

Cilt/Volume 9 Sayı/Number 1 MART/MARCH 2003



Göğüs-Kalp Damar Anestezi ve Yoğun Bakım Derneği Dergisi

Journal of Cardio-Vascular-Thoracic Anaesthesia
and Intensive Care Society

www.gkda.org.tr

Pediyatrik Kalp Cerrahisinde Uygulanan Modifiye ve Konvansiyonel Ultrafiltrasyon Yöntemlerinin Karşılaştırılması

Özge KÖNER (*), Serdar ÇELEBİ (*), Gürkan ÇETİN (**), Atilla USLU (***), Sinan SEREN (*), Kamil KARAOĞLU (****)

ÖZET

Kardiopulmoner 'bypass' (KPB) ve aşırı hemodilüsyon, özellikle pediyatrik hastalarda yaygın ödem ve organ yetersizliğine neden olur. Hemodilüsyonun neden olduğu olumsuz etkilerin ortadan kaldırılması amacıyla pediyatrik hastalarda konvansiyonel (KUF) ve modifiye ultrafiltrasyon (MUF) uygulamaları yapılmaktadır.

Çalışmamızda, KUF (n=10) ve MUF'un (n=10) kalp cerrahisi uygulanan pediyatrik hastalardaki klinik ve laboratuvar parametreleri üzerine olan etkilerini karşılaştırdık. Gruplar peroperatif hemodinamik veriler, hematokrit, kan transfüzyonu, göğüs tüpü drenajı, pulmoner fonksiyon, postoperatif ateş ve laboratuvar parametreler açısından karşılaştırıldı.

Gruplar arasında demografik veriler açısından anlamlı fark görülmedi. MUF grubunda postoperatif ağırlık artışı KUF grubuna göre belirgin şekilde daha az bulundu. Hemodinamik olarak MUF'un kardiyak indeksi arttırması, sol kalp dolum basınçlarını ve pulmoner vasküler direnci düşürmesi nedeniyle KUF'a göre daha üstün olduğu görüldü. KUF grubu ile karşılaştırıldığında, MUF uygulanan hastaların postoperatif dönemde oksijenasyonu daha iyi ve KPB sonunda yapılan değerlendirmelerde akciğer kompliyansı daha yüksek bulundu. KUF grubu ile karşılaştırıldığında, MUF grubunda postoperatif inotropik gereksinimi, drenaj miktarı, kan transfüzyonu ihtiyacı, maksimum vücut ısısı ortalamaları ve postoperatif yapay solunum sürelerinin belirgin biçimde düşük olduğu gözlemlendi. KUF grubu ile karşılaştırıldığında, MUF grubunda plazma albumin seviyeleri postoperatif dönemde daha yüksek, CK-MB değerleri ise anlamlı biçimde düşük bulundu.

MUF uygulaması pediyatrik hastalarda postoperatif ağırlık artışı, kan transfüzyonu ihtiyacı ve drenaj miktarını azaltma, KPB sonrası kardiyak ve pulmoner fonksiyonu iyileştirme açısından KUF uygulamasından daha etkili bulunmuştur.

SUMMARY

Comparison of Modified and Conventional Ultrafiltration Methods in Pediatric Cardiac Surgery

Cardiopulmonary bypass (CPB) and excessive hemodilution cause generalized edema and organ failure especially in pediatric patients. Modified ultrafiltration (MUF) and conventional ultrafiltration (CUF) techniques are currently used to terminate the undesired effects of hemodilution.

This study compared the effects of CUF (n=10) and MUF (n=10) on clinical and laboratory parameters in pediatric patients undergoing cardiac surgery. Perioperative hemodynamic parameters as well as pulmonary function, chest tube drainage, transfusion of blood products, postoperative temperature and various laboratory parameters were compared between the groups.

There were no significant difference between two groups in demographic data. Postoperative total body weight gain was significantly less in the MUF group. Hemodynamically, MUF was superior to CUF in increasing postoperative cardiac index, lowering left heart filling pressures and pulmonary vascular resistance. Postoperative oxygenation and lung compliance following CPB were better in MUF as compared to CUF group. Postoperative inotropic support, chest tube drainage, transfusion requirement, and duration of ventilatory support were significantly reduced in MUF group. Postoperative plasma albumin levels were higher and CK-MB levels were lower in MUF when compared with CUF group.

MUF is more effective than CUF in reducing postoperative weight gain, chest tube drainage and transfusion, improving cardiac and pulmonary functions following CPB in pediatric patients.

* İstanbul Üniversitesi Kardiyoloji Enstitüsü, Anesteziyoloji Anabilim Dalı, Uz. Dr.

** İstanbul Üniversitesi Kardiyoloji Enstitüsü, Kalp Damar Cerrahisi Anabilim Dalı, Uz. Dr.

*** İstanbul Üniversitesi Kardiyoloji Enstitüsü, Kalp Damar Cerrahisi Anabilim Dalı, Bio. Dr.

**** İstanbul Üniversitesi Kardiyoloji Enstitüsü, Anesteziyoloji Anabilim Dalı, Prof. Dr.

Key words: pediatric cardiac surgery, modified ultrafiltration, conventional ultrafiltration

Anahtar kelimeler: modifiye ultrafiltrasyon, pediyatrik kalp cerrahisi, konvansiyonel ultrafiltrasyon

GİRİŞ

Açık kalp cerrahisinde uygulanan kardiyopulmoner 'bypass' (KPB), özellikle pediyatrik hastalarda ileri derecede hemodilüsyon ve kapiller geçirgenlik artışına neden olur (1). Kanın yabancı yüzey ile teması sonucunda ortaya çıkan sistemik inflamatuvar yanıtın da eklenmesiyle birlikte pediyatrik hastalarda kalp cerrahisi sırasında morbiditenin arttığı görülmüştür (2). Sitokinlerin de içinde bulunduğu bazı kimyasal mediyatörler söz konusu proinflamatuvar durumdan sorumludur. Bu olumsuz etkilerin önlenmesi amacıyla, KPB sırasında daha az volüm kullanılması, çeşitli anti-inflamatuvarlar, periton diyalizi, 'bypass' tekniklerinin geliştirilmesi ve ultrafiltrasyon gibi uygulamalar yapılmaktadır.

Naik ve ark.'ları (3) tarafından 1991 yılında tanımlanan modifiye arteriyo-venöz ultrafiltrasyon (MUF) amacı, KPB'nin yukarıda belirtilen yan etkilerini azaltmaktır. Tanımlanmasından günümüze kadar pekçok pediyatrik hastada başarılı biçimde uygulanan MUF'un pediyatrik hastalarda KPB sırasında artan total vücut sıvısını azalttığı, dolayısıyla daha etkin hemokonsantrasyon ve hemostaz sağladığı (3-5), akciğer fonksiyonlarını iyileştirdiği, oksijenasyonu artırdığı (6), sitokin yanıtını baskıladığı (4,7,8) gösterilmiştir. Ayrıca kalp dolum basınçları ve miyokard ödeminde azalma, sistemik basınçlarda artış bildirilmiştir (9,10).

Kliniğimizde önceki yıllarda yalnızca yeni doğan ve KPB süreleri uzun olan pediyatrik hastalarda uygulanan MUF tekniğini son iki yıldır, büyük pediyatrik hastalar da dahil olmak üzere, daha sık olarak uygulamaktayız. Çalışmamızda hastalar KPB'nin ısınma döneminde konvansiyonel ultrafiltrasyon (KUF) ve KPB bitiminde arteriyo-venöz MUF metodlarının uygulandığı iki gruba ayrıldı, her iki gruptaki hastalar perioperatif klinik ve biyokimyasal parametreler açısından karşılaştırıldı.

MATERYEL VE METOD

Çalışmamız, Etik Komite izni alındıktan sonra İstanbul Üniversitesi Kardiyoloji Enstitüsü Anesteziyoloji ve Kalp - Damar Cerrahisi Bölümlerinde, Ağustos 2001 ile Ocak 2002 tarihleri arasında açık kalp cerrahisi uygulanan 20 pediyatrik hastada prospektif, randomize olarak yapıldı. Randomizasyon bilgisayar programından elde edilen rakamlar

ile sağlandı. I. Gruba KPB sırasında KUF uygulanan 10, II. Gruba KPB sonunda arteriyo-venöz MUF uygulanan 10 pediyatrik hasta alındı. Derin hipotermi ve sirkülatuar arrest uygulanan hastalar çalışmaya alınmadı.

Tüm hastalara ameliyathaneye alınmadan 20 dakika önce 0,3 mg/kg nazal midazolam ile premedikasyon yapıldı. Anestezi induksiyonu iv kanülasyonu takiben, 0,1 mg/kg midazolam, 10 µg/kg fentanil, 0,1 mg/kg pankuronyum ve % 100 oksijen inhalasyonu ile yapıldı. Anestezi induksiyonunu takiben perkütan radyal arter kanülasyonu yapıldı. Tüm hastaların pulmoner arterlerine sağ vena jugularis interna yolu ile 7,5 cm 5 F introduser ve 4 F 75 cm uzunluğunda çift lümenli termodilüsyon kateteri (Arrow international Inc, PA, ABD) yerleştirildi. Patolojisi Fallot Tetralojisi olan hastalarda termodilüsyon kateteri cerrahi düzeltmeden önce sağ ventrikülde bırakıldı, onarım sırasında cerrah tarafından pulmoner artere yerleştirildi. Bu hastalarda pulmoner arter basıncı göğüs açıldıktan sonra bir iğne aracılığı ile direkt olarak ölçüldü. Ayrıca sternotomiden sonra cerrah tarafından sol atriya basıncı takibi amacıyla 3 F kalınlığında sol atriyum kateteri (Medtronic Inc, MI, ABD) yerleştirildi. Volüm kontrollü ventilasyon 8 mL/kg tidal volüm ve 24 - 30/dakika solunum frekansı ile Servo 900 C (Siemens, Elema, Solna, İsveç) aracılığı ile sağlandı. Anestezi idamesi KPB başlangıcı ve sonunda uygulanan 0,1 mg/kg pankuronyum, 15 µg/kg/saat hızında fentanil, 0,15 mg/kg midazolam boluslar ve % 50 oksijen-hava inhalasyonu ile yapıldı. Operasyon süresince tüm hastalara idame sıvısı olarak 3 mL/kg Ringer Laktat solusyonu verildi. KPB'nin hipotermik dönemi dışında operasyon boyunca ısı 37°C'ye ayarlanmış blanket kullanılarak hastalar ısıtıldı (Medtronic Inc, CA, ABD).

Mediyan sternotomiden sonra 3 mg/kg İV heparin uygulandı, ACT değeri 450 saniyenin üzerine çıktığında, aortabikaval kanülasyon ile KPB'ye geçildi. KPB uygulaması sırasında, Jostra HL-20 roller pompa (Jostra AB, Lund, İsveç), Minimax plus membran oksijenatör (Medtronic Inc, Anaheim, CA, ABD) ve Bıçakçılar infant 'tubing' set (Bıçakçılar Tıbbi Cihazlar AŞ, İstanbul) kullanıldı. Her iki gruba ait pompa prime solusyonu, 28°C'deki hematokrit değeri % 25 olacak şekilde Ringer Laktat, tam kan ve taze donmuş plazma ile hazırlandı. KPB başlangıç solusyonuna 100 Ü heparin, 40 mg/kg sefazol, 0,5 g/kg % 20 mannitol, 30 mg/kg metilprednizolon eklendi. Soğuma ve ısınma sırasında hasta kanı ile ısıtıcı - soğutucu su ısıları arasında 5°C'lik fark olmasına dikkat edildi. Tüm hastalara nazofaringeal ısı 28°C olacak şekilde hipotermi uygulandı. Aort klempini konduktan sonra 20 mL/kg dozunda izotermik potasyumlu kan kardiyoplejisi ile kardiyak arrest sağlandı. Her 20 dakikada bir kardiyopleji 10 mL/kg dozunda tekrarlandı. Pompa akımı, normotermi süresince 2,4 L/dak/m² (LPM) iken, hipotermi ile birlikte 1,8 - 2 LPM'ye düşürüldü, ısınmanın başlamasıyla birlikte tekrar 2,4 LPM değerine çıkarıldı. Kan gazları alfa-stat metodu ile değerlendirildi. Nazofaringeal ısınının 37°C, rektal ısınının > 35°C olması ile ısınma sona erdirildi.

I. Gruptaki hastalara, ısınmanın başlamasıyla birlikte Şekil 1a'da görüldüğü gibi, oksijenatörün 'venöz hava direktör' çıkışına bağlanan Hemospal AN-69 (Multiflow 60S, Hospital International Marketing, Lyon, Fransa) hemofiltre ara-

Tablo I. Gruplara ait demografik ve operatif veriler.

	Grup 1 (n=10) KUF	Grup 2 (n=10) MUF	p
Cinsiyet K/E	4/6	5/5	ad
Yaş (ay)	22.4±18.8	27.5±16.6	ad
Ağırlık (kg)	9.3±3.9	10±3.6	ad
Pre/Postoperatif ağırlık değişimi (kg)	0.79±0.22	0.53±0.25	<0.05
Aort klemp zamanı (dakika)	92.9±24	85.8±23.4	ad
KPB zamanı (dakika)	151.8±41.7	141.5±52	ad
Yapay solunum süresi (saat)	27±9	10.1±5.47	<0.05
Yoğun bakımda kalış (saat)	68.4±44.5	50.9±7.38	ad
Mortalite	0	0	ad
TOF	4	5	
VSD-PHT	4	4	ad
P-AVKD	1	1	
TAPVD	1		

TOF: Fallot tetralojisi, VSD-PH: Ventriküler septal defekt-pulmoner hipertansiyon, P-AVKD: Parsiyel atriyo-ventriküler kanal defekti, TAPVD: Total anormal pulmoner venöz dönüş, KPB: Kardiyopulmoner "bypass", KUF: Konvansiyonel ultrafiltrasyon, MUF: Modifiye ultrafiltrasyon

cılığıyla, konvansiyonel hemofiltrasyon uygulandı. Bu ultrafiltrasyonun prime volümü 150 mL, etkin yüzey alanı 0,60 m²'dir. KPB akım hızı, ultrafiltreden geçen kan akımı 150 mL/dak (0,15 LPM) olacak şekilde artırıldı. KPB sırasında venöz rezervuardan çekilip konsantre edilen kan hastaya geri verildi. Bu sırada rezervuarda ortaya çıkan volüm azalmaları sıvı alınarak giderildi. Ultrafiltrasyon işlemi venöz rezervuardaki volüm seviyesi pompa akımını idame ettirebilecek minimum seviyeye ulaşılmaya dek sürdürüldü. II. Gruptaki hastalara ise, KPB sonlandırıldıktan sonra Şekil 1b'de görüldüğü gibi arteriyo-venöz MUF sistemi uygulandı. Arteriyel filtrenin distaline bağlanan resirkülasyon hattı ile kan aorttan ayrı bir pompa aracılığı ile 150 mL/dak hızında çekilerek, spontan UF'ye izin verildi ve konsantre olan kan havayı hapseden haznelere geçerek sağ atriyum aracılığı ile hastaya geri verildi. MUF uygulaması yaklaşık olarak 15-20 dakika kadar sürdü, hematokrit değerinin % 35 ve üzerinde olması ile sonlandırıldı. Her iki grupta da hemofiltreler kullanımdan önce 1500 mL izotonik sodyum klorür solusyonu ile yıkandı.

KPB dopamin infüzyonu ile sonlandırıldı. Hastalar 8 µg/kg/dak'nın üzerinde dopamin dozlarına ihtiyaç duyduğunda, ek inotropik olarak 0,04 µg/kg/dak. dozu aşmayacak şekilde adrenalın infüzyonu eklendi. KPB ve MUF uygulamalarının sonunda heparin 1:2 oranında verilen iv. protamin ile nötralize edildi. Tüm hastalar kontrollü ventilasyon ile yoğun bakım ünitesine transfer edildi. Analjezi için postoperatif erken dönemde 0,01 mg/kg/saat İV morfin infüzyonu uygulandı. Yoğun bakım ünitesinde tüm hastaların postoperatif ağırlıkları kaydedildi.

Hemodinamik ölçümler: Kalp atım hızı (KAH), sistemik, pulmoner arter ve sağ atriyum basınç değerlendirmeleri anestezi induksiyonundan sonra, KPB sonlandırıldıktan 30 dakika sonra ve postoperatif dönemde saatlik olarak kaydedildi. Postoperatif dönemde yapılan bu ölçümlerden 1., 6, 12. ve 24. saatteki değerler karşılaştırıldı. Kardiyak indeks (Kİ) termodilüsyon yöntemi ile ölçüldü. Sol atriyum basınçları kateterizasyonun göğüs açıldıktan sonra cerrahi

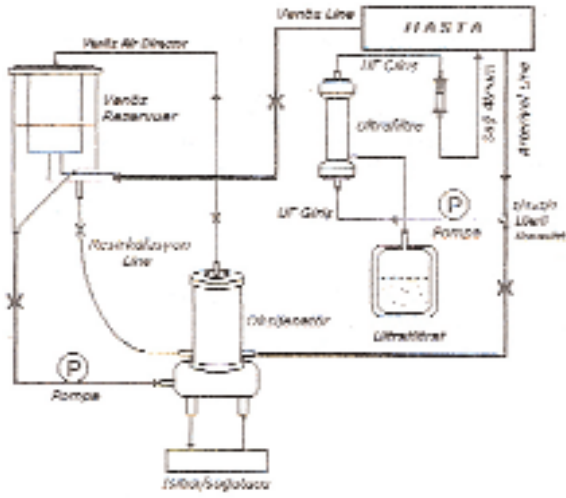
yolla yapılması nedeniyle anestezi induksiyonu sonrasında diğer ölçümler ile aynı anda kaydedilmedi, KPB öncesi değer olarak kaydedildi. Kİ, pulmoner (PVRİ) ve sistemik vasküler rezistans indeksi (SVRİ) ölçümleri, pulmoner stenoza olan hastalarda termodilüsyon kateterinin anestezi induksiyonundan sonra pulmoner artere yerleştirilememesi nedeniyle, KPB bitiminden 30 dakika sonra, postoperatif 1., 6. ve 24. saatlerde ölçüldü.

Solunumsal parametrelerin değerlendirilmesi: Oksijenasyonun değerlendirilmesi amacıyla PaO₂/FiO₂ değerleri anestezi induksiyonundan sonra, KPB sonlandırılmasından 30 dakika sonra, postoperatif 1. ve 24. saatlerde kaydedildi. Statik (Ks) ve dinamik (Kd) akciğer kompliyansları ise standart formül aracılığı ile anestezi induksiyonundan sonra, KPB' dan 30 dakika sonra ve postoperatif 1. saat sonunda olmak üzere üç kez standart formül ile ölçüldü: Ks = Vt / (P plato - EEP), Kd = Vt / (PIP - EEP). Bu formüllerde Vt, tidal volüm; P plato, plato basıncı -cmH₂O-; PIP, inspirasyon tepe basıncı - cmH₂O- ve EEP, ekspirasyon sonu hava yolu basıncını göstermektedir.

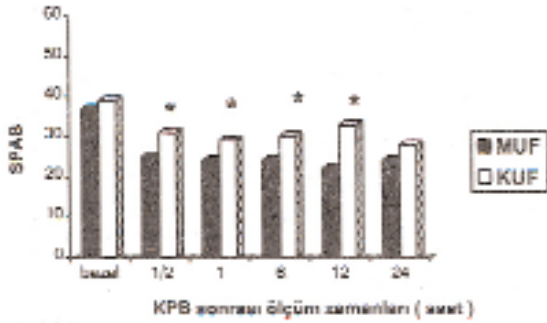
Biyokimya testleri: Hemogram, BUN, kreatinin, AST, ALT, CK, CK-MB, serum albümin düzeyleri preoperatif ve postoperatif 16. saatte değerlendirildi.

Tüm çalışma süresince hemodinamik ölçümler Siemens SC 7000 monitör (Siemens Elema, Solna, İsveç), kan gazları değerlendirmeleri Radiometer Copenhagen EML 505 (Kopenhag, Danimarka), biyokimya testleri 'Opera' oto-analizörü, hemogram ise 'Coulter' cihazı aracılığı ile yapıldı.

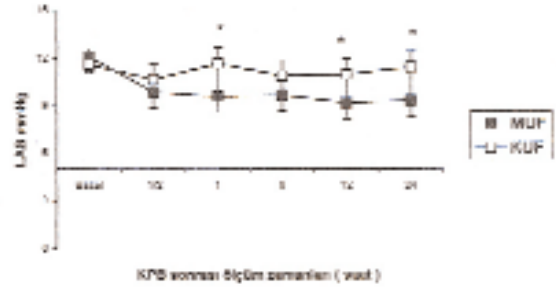
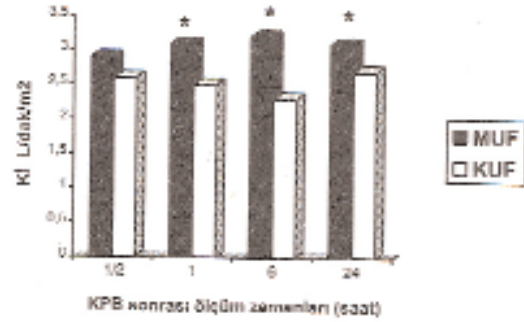
Her iki grubun istatistik değerlendirmeleri SPSS programı kullanılarak, "Mann", "Whitney U", "Wilcoxon Rank Sum W" testi ile yapıldı, p< 0,05 istatistiksel anlamlılık olarak değerlendirildi.



Şekil 1b. Arteriyovenöz modifiye ultrafiltrasyon.

Şekil 2. Çalışma süresince kaydedilen sistolik pulmoner arter basınç değerleri.
* gruplar arasında p<0.05 olan değerler.

nozu olan hastalarda termodilüsyon kateterinin KPBS sırasında onarımı takiben pulmoner artere yerleştirilmesi nedeniyle sadece KPBS sonu ve postoperatif dönemde yapıldı. KPBS'den 30 dakika sonra, postoperatif 1., 6. ve 24. saatte yapılan ölçümlerde MUF grubunun Kİ değerleri ortalaması, KUF grubuna göre yüksek olmakla birlikte gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark sadece postoperatif 1., 6. ve 24. saatte yapılan ölçümlerde bulundu (Şekil 4). KPBS bitiminden 30 dakika sonra ve postoperatif 1. ve 6. saatlerde yapılan ölçümlerde MUF grubunun PVRİ değerleri ortalaması, KUF grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı biçimde düşük bulundu, postoperatif 24. saatte yapılan değerlendirmelerde ise KUF grubunun PVRİ değerleri ortalamasının MUF grubuna göre yüksek olduğu ancak farkın istatistiksel anlam

Şekil 3. İki grubun sol atriyum basınçlarının karşılaştırılması.
* gruplar arasında p<0.05 olan değerlerŞekil 4. KPBS'den sonra yapılan kardiyak indeks (Kİ) değerlerinin karşılaştırılması.
* gruplar arasında p<0.05 olan değerler.

taşımadığı gözlemlendi (Şekil 5). SVRİ değerleri karşılaştırıldığında iki grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı (Tablo II).

Postoperatif drenaj miktarı, kan transfüzyonu ihtiyacı ve Hct değerleri: Operasyonu izleyen 24 saat içindeki göğüs tüpü drenaj miktarları karşılaştırıldığında MUF grubun drenaj miktarı ve kan transfüzyon ihtiyacının KUF grubuna göre anlamlı biçimde az olduğu, hematokrit değerleri karşılaştırıldığında ise KPBS sonlandıktan 30 dakika sonra alınan arteriyel kan örneklerinde MUF grubuna ait hematokrit değerleri ortalamasının KUF grubundan istatistiksel olarak anlamlı biçimde yüksek olduğu görüldü (Tablo III).

Tablo III. Postoperatif transfüzyon ihtiyacı ve drenaj miktarları.

	Grup 1 (n=10) KUF		Grup 2 (n=10) MUF	
	KPB Sonu	Postop 1. gün	KPB Sonu	Postop 1. gün
Kullanılan kan (mL/kg)	16±4.8	31.5±8.6	13±7.1	22.2±10*
Hematokrit %	31.6±2.5	34.3±2	35.8±3.6*	36.5±3.44
Drenaj mL/gün	-	205±97	-	141±92*

* İki grup arasında $p<0.05$ olan değerler.

KUF: Konvansiyonel ultrafiltrasyon, MUF: Modifiye ultrafiltrasyon, KPB: Kardiyopulmoner "bypass"

Tablo IV. Pulmoner fonksiyon.

	Grup 1 (n=10) KUF		Grup 2 (n=10) MUF	
	KPB 30 dk. sonra	Postop 24. saat	KPB 30 dk. sonra	Postop 24. saat
PaO ₂ / FiO ₂	134±65.5	320±151	290±142*	473±141*
	İndüksiyondan sonra	KPB 30 dakika sonra	İndüksiyondan sonra	KPB 30 dakika sonra
Kd mL/cmH ₂ O	4.7±2.2	3.9±1.4	4.9±2.1	4.7±1.7*
K s mL/cmH ₂ O	6.1±3.6	5.1±2.1	6.2±3.1	5.9±2.3*

* İki grup arasında $p<0.05$ olan değerler.

Kd: Dinamik kompliyans, Ks: Statik kompliyans, KPB: Kardiyopulmoner "bypass", KUF: Konvansiyonel ultrafiltrasyon, MUF: Modifiye ultrafiltrasyon

Febril reaksiyon: Preoperatif enfeksiyon bulgusu olmayan hastalar, postoperatif dönemde rektal ateş ortalamaları ve maksimum rektal ateş değerleri açısından karşılaştırıldı. Rektal ısının postoperatif 24 saat içinde ulaştığı maksimum değerlerin ortalamasının KUF grubundaki hastalarda, MUF grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı biçimde yüksek olduğu görüldü (KUF: 38,2±0,6°C ve MUF: 39,2±0,52°C, $p=0,003$).

Oksijenasyon, statik (K s) ve dinamik (K d) kompliyansların karşılaştırılması: Oksijenasyonun değerlendirilmesi için iki gruba ait PaO₂/FiO₂ oranları karşılaştırıldığında, MUF grubunun KPB' yi izleyen 30. dakikada ve postoperatif 24. saatteki değerlerinin, KUF uygulanan gruptan anlamlı biçimde yüksek olduğu görüldü (sırasıyla MUF grubu 290±142,6 ve 473,8±141; $p<0,05$ ve KUF grubu 134±65,5 ve 320,5±151; $p<0,05$). Gruplar arasında statik ve dinamik akciğer kompliyansları karşılaştırıldığında anestezi indüksiyonundan sonra ölçülen değerler açısından fark bulunmazken, KPB'den 30 dakika sonra yapılan ölçümlerde kompliyans değerlerinin MUF grubunda istatistiksel olarak anlamlı biçimde daha

yüksek olduğu görüldü (Tablo IV).

Biyokimya: Her iki gruptaki hastalara ait preoperatif kreatin kinaz (CK) ve kreatin kinaz MB fraksiyonu (CK-MB), albümin, alanin aminotransferaz (ALT), aspartat transaminaz (AST), hematokrit, lökosit, nötrofil, trombosit, eritrosit, BUN, kreatinin değerleri benzer bulundu. Operasyondan 16 saat sonra yapılan biyokimya tetkikleri karşılaştırıldığında, MUF grubunun CK-MB değerleri ortalamasının, KUF grubuna göre anlamlı biçimde düşük olduğu görüldü (KUF grubu 163,4±82 U/L, MUF grubu 99±61 U/L; $p<0,05$). Plazma albümin değerleri ortalaması ise MUF grubunda, KUF grubuna göre istatistiksel anlam taşıyacak şekilde daha yüksek bulundu (MUF grubu 3,7±0,3 g/dl ve KUF grubu 3,3±0,4 g /dl ; $p<0,05$). Bunların dışındaki biyokimya değerleri açısından gruplar arasında anlamlı fark gözlenmedi (Tablo V).

Diüretik ve inotropik ihtiyacı: KUF grubundaki hastaların postoperatif 24 saat içindeki diüretik ihtiyacı (İV furosemid 1,75±2,9 mg) MUF grubundaki hastalardan daha fazla (iv furosemid 1±1,75 mg) olmakla birlikte aradaki fark istatistiksel olarak an-

Tablo V. Postoperatif biyokimya değerleri.

	Grup 1 (n=10) KUF	Grup 2 (n=10) MUF	p
CK-MB (IU/L)	163,4±82	99±61	<0.05
CK (IU/L)	2428±1434	2479±1676	ad
AST (IU/L)	258±177	198±92	ad
ALT (IU/L)	35±19	38±9.8	ad
Albümin g/dL	3.3±0.4	3.7±0.3	<0.05
Kreatinin mg/dL	0.77±0.1	0.7±0.07	ad
BUN mg/dL	16.4±4.5	16.2±6	ad
Trombosit 1.000/ μ L	142±42	174±68	ad
Lökosit/mm ³	13.720±4.893	13.810±8.549	ad
Nötrofil %	76±6	70.8±9.9	ad

CK: Kreatin kinaz, CK-MB: Kreatin kinaz MB izoenzim, AST: Aspartat transaminaz, ALT: Alanin aminotransferaz, KUF: Konvansiyonel ultrafiltrasyon, MUF: Modifiye ultrafiltrasyon

lamli bulunmadı. Her iki gruptaki tüm hastalar KPB sonlanırken dopamin desteği aldı. Buna ek olarak KUF grubundan 5, MUF grubundan ise 3 hastaya epinefrin infüzyonu kullanıldı. KUF grubundaki hastalara ortalama 7,13±1 μ g/kg/dak, MUF grubundaki hastalara ise 6,3±0,4 μ g/kg/dak dozunda dopamin infüzyonu uygulandı (p<0,05). Bu verilere göre KUF grubunun dopamin ihtiyacının MUF grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı biçimde daha fazla olduğu gözlemlendi.

TARTIŞMA

KPB uygulaması ile birlikte pediatrik hastalarda pek çok konjenital kardiyak defektin onarımı mümkün olmuştur. Ancak ekstrakorporeal dolaşımın özellikle pediatrik hasta grubunda olumsuz etkileri olduğu bilinmektedir. Bu olumsuz etkilerin en önemlilerinden biri inflamatuvar kapiller kaçak sonucunda total vücut sıvısı miktarının artmasıdır. Bunun sonucunda ortaya çıkan klinik tablo ventriküler fonksiyon bozukluğu, pulmoner hipertansiyon, akciğer ödemi, gaz alış-verişinde bozulma ve akciğer kompliyansında azalmadır (12,13,14).

KPB uygulanan hastalarda ultrafiltrasyon yapılmasının amacı, inflamasyona neden olan mediyatörlerin ve fazla suyun vücuttan uzaklaştırılması, KPB sonrası organ fonksiyonlarının iyileştirilmesi ve hemokonsantrasyon etkisi ile postoperatif transfüzyon ihtiyacının azaltılmasıdır. MUF tekniğinin 1991 yılında Naik ve ark.'ları (3) tarafından tanımlanmasından günümüze, bu teknik ile ilgili çeşitli çalışmalar

yapılmış ve değişik klinik ve laboratuvar sonuçlar elde edilmiştir (5-10). Pediatrik hastalarda uygulanan MUF' un KUF metoduna olan üstünlüğünün daha etkin sıvı filtrasyonu sağlamasından ileri geldiği öne sürülmektedir (15-26).

KUF metodunda filtrasyon, KPB' nin sürdürülmesini sağlayan minimum volümün venöz rezervuarda kalmasına izin verecek biçimde uygulanır. MUF uygulaması ise KPB sonlandırıldıktan sonra yapılmakta, daha fazla sıvının vücuttan uzaklaştırılması ve hemokonsantrasyon sağlanması mümkün olmaktadır. Bir başka önemli fark ise, MUF uygulaması kan normotermik değerlerdeyken yapılırken, KUF' un uygulamasının, kan ısısı vücut ısısının üzerindeki değerlere (38-39°C) ısıtılırken uygulanıyor olmasıdır. Ayrıca KUF uygulaması sırasında kan akciğerlerden geçmez. Burada akciğerlerin önemi aktive olmuş lökositleri absorbe etmesinden ileri gelmektedir (17).

Çalışmamızda iki grup arasındaki Kİ değerlerinde belirgin fark gözlenmiştir. MUF grubunun postoperatif Kİ değerleri KUF grubundan daha yüksektir. Ayrıca MUF grubunun inotropik ihtiyacı da daha azdır. Çalışmamızda elde edilen bu sonuçlar, miyokardiyal ödemin azalması, hematokritin yükselmesi, buna bağlı olarak oksijen sunumunun artması ve sol kalp sistolik performansının global olarak artışı ile açıklanabilir (18). MUF grubunda sol kalp dolmuş basınçlarının daha düşük olması diyastolik fonksiyonun daha iyi olduğunu göstermektedir. Aynı iyileşmenin sağ kalp için gözlenmemesinin nedeni, kardiyak patolojisi Fallot Tetralojisi olan hastaların hipertrofik sağ ventrikül özelliği nedeniyle diyastolik fonksiyonlarının istenen değerlere getirilememesi olabilir. PVRİ ve sistolik pulmoner arter basınçlarının da MUF grubunda daha düşük olduğu görülmüştür. Akciğer dokusundaki sıvı fazlasının vücuttan etkin biçimde uzaklaştırılması ve daha az kan transfüzyonu ihtiyacı pulmoner basınçların daha düşük, pulmoner mekaniğin daha iyi olmasını sağlamaktadır.

Pediatrik kalp cerrahisi sonrasında miyokard hasarını değerlendirmede cTnT (Troponin T) ve cTnI (Troponin I) enzimlerinin oldukça spesifik olduğu bilinmektedir. Ancak atriyotomi ve ventrikülotomi yapılan hastalarda bu iki enzimin iskemiye spesifik olmadığı, VSD onarımından sonra ise CK-MB ve cTnI enzimlerinin bilinmeyen bir nedenle iskemiye

göstermediği bulunmuştur (19). Bu cerrahi prosedürlerin tümü iki grupta da pek çok hastaya uygulandığından miyokard hasarı değerlendirmesini kliniğimizdeki rutin olan CK-MB ile yaptık. Postoperatif 16. saatte yapılan kardiyak enzim (CK-MB) ölçümlerinde MUF grubuna ait değerlerin belirgin biçimde düşük olması da bu grupta miyokard hasarının daha az olduğunu düşündürmektedir.

KPB sonrasında pulmoner fonksiyonun korunmasının, akciğer ödeminin azalması, nitrik oksit oluşumunun korunması ve bazı sitokinlerin uzaklaştırılmasına bağlı olabileceği bildirilmiştir (12,13). Çalışmamızda MUF uygulanan hastalarda oksijenasyonun (PaO_2/FiO_2) daha iyi, postoperatif yapay solunum sürelerinin daha kısa olduğu görülmüştür. Bu iyileşmenin MUF uygulaması ile daha etkin hemokonsantrasyon sağlanması ve daha az kan transfüzyonu yapılması sayesinde olduğunu düşünmekteyiz. Bando ve ark.'ları (7) MUF uygulanan hastaların postoperatif yapay solunum süreleri daha kısa ve bunun özellikle preoperatif dönemde pulmoner hipertansiyonu olan, KPB süreleri uzun hastalar ve yenidoğanlarda daha belirgin olduğunu göstermişlerdir. Çalışmamız ile karşılaştırıldığında Bando ve ark.'larının çalışmasındaki entübasyon sürelerinin oldukça uzun olduğu, bunun çalışmada belirtilmemesine rağmen uygulanan anestezi tekniği, postoperatif dönemde pulmoner hipertansiyon tedavisi amacıyla uygulanan sedasyon ve bazı hastalarda uygulanan derin hipotermi ile ilgili olduğunu düşünmekteyiz.

Akciğer kompliyansı, pediyatrik hastalarda akciğerdeki fazla sıvı nedeniyle azalır. KPB sonunda uygulanan ultrafiltrasyon total vücut suyunu azaltmaktadır. Çalışmamızda KPB uygulamasından 30 dakika sonra yapılan kompliyans ölçümlerinde MUF grubunun kompliyansının KUF grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı biçimde yüksek olduğu gözlenmiştir. MUF uygulamasının statik ve dinamik akciğer kompliyansı üzerindeki etkilerinin ultrafiltrasyon uygulaması yapılmayan pediyatrik hastalar ile karşılaştırıldığı bir çalışmada, MUF uygulanmasından hemen sonraki ölçümlerde kompliyansın MUF grubunda daha yüksek olduğunun görülmesine rağmen, yoğun bakımda yapılan değerlendirmelerde iki grup arasında fark gözlenmemiştir (6). Bu çalışmada entübasyon süreleri MUF uygulanan hastalar için 140 ± 91 saat ve ultrafiltrasyon uygulanmayanlar için 90 ± 58

saattir ve bu değerler çalışmamızdaki değerlere göre oldukça uzundur. Anestezik yöntem ve postoperatif sedasyon ile ilgili bilgi olmamakla birlikte, sebep muhtemelen derin hipotermi-sirkülatuar arrest uygulanan ve daha komplike olan konjenital vakaların çalışmaya alınması ya da bu çalışmada arteriyo-venöz yerine veno-venöz MUF tekniğinin uygulanmasıdır. Çalışmamızda uzun dönemde kompliyans değerlendirmeleri yapılamamasının nedeni bazı hastaların 2 saat gibi kısa bir süre içinde ekstübe olmalarıdır. Ancak bu hastalarda oksijenasyonun bozulmaması ve tekrar entübasyon gerekmemesi akciğer fonksiyonlarının diğer gruptan daha iyi olduğunu düşündürmektedir. MUF ile KUF uygulamalarının kombine edilerek, tek başına yapılan KUF uygulaması ile karşılaştırıldığı iki randomize kontrollü çalışmada entübasyon sürelerinin KUF ile MUF'un kombine edildiği grupta anlamlı biçimde kısa olduğu görülmüştür (7, 20). MUF uygulanan hastalarda akciğer fonksiyonlarında görülen olumlu değişikliklerin akciğerlerdeki interstisyel sıvı fazlasının vücuttan daha etkin biçimde uzaklaştırılması ve postoperatif daha az kan transfüzyonu yapılması ile ilgili olduğunu düşünmekteyiz.

Çalışmamızda KUF grubu ile karşılaştırıldığında, MUF uygulaması sonrasında hematokrit seviyelerinin arttığı, postoperatif göğüs tüpü drenajının ve kan transfüzyonu ihtiyacının daha az olduğu gösterilmiştir. Bu bulgular Naik ve ark.'ları tarafından yapılan çalışmanın sonuçları ile benzerdir (3). Bunun nedeni, hemokonsantrasyon sonucunda fibrinojen ve plazma proteinlerinin konsantrasyonunda artış olması ve belki de bazı trombolitik maddelerin ultrafiltrasyon yolu ile uzaklaştırılmasıdır (21). Ultrafiltrasyonun anestezik ya da vazodilatasyona neden olan maddeleri filtre ederek ve hemokonsantrasyon yaparak sol ventrikül önyükünü arttırdığı düşünülmüştür. Ancak çalışmamızda gruplar arasında SVRİ değerleri arasında farklılık bulunmamış ve elde edilen değerlerin normal sınırlar içinde olduğu gözlenmiştir. Bir başka çalışmada plazma fentanil seviyelerinin MUF uygulaması ile düşürülemediği, bu nedenle uygulama sırasında görülen kan basıncı artışlarının bu ilacın eliminasyonuna bağlı olamayacağı gösterilmiştir (22). Ancak çalışma sırasındaki gözlemimiz yüksek doz fentanil alan MUF grubu hastaların 2 saat gibi çok kısa süreler içinde uyanıp, ekstübe oldukları yönündedir. Bu nedenle anesteziklerin filtrasyonu ile ilgili daha fazla çalışmanın yapılması gerektiğini düşünmekteyiz.

Sonuç olarak, KUF ile karşılaştırıldığında MUF uygulamasının daha iyi hemostaz, daha iyi kardiyak performans ve pulmoner fonksiyon sağladığını, sistolik pulmoner arter basıncı ve PVRI değerlerini daha fazla düşürdüğünü, entübasyon sürelerini kısalttığını görmekteyiz. Ancak derin hipotermi, sirkülatuar arrest uygulanan ve daha komplike vakaları ilgilendiren araştırmalar benzer sonuçlar vermemiştir, kanımızca bu konu ile ilgili yeni çalışmalar gerekmektedir.

KAYNAKLAR

1. Maehara T, Novak I, Wyse RKH, Elliott MJ: Perioperative monitoring of total body water by bioelectrical impedance in children undergoing open heart surgery. Eur J Cardiothorac Surg 5:258, 1991.
2. Finn A, Rebuck N, Strobel S, Moat N, Elliott M: Systemic inflammation during paediatric cardiopulmonary bypass: Changes in neutrophil adhesive properties. Perfusion 8: 39,1993.
3. Naik SK, Knight A, Elliott MA: A prospective randomized study of a modified technique of ultrafiltration during pediatric open-heart surgery. Circulation 84(Suppl): III-422-1991.
4. Journois D, Pouard P, Greeley WJ, et al: Hemofiltration during cardiopulmonary bypass in pediatric cardiac surgery. Anesthesiology 81:1181, 1994.
5. Elliott MJ: Ultrafiltration and modified ultrafiltration in pediatric open-heart operations. Ann Thorac Surg 56:1518, 1993.
6. Keenan HT, Thiagarajan R, Stephens KE, et al: Pulmonary function after modified venovenous ultrafiltration in infants: A prospective, randomized trial. J Thorac Cardiovasc Surg 119: 501, 2000.
7. Bando K, Turrentine MW, Vijay P, et al: Effect of modified ultrafiltration in high-risk patients undergoing operations for congenital heart disease. Ann Thorac Surg 66: 821, 1998.
8. Wang MJ, Chiu IS, Hsu CM, et al: Efficacy of ultrafiltration in removing inflammatory mediators during pediatric cardiac operations. Ann Thorac Surg 61:651, 1996.
9. Davies MJ, Nguyen K, Gaynor JW, Elliott MJ: Modified ultrafiltration improves left ventricular systolic function in infants after cardiopulmonary bypass. J Thorac Cardiovasc Surg 115: 361, 1998.
10. Schlunzen L, Pedersen J, Hjorotholm K, et al: Modified ultrafiltration in pediatric cardiac surgery. Perfusion 13: 105, 1998.
11. Carvalho MV, Maluf MA, Catani R, et al: Cytokines and pediatric open heart surgery with cardiopulmonary bypass. Cardiol Young 11: 36, 2001.
12. Bando K, Vijay P, Turrentine MW, et al: Dynamic changes of endothelin-1, nitric oxide and cyclic GMP in patients with congenital heart disease. Circulation 96(Suppl 9): 346, 1997.
13. Friedman M, Sellke FW, Wang SY, et al: Parameters of pulmonary injury after total or partial cardiopulmonary bypass. Circulation 90 (part 2): 26, 1994.
14. Serraf A, Robotin M, Bonnet N, et al: Alteration of the neonatal pulmonary physiology after total cardiopulmonary bypass. J Thorac Cardiovasc Surg 114: 1061, 1997.
15. Pearl JM, Manning PB, McNamara JL, et al: Effect of modified ultrafiltration on plasma thromboxane B2, leukotriene B4 and endothelin-1 in infants undergoing cardiopulmonary bypass. Ann Thorac Surg 68: 1369, 1999.
16. Thompson LD, McElhinney DF, Findlay P, Miller-Hance W, et al: A prospective randomized study comparing volume-standardized modified and conventional ultrafiltration in pediatric cardiac surgery. J Thorac Cardiovasc Surg 122: 220, 2001.
17. Kirklin JK, Blackstone EH, Kirklin JW: Cardiopulmonary bypass: studies on its damaging effects. Blood Purif 5:168, 1987.
18. Daggett CW, Lodge AJ, Scarborough JE, et al: Modified ultrafiltration versus conventional ultrafiltration: A randomized prospective study in neonatal piglets. J Thorac Cardiovasc Surg 115: 336, 1998.
19. Taggart DP, Hadjinikolas L, Hooper J, Albert J, Kemp P, et al: Effects of age and ischemic times on biochemical evidence of myocardial injury after cardiac operations. J Thorac Cardiovasc Surg 113: 728, 1997.
20. Journois D, Israel-Biet D, Pouard P, et al: High volume, zero balanced hemofiltration to reduce delayed inflammatory response to cardiopulmonary bypass in children. Anesthesiology 85:965, 1996.
21. Friesen RH, Campbell DN, Clarke DR, Tornabene MA: Modified ultrafiltration attenuates dilutional coagulopathy in pediatric open heart operations. Ann Thorac Surg 64:1787, 1997.
22. Hodges UM, Berg S, Naik SK, et al: Filtration of fentanyl is not the cause of the elevation of arterial blood pressure associated with post-bypass ultrafiltration in children. J Cardiothorac Vasc Anesth 8(6): 653, 1994.

Alındığı tarih: 12 Haziran 2002 (ilk)
24 Temmuz 2002 (1. revizyondan sonra)
10 Eylül 2002 (2. revizyondan sonra)
