

## Klinik Çalışma

# On-pump Açık Kalp Cerrahisinde Priming Solüsyonu Olarak Kullanılan Kolloidler ve Kristaloidlerin Sıvı Dengesi Üzerine Etkilerinin Karşılaştırılması

Tülay HOŞTEN\*, Neşe TÜRKYILMAZ\*, Sevim CESUR\*, Ahmet ARIKAN\*\*, Hasan BAYRAM\*, Önder TOPBAŞ\*, Mine SOLAK\*

### ÖZ

**Amaç:** On pump açık kalp cerrahisinde priming solüsyonu olarak seçilecek sıvılarla ilgili kesin bir öneri bulunmamakta, priming sıvılarının avantaj ve dezavantajlarını karşılaştıran çalışmalar halen devam etmektedir. Çalışmamızda, priming solüsyonu olarak kolloid+kristaloid kullanımıyla, yalnızca kristaloid kullanımının cerrahi sonu sıvı dengesi üzerine etkisini karşılaştırmayı amaçladık.

**Gereç ve Yöntem:** ASA I-II on-pump elektif açık kalp cerrahisi geçiren toplam 100 hastaya ait veri hasta dosyası ve anestezi formlarından elde edildi. Priming solüsyonu olarak kristaloid+kolloid kullanılan 50 hasta ile, priming solüsyonu olarak yalnızca kristaloid kullanılan 50 hastanın verileri değerlendirildi.

**Bulgular:** KPB sonunda sıvı dengesi kristaloid grubunda istatistiksel olarak anlamlı derecede fazla iken, cerrahi sonunda 2 grupta da benzer bulundu, ( $p<0.001$ ,  $p:0.09$ ). Cerrahi sonunda kullanılan kan ürünü miktarı ve idrar çıkışları her 2 grupta benzerdi. Kreatinin değerleri preoperatif ve postoperatif dönemlerde hem gruplar arasında hem de grup içinde benzer seyretti.

**Sonuç:** %6 HES (130/0.4), on-pump açık kalp cerrahisinde KPB sonucu sıvı dengesini azaltmakla birlikte, bu etkisi cerrahinin sonuna kadar devam edebilmiştir. Kanama ve hemostaz üzerine etkisi kristaloidlerle benzer bulunmuştur. Yüzde 6 HES (130/0.4)'ün böbrek fonksiyonları sağlam olan hastalarda kreatinin düzeylerini olumsuz etkisi görülmemekle birlikte, gerçek ilaçlar gibi düşünülp uygun hastalarda uygun doz ve sürede kullanılmalıdır.

**Anahtar kelimeler:** açık kalp cerrahisi, priming sıvıları, kristaloidler ve kolloidler

**Alındığı tarih:** 12.04.2016

**Kabul tarihi:** 18.07.2016

\*Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı

\*\*Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Anabilim Dalı

**Yazışma adresi:** Doç. Dr. Tülay Hoşten, Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı 41380 Kocaeli  
**e-mail:** tulayhosten@hotmail.com

### ABSTRACT

**Comparison of the Effects of Colloid and Crystalloid Priming Solutions on the Fluid Balance in On-Pump Open Heart Surgery**

**Objective:** There is no definitive suggestion for the content of the priming solution in on pump open hearth surgery, but studies comparing the advantages and disadvantages of priming liquids are still ongoing. In our study, we aimed to compare the effects of colloid and crystalloid priming solutions on the final fluid balance in open heart surgery.

**Material and Method:** Data from 100 patients with ASA I-II who underwent elective on pump open heart surgery were obtained from anesthesia files and patient records. Hundred patients were included in the study, and data of 50 patients for whom crystalloid + colloid priming solutions and 50 who received only crystalloid priming solutions were evaluated.

**Results:** Fluid balance at the end of CPB was statistically significantly higher in the crystalloid group, while at the end of the surgery it was similar in both groups ( $p<0.001$ ,  $p=0.09$ ). The amount of blood products used, and urine output estimated at the end of surgery were similar in both groups. Creatinine levels in the preoperative and postoperative periods were similar within, and between groups.

**Conclusion:** HES 6% (130/0.4) decreased fluid balance at the end of CPB in on-pump open hearth surgery and this effect continued until the end of surgery. Effects on hemostasis and bleeding were similar with crystalloids. Although (HES) 6% (130/0.4) does not impair creatinine levels in patients with normal renal functions, it should be contemplated as real drugs and used in appropriate doses and for suitable durations

**Keywords:** open heart surgery, priming fluids, crystalloids and colloids

## GİRİŞ

On-pump kalp cerrahisinde priming solüsyonu olarak dengeli elektrolit içeren kristaloid solüsyonları, kan veya kolloid solüsyonları kullanılmaktadır <sup>[1]</sup>. Priming solüsyonu olarak seçilecek sıvılarla ilgili kesin bir öneri bulunmamakta, priming sıvılarının avantaj ve dezavantajlarını karşılaştıran çalışmalar hâlen devam etmektedir. Kristaloid solüsyonlar ucuz ve kolay ulaşılabilir olmaları nedeniyle tercih edilebilirken, hemodilüsyon ve kolloid osmotik basınçtaki düşme sonucu cerrahi sonrası organ fonksiyon bozukluklarına neden olabilirler <sup>[2]</sup>. Kolloidler, osmotik basıncı artırması, intravasküler volümü daha uzun süreyle iyileştirmesi ve mikroperfüzyon üzerine olan olumlu etkileri nedeniyle kristaloidlere oranla daha avantajlı bulunmuşlardır <sup>[3]</sup>. Kolloidler, kalp debisini koruyarak yüksek riskli hastalarda postoperatif morbiditeyi ve hastanede kalış süresini de kısaltırlar. Ancak böbrekler üzerine olumsuz etkileri kullanımlarını kısıtlamaktadır <sup>[2,4]</sup>. Çalışmamızda, priming solüsyonu olarak kolloid+kristaloid kullanımıyla, yalnızca kristaloid kullanımını retrospektif olarak karşılaştırdık. Primer amacımız cerrahi sonu sıvı dengesi üzerine olan etkileri, sekonder amacımız ise kanama ve hemostaz üzerine olan etkileriyle, kreatinin düzeylerine olan etkilerini karşılaştırmaktır.

## GEREÇ ve YÖNTEM

Etik Kurul onayı alındıktan sonra ASA I-II toplam 100 hastaya ait veri, hasta dosyası ve anestezi formlarından elde edildi. Diyabetes mellitusu ve obstrüktif ve restriktif akciğer hastalığı olanlar, böbrek yetmezliği tanısı olan hastalar ve sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu % 45'in altında olan hastaların kayıtları çalışmaya dahil edilmedi. Tüm hastalarda anestezi yönetimi benzerdi. Ameliyat odasına alınmadan önce intravenöz (iv) midazolamla premedikasyon uygulanan hastalara ameliyat odasına alındıktan sonra yüz maskesiyle 5 L/dk. oksijen verilirken 5 kanallı elektrokardiyografi, periferik oksijen saturasyonu (SpO<sub>2</sub>) ve noninvazif kan basıncı monitörizasyonu yapıldı. Daha sonra lokal anestezi altında ve 1-2 mcg/kg iv fentanil verilerek radyal arter kanülasyonu ile invazif kan basıncı monitörize edildi. Anestezi indüksiyonu intravenöz 5-10 mcg/kg fentanil, 2-3 mg/kg tiyopental, 5 mg midazolam ve 1mg/kg rokuronyumla, idame ise % ½ oksijen, hava, desfluran inhalasyonu

ve remifentanil infüzyonuyla yapıldı. Transpulmoner kardiyak output (CO) takibi için kontrendikasyonu yoksa tercihen sağ femoral artere, santral venöz basınç (SVB) kateteri de sağ juguler vene yerleştirildi. Arterial ve venöz kateterler EV1000 CO Monitörüne (Edwards, lifesciences, Irvine, USA) bağlandı. Hastanın SVB kateterinden 15 cc, 15°C'nin altındaki serum fizyolojik 2 sn'de bolus verildi ve bu işlem 3 kez yinelenerek CO cihazının kalibrasyonu yapıldı. Tüm hastalarda cerrahi mediyen sternotomi ile gerçekleştirildi. Priming solüsyonu olarak kolloid+kristaloid [(hidroksi etil starch (HES) %6 (130/0.4)+ kristaloid)] kullanılan (Grup K+K) 50 hastanın verileri ile priming solüsyonu olarak yalnızca kristaloid kullanılan (Grup K) 50 hastanın verileri karşılaştırıldı. Grup (K+K)'da priming solüsyonu 500 ml voluven+1000 ml izoleks-S, 150 ml % 20'lik mannitol, 20 mEq NaHCO<sub>3</sub>, 1000 mg sefamezin ve 5000IU heparinden oluşmaktaydı. Grup (K)'da ise 1500 ml izoleks-S'e diğer grupla aynı miktarda mannitol, NaHCO<sub>3</sub>, sefamezin ve heparin, ilave edildi. Kardiyopulmoner baypas (KPB) sırasında membran oksijenatör kullanıldı, akım hızı 2.2-2.4L/dk./m<sup>2</sup>, ortalama arteriyal basınç (OAB) 50-80 mmHg olacak şekilde ayarlandı. Arterial oksijen basıncı 90-150 mmHg, arterial karbondioksit basıncı 35-45 mmHg ve venöz oksijen saturasyonu (SvO<sub>2</sub>) >%70 olacak şekilde sürdürüldü. Miyokardiyal koruma hiperkalemik kan kardiyoplejisiyle sağlandı. KPB'de orta derecede hipotermi (rektal ısı 32-34°C) uygulandı. Cerrahi süresince sıvı replasmanı Izoleks-S ile strok volum variability (SVV) <%13 olacak şekilde yapıldı. Vazopresör ve inotrop tedavisi, kardiyak indeks (Kİ): 2.5-4.2 L/dk./m<sup>2</sup> olacak şekilde, SVV, sistemik vasküler direnç, strok volum indeks ve OAB'ye göre belirlendi. Cerrahi süresince SvO<sub>2</sub><%70, hematokrit<%24 ve near-infrared spectroscopy (NIRS) (INVOS 5100 C, Somanetics Corp, USA), başlangıç değerine göre %20'den fazla düşüş göstermesi durumunda eritrosit süspansiyonu verildi. KPB süresince anurik veya oligürük (idrar miktarı <0.5 ml/kg/saat) ya da aşırı sıvı yüklenmesine bağlı hemodilüsyondan şüphelenilen hastalara iv. 20 mg furosemid, yanıt alınamayan hastalara ise ultrafiltrasyon uygulandı.

Hastaların demografik özellikleri ile cerrahi ve anesteziye ait özellikler ve kreatinin değerleri [(preoperatif: T1, postoperatif 1. saat: T2 ve postoperatif 18. saat'a rastlayan zamanda alınmış olanlar: T3)] kaydedildi.

Tablo 1. Demografik veriler.

Özellik	Grup K+K (Volüven +İzoleks-S)	Grup K (İzoleks-S)	P*
Yaş (yıl)	61.00 (55.75-70.00)	57.50 (54.00-64.00)	0.14
Boy (cm)	167.66± 8.08	166.58±8.13	0.50
Kilo (kg)	78.00 (70.00-84.00)	78.00 (70.75-85.00)	0.95
BSA (m <sup>2</sup> )	1.86±0.17	1.85±0.18	0.87

BSA: vücut yüzey alanı

İstatistiksel değerlendirme, IBM SPSS 20.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) paket programı ile yapıldı. Normal dağılıma uygunluk testi Kolmogorov-Smirnov Testi ile değerlendirildi. Normal dağılım gösteren nümerik değişkenler ortalama +/- standart sapma, normal dağılım göstermeyen nümerik değişkenler medyan (25. persantil - 75. persantil), kategorik değişkenler ise frekans (yüzdeler) olarak verildi. Gruplar arasındaki farklılık normal dağılıma sahip olan nümerik değişkenler için student-t testi ile, normal dağılıma sahip olmayan nümerik değişkenler için ise Mann Whitney U Testi ile belirlendi. Tekrarlayan ölçümler arasındaki farklılıklar normal dağılım varsayımı sağlanmadığından Friedman İki Yönlü Varyans Analizi ile incelendi. Kategorik değişkenler arasındaki ilişkiler ise Fisher Exact ki-kare ve Yates ki-kare analizi ile değerlendirildi, p<0.05 istatistiksel olarak önemlilik için yeterli kabul edildi.

Tablo 2. İntraoperatif ve postoperatif veriler.

Özellik	Grup K+K (Volüven +İzoleks-S)	Grup K (İzoleks-S)	P*
KKS (dk.)	66.90±21.12	62.76±22.07	0.34
KPBS (dk.)	126.44±32.54	119.74±39.35	0.35
Kardiyopleji (mL)	2750.00 (2000.00-3262.50)	2400.00 (1937.50-3000.00)	0.05
Kan KPB (Ü)	0.00 (0.00-1.00)	0.00 (0.00-2.00)	0.24
İdrar KPB (mL)	1225.00 (887.50-1500.00)	1100.00 (800.00-1500.00)	0.48
Balans KPB (mL)	626.20±714.75	1544.20±831.65	<0.001
Kan cerrahi sonu (Ü)	1.00 (1.00-3.00)	1.00 (1.00-3.00)	0.67
Cerrahi sonu idrar (mL)	1600.00 (1100.00-2050.00)	1490.00 (1000.00-1762.50)	0.24
Cerrahi sonu balans (mL)	1500 (1115.00-2000.00)	1750.00 (1007.50-2425.00)	0.09
Furosemid Evet/Hayır n (%)	6 (12) / 44 (88)	5 (10) / 45 (90)	1.00
İnotrop Evet/Hayır n (%)	31(62) / 19 (38)	33 (66) / 17 (34)	0.67
UF Evet/Hayır n (%)	2 (4) / 48 (96)	2 (6) / 47 (94)	1.00
Cerrahi süresi (dk.)	330.00 (300.00-360.00)	325.00 (300.00-360.00)	0.80
Kreatinin T1 (mg/dL)	0.88 (0.72-1.00)	0.87 (0.73-1.00)	0.95
Kreatinin T2	1.03 (0.80-1.29)	0.88 (0.77-1.15)	0.08
Kreatinin T3	0.94 (0.73-1.23)	1.00 (0.80-1.18)	0.36
P**	P <sup>1</sup> =0.07 P <sup>2</sup> =1.00	P <sup>1</sup> = 1.00 P <sup>2</sup> =0.71	

KKS; kros klemp süresi, KPBS; kardiyopulmoner bypas süresi, UF; Ultrafiltrasyon

p\*; gruplar arası karşılaştırmalarda istatistiksel anlamlılık

P\*\*; grup içi tekrarlayan zamanlarda istatistiksel anlamlılık

P<sup>1</sup>; Preop ile postop 6. saat karşılaştırması

P<sup>2</sup>; Preop ile postop 18. saat karşılaştırması

## BULGULAR

Hastaların demografik özellikleri her iki grupta benzerdi (Tablo 1). Her 2 grupta da cerrahi ve anesteziye ait özellikler benzer bulundu. KPB sonunda sıvı dengesi kristaloid grubunda istatistiksel olarak anlamlı şekilde fazla iken, cerrahi sonunda 2 grupta da benzer bulundu (p<0.001, p:0.09). KPB ve cerrahi sonu kan ve kan ürünü gereksinimi ve idrar çıkışları her 2 grupta benzerdi. Kreatinin değerleri preoperatif ve postoperatif dönemlerde hem gruplar arasında hem de grup içinde benzer bulundu (Tablo 2).

## TARTIŞMA

Kliniğimizde 2013 yılının ilk yarısına kadar priming solüsyonu olarak kolloid+kristaloid kullanılmakta iken, böbrek fonksiyonları üzerine olan olumsuz etkilerinden söz eden yazılar üzerine priming solüsyonu olarak yalnızca kristaloid kullanmaya karar verdik<sup>[4,5]</sup>. Daha sonra bu hastaları retrospektif olarak değerlendirdiğimizde, kolloid+kristaloid kullanımının böbrek fonksiyonları normal olan hastalarda kreatinin değerlerini olumsuz etkilemediğini tespit ettik. İntraoperatif kanama miktarı, kan ve kan ürünü gereksinimi kristaloidlerle benzerdi. Priming solüsyonu olarak kolloid+kristaloid kullanımı KPB sonu sıvı dengesini azaltırken, cerrahi sonu sıvı dengesine herhangi bir

etkisi olmadı.

HES'in 1970'lerde hipovoleminin tedavi ve profilaksisinde kullanım amacıyla lisans almasından sonra, aynı yıllarda koagülasyon bozukluğu ve dokularda birikimine ait yan etkilerden, daha sonraki yıllarda da renal hasar oluşturduğundan söz eden olgu raporları yayınlanmaya başlandı<sup>[6]</sup>. 2011 yılında HES'in septik hastalarda jelatine oranla daha fazla böbrek yetmezliğine neden olduğu, kardiyak cerrahide kanamayı arttırdığı rapor edildi<sup>[7]</sup>. Son olarak 3 çok merkezli randomize çalışmayla septik ve kritik hastalarda akut renal yetmezlik yaptığına dair çalışmaların yayınlanmasıyla<sup>[8-10]</sup>, 2012 yılında HES'in kullanımı Avrupa İlaç Ajansı (European medicine agency; EMA) tarafından tamamen askıya alındı<sup>[11]</sup>.

HES solüsyonları molekül ağırlığı (MA) (70-670 kDa), molar substitüsyon derecesi (MSD) (0.4-0.7), konsantrasyonu (%6-%10) ve C2/C6 oranına göre farklılık gösterirler. Yüksek MA, yüksek MSD ve yüksek C2/C6 oranına sahip olanlar, intravasküler alanda uzun süre kalmakla birlikte, dokularda birikerek yan etkilere de neden olabilirler<sup>[12]</sup>. Volüven düşük MA (130kDa), düşük MSD (0.4) ve yüksek C2/C6 oranına (9:1) sahip 3. kuşak bir HES solüsyonudur ve kendisinden önce üretilen HES solüsyonlarına ait kaşıntı, koagülasyon ve böbrekler üzerine olan olumsuz etkileri azaltmak için geliştirilmiştir<sup>[13]</sup>.

KPB süresince hemodilüsyona bağlı olarak kolloid osmotik basınç düşer. Bu özellikle priming solüsyonu olarak kristaloid kullanılan durumlarda daha belirgindir. Düşük intravasküler kolloid osmotik basınç sıvının intravasküler alandan interstisyel kompartmana geçişine neden olur ve doku ödemiyle sonuçlanır<sup>[14]</sup>. KPB'ta hedef bu düşüşün önlenmesi olmalıdır. Kristaloidler onkotik basıncı düşürerek postoperatif organ disfonksiyonuna ve pulmoner ödeme neden olabilirler<sup>[15]</sup>. Priming solüsyonu olarak kolloid kullanmanın amacı, kolloid ozmotik basıncı koruyarak sıvı retansiyonunu en aza indirmektir<sup>[16]</sup>. KPB sırasında salınan enflamatuvar mediyatörler de endotel geçirgenliğini artırarak interstisyel ödeme neden olabilirler<sup>[17]</sup>. Damar dışı akciğer sıvısının artması ve miyokard ödeminin gelişmesi özellikle postoperatif dönemde kalp ve akciğer fonksiyonlarında bozulmaya neden olur<sup>[2,18]</sup>. KPB sisteminde priming solüsyonu olarak kolloid kullanılan çalışmalarda plazma osmotik ba-

sıncının korunduğu, dokular arasında sıvı birikiminin ve operasyon sırasında volum gereksiniminin azaldığı gösterilmiştir<sup>[19,20]</sup>. Öte yandan başka bir çalışmada, kristaloid kullanımıyla sıvı dengesi KPB sonrası erken dönemde HES'e göre daha fazla bulunurken, KPB sonrası 4. saatte her 2 grup arasındaki fark ortadan kalkmıştır<sup>[21]</sup>. Bu çalışmada, prime solüsyonu olarak tek başına %10 HES (200/0.5) kullanılmasına rağmen, klinik sonuçlar açısından çok yararlı olduğu gösterilememiştir. Yazarlara göre HES'in maksimal etkisi infüzyondan sonra 3-4 saat devam etmekte ve daha sonra bu etki ortadan kalkmaktadır. Sonuçlarımız da yukarıdaki çalışmayı desteklemektedir. Volüm genişletici etkinlik ve sürenin infüze edilen sıvının tipine bağlı olduğu kadar, hastanın bireysel durumuna, kan kaybı durumuna infüzyonun dozuna ve hızına bağlı olduğu unutulmamalıdır<sup>[21]</sup>.

HES'in kardiyak cerrahide kullanımının olumlu etkileri yanında renal replasman tedavisi gereksinimini arttırdığı da bildirilmiştir<sup>[4,5]</sup>. Bu yan etki kullanılan doz ve zamana, MA'ya, MSD'ye ve konsantrasyona bağlı olmakla birlikte, yine de düşük MA ve MSD'ye sahip HES'lerin dokular tarafından tutulumunun daha az olacağına dair kesin kanıt yoktur<sup>[15,22,23]</sup>. Güvenli volüm ve HES türü de henüz net olarak tanımlanmamıştır<sup>[24]</sup>. Renal yan etkilerin MA'dan ve diğer özelliklerden bağımsız olarak geliştiği rapor edilmiş ve bu bulgular 2 meta analizle doğrulanmıştır<sup>[23,25]</sup>.

Çeşitli derlemeler ve meta analizler %6 HES (130/0.4)'ün kritik hastalardakinin tersine<sup>[23,25,26]</sup> postoperatif morbidite ve mortaliteyi artırıcı etkilerinin olmadığını belirtmişlerdir<sup>[27,28]</sup>. Yüzde 6 HES (130/0.4)'ün priming solüsyonu olarak kullanıldığı çalışmalarda serum kreatinin ve kreatinin klirensi ve böbreklerde yapısal ve fonksiyonel bir değişikliğe yol açmadığı gösterilmiştir<sup>[29,30]</sup>. Renal yetmezlik riski yüksek cerrahilerde bile (abdominal aort cerrahisi, spinal cerrahi, aortik anevrizma cerrahisi gibi) %6 HES (130/0.4) güvenli bulunduğu çalışmalar mevcuttur<sup>[31,32]</sup>. Biz de çalışmamızda, %6 HES (130/0.4)'in postoperatif kreatinin değerleri üzerine herhangi bir olumsuz etkisini saptamadık. Ancak böbrek fonksiyonlarına dair diğer verilerin çalışmanın metodolojisi yönünden güvenilir olamayacağını düşünerek değerlendirmeye almadık, bu da çalışmamızın kısıtlı yanlarından biri olarak kabul edilebilir.



KPB, hemostatik mekanizmaları bozarak kardiyak cerrahi sonrasında anormal kanamalara neden olabilir [33]. HES solüsyonlarının koagülasyonu bozduğuna dair yayınlar bulunmaktadır [34]. HES'ler Faktör 8 üzerinde inhibitör etki yaparlar. HES'in hemostaz üzerindeki inhibitör etkisi MA, MSD ve uygulama süresiyle ilişkilidir [10,21]. Üçüncü kuşak HES olan %6 HES (130/0.4)'in koagülasyon parametreleri üzerine olan olumsuz etkisi diğer kolloidlere göre daha azdır [35,36]. Başlangıç solüsyonu olarak yalnızca %6 HES (130/0.4) kullanıldığında dahi postop kanama eğiliminde albümine göre artış görülmemiştir [19,21]. Çalışmamızda, her iki grupta da intraoperatif dönemde kan ve kan ürünü gereksinimi benzer bulunmuştur, bu da %6 HES (130/0.4) ile izoleks-S'in hemostatik parametreleri olumsuz etkilemediğini düşündürmektedir.

HES solüsyonları priming solüsyonu olarak dikatli bir şekilde kullanılmalıdır [37]. Yüzde 6 HES (130/0.4)'le maksimum infüze edilecek miktar 50 ml/kg'dır [38]. Demirok ve ark.'na [39] göre % 6 HES (130/0.4) açık kalp cerrahisinde güvenle kullanılabilir, düşük molekül ağırlığı ve birikici etkisinin olmaması nedeniyle özellikle yüksek miktarda (50 ml/kg/24 saat) gereksinimi olan ve 3 günden fazla kolloid alması gereken kişilerde iyi bir seçenek olabilir.

Yüzde 10 HES (200/0.5) kullanımının KPB sonrası erken dönemde Kİ'i arttırdığı ve ekstravasküler akciğer sıvısı birikimini azalttığı bildirilmiştir. Bu etki özellikle kalp yetmezliği olan hastalarda yararlı olabilir. Kolloidlerin hangi yolla Kİ'i arttırdığı net olarak açıklanamamıştır [21]. Makrosirkülasyon üzerindeki bu etkilerinin yanı sıra mikrosirkülasyon ve doku oksijenasyonu üzerindeki etkileri de organ koruması açısından önemlidir. Yüzde 6 HES (130/0.4) major abdominal cerrahide kristaloidlere göre daha üstün bir doku oksijenasyonu sağlamıştır [40].

Çalışmamızın sonucuna göre, %6 HES (130/0.4), on-pump açık kalp cerrahisinde KPB sonucu sıvı balansını azaltmakla birlikte, bu etkisi cerrahinin sonuna kadar devam edebilmektedir. Kanama ve hemostaz üzerine etkisi kristaloid grubuna göre benzer bulunmuştur. Yüzde 6 HES (130/0.4)'in böbrek fonksiyonları sağlam olan hastalarda kreatinin düzeylerini olumsuz etkisi görülmemekle birlikte, yine de gerçek ilaçlar gibi düşünülüp uygun hastalarda uygun doz ve sürede kullanılması gerektiği görülmüştür.

## KAYNAKLAR

1. Hessel EA II, Edmunds LH Jr. Extracorporeal Circulation: Perfusion Systems. In Cardiac Surgery in the Adult Edited by: Cohn LH, Edmunds LH Jr. New York: McGraw-Hill; 2003:317-338.
2. Järvelä K, Koskinen M, Kaukinen S, Kööbi T. Effects of hypertonic saline (7.5%) on extracellular fluid volumes compared with normal saline (0.9%) and 6% hydroxyethyl starch after aortocoronary bypass graft surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2001;15(2):210-5. <http://dx.doi.org/10.1186/s13054-015-0859-z>
3. Bunn F, Trivedi D. Colloid solutions for fluid resuscitation. *Cochrane Database Syst Rev* 2012;13;6:CD001319.
4. Bayer O, Reinhart K. Acute kidney injury in cardiac surgery patients receiving hydroxyethyl starch solutions. *Crit Care* 2015;19(1):209. <http://dx.doi.org/10.1186/s13054-015-0859-z>
5. Rioux JP, Lessard M, de Bortoli B, Roy P, Albert M, Verdant C, et al. Pentastarch 10% (250 kDa/0.45) is an independent risk factor of acute kidney injury following cardiac surgery. *Crit Care Med* 2009;37:1293-8. doi: 10.1097/CCM.0b013e31819cc1a0 <http://dx.doi.org/10.1097/CCM.0b013e31819cc1a0>
5. Legendre C, Thervet E, Page B, Percheron A, Noel LH, Kreis H. Hydroxyethylstarch and osmotic-nephrosis-like lesions in kidney transplantation. *Lancet* 1993;342:248-9 [http://dx.doi.org/10.1016/0140-6736\(93\)92345-T](http://dx.doi.org/10.1016/0140-6736(93)92345-T)
12. Kamann S, Flaig MJ, Korting HC. Hydroxyethyl starch-induced itch: relevance of light microscopic analysis of semi-thin sections and electron microscopy. *J Dtsch Dermatol Ges* 2007;5(3):204-8. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1610-0387.2007.06239.x>
19. Scott DA, Hore PJ, Cannata J, Masson K, Treagus B, Mullaly J. A comparison of albumin, polygeline and crystalloid priming solutions for cardiopulmonary bypass in patients having coronary artery bypass graft surgery. *Perfusion* 1995;10:415-24. <http://dx.doi.org/10.1177/026765919501000605>
20. Jansen PG, te Velthuis H, Wildevuur WR, Huybrechts MA, Bulder ER, van der Spoel HI, et al. Cardiopulmonary bypass with modified fluid gelatin and heparin-coated circuits. *Br J Anaesth* 1996;76:13-9. <http://dx.doi.org/10.1093/bja/76.1.13>
27. Van der Linden P, James M, Mythen M, Weiskopf RB. Safety of modern starches used during surgery. *Anesth Analg* 2013;116:35-48. <http://dx.doi.org/10.1213/ANE.0b013e31827175da>
28. Jacob M, Fellahi JL, Chappell D, Kurz A. The impact of hydroxyethyl starches in cardiac surgery: a meta-analysis. *Crit Care* 2014;18(6):656. <http://dx.doi.org/10.1186/s13054-014-0656-0>
29. Chew STH, Newman MF, White WD, Conlon PJ, Saunders AM, Strittmatter WJ. Preliminary report on the association of apolipoprotein E polymorphisms, with postoperative peak serum creatinine concentrations in cardiac surgical patients. *Anesthesiology* 2000;93:325-31. <http://dx.doi.org/10.1097/0000542-200008000-00008>
32. James MFM. The role of tetraastarches for volume replacement in the perioperative setting. *Curr Opin Ana-*

*esthesiol* 2008;21(5):674-8.

<http://dx.doi.org/10.1097/ACO.0b013e32830dd073>

34. **Niemi TT, Suojaranta-Ylinen RT, Kukkonen SI, Kuitunen AH.** Gelatin and hydroxyethyl starch, but not albumin, impair hemostasis after cardiac surgery. *Anesth Analg* 2006;102(4):998-1006.  
<http://dx.doi.org/10.1213/01.ane.0000200285.20510.b6>
36. **Feldheiser A, Pavlova V, Bonomo T, Jones A, Fotopoulou C, Schouli J, et al.** Balanced crystalloid compared with balanced colloid solution using a goal-directed haemodynamic algorithm. *Br J Anaesth* 2013;110(2):231-40.

<http://dx.doi.org/10.1093/bja/aes377>

37. **Younes RN, Yin KC, Amino CJ, Itinoshe M, Rocha e Silva M, Birolini D.** Use of pentastarch solution in the treatment of patients with hemorrhagic hypovolemia: randomized phase II study in the emergency room. *World J Surg* 1998;22:2-5.  
<http://dx.doi.org/10.1007/s002689900340>
38. **Schortgen F, Lacherade J.C, Bruneel F, Cattaneo I, Hemery F, Lemaire F, et al.** Effects of hydroxyethylstarch and gelatin on renal function in severe sepsis: a multicentre randomized study. *Lancet* 2001;357:911-6.  
[http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(00\)04211-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(00)04211-2)