

Araştırma

Koroner Arter Cerrahisi Geçiren Diyabetik Hastalarda Akut Normovolemik Hemodilüsyon Uygulamasına Kardiyak Yanıtların Transözofageal Ekokardiyografi ile Değerlendirilmesi

Tülün ÖZTÜRK*, Özgür BAYTURAN**, Funda YILDIRIM***, İhsan İŞKESEN***, Ömer TETİK***

ÖZ

Amaç: Çalışmanın amacı, koroner arter cerrahisi geçirecek, diyabetik ve düşük kalp debili (EF \leq % 40) veya normal kalp debili (EF $>$ 40) olguların, akut normovolemik hemodilüsyon uygulamasına kardiyak yanıtlarının transözofageal ekokardiyografik yöntemle değerlendirilmesidir

Gereç ve Yöntem: Hastalara TÖE 4 gruba ayrıldılar: Grup 1ANH (n: 15): Ejeksiyon fraksiyonu $>$ % 40, ANH uygulanacak grup. Grup 1K (n: 15): Kontrol grubu, Ejeksiyon fraksiyonu $>$ % 40, ANH uygulanmayacak grup. Grup 2ANH (n: 15): Ejeksiyon fraksiyonu \leq 40, ANH uygulanacak grup. Grup 2K (n: 15): Kontrol grubu: Ejeksiyon fraksiyonu \leq 40, ANH uygulanmayacak grup. TÖE bulguları, ANH uygulamadan önce ve 30 dk. sonra elde edildi. 2D ekokardiyografi ile kalbin sistolik; sol ventrikül diyastol sonu alanı (LVEDA), sol ventrikül sistol sonu alanı (LVESA), sol ventrikül fraksiyonel alan değişimi (FAD), atım volümü (SV), kardiyak debi (CI) ve diyastolik fonksiyonları; erken mitral dolma (Em Vmax.), atriyal kontraksiyon (Am Vmax.), oranları E/A) ve deselerasyon zamanı (DZ), izovolumetrik relaksasyon zamanı (IVRT) parametreleri ölçüldü.

Bulgular: Hemodinamik ve TÖE ölçümleri, Grup 1K ve Grup 1ANH gruplarında başlangıç değerlerine göre farklı değildi. Buna karşın, LVEDA, Grup 2ANH'de ANH sonrası, başlangıç grubuna göre anlamlı yüksekti ($p<0.001$). LVESA bu gruplarda değişmedi. Grup 2ANH'da ANH sonrası, başlangıç ile karşılaştırıldığında, EmVmax. değişmedi, AmVmax. anlamlı olarak arttı, E/A oranı da anlamlı olarak azaldı ($p<0.01$).

Sonuç: Anestezi altında, normal ve düşük EF'lu diyabetik hastalarda, orta derecede akut normovolemik hemodilüsyon uygulaması, LV fonksiyonlarını bozmadan iyi tolere edildi. Ancak, atriyal fibrilasyonun varlığında düşük EF'lu kardiyak cerrahi geçirecek diyabetik hastalarda, ANH ile AmVmax. arttığı için, ANH dikkatli uygulanmalıdır.

Anahtar kelimeler: akut normovolemik hemodilüsyon, diyabetes mellitus, ekokardiyografi, kardiyak cerrahi

Alındığı tarih: 24.08.2017

Kabul tarihi: 05.09.2017

*Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı

**Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kardiyoloji Anabilim Dalı

***Celal Bayar Üniversitesi Kalp ve Damar Cerrahisi Anabilim Dalı

Yazışma adresi: Prof. Dr. Tülün Öztürk, Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı, Merkez Mah. 45020 Manisa

e-mail: ozurtkulan@yahoo.com

ABSTRACT

Evaluation of Cardiac Responses to The Application of Acute Normovolemic Hemodilution in Diabetic Patients Undergoing Coronary Surgery with Transoesophageal Echocardiography

Objective: The aim of this study is to evaluate the cardiac responses to acute normovolemic hemodilution (ANH) in diabetic patients with normal (EF $>$ 40) or low (EF \leq 40%) cardiac output undergoing coronary artery surgery with transoesophageal echocardiography.

Material and Method: The patients were divided into four groups based on TEE findings: Group 1ANH (n: 15): Patients with ejection fraction $>$ 40% who will undergo ANH. Group 1C (n: 15): Patients with ejection fraction $>$ 40% who will not undergo ANH. Group 2ANH (n: 15): Patients with ejection fraction \leq 40% who will undergo ANH. Group 2C (n: 15): Control group. Patients with ejection fraction \leq 40% who will not undergo ANH. The TEE measurements were obtained before ANH and 30 minutes after the application. Using 2D echocardiography systolic (left ventricle end diastolic area (LVEDA), left ventricle end-systolic area (LVESA), fractional area difference (FAD), stroke volume (SV), cardiac index (CI) and diastolic functions; early mitral inflow velocity (Em Vmax), atrial contraction (Am Vmax), ratio (E/A) and deceleration time (DT), isovolumetric relaxation time (IVRT).

Results: Hemodynamic and TEE data in Group 1K and Group 1ANH were not different baseline values. However, LVEDA was significantly higher in Group 2ANH after ANH, according to those at the beginning in Group 2ANH ($p<0.01$). LVESA was not different in these groups. EmVmax. also did not change, but AmVmax. was significantly increased and E/A ratio was significantly decreased in Group 2ANH after ANH, compared to baseline values in Group 2ANH ($p<0.001$).

Conclusion: In summary, application of moderate degrees of acute normovolemic hemodilution in diabetic patients with normal or low EF was well tolerated without deteriorating left ventricular functions. However, in the presence of atrial fibrillation in diabetic patients with low ejection fractions undergoing cardiac surgery, ANH should be performed carefully, because of the risk of increasing the AmVmax. with ANH.

Keywords: acute normovolemic hemodilution, diabetes mellitus, echocardiography, cardiac surgery

GİRİŞ

Akut normovolemik hemodilüsyon (ANH) uygulaması, Hb düzeyi uygun olan kişilerde oksijenin taşınmasını bozmayacak derecede hemodilüsyon uygulaması ile post operatif homolog kan kullanımının azaltılması amaçlanmaktadır. ANH aynı zamanda yaratılan hemodilüsyona karşı oluşan fizyolojik yanıtlar ile dokuların oksijen çekimini ve kardiyak debiyi arttırmaktadır^[1-4]. ANH ile eritrositler dilüe olmakta ve eritrositler kapiller yatakta daha iyi deformabilite ve daha iyi aggregabilite özelliği gösterilmektedirler. Bu da kanın vizkozitesini düşürmekte ve akışkanlığını artırmaktadır. Sonuçta, ANH vizkositeyi düşürerek sistemik vasküler rezistansın azalmasına ve venöz dönüşün artmasına neden olmakta, kardiyak debiyi artırmakta, organ ve dokulara oksijen sunumunu artırmaktadır^[3]. Koroner arter cerrahisi geçirecek düşük kalp debili koroner arter hastalarında, akut normovolemik hemodilüsyonun sistolik ve diyastolik fonksiyonları bozmadığı ve olumlu kardiyak etkileri ile kardiyoprotektif olabileceği bildirilmiştir^[4].

Diabetes mellitus, koroner arterlerde aterosklerozisin gelişmesinde ve myokardın beslenmesinin bozulmasında temel faktörlerden biridir^[5,6]. Diyabetik olan fakat koroner arter hastalığı olmayan olgularda bile, sol ventrikül diyastolik disfonksiyon (SVDD) gelişimi saptanmıştır^[7]. Diyabetik hastalarda klinik bulgu vermese bile sol ventrikülün longitudinal sistolik ve diyastolik fonksiyonlarının bozulduğu bildirilmiştir^[8].

Transözefageal ekokardiyografi yöntemi, kardiyak cerrahi geçiren hastalarda, kardiyak fonksiyon bozukluklarını ve duvar hareketi kusurlarını anında değerlendirmesi ve cerrahinin kararlarını etkilemesi nedeni ile intraoperatif kullanımı değerli olan bir yöntemdir^[9-11].

Çalışmanın amacı, koroner arter cerrahisi geçirecek, diyabetik ve düşük kalp debili ($EF \leq \% 40$) veya normal kalp debili ($EF > 40$) olguların, akut normovolemik hemodilüsyon uygulamasına kardiyak yanıtlarının transözefageal ekokardiyografik yöntemle değerlendirilmesidir.

GEREÇ ve YÖNTEM

Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Kurulundan etik onay (2013/006) alındıktan sonra, koroner arter baypas operasyonu geçirecek, diabetes mellitusu olan 132 erişkin olgu çalışmaya dâhil edildi. Olgular endokrin kliniğince düzenlenmiş olan diyabet tedavisi almakta olan ve $HbA1c > \% 6,5$ ^[12] olan koroner arter hastalarıydı. Preoperatif değerlendirmede, transtorasik ekokardiyografi ile aynı zamanda kapak hastalığı belirlenen (n=19), son 6 hafta içinde myokard enfarktüsü geçiren (n=9), disritmisi, dal bloğu tesbit belirlenen (n=6), antianjinal herhangi bir ajan kullanan, acil ameliyat gerektiren (n=8), transözefageal ekokardiyografi uygulanamayacak özefageal sorunu olan (n=1), akut normovolemik hemodilüsyon uygulanamayacak ($Hb < 13$ mg/dL, n=24) olgular çalışmaya dâhil edilmediler. Anestezi induksiyonu ile hemodinamik stabilitesi bozulan ve herhangi bir inotropik veya vazopressor desteği gerektiren olgular (n=5) çalışmadan çıkarıldılar.

Anestezi Yönetimi

Olgulara rutin koroner arter cerrahisi anestezisi uygulandı. Bu amaçla standart ve invaziv monitorizasyon yapıldı. Olguların arteriyal saturasyonları (SpO_2), kalp atım hızları (EKG), santral venöz basınçları (CVP) ve anestezi derinliği (BIS) monitorize edildi. Anestezi induksiyonu, midazolam 0.1 mg/kg/IV, fentanil 0.3 μ g/kg/IV ve esmeron 0.6 mg/kg/IV ile sağlandı. Entübasyon sonrası mekanik ventilasyona bağlanan olgular O_2 (0.5): Hava (0.5) karışımında sevofluran ve fentanil (30 μ g/kg) infüzyonu ile idame edildiler. Sevofluran yüzde değeri BIS % 50'de tutulacak şekilde sürdürüldü.

Çalışma Grupları

Anestezi induksiyonu sonrası transözefageal ekokardiyografi probu özofagusu yerleştirildi. Ekokardiyografik değerlendirme ile olguların EF'leri saptandıktan sonra olgular 2 gruba ayrıldılar: Grup 1: Ejeksiyon fraksiyonu $> \%40$, Grup 2: Ejeksiyon fraksiyonu ≤ 40 . Daha sonra kura yöntemi ile randomizasyon uygulanarak olgular ANH uygulanacak veya uygulanmayacak gruba dâhil edildiler. Buna göre olguların grupları:

Grup 1ANH (n:15): Ejeksiyon fraksiyonu > %40 olan ve ANH uygulanmayan grup.

Grup 1K (n:15): Birinci grubun kontrol grubu: ANH uygulanmayan grup.

Grup 2ANH (n:15): Ejeksiyon fraksiyonu \leq 40 olan ve ANH uygulanan grup.

Grup 2K (n:15): İkinci grubun kontrol grubu: ANH uygulanmayan grup.

Akut Normovolemik Hemodilüsyon

Tüm olgularda çalışma süresince idame sıvı tedavisi sürdürüldü (10 ml/kg/saat İsolet S). ANH uygulanacak grupta, Hb değerinin 10 mg/dL olması hedeflendi. Bu amaçla formüle uygun olarak santral venden çekilecek kan volümü hesaplandı. Standart olan ve kan bankasından elde edilen kan koruyucu sıvı içeren steril kan torbalarına 20 dk. içinde vena jugularis internadan kan çekildi. Aynı miktarda volüm genişletici % 6 hidroksetil nişasta (HES) 130/0.4 benzer hızda periferik venöz yoldan verildi [3]. Kontrol grubunda ise idame sıvı ile devam edildi.

Transözefageal Ekokardiyografik (TÖE) Değerlendirme

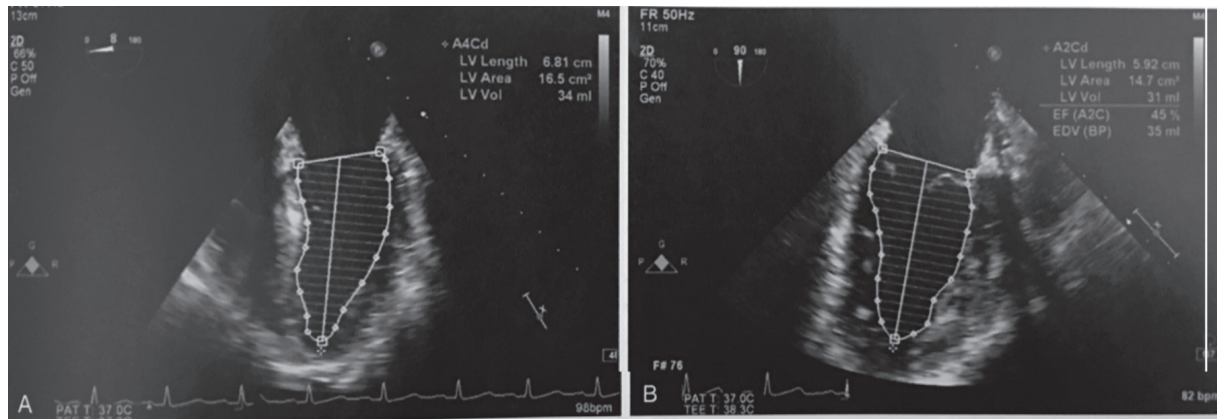
Ekokardiyografi ile değerlendirme 2 kez yapıldı ve çalışma verileri elde edilerek kaydedildi. T0: İndüksiyon sonrası stabilizasyon için 10 dk. beklendikten sonra bazal veriler elde edildi. Bundan sonra olgulara randomizasyona göre ANH uygulandı veya Kontrol grubuna alındı. T1: İlk değerlendirmeden 30 dk. sonra. Akut normovolemik hemodilüsyon sonrası veya

kontrol grubunda 30 dk. sonra.

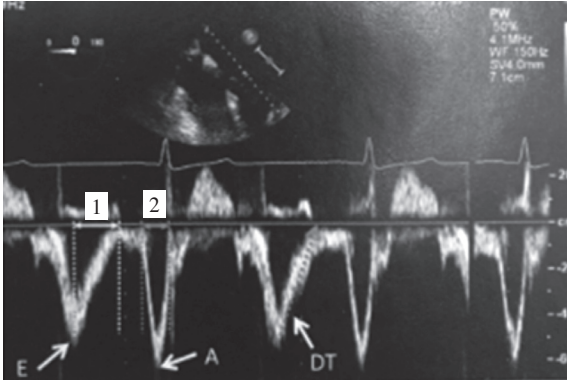
Ekokardiyografik değerlendirme tüm olgularda Vivid S5 Ekokardiyografi cihazı (Vivid S5, GE Healthcare, Horten, Norway) ile transözefageal prob kullanılarak supin pozisyonda ve Amerikan Ekokardiyografi Cemiyeti önerilerine uygun olarak yapıldı [13,14]. Bu amaçla sistolik fonksiyonlar; orta özefageal 4 boşluk penceresinden, planimetrik yöntemle, sol ventrikül diyastol sonu alanı (LVEDA), sol ventrikül sistol sonu alanı (LVESA) ve sol ventrikül fraksiyonel alan değişimi (FAD) ölçüldü (Şekil 1) [15]. Diyastolik fonksiyon; orta özefageal 4 boşluk penceresinden pulse wave doppler kullanılarak, erken mitral dolma (EmVmax, E velositesi), atriyal mitral dolma, atriyal kontraksiyon (AmVmax, A velositesi), bunların oranı (E/A), deselerasyon zamanı (DZ; msn) ve izovolumetrik relaksasyon zamanı (IVRZ; msn) parametreleri ile ölçüldü (Şekil 2) [15]. Transgastrik apikal uzun aks (110-1350) 5 boşluk penceresinden atım volümü (SV), kardiyak debi (CI) ölçüldü. Aynı ölçüm aralıklarında alınan kan gazı değerleri ile oksijen tüketimi (DO₂) oranı formülünden hesaplandı.

İstatistik Analizler

Elde edilen veriler Statistica for Windows® v6.0 (Stat-Soft Inc., Tulsa, USA) programı ile değerlendirildi. Verilerin dağılımı Shapiro-Wilk's test ile değerlendirildi. Normal dağılımlı bağımlı verilerin gruplar arası karşılaştırmasında, Student T test (grup içi ve gruplar arası) kullanıldı ve veriler mean \pm SD (ortalamanın standart deviasyon) olarak verildi. p<0.05 istatistiksel anlamlılık olarak alındı.



Şekil 1. Orta özefageal 4 boşluk TÖE görüntüsü. Simpson metodu kullanılarak, sol ventrikül alan, sol ventrikül volümü ve uzunluğunun ölçülmesi. A. Sol ventrikül sistol sonu ölçüm. B. Sol ventrikül diyastol sonu ölçüm. Otomatik olarak strok volümü ve ejeksiyon fraksiyonunun hesaplanması [29].



Şekil 2. Transözofageal ekokardiyografik görüntü. Orta özofageal 4 boşluk görüntüden, mitral akımın PW dopler ile akım görüntüsü.

E: Erken hızlı dolun, A: Atriyum kontraksiyonu, geç dolun, DT: Deselerasyon süresi 1: E dalgası deselerasyon süresi, 2: A dalga süresi⁽²⁹⁾.

BULGULAR

Sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu % 40'ın üzerinde olan olguların (Grup 1) karakteristik özellikleri Tablo 1'de verilmiştir. Kontrol grubu ve ANH uygulanan Grup 1 olguları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı. Grup 1 olgularında, ANH uygulanmayan kontrol grubunda hemoglobin ve hemotokrit değerleri beklendiği gibi değişmezken, ANH uygulanan Grup 1 ANH grubunda ANH sonrası, hemoglobin ve hemotokrit değerleri istatistiksel olarak anlamlı azaldı ($p < 0.001$, her iki değer için), (Tablo 2). Oluşturulan hemodilüsyon ile gruplarda oksijen ve laktat düzeyleri değişmedi (Tablo 2).

Tablo 1. Grup 1 Sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu % 40 ≥ üzerinde olgularda karakteristik özellikler.

	Grup 1K ANH (-) n=15	Grup 1ANH ANH (+) n=15
Yaş, yıl	64±2	65±5
BSA, m ²	1.6±0.1	1.7±0.2
LVEF (%)	48.1±3.2	49±3.5
Hiperkolesterolemi, n	6	6
Hipertansiyon, n	10	11
İlaç kullanımı, n		
Beta blokerler	4	5
ACEI/Ang II blokerleri	6	7
Ca kanal blokerleri	3	4
Diuretik	2	2
İnsülin	3	4
HbA1c	7.9±2.5	8.2±1.3
Glukoz	158±27	154±33
ANH volüm (ml)	-	338±26

Grup 1K: Kontrol grubu, Grup 1ANH: ANH uygulanan grup.

Tablo 2. ANH sonrası kan gazı değerleri.

	Grup 1K ANH (-) n=15		Grup 1ANH ANH (+) n=15		NS
	Başlangıç	30 dk. sonra	Başlangıç	ANH sonrası	
Hb, mg/dL	13.1±0.3	12.9±1.1	13.3±0.6	10.1±0.1*	*<0.001
Ht, %	41.3±1.5	38.4±1.8	41.9±1.4	30.3±1.0*	**<0.001
Laktat	0.6±0.1	0.6±0.1	0.5±0.1	0.4±0.2	NS
pH	7.4±0.03	7.4±0.04	7.37±0.05	7.38±0.03	NS
Pa O ₂	130±35	138±43	132±10	138±31	NS

*<0.001: Grup 1ANH'da, başlangıç ile karşılaştırma. Student t test.

**<0.001: Grup 1ANH'da, başlangıç ile karşılaştırma. Student t test.

Grup 1 olguları arasında ANH uygulanmayan kontrol grubunda hemodinamik değişiklikler gözlenmedi. KAH, TA ve ekokardiyografik değişimler (LVESA, LVEDA, FAC, SV, CI, DO₂) zaman içinde anestezi altında değişmedi. ANH uygulanan Grup 1 ANH grubunda ANH sonrası, KAH ve TA istatistiksel anlamlı olarak değişmedi. Erken sol ventrikül dolun hızı (EmVmax) ve atriyum kontraksiyonunda dolun hızı diyabetik hastalarda beklendiği gibi düştü (Tablo 3).

Sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu %40< altında olan olguların (Grup 2) karakteristik özellikleri Tablo 4'te verilmiştir. Kontrol grubu ve ANH uygulanan gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı.

Grup 2 olguları arasında ANH uygulanmayan kontrol grubunda hemoglobin ve hemotokrit değerleri

Tablo 3. Sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu % 40 ≥ üzerinde olgularda hemodinamik transözofageal bulgular.

	Grup 1K ANH (-) N=15		Grup 1ANH ANH (+) N=15		NS
	Başlangıç	30 dk. sonra	Başlangıç	ANH sonrası	
KAH, atım/dk.	73±11	74±12	68±15	71±10	NS
OAB, mmHg	77±8	75±9	74±11	69±16	NS
CVP, mmHg	8±2	8±2	9±1	9±2	NS
LVEDA, cm ²	24.3±8.5	25.2±6.3	24.7±4.3	25.9±5.3*	*0.03
LVESA, cm ²	16.6±6.2	15.1±1.9	15.7±6.3	15.9±5.5	NS
FAC, %	32.3±8	32.2±6	34.4±5.2	33.2±5.7*	*0.03
EmVmax. (cm/sn)	56.4±11	57.0±12	54.4±11	50.0±10	NS
AmVmax. (cm/sn)	40±11	41±13	42.1±12	53.0±17	NS
E/A ratio	1.41±0.4	1.46±0.5	1.37±0.3	1.32±0.3	NS
SV (ml)	56.4±11	59±7	55±9	59±5	NS
CI (L/m ²)	2.5±0.1	2.6±0.1	2.5±0.1	2.4±0.1	NS
DO ₂ (L/m ² /dyn ⁻¹)	395±15	399±15	398±12	411±11	NS

Tablo 4. Sol ventrikül ejeksiyon faksiyonu % 40'm altında olan Grup 2 olgularında karakteristik özellikler.

	Grup 2K ANH (-) n=15	Grup 2ANH ANH (+) n=15
Yaş, yıl	63±8	65±3
BSA, m ²	1.7±0.1	1.8±0.2
LVEF (%)	36±4.1	35±3.8
Hiperkolesterolemi, n	4	5
Hipertansiyon, n	8	9
İlaç kullanımı, n (%)	15	15
Beta blokerler	5	2
ACEI/Ang II blokerleri	0	0
Ca blokerleri	1	1
Diüretik	3	4
İnsülin		
HbA1c	8.9±1.9	8.5±1.4
Glukoz	157±31	151±23
ANH volüm (ml)	-	391±24

Grup 2K: Kontrol grubu, Grup 2ANH: ANH uygulanan grup.

beklendiği gibi değişmezken, ANH uygulanan Grup 2ANH grubunda ANH sonrası, hemoglobin ve hemotokrit değerleri istatistiksel olarak anlamlı azaldı. (p<0.001, her iki değer için) (Tablo 5). Oluşturulan hemodilüsyon ile gruplarda oksijen ve laktat düzeyleri değişmedi (Tablo 5). Buna uygun olarak oksijen sunumu azaldı (p<0.01, Tablo 6). Ancak, laktat değerlerinin değişmemesi (Tablo 5), dokuda oksijenizasyonun bozulmadığını ve hipoksinin olmadığını düşündürdü.

ANH uygulanan diyabetik ve ventrikül fonksiyonu iyi olmayan olgularda, ANH ile kalp atım hızı, ortalama arteryel basınç ve CVP değişmemiştir. ANH uygu-

Tablo 5. Sol ventrikül ejeksiyon faksiyonu % 40 < altında olan Grup 2 olgularında kan gazı değerleri.

	Grup 2K ANH (-) n=15		Grup 2ANH ANH (+) n=15		
	Başlangıç	30 dk. sonra	Başlangıç	ANH sonrası	
Hb, mg/dL	13.1±0.3	12.9±1.1	13.1±0.7	10.3±0.2*	*<0.001
Ht, %	41.3±1.5	38.4±1.8	42.5±1.9	31.7±1.1*	*<0.001
Laktat	0.6±0.1	0.6±0.1	0.7±0.1	0.8±0.2	NS
pH	7.4±0.03	7.4±0.04	7.37±0.05	7.38±0.03	NS
Pa O ₂	130±35	138±43	132±10	138±31	NS

Grup 2K: Kontrol grubu, Grup 2ANH: ANH uygulanan grup.

lanan grupta, volüm genişleticinin verilmesine bağlı olarak sol ventrikülün alan çapı (LVED), istatistiksel anlamlı olarak artmıştır (p=0.03), sistolik alan çapı (LVSA) ise değişmemiştir (Tablo 6). ANH uygulanan EF düşük grupta (Grup 2ANH), sol ventrikülün erken dolun hızı (Em Vmax.) değişmez iken, atriyumların kontraksiyonuna bağlı geç dolun hızı (Am Vmax.) istatistiksel anlamlı ANH ile artmıştır (p=0.001, Tablo 6). E/A oranı buna bağlı olarak anlamlı olarak azalmıştır (p=0.01, Tablo 6). ANH ile EF düşük olgularda (Grup 2ANH), kardiyak debi ve oksijen sunumu istatistiksel olarak anlamlı olarak düşmüştür (p=0.01, Tablo 6).

TARTIŞMA

Çalışmamızda, ventrikül fonksiyonu iyi olan ve olmayan diyabetik olgularda, ANH uygulaması kalp

Tablo 6. Sol ventrikül ejeksiyon faksiyonu % 40 < altında olan Grup 2 olgularında hemodinamik bulgular.

	Grup 2K ANH (-) N=15		Grup 2ANH ANH (+) N=15		NS
	Başlangıç	30 dk. sonra	Başlangıç	ANH sonrası	
KAH, atım/dk.	68±12	70±10	68±13	71±10	NS
OAB, mmHg	74±10	71±14	74±9	69±15	NS
CVP, mmHg	9±2	8±3	9±2	9±3	NS
LVEDA, cm ²	23.1±8.3	22.9±6.5	22.1±5.3	23.9±5.6*	*0.03
LVESA, cm ²	17.3±6.5	16.9±1.5	16.7±6.3	16.9±5.5	NS
FAC, %	22.3±8	22.2±6	21.4±5.2	23.2±5.7*	*0.03
Em Vmax. (cm/sn)	56.4±11	57.0±12	54.4±11	50.0±10	NS
Am Vmax. (cm/sn)	40±11	41±13	42.1±12	53.0±17	*0.001
E/A ratio	1.41±0.4	1.46±0.5	1.37±0.3	0.9±0.3*	*0.01
SV(ml)	56.4±11	59±7	55±9	59±5	NS
CI (L/m ² / dyn)	1.5±0.1	1.6±0.1	1.5±0.1	1.2±0.1*	*0.01
DO2 (L/m ²)	375±12	381±12	378±12	349±12*	*0.01

Grup 2K: Kontrol grubu, Grup 2ANH: ANH uygulanan grup.

atım hızını, ortalama arteryel basıncı ve santral venöz basıncı değiştirmemiştir. ANH uygulanan gruplarda, volüm genişleticinin verilmesine bağlı olarak sol ventrikülün alan çapı (LVED), istatistiksel anlamlı olarak artmıştır ($p=0.03$), sistolik alan çapı (LVSA) ise değişmemiştir. Burada izole olarak diyastolik çapın artması volüm genişleticinin volüm etkisine bağlı gelişmiş olabilir. Volüm genişleticinin kendisi veya gelişen orta derecede anemi, sol ventrikül kontraksiyonunun artmasına, sistolik çapa etki etmemiştir. Atım volümü değişmemiştir. Böylece, ANH uygulamasına bağlı sistolik alanda küçülme gözlenmemiştir. Ickx ve ark. ^[3], major abdominal kanser cerrahisi geçirecek olgularda, hedef Hb düzeyini 8 mg/dL tutarak hastalara ANH uygulamışlardır. Bu amaçla kullandıkları HES 140/0.4 ve HES 200/0.6 iki farklı volüm genişleticinin kardiyak debi ve sağ ventrikül end diastolik volüm üzerine etkilerini araştırarak kardiyak dolma basınçlarına etkilerini araştırmışlardır. Her iki volüm genişletici ile de bizim ECHO bulgularımıza benzer olarak, dolma basınçlarının arttığını ve atım volümünde değişiklik oluşturmadığını göstermişlerdir.

Literatürde diyabetik olgularda ilk ve temel fonksiyon bozukluğun diyastolde olduğu bildirilmiştir. Diyabetik gruplarımızda da başlangıçta mitral erken dolun hızı (Em Vmax) ve atriyal kontraksiyon (Am Vmax), normalin altında hızda olmasına karşın E/A oranı normal kalmıştır. Sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu normal olgularda ANH ile diyastolik fonksiyonlarda anlamlı değişiklik gözlenmedi. Ventrikül fonksiyonu iyi olmayan diyabetik olgularda ise, ANH uygulaması, sol ventrikülün erken dolun hızını (Em Vmax.) değiştirmez iken, atriyumların kontraksiyonuna bağlı geç dolun hızını (Am Vmax.) istatistiksel anlamlı olarak artırmıştır, E/A oranı buna bağlı olarak anlamlı olarak azalmıştır. ANH uygulaması sonrası, sol ventrikülün erken dolumunda artış olmaması, ventrikül kompliyansının değişmediğinin ve volüm yüküne kompliyans yanıtının normal olduğunun göstergesidir. Ancak, atriyumların kontraksiyonuna bağlı geç dolun hızının (Am Vmax.) artmış olması, düşük EF'li diyabetik hastalarda, atriyumların, ANH sırasında oluşan volüm genişlemesine veya anemiye karşı, kontraksiyonlarını artırarak kompanzasyon oluşturduğunu düşündürmüştür. Bu nedenle, atım volümü ve kardiyak debi oluşturulmasında atriyum kontraksiyonlarının katkısının zayıf olduğu AF'lu

hastalarda, ANH sakınılarak uygulanmalıdır. Licker ve ark. ^[4] ANH uyguladıkları diyabetik olmayan koroner arter hastası olgularda, bulgularımızın aksine atım volümünde ve kardiyak debide artış saptamışlardır. Bunun, kalbe artmış venöz dönüş ile preload artışına bağlamışlardır. ANH'un sistolik ve diyastolik fonksiyonları kötüleştirmediğini bildirmişlerdir. Olgularının % 70'inin zaten başlangıçta diyastolik disfonksiyonlu olduğunu ve ANH ile E/A oranlarının bizimkine benzer olarak azaldığını bildirmişlerdir ^[3].

Düşük ejeksiyon fraksiyonlu, sol ventrikül pompa gücü zayıf olan diyabetik olgularda, ANH ile, kardiyak debi ve oksijen sunumu istatistiksel olarak anlamlı düşmüştür. Licker ve ark. ^[4], bulgularımıza benzer olarak, oksijen sunumunda anlamlı azalma saptamışlardır. Bu nedenle bu olgularda, özellikle AF' nun da varlığında, kardiyak debi ve oksijen sunumunda gözlenen düşüklüğün daha şiddetli olabileceği ve belki de ANH uygulamasından sakınılması gerektiği düşünülmelidir. Ayrıca, bu olgularda ANH uygulanacaksa, EKG izlemleri sırasında, ST analizlerinin yakından gözlenmesi uygundur.

Sonuç olarak, koroner arter cerrahisi geçirecek, sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu normal diyabetik hastalarda orta derecede ANH kalbin fonksiyonlarının bozmadan iyi tolere edilmektedir. Sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu düşük (EF<40) diyabetik hastalarda ise, uygulanan orta derecede akut normovolemik hemodilüsyon (Hb. %10.3 g), volüm genişleticinin verilmesine bağlı olarak sol ventrikülün alan çapını (LVED), istatistiksel anlamlı olarak artırmaktadır, sistolik alan çapı (LVSA) ise değişmemektedir. Aynı zamanda, bu grupta ANH uygulaması, sol ventrikülün erken dolun hızını (Em Vmax.) etkilemez iken atriyumların kontraksiyonuna bağlı geç dolun hızını (Am Vmax.) istatistiksel anlamlı olarak artırmaktadır. E/A oranı buna bağlı olarak anlamlı olarak azaltarak diyastolik disfonksiyona neden olmaktadır. İlâveten, ANH ile EF düşük olgularda, kardiyak debi ve oksijen sunumu istatistiksel olarak anlamlı olarak düşmüştür.

Bu bulgular ışığında, koroner arter cerrahisi geçirecek, sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu düşük olan diyabetik hastalarda, orta derecede ANH uygularken, atriyum kontraksiyonunun arttığı akılda tutulmalıdır. Bu nedenle, atriyum kontraksiyonlarının düşük

olduğu atriyum fibrilasyonlu diyabetik olgularda ANH uygulamaları sırasında, kardiyak debi ve oksijen sunumunun daha da düşebileceği konusunda uyarık olunmalıdır.

KAYNAKLAR

1. **Pliskow B, Li JKJ, O'Hara D, Kaya M.** A novel approach to modeling acute normovolemic hemodilution. *Computers in Biology and Medicine* 2016;68:155-64. <https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2015.11.003>
2. **Jamnicki M, Kocian R, van der Linden P, Zaugg M, Spahn DR.** Acute normovolemic hemodilution: physiology, limitations, and clinical use. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2003;17:747-54. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2003.09.018>
3. **Ickx BE, Rigolet M, Van Der Linden PJ.** Cardiovascular and metabolic response to acute normovolemic anemia. Effects of anesthesia. *Anesthesiol* 2000;93:1011-16. doi: 1017-1021.
4. **Licker M, Ellenberger C, Sierra J, Christenson J, Diaper J, Morel D.** Cardiovascular response to acute normovolemic hemodilution in patients with coronary artery diseases: Assessment with transesophageal echocardiography. *Crit Care Med* 2005;33(3):591-7. Issn Print: 0090-3493
5. **Grundy SM, Benjamin IJ, Burke GL, Chait A, Eckel RH, Howard BV, et al.** Diabetes and cardiovascular disease: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association. *Circulation* 1997;100(10):1134-46. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.100.10.1134>
6. **Juutilainen A, Lehto S, Rönnemaa T, Pyörälä K, Laakso M.** Type 2 diabetes as a "coronary heart disease equivalent": an 18-year prospective population-based study in Finnish subjects. *Diabetes Care* 2005;28(12):2901-7. <https://doi.org/10.2337/diacare.28.12.2901>
7. **Saçgan A, Çelik PK, Payzın S ve ark.** Tip II Diyabetiklerde Koroner Bypass'ın Kalbin Diyastolik ve Sistolik Parametreleri Üzerine Etkisi. *Turkish J Thorac Cardiovasc Surg* 2001;9:128-32.
8. **Ceyhan K, Kadi H, Koç F, Celik A, Oztürk A, Onalan O.** Longitudinal left ventricular function in normotensive prediabetics: a tissue Doppler and strain/strain rate echocardiography study. *J Am Soc Echocardiogr* 2012;25(3):349-56. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2011.11.018>
9. **Taşoğlu İ, İmren VY, Yener A.** Impact of intraoperative transesophageal echocardiography on surgical decisions in the cardiovascular operating room. Intraoperatif transözofajiyal ekokardiyografinin ameliyat odasında kardiyovasküler cerrahi kararlarına etkisi. *Türk Kardiyol Dern Arş - Arch Turk Soc Cardiol* 2012;40(3):242-50. <https://doi.org/10.5543/tkda.2012.75725>
10. **Eltzschig HK, Rosenberger P, Löffler M et al.** Impact of intraoperative transesophageal echocardiography on surgical decisions in 12,566 patients undergoing cardiac surgery. *Ann Thorac Surg* 2008;85:845-53. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsurg.2007.11.015>
11. **De Mey N, Couture P, Laflamme M, Denault AY, Perrault LP, Deschamps A, et al.** Intraoperative changes in regional wall motion: Can Postoperative Coronary Artery Bypass Graft Failure Be Predicted? *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2012;26(3):371-5. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2012.02.005>
12. **Sliem H and Nasr G.** Left ventricular structure and function in prediabetic adults: Relationship with insulin resistance. *J Cardiovascular Disease Research* 2011;2(1):23-8. <https://doi.org/10.4103/0975-3583.78583>
13. **Nagueh SF, Smiseth OA, Appleton CP, Byrd BF, Dokainish H, Edvardsen T, et al.** Recommendations for the evaluation of left ventricular diastolic function by echocardiography: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr* 2016;29(4):277-314. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2016.01.011>
14. **Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, Afilalo J, Armstrong A, Ernande L, et al.** Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr* 2015;28:1-39. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2014.10.003>
15. **Ferreira RG, Brandon M, Esper SA, Swaminathan M.** Quantative and semiquantative echocardiography: Ventricular and valvular physiology. Perioperative transesophageal echocardiography. A companion to Kaplan's Cardiac Anesthesia. Edited by Reich DL and Fisher GW. Elsevier Saunders., Philadelphia, printed in Chine, print no: 9, Section 1. p: 90-105, 2013.