

## Klinik Çalışma

# Kardiyak Cerrahide Karbondioksit İnsüflasyonu Uygulaması ve Sonuçlarımız

Muharrem KOÇYİĞİT\*, Ahmet Ümit GÜLLÜ\*\*, Özgen Ilgaz KOÇYİĞİT\*, Şahin ŞENAY\*\*, Elif AKPEK\*, Cem ALHAN\*\*

### ÖZ

**Amaç:** Açık kalp cerrahisinde hava embolisinden korunmak amacıyla kardiyotorasik boşluğa karbondioksit (CO<sub>2</sub>) insüflasyonu uygulanabilmektedir. Bu yöntemde cerrahi sürenin uzaması durumunda CO<sub>2</sub>'in kana emilimi artabilmektedir. Bu çalışmada klasik sternotomi insizyonu ile yapılan açık kalp cerrahisinde, lokal CO<sub>2</sub> insüflasyonunun kan gazı parametreleri üzerine etkisi araştırıldı ve hasta sonuçları değerlendirildi.

**Gereç ve Yöntem:** Açık kalp cerrahisi geçiren ve aort klemp süreleri 60 dk.'nın üzerinde olan toplam 30 hasta retrospektif olarak 2 grupta incelendi. On beş hastaya CO<sub>2</sub> insüflasyonu uygulandı (Grup C) ve CO<sub>2</sub> insüflasyonu uygulanmayan 15 hasta kontrol grubu olarak alındı (Grup K). Anestezi induksiyonu sonrası (T1), kardiyopulmoner baypas (KPB) sırasında 10. dk.'da (T2), KPB sırasında 60. dk. sonrası (T3) ve operasyon sonu (T4) alınan kan gazı örnekleri incelendi. Hasta verileri ve sonuçları değerlendirildi.

**Bulgular:** İki grup karşılaştırılmasında, Grup C'de Grup K'ye göre T2 ve T3 ölçümlerinde pCO<sub>2</sub> değerleri istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek, T3 ölçümlerinde pH değerleri anlamlı düşük bulundu. Hastaların klinik sonuçlarında yoğun bakım ventilasyon sürelerinin farklılığı dışında istatistiksel anlamlılık bulunmamıştır.

**Tartışma ve Sonuç:** Açık kalp cerrahisinde hava embolisine karşı önlem olarak işlem sırasında cerrahi alana lokal olarak uygulanan CO<sub>2</sub> insüflasyonu ile kan gazında pCO<sub>2</sub> artışı olmakta ve asidoza eğilim artmaktadır. Heriki grupta morbidite ve mortalite görülmedi.

**Anahtar kelimeler:** karbondioksit insüflasyonu, kardiyak cerrahi, kardiyak anestezi

### ABSTRACT

#### **Carbondioxide Insufflation and Outcomes in Cardiac Surgery**

**Objective:** Carbondioxide insufflation into cardiothoracic cavity can be used for the prevention of air embolism during cardiac surgery. At this procedure CO<sub>2</sub> can be absorbed into blood when the operation time prolongs. The aim of this study is to analyze the effects of local CO<sub>2</sub> insufflation during open heart surgery performed through conventional sternotomy incision in patients on blood gas parametes and patient outcomes.

**Material and Methods:** A total of 30 cardiac surgery patients whose aorta clamping times were over 60 minutes were retrospectively analyzed in 2 groups. CO<sub>2</sub> insufflation was performed in 15 patients (Group C), while 15 patients who did not receive CO<sub>2</sub> insufflation were analyzed as a control group (Group K). Blood gas samples were analyzed after induction of anesthesia (T1), at 10 (T2), and 60 minutes (T3) of cardiopulmonary bypass (CPB), and at the end of the surgery (T4). Data, and results of the patients were evaluated.

**Results:** In the comparison of both groups, in Group C, pCO<sub>2</sub> values were statistically higher than Group K at T2 and T3, in Group C pH values were lower than Group K at T3. Any statistically significant difference was not detected as for clinical outcome of the patients except for different mechanical ventilation times in intensive care unit.

**Discussion and Conclusion:** During open heart surgery local carbondioxide insufflation delivered into surgical field as a preventive measure against air embolism increases blood gas pCO<sub>2</sub>, and predisposes patients to acidosis. Any case of morbidity, and mortality was not seen in both groups

**Keywords:** CO<sub>2</sub> insufflation, cardiac surgery, cardiac anaesthesia

**Alındığı tarih:** 09.07.2016

**Kabul tarihi:** 08.08.2016

\*Acıbadem Üniversitesi Tıp Fakültesi Anesteziyoloji Anabilim Dalı

\*\*Acıbadem Üniversitesi Tıp Fakültesi Kalp Damar Cerrahisi Anabilim Dalı

**Yazışma adresi:** Yrd. Doç. Dr. Muharrem Koçyigit, Maslak Acıbadem Hastanesi Büyükdere Cad. No:40, Sarıyer-İstanbul

**e-mail:** muharremkocyigit@hotmail.com

## GİRİŞ

Açık kalp cerrahisinde kalbi ve beyini hava embolisinden korumak amaçlı kardiyotorasik alana karbondioksit (CO<sub>2</sub>) insüflasyonu 50 yıldan fazla zamandır uygulanmakla birlikte kullanımı yaygınlaşmamıştır

[1]. Hava embolisinin ana nedeni, kardiyopulmoner baypastan sonra akciğer ventilasyonu ve kalp akciğer makinesi ile kalbin yine kan ile doldurulması sırasında pulmoner venlerden hava kabarcıklarının gelmesi ve operasyon sırasında kalan kalp içi havadır. Bu hava kabarcıkları distal iskemiye neden olacak şekilde küçük arterleri tıkayabilirler, beraberinde lökosit, trombosit ve kompleman aktivasyonu ile lokal inflamasyona neden olabilirler. Geçici veya kalıcı nörolojik hasar ve aritmi ile sonuçlanabilir [2,3]. CO<sub>2</sub> havadan %50 daha ağır olduğu için kardiyotorasik boşluğa yerçekimi etkisi ile dolarak havanın yerini alır. Aynı zamanda kanda çözünürlüğü hızlı olduğundan emboli olmamaktadır. Bu yüzden robotik kardiyak cerrahi sonrası intrakardiyak hava çıkartılması için masa ve hasta manüplasyonları yapılamadığından, hava embolisinden korunma amaçlı CO<sub>2</sub> insuflasyonu kullanılmaktadır. Kliniğimizde robotik kardiyak cerrahinin başlaması ile birlikte, diğer açık kardiyak cerrahilerde de CO<sub>2</sub> insuflasyonunu uygulanmaktadır.

Bu çalışma ile CO<sub>2</sub> insuflasyonu yapılan ve yapılmayan hastaların kan gazı analizleri ve hastaların verileri karşılaştırılmıştır.

## GEREÇ ve YÖNTEM

Kliniğimizde açık kardiyak cerrahide 6 yıldır rutin olarak CO<sub>2</sub> insuflasyonu uygulanmaktadır. Elektif olarak açık kalp cerrahisi geçirmiş ve aort klemp süreleri 60 dk.'nın üzerinde olan CO<sub>2</sub> insuflasyonu uygulanmayan 15 hasta kontrol grubu (Grup K) olarak çalışmaya alındı. Rutin olarak CO<sub>2</sub> insuflasyonu uygulamaya başladıktan sonraki dönemde elektif olarak açık kalp cerrahisi geçirmiş ve aort klemp süreleri 60 dk.'nın üzerinde olan ardışık 15 hasta (Grup C) çalışmaya alındı. Toplam 30 hastanın verileri retrospektif olarak incelendi ve gruplar arasında karşılaştırma yapıldı.

Tüm hastalara operasyondan bir gece önce alprazolam 0,5 mg PO ve operasyon sabahı midazolam 5 mg PO ile sedasyon uygulanmış. Ameliyat odasında hastaların 5 kanallı elektrokardiyografi (EKG), ST segment analizi, oksijen satürasyonu (SpO<sub>2</sub>) ve radial arter kateterizasyonu ile invaziv kan basıncı monitörizasyonu rutin olarak yapılmış. Anestezi induksiyonu sodyum tiopental 2-4 mg/kg, midazolam 0.1 mg/kg, fentanil 5-10 mcg/kg ve vekuronyum 0.1 mg/kg ile sağlanmış ve endotrakeal entübasyon yapılmış. Sant-

ral venöz kateterizasyon, Transözofageal ekokardiyografi (TEE) probu, nazofarengeal sıcaklık probu ve idrar sondası yerleştirilmiş. Anestezi idamesinde O<sub>2</sub> – hava, %50-%50 karışımı ve sevofluran inhalasyonu ile birlikte, aralıklı dozlarda fentanil, vekuronyum, midazolam kullanıldığı belirlendi. End-tidal CO<sub>2</sub> 30-35 mmHg olacak şekilde 5-7 ml/kg tidal volüm, 12-14 dk. solunum sayısı, 5 mmHg ekspiryum sonu pozitif basınç (PEEP) ile hacim kontrollü ventilasyon modu uygulandığı belirlendi. Sternotomi sonrası heparinizasyon ile uygun ACT seviyesi sağlanarak standard kanülasyon tekniği uygulanmış ve kardiyopulmoner baypasa (KPB) (Terumo Sarns System 1, ABD) başlanmış. Tüm hastalara kros klemp sonrası antegrad kan kardiyoplejisi uygulandığı ve aralıklı olarak yinelendiği belirlendi. Tüm hastalar KPB sırasında 32°C'ye soğutulduğu ve vücut perfüzyonunun 2 L/dk./m<sup>2</sup>'den sağlandığı belirlendi. Ortalama arter basıncı 50-80 mmHg aralığında tutulmuş. CO<sub>2</sub> uygulanan gruptaki hastalarda KPB' a başlanması ile cerrahi alana CO<sub>2</sub> insuflasyonu (Karl Storz-Endoskope, Elektronik Endoflator, Almanya) 6 L/dk. akımla uygulandığı belirlendi. İnsuflasyon için 14 Fr PVC açık uçlu tek lümenli kateter kullanılmış. Kalp boşlukları kapatılana kadar insuflasyona devam edilmiş.

Rutin klinik uygulamızda olduğu gibi, anestezi induksiyonu sonrası cerrahi işlem başlamadan önce (T1), KPB sırasında 10. dk.'da (T2), KPB sırasında 60. dk. sonrası (T3) ve operasyon sonu (T4) kan gazı örnekleri alınmış. Kan gazı analizlerinde alfa stat yöntemi kullanılmış. KPB sırasında kan gazı analizleri değerlendirilerek KPB oksijenatörüne (Terumo Capiox RX25, Japonya) O<sub>2</sub> ve hava karışım miktarı ayarlanarak gazların akım hızı düzenlenmiş.

KPB sırasında anestezi idamesi için venöz rezervuara aralıklı dozlarda vekuronyum, midazolam, fentanil uygulanmış. KPB oksijenatörüne O<sub>2</sub> ve hava karışım ile sevofluran inhalasyon ajanı uygulanmış.

Cerrahi işlem sonrası tüm hastalarda hava çıkartmak amaçlı masaya trendelenburg, ters trendelenburg, hafif sağ ve sol lateral pozisyonlar verilmiş. Bu sırada sol atrial vent ve aortik vent ile hava çıkarma işlemi yapılmış. Kros klemp kaldırılması ile uygun ısı ve hemodinami sonrası KPB'dan çıkılmış. TEE ile intrakardiyak hava varlığı ve kardiyak yapılar değerlendirilmiş.

Operasyon sonu hastaların entübe olarak kardiyovas-küler yoğun bakıma transfer edildiği belirlendi.

Hastaların demografik verileri, aort kros klemp süre-leri, KPB süreleri, kan gazı analizleri, yoğun bakım ve hastane kalış süreleri ve komplikasyonlar her iki grupta karşılaştırıldı.

İstatistiksel analiz SPSS programı ile yapıldı. Değer-ler ortalaması±standard sapma olarak verildi. Gruplar arasındaki farklılıkların karşılaştırılmasında, normal dağılıma uyan değişkenlerde Student-t testi, normal dağılıma uymayan değişkenlerde Mann-Whitney U testi kullanıldı.  $p<0.05$  değerler anlamlı kabul edildi.

## BULGULAR

CO<sub>2</sub> uygulanan (Grup C) ve CO<sub>2</sub> uygulanmayan (Grup K) olarak iki grupta incelenen hastaların demografik

**Tablo 1. Demografik veriler.**

Parametreler	Grup C (n=15)	Grup K (n=15)
Yaş (yıl)	60.8±15	66.8±12.9
Cinsiyet (E/K)	8/7	9/6
Boy (cm)	163.2±8.8	164.6±11
Kilo (kg)	71.7±11.9	75.6±12.5
BSA (m <sup>2</sup> )	1.83±0.18	1.87±0.2
Euroscore	7.4±1.9	7.2±2.6
EF %	60.7±5.6*	50.6±10.8*

\* $p<0.05$

**Tablo 2. Ameliyatlar ve sayıları.**

Ameliyatlar	Grup C (n=15)	Grup K (n=15)
İki veya daha fazla kapak op	7	4
Benthall / David / asc aort + 1 kapak	5	6
Diğer (Tek kapak, Kapak + CABG)	3	5

**Tablo 4. Kan gazları parametreleri.**

	Grup C (n=15)				Grup K (n=15)			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
pH	7.44±0.05	7.41±0.06	7.35±0.09*	7.40±0.06	7.43±0.06	7.42±0.06	7.43±0.06*	7.40±0.06
pO <sub>2</sub>	214.1±112.6	193±40.6*	190.7±53.1	226.1±100.4	209.1±75.6	222.3±72.5*	204.9±82.3	279±127.4
pCO <sub>2</sub>	34.6±4.9	39.4±7.1*	43.2±12.5*	37.2±6.1	36.2±5.3	35.9±3.9*	33.1±4.6*	33.8±6.2
HCO <sub>3</sub>	24.8±2.3	25.2±2.0	23.7±3.0	23.4±1.7	24.6±2.3	24.2±2.3	23.1±2.3	22.9±3.4
BE	0.2±2.6	1.2±2.9	-1.4±2.5	-1.5±1.8	0.2±2.6	-0.25±2.9	-1.5±2.7	-2.4±2.8
Hct	32.9±7.3	22.9±6.7	25.4±6.3	26±5.2	37.1±6.3	25.2±5.7	26.8±5.4	27.2±5
Laktat	0.7±0.3	1±0.4	1.5±0.8	2.2±1.2	1.2±1.4	1.3±1.5	1.8±1.5	2.2±0.9

\* $p<0.05$

**Tablo 3. Perioperatif veriler ve klinik sonuçlar .**

Parametreler	Grup C (n=15)	Grup K (n=15)
Aort Klemp (dk.)	113.3±25.5	103.7±33.3
KPB (dk.)	147±37.3	129.7±43.4
YB entübasyon süresi (saat)	9±3.9*	18.6±17.2*
YB kalış (saat)	37.6±28.3	94.6±194
Hastane kalış (gün)	10.9±6.4	10.4±4.6

\* $p<0.05$

verileri Tablo 1’de verildi. Gruplar arasında yaş, boy, kilo ve vücut yüzey alanı bakımından istatistiksel fark saptanmadı. Gruplar arasında EUROSCORE değerlerinde fark saptanmamasına rağmen, Grup K’de EF değerleri Grup I’e göre istatistiksel olarak düşük bulundu. Yapılan ameliyatlar ve sayıları Tablo 2’de verildi.

Gruplar arasında aort klemp ve KPB süreleri arasında istatistiksel fark saptanmadı (Tablo 3).

Anestezi induksiyonu sonrası ve cerrahi işlem başla-madan önce (T1) alınan kan gazı örneklerinde gruplar arasında istatistiksel fark bulunmadı. KPB başladıktan 10 dk. sonra alınan kan gazı örneklerinde (T2) Grup C’de pCO<sub>2</sub> miktarı Grup K’ye göre istatistiksel olarak yüksek bulundu. T2 sırasında alınan kan gazı örneklerinde Grup C’de pO<sub>2</sub> düzeyi Grup K’ye göre istatistiksel anlamda düşük bulundu. Diğer paramet-reler arasında fark bulunmadı. KPB’in 60. dk.’sından sonra alınan kan gazı örneklerinin (T3) incelemesinde Grup C’de pCO<sub>2</sub> miktarı Grup K’ye göre istatis-tiksel olarak yüksek ve pH istatistiksel olarak düşük bulundu. pO<sub>2</sub> düzeyinde farklılık saptanmadı. Ope-rasyon sonu alınan kan gazı örneklerinde (T4) gruplar arasında istatistiksel fark saptanmadı (Tablo 4). Tüm zamanlarda hematokrit ve laktat düzeylerinde gruplar arasında fark saptanmadı.

İntraoperatif dönemde hiçbir hastaya kan transfüzyonu yapılmadığı belirlendi.

Yoğun bakımda Grup K'de hastaların mekanik ventilasyon süreleri Grup C'ye göre istatistiksel olarak fazla bulundu. Ancak, gruplar arasında yoğun bakım ve hastane kalış sürelerinde fark bulunmadı. Grup K'de postoperatif erken dönemde bir hastamıza kanama kontrolü amaçlı yatak başı sternotomi yapılmış. Bundan dolayı, yoğun bakım mekanik ventilasyon sürelerinde gruplar arasında farklılık oluştu. Hastaların hiçbirinde respiratuvar, renal ve nörolojik komplikasyon gelişmediği belirlendi. Tüm hastalar şifa ile taburcu edilmiş.

## TARTIŞMA

KPB sırasında CO<sub>2</sub> insuflasyonu uygulaması ile kan gazı analizlerinde pCO<sub>2</sub> yüksekliği ve asidoz varlığı bildirilmesine rağmen, asidozun ve pCO<sub>2</sub> yüksekliğinin ne zaman başladığı bildirilmemiştir <sup>[1,4]</sup>. Çalışmamızda da, CO<sub>2</sub> insuflasyonu yapılan grupta KPB sırasında 10. dk.'dan itibaren kan gazı analizlerinde pCO<sub>2</sub> belirgin olarak artmaya başlamış. Operasyonun uzaması, CO<sub>2</sub> insuflasyonun 60 dk.'yı geçmesi sonucu belirgin olarak pH'de düşme eğilimi görülmüştür. Kan gazı analizlerinde pH azalmasına karşılık hastaların oksijenasyonu normal sınırlar içinde idi. KPB sırasında kan gazı analizlerine göre oksijenatörde O<sub>2</sub> - hava karışım miktarı ve akım hızı düzenlenmiş. Kalp boşlukları kapatılıp KPB'dan ayrıldıktan ve akciğer ventilasyonu başladıktan sonra çalışılan kan gazı analizlerinde gruplar arasında fark belirlenmedi.

Açık kalp cerrahisinde hava embolisinden korunma amaçlı cerrahi olarak atrial vent, aortik vent yerleştirilebilir ve ventriküle dışarıdan kompresyon yapılabilir <sup>[4]</sup>. Masaya Trendelenburg, ters trendelenburg, sağ ve sol tilt pozisyonları gibi değişik hava çıkarma manüvasyonları yapılabilir <sup>[4]</sup>. Kardiyotorasik alana CO<sub>2</sub> insuflasyonu ise bir diğer uygulamadır <sup>[4]</sup>.

Kardiyotorasik alana CO<sub>2</sub> insuflasyonu ucu süngerli bir kateter veya distal kısmı tek açık uçlu bir kateter ile yapılmaktadır <sup>[5]</sup>. Ucu süngerli kateterin CO<sub>2</sub>'in havayı uzaklaştırmada daha etkili olduğu bildirilmiş ancak süngerin ıslanması sonucu etkinliği bozulduğu bildirilmiştir. Uygulamamızda tek lümenli distal kısmı tek açıklıklı PVC kateter kullanıldı.

Kardiyotorasik alana verilen CO<sub>2</sub>'in akım hızının artması ile havanın yerini alma hızının da arttığı gösterilmiştir <sup>[6]</sup>. Yine CO<sub>2</sub> insuflasyonunun durdurulması ile kardiyotorasik alanda havanın CO<sub>2</sub>'in yerini hızlı şekilde geri aldığı gösterilmiştir <sup>[5]</sup>. Ortama uygulanan CO<sub>2</sub> akım hızı cerrahi aspiratör ile ortamdaki CO<sub>2</sub> çekilme hızından fazla olmalıdır. Ortamdaki CO<sub>2</sub> azalmalı ve hava ile yer değiştirmemelidir. KPB sırasında CO<sub>2</sub>'nin kana diffüzyonu hem cerrahi ortamda dokular tarafından CO<sub>2</sub>'in emilmesi hem de cerrahi aspiratör ile ortamdaki CO<sub>2</sub>'in KPB venöz rezervuara iletilmesi ve kan ile teması sonucu olur <sup>[5,7]</sup>.

Havanın kalp ve büyük damarların içinde hapsolmesi için içleri açılmadan 1 dk. önce kardiyotorasik alana CO<sub>2</sub> insuflasyonunun 10 L/dk. akım ile uygulanması önerilmiştir <sup>[6,8]</sup>. Kalp veya büyük damarlar kapatılana kadar en az 5 L/dk.'dan CO<sub>2</sub> akımına devam edilmesi önerilmiştir <sup>[6,8]</sup>. CO<sub>2</sub> insuflasyonu uyguladığımız grupta KPB'a başladıktan sonra kalp boşlukları kapatılana kadar hastalara 6 L/dk. akım ile CO<sub>2</sub> uygulandığı belirlendi.

Al-Rashidi ve ark. <sup>[4]</sup> CO<sub>2</sub> insuflasyonu ile yeni bir hava çıkartma yöntemi (Lund yöntemi) çalışmasında, KPB sonrası sol atriumu, sol ventrikülü ve ascendan aortayı TEE ile 10 dk. boyunca görüntülemişler. Hava kabarcıklarının görülme yerleri ve sürelerine göre derecelendirme yapmışlar. Hava embolisinden korunma amaçlı Lund yönteminin daha etkili olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmamızda, TEE ile hava kabarcıklarının varlığı operasyon sırasında değerlendirilmiş ancak retrospektif olarak kayıtlarda hava kabarcıklarının ne zaman kaybolduğu değerlendirilmemiştir. Kalpten ve aortadan hava kabarcıklarının uzaklaştırılması CO<sub>2</sub> insuflasyonu uygulanan grupta kontrol grubuna göre daha hızlı olduğu bildirilmiştir <sup>[2,9]</sup>. Çalışmamızda hava kabarcıklarını uzaklaştırmak amaçlı hasta ve masa pozisyonlarının uygulama süreleri her iki grupta da belirlenememiştir.

Orta serebral arter üzerinde doppler akım ile otomatik olarak hava kabarcıklarının sayımının ve değerlendirilmesinin yapıldığı çalışmada CO<sub>2</sub> insuflasyonu uygulanan grupta kontrol grubuna göre hava kabarcıklarının istatistiksel olarak az olduğu belirtilmiştir <sup>[10]</sup>.

Martens ve ark.'nın <sup>[1]</sup> yaptıkları çalışmada, CO<sub>2</sub> insuflasyonu uygulanmayan grupta postoperatif nöro-

kognitif fonksiyonlarda bozulma ve mortalite oranında artış olmasına rağmen, istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirtilmiştir. Sun ve ark.'nın <sup>[3]</sup> yaptıkları meta-analiz çalışmada ise, CO<sub>2</sub> insüflasyonunun nörolojik komplikasyonlar bakımından fark oluşturmadığı belirtilmiştir. Chaudhuri ve ark.'nın <sup>[2]</sup> nörokognitif fonksiyonları değerlendirdikleri çalışmada, perikardiyal CO<sub>2</sub> insüflasyonunun postoperatif nörokognitif fonksiyonlar üzerinde etkisinin olmadığını, en önemli etkenin ateromatöz vasküler hastalık olduğu bildirilmiştir. Çalışmamızda ise, heriki grupta postoperatif dönemde herhangi bir morbidite ve mortalite ile karşılaşmamıştır. Olgu sayılarının fazla olmaması bu duruma etken olduğu düşüncesindeyiz.

Ameliyat sonu intrakardiyak hava tam çıkartılmadığında rezidüel hava kabarcıkları koroner arterlerde emboliye ve myokardial iskemiye neden olabilir. TEE ile segmenter duvar hareket kusuru belirlenebilir. Skidmore ve ark.'nın <sup>[11]</sup> çalışmasında, CO<sub>2</sub> insüflasyonu uygulanan grupta baypastan 1 dk. sonra duvar hareketlerinin daha iyi olduğu belirtilmiştir. Chaudhuri ve ark.'nın <sup>[2]</sup> çalışmasında, CO<sub>2</sub> uygulanmayan grupta düşük kardiyak output sendromu görülme oranı istatistiksel olarak yüksek bulunmuş. Ancak perioperatif myokard infarktüsü, kardiyojenik şok ve atriyal fibrilasyon görülme oranında gruplar arasında fark olmadığı bildirilmiştir. Hastalarımızda TEE ile sol ventrikül duvar hareketleri değerlendirilmiş olmakla birlikte retrospektif olarak kayıtlarda duvar hareketlerinin kaçınıcı dk.'da düzeldiğine ait verilere ulaşılamamıştır. Preoperatif sol ventrikül EF değerleri Grup K'de Grup C'ye göre istatistiksel olarak düşük bulunmuştur. Dolayısıyla Grup K de preoperatif duvar hareket kusuru olan hastaların, KPB sonrası TEE ile değerlendirilmesinde, duvar hareket kusurunun CO<sub>2</sub> insüflasyonunun uygulanmamasından kaynaklanıyormuş diyemeyiz. Grup K'de yoğun bakımda mekanik ventilasyon sürelerinin uzun olmasına karşılık bunun nedeninin CO<sub>2</sub> dışı nedenlerden kaynaklanma olasılığı daha belirgindir.

Sonuç olarak, açık kalp cerrahisinde aortik klemp süreleri 60 dk.'nın üzerinde olan hastalarda kardiyotoksik alana CO<sub>2</sub> insüflasyonu ile KPB sırasında kan pCO<sub>2</sub> basıncında artma ve pH'ta düşme görülebilir. Postoperatif dönemde hasta sonuçları bakımından fark görülmemekle birlikte, CO<sub>2</sub> insüflasyonu uygulanan kardiyak cerrahilerde KPB sırasında kan gazı

değerlendirilmelerinde hiperkarbi ve asidoz olasılığı akılda tutulmalıdır.

## KAYNAKLAR

1. **Martens S, Dietrich M, Wals S, Steffen S, Greinecker GW, Moritz A.** Conventional carbon dioxide application does not reduce cerebral or myocardial damage in open heart surgery. *Ann Thorac Surg* 2001;72:1940-4. [http://dx.doi.org/10.1016/S0003-4975\(01\)03224-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0003-4975(01)03224-6)
2. **Chaudhuri K, Storey E, Lee GA, Bailey M, Chan J, Rosenfeldt FL ve ark.** Carbon dioxide insufflation in open-chamber cardiac surgery: A double-blind, randomized clinical trial of neurocognitive effects. *J Thorac Cardio-vasc Surg* 2012;144(3):646-53. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtcvs.2012.04.010>
3. **Sun Y, Ji B, Zhu X, Zheng Z.** Efficacy of carbon dioxide insufflation for cerebral and cardiac protection during open heart surgery: A systematic review and meta-analysis. *Artificial Organs* 2013;37(5):439-46. <http://dx.doi.org/10.1111/aor.12042>
4. **Al-Rashidi F, Landenhe M, Blomquist S, Höglund P, Karlsson PA, Pierre L et al.** Comparison of the effectiveness and safety of a new de-airing technique with a standardized carbon dioxide insufflation technique in open left heart surgery: a randomized clinical trial. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2011;141(5):1128-33. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtcvs.2010.07.013>
5. **Svenarud P, Persson M, van der Linden J.** Efficiency of a gas diffuser and influence of suction in carbon dioxide deairing of a cardiothoracic wound cavity model. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003;125(5):1043-9. <http://dx.doi.org/10.1067/mtc.2003.50>
6. **Persson M, van der Linden J.** De-airing of a cardiothoracic wound cavity model with carbon dioxide: Theory and comparison of a gas diffuser with conventional tubes. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia* 2003;17(3):329-35. [http://dx.doi.org/10.1016/S1053-0770\(03\)00050-8](http://dx.doi.org/10.1016/S1053-0770(03)00050-8)
7. **O'Connor BR, Kussman BD, Park KW.** Severe hypercarbia during cardiopulmonary bypass: A complication of CO<sub>2</sub> flooding of the surgical field. *Anesth Analg* 1998;86:264-6. <http://dx.doi.org/10.1213/00000539-199802000-00008>
8. **Cater JE, Van der Linden J.** Simulation of carbon dioxide insufflation via a diffuser in an open surgical wound model. *Medical Engineering&Physics* 2015;37:121-5. <http://dx.doi.org/10.1016/j.medengphy.2014.07.011>
9. **Webb WR, Harrison LHJ, Helmecke FR, Lopez AC, Munfakh NA, Heck HA et al.** Carbon dioxide field flooding minimizes residual intracardiac air after open heart operations. *Ann Thorac Surg* 1997;64:1489-91. [http://dx.doi.org/10.1016/S0003-4975\(97\)00945-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0003-4975(97)00945-4)
10. **Li X, Chen L, Tu Y.** Impact of a new carbon dioxide de-airing technique for extracorporeal circulation. *Chin J ECC* 2007;5:65-7.
11. **Skidmore KL, Jones C, DeWet C.** Flooding the surgical field with carbon dioxide during open heart surgery improves segmental wall motion. *J Extra Corpor Technol* 2006;38:123-7.