğü olmadığı görülmüştür.

1. Fitz Gibbon GM, Leach AJ, Keon WJ, Burton JR, Kafka HP. Coronary bypass graft fate. Angiographic study of 1,179 vein grafts early, one year, and five years after operation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1986;91(5):773-8.
2. Angelini GD, Taylor FC, Reeves BC, Ascione R. Early and midterm outcome after off-pump and on-pump surgery in Beating Heart Against Cardioplegic Arrest Studies (BHACAS 1 and 2): a pooled analysis of two randomized controlled trials. *Lancet* 2002;359(9313):1194-9.
3. Bull DA, Neumayer LA, Stringham JC, Meldrum P, Affleck DG, Karwande SV. Coronary artery bypass grafting with cardiopulmonary bypass versus off-pump cardiopulmonary bypass grafting: does eliminating the pump reduce morbidity and cost? *Ann Thorac Surg* 2001;71(1):170-3.
4. Darwazah AK, Abu Sham'a RA, Hussein E, Hawari MH, Ismail H. Myocardial revascularization in patients with low ejection fraction < or =35%: effect of pump technique on early morbidity and mortality. *J Card Surg* 2006;21(1):22-7.
5. Yokoyama T, Baumgartner FJ, Gheissari A, Capouya ER, Panagiotides GP, Declusin RJ. Off-pump versus on-pump coronary bypass in high-risk subgroups. *Ann Thorac Surg* 2000;70(5):1546-50.
6. Kerendi F, Puskas JD, Craver JM, Cooper WA, Jones EL, Lattouf OM, et al. Emergency coronary artery bypass grafting can be performed safely without cardiopulmonary bypass in selected patients. *Ann Thorac Surg* 2005;79(3):801-6.
7. Beckermann J, Van Camp J, Shuling L, Wahl SK, Collins A, Herzog CA. On-pump versus off-pump coronary surgery outcomes in patients requiring dialysis: perspectives from a single center and the United States experience. *Journal of thoracic and cardiovascular surgery* 2006; 131(6):1261-1266.
8. Diegeler A, Hirsch R, Schneider F, Schilling L-O, Falk V, Rauch T, et al. Neuromonitoring and neurocognitive outcome in off-pump versus conventional coronary bypass operation. *The Annals of thoracic surgery* 2000; 69(4):1162-1166.
9. Bucerius J, Gummert JF, Walther T, Schmitt DV, Doll N, Falk V, et al. On-pump versus off-pump coronary artery bypass grafting: impact on postoperative renal failure requiring renal replacement therapy. *The Annals of thoracic surgery* 2004; 77(4):1250-1256.
10. Puskas J, Williams W, Duke P, Staples J, Glas K, Marshall J, et al. Off-pump coronary artery bypass grafting provides complete revascularization with reduced myocardial injury, transfusion requirements, and length of stay: a prospective randomized comparison of two hundred unselected patients undergoing off-pump versus conventional coronary artery bypass grafting. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 2003;125(4):797-808.
11. Mack M, Bachand D, Acuff T, Edgerton J, Prince S, Dewey T, et al. Improved outcomes in coronary artery bypass grafting with beating-heart techniques. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 2002; 124(3):598-607.
12. Welch PJ, Page RL, Hamdan MH. Management of ventricular arrhythmias. *J Am Coll Cardiol* 1999;34:621-30.
13. O'Rourke RA. Role of myocardial revascularization in sudden cardiac death. *Circulation* 1992;85 Suppl I:1112-7.
14. Rubin DA, Nieminski KE, Monteferrante JC. Ventricular arrhythmias after coronary artery bypass surgery: incidence, risk factors, and long-term prognosis. *J Am Coll Cardiol* 1985;6:307-10.
15. Costeas XF, Schoenfeld MH. Usefulness of electrophysiologic studies for new-onset sustained ventricular tachyarrhythmias shortly after coronary artery bypass grafting. *Am J Cardiol* 1993;72:1291-4.
16. Day CP, Mc Comb JM, Campbell R. QTd: An indication of arrhythmia risk in patients with long QT intervals. *Br Heart J* 1990; 53:342-44
17. Higham P, Furniss S, Campbell R. QT dispersion and components of the QT interval in ischemia and infarction. *Br Heart J* 1995; 73:32-36
18. Fu GS, Meissner A, Simon R. Repolarization dispersion and sudden cardiac death in patients with impaired left ventricular function. *Eur Heart J* 1997; 18: 281-89
19. Yi G, Crook R, Guo XH, Staunton A, Camm AJ, Malik M. Exercise-induced changes in the QT interval duration and dispersion in patients with sudden cardiac death after myocardial infarction. *Int J Cardiol* 1996; 63: 271-79.
20. Stierle U, Giannitsis E, Sheikhzadeh A, Krüger D, Schmäcker G, Mitusch R, et al. Relation between QT dispersion and the extent of myocardial ischemia in patients with three-vessel coronary artery disease. *Am J Cardiol* 1998; 81: 564-68
21. Roukema G, Singh JP, Meijs M, Carvalho C, Hart G. Effect of exercise-induced ischemia on QT interval dispersion. *Am Heart J* 1998; 135: 88-92
22. Naka M, Shiotani I, Koretrune Y, Imai K, Akamatsu Y, Hishida E, et al. Occurrence of sustained increase in QT dispersion following exercise in patients with residual myocardial ischemia after healing of anterior wall myocardial infarction. *Am J Cardiol*, 1997; 80: 1528-31
23. Musha H, Kunishima T, Awaya T, Iwasaki T, Nagashima J, Nakamura T, et al. Influence of exercise on QT dispersion in ischemic heart disease. *Jpn Heart J* 1997; 38:219-26
24. Tarabey R, Sukenik D, Molnar J, Somberg JC. Effect of intracoronary balloon inflation at percutaneous

- transluminal coronary angioplasty on QT dispersion. *Am Heart J* 1998; 135: 519-22
25. Sporton SD, Taggart P, Sutton PM, Walker JM, Hardman SM. Acute ischemia: a dynamic influence on QT dispersion. *Lancet* 1997; 349: 306-09
26. Sá MPBO, Ferraz PE, Escobar RR, Martins WN, Lustosa PC, Nunes Ede O, et al. Off-pump versus on-pump coronary artery bypass surgery: meta-analysis and meta-regression of 13,524 patients from randomized trials. *Rev Bras Cir Cardiovasc* 2012;27(4):631-41.
27. Gerritsen W, Van Boven W, Driessen A, Haas F, Aarts L. Off-pump versus on-pump coronary artery bypass grafting: oxidative stress and renal function. *European journal of cardiothoracic surgery* 2001; 20(5):923-929.
28. Rukosujew A, Klotz S, Reitz C, Gogarten W, Welp H, Scheld HH. Patients and complication with off-pump vs on-pump cardiac surgery? a single surgeon experience. *Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery* 2007; 6(6):768-771.
29. Wu C, Camacho FT, Culliford AT, Gold JP, Wechsler AS, Higgins RS, et al. A Comparison of Long-Term Mortality for Off-Pump and On-Pump Coronary Artery Bypass Graft Surgery. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes* 2012; 5(1): 76-84.
30. Elming H, Holm E, Jun L, Torp-Pedersen C, Køber L, Kircshoff M, et al. The prognostic value of the QT interval and QT interval dispersion in all-cause and cardiac mortality and morbidity in a population of Danish citizens. *Eur Heart J* 1998;19:1391.
31. Padmanabhan S, Silvet H, Amin J, Pai RG. Prognostic value of QT interval and QT dispersion in patients with left ventricular systolic dysfunction: results from a cohort of 2265 patients with an ejection fraction of 40%. *Am Heart J* 2003;145:132 -8.
32. Pye M, Quinn AC, Cobbe SM. QT interval dispersion: a non-invasive marker of susceptibility to arrhythmia in patients with sustained ventricular arrhythmias? *Br Heart J* 1994;71:511 - 4.
33. Yunus A, Gillis AM, Duff HJ, Wyse DG, Mitchell LB. Increased precordial QTc dispersion predicts ventricular fibrillation during acute myocardial infarction. *Am J Cardiol* 1996;78:706-8.
34. Barr CS, Naas A, Freeman M, Lang CC, Struthers AD. QT dispersion and sudden unexpected death in chronic heart failure. *Lancet* 1994;343:327 -9.
35. Trusz-Gluza M, Swiderska E, Wozniak-Skowerska I, Szydło K. Influence of antiarrhythmic agents on the QT interval dispersion in coronary artery disease. *PACE*, 1997; 20: 1506.
36. Steinberg JS, Gaur A, Sciacca R, Tan E. New-onset sustained ventricular tachycardia after cardiac surgery. *Circulation* 1999;99:903-8.
37. Ascione R, Reeves BC, Santo K, Khan N, Angelini GD. Predictors of new malignant ventricular arrhythmias after coronary surgery: a case-control study. *J Am Coll Cardiol*. 2004;43:1630-8.