



Kardiyovasküler Cerrahide Sıvı Yönetimi

Kardiyopulmoner Baypasta Yaklaşım

Dr. Zeliha Tuncel



İntraoperatif Sıvı Hemostazi



Hedefe yönelik sıvı stratejisi ve kişiye yönelik sıvı tedavisi

hedeflenmelidir.

- İntraoperative goal-directed fluid strategy
- Individualize fluid administration

Amaç; stroke volüm ve doku oksijen sunumunu optimize edilmesi

aynı zamanda intravenöz sıvı alımının minimize edilmesidir.

- Optimize stroke volume and tissue oxygen delivery

Kardiyopulmoner Baypasta Fizyolojik Sıvı Hemostazı

Prime solüsyon ve ideal sıvı yönetimi

- Doğru hasta
- Doğru miktar
- Doğru zaman

Review. Albumin—Beyond Fluid Replacement in Cardiopulmonary Bypass Surgery: Why, How, and When?
Enrique Moret, Seminars in Cardiothoracic and Vascular Anesthesia 2014, Vol. 18(3) 252–259 DOI: 10.1177/1089253214535667

Ödem nedenleri

- Kapiller hidrostatik basınç artışı
- Plazma onkotik basınç azalması
- Doku osmotik basınç artışı,
- Kapiller permeabilite veya yüzey alan filtrasyon artışı
- Lenfatik drenaj azalması

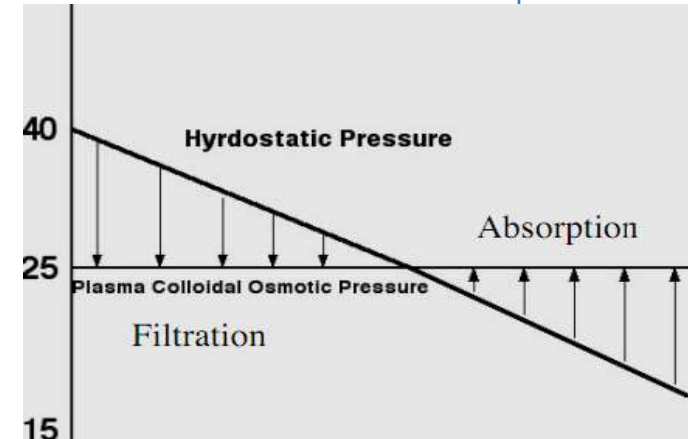
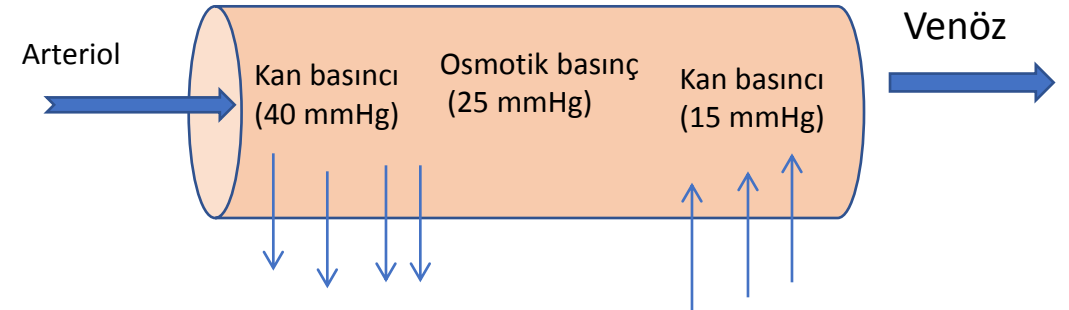
- Ödem doku perfüzyonu ve oksijen transferini bozar.
- Ödem intertisyel sıvı (lenf) oluşumu ve lenf sıvı absorpsiyonu arasındaki dengesizlikten oluşur. (normal lenf drenajı 2/L /gün)

Cardiopulmonary bypass and edema: physiology and pathophysiology.
E Hirleman Perfusion 2008; 23: 311–322

Starling yasası

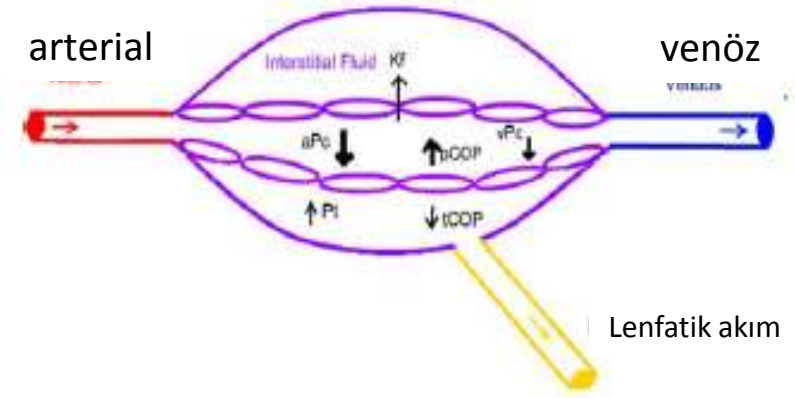
$$\Delta IFV = K_f [(P_c - P_t)] - \sigma [(pCOP - tCOP)] - Q_L$$

Kılcal damarlarda kan ile doku sıvısı arasındaki madde alışverişinin kanın hidrostatik basıncı ile kan proteinlerinin oluşturduğu osmotik basıncın etkisi ile gerçekleştiğini açıklayan hipotezdir

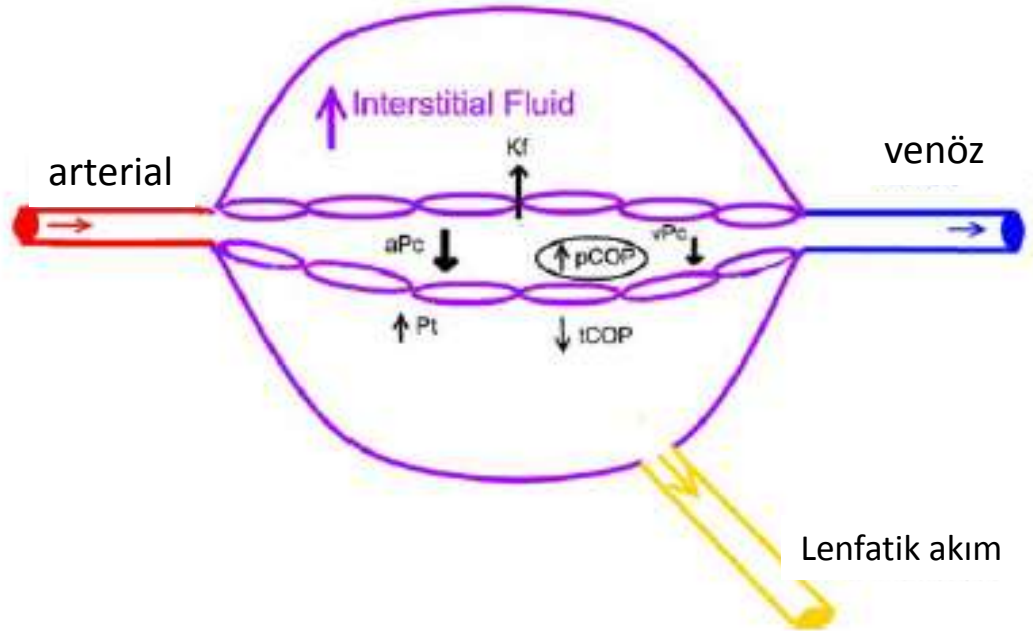


KPB ödem patofizyolojisi

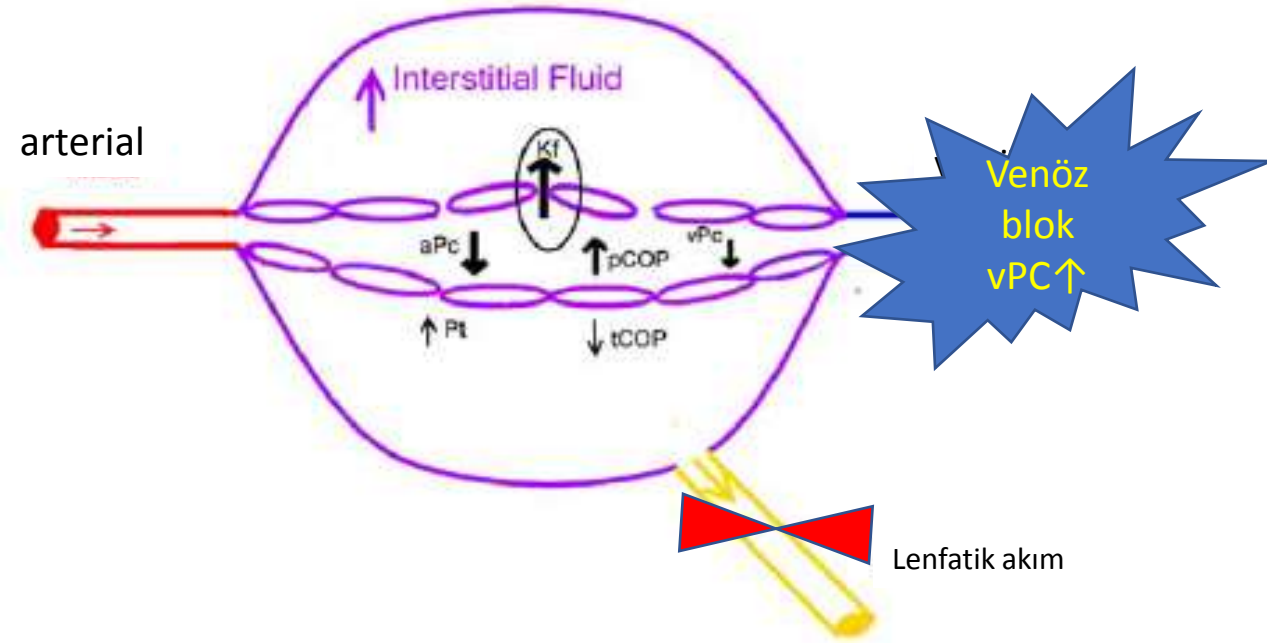
Normal



Azalmış plazma onkotik basıncı :pCOP



Kapiller kaçak $\uparrow K_f$

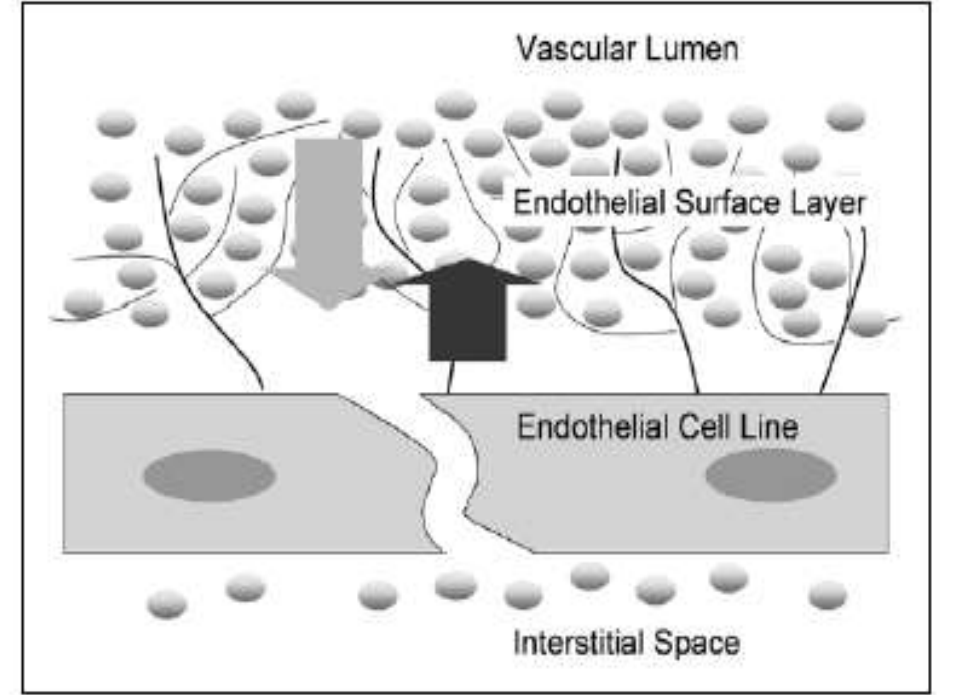


Cardiopulmonary bypass and edema: physiology and pathophysiology.

E Hirleman Perfusion 2008; 23: 311-322

Kf: kapiller filitrasyon katsayısı

- Endotel için makromolekül filtresi
- Plazmanın hidrostatik olarak dışı hareketi endotel yüzey tabakası tarafından korunur.
- Endotel sadece kan ve doku arasında bir bariyer değildir; *primer hemostaz, koagülasyon, fibrinoliz, inflamasyon ve vasomotor tonusun düzenlenmesinde* rol oynamaktadır.



Endotelyal glikokalix (Becker et al)

Kardiyopulmoner baypas cerrahisinde optimum sonuç elde etmek için vasküler bariyer yeterliliğinin korunması, interstisyel ödemin önlenmesi ve mikrosirkülasyonun bozulmaması önemlidir.

Albumin—Beyond Fluid Replacement in Cardiopulmonary Bypass Surgery: Why, How, and When?

Review Enrique Moret, Seminars in Cardiothoracic and Vascular Anesthesia 2014, Vol. 18(3) 252–259

Albumin—Beyond Fluid Replacement in Cardiopulmonary Bypass Surgery:

Why, How, and When? *Review* DOI: 10.1177/1089253214535667

Enrique Moret, *Seminars in Cardiothoracic and Vascular Anesthesia* 2014, Vol. 18(3) 252–259

%4 ve %5 albumin yan etkileri daha az

- Sentetik kolloidlere göre renal sisteme etkileri ↓
- Kan nakli ve re-operasyon ↓
- Trombosit üzerine etkileri daha iyi
- Albumin fibrinojenle yarışarak yabancı yüzeye fibrinojen tutunmasını ve platelet adhezyonunu önler.

KPB sırasında sıvı kaçış nedenleri

- Pompa flow deęişimleri; * *yüksek flow*
- Arterial basınç değişimleri
- Santral venöz basınç artışı
- Vikožite
- Non-pulstatil akım
- Hipotermi
- Kullanılan ilaçlar
- Hemodilüsyon
- Kapiller permabilite artışı
- Lenfatik akım
- İskemi- reperfüzyon hasarı
- Vasküler tonus deęişimi

*Elevated flow rate during cardiopulmonary bypass associated with fluid accumulation.

Haugen O , J Thorac Cardiovasc Surg 2007;134:587-93

Hipotermide;

- Vazokonstriksiyon ve viskozite artışı ortalama arter basıncını ve sistemik vasküler direnci artırır ve kapiller hidrostatik basınç (P_c) değişimine neden olur.

Kapiller Kaçak Sendromu

- Cerrahi travma,
 - Yabancı yüzey ile teması
- } immun cevap dokuda iskemi-reperfüzyon hasarı

- ✓ Sitokin ve kompleman artışı
- ✓ Koagülasyon kaskadının indüklenmesi
- ✓ Nötrofil ve endotel hücrelerinin aktivasyonu

• İnflamatuvar mediatörlerin artışı ödem ve diğer morbidite nedenleri ile ilişkilidir.

- Understanding the inflammatory response to cardiac surgery. McGuinness, J Surgeon 2008; 6(3): 162–171
- Magnitude of the inflammatory response to cardiopulmonary bypass and its relation to adverse clinical outcomes. Holmes, JH Inflamm Res 2002; 51(12): 579–586.

Hemodilüsyon

- Kristaloit prime ile başladığında kolloidal osmotik basınç yaklaşık %50 azalır.
- Özellikle KPB'ın erken fazlarında anlamlı intertisyel sıvı birikimine neden olur.
- Sıvı kaçış hızının artması sonucu hipovolemi gelişir.
- Yeterli dolaşımın sağlanması için ilave sıvı alma ihtiyacı oluşur.

Hemodilüsyonun Negatif Etkilerini Minimalize Etmek İçin;

- Prime volüm azaltılması
 - *mini-baypas sistemleri, retrograd otolog prime (RAP)
- Devamlı ve/veya modifiye ultrafiltrasyon
- Prime solüsyonda plazma onkotik basıncı (pCOP) artıran kolloid eklenmesi

Highly positive intraoperative fluid balance during cardiac surgery is associated with adverse outcome

Toraman F, *Perfusion* 2004; 19: 85i/91

	Transfused patients (%)	<i>p</i> value
Age ≤ 70 years	11.4	0.0001
Age > 70 years	22.8	
Total balance ≤ 500 mL	8.2	0.001
Total balance > 500 mL	15.1	

	Group 1 (n = 1155)	Group 2 (n = 125)	<i>p</i> value
Time to extubation (min)	239 ± 254	277 ± 185	NS
Inotropic agent use (%)	2.3	6.4	0.02
Need for IABP (%)	1.2	4	0.03
Renal complication (%)	0.3	1.6	NS
Pulmonary complication (%)	1.6	1.6	NS
ICU stay (hours)	21.8 ± 14.2	22.2 ± 8.2	NS
LOHS (days)	5.3 ± 1.8	6.3 ± 4	0.0001
ICU readmission (%)	1.8	5.6	0.015
Mortality (%)	0.9	1.6	NS

- 1280 hasta ACBG

Total sıvı dengesi

- grup 1: 1155 hasta , 500 ml az olan
- grup 2: 125 hasta, 500 ml den fazla olan
- İntraoperatif volüm fazlalığı; kan transfüzyonu ve hastanede yatış süresini artırdığı gösterilmiş

Kan Koruma Klinik Uygulama Kılavuzu

- **Mikropleji:** kardiyopleji kristaloid volümün azaltılması.
Hemodilüsyonel anemi ve allojenik kan naklinin minimize edilmesi
- **Minidevrelere:** prime solüsyonun azaltılması ile ciddi hemodilüsyon riskleri azalır.
(özellikle pediatrik vaka ve Jehovaha şahitleri). (kanıt A)
- **Vakum destekli venöz drenaj (VAVD):** mini devrelere eklenerek hemostaz, göğüs tüpü drenajını düzelterek kan naklini azaltır.
- **Biyo-uyumlu KPB devreleri:** daha az kanama ve kan nakli ihtiyacı
- **Ultrafiltrasyon:** modifiye ultrafiltrasyon (MUF) (Level of evidence A)
- **CELL SALVAGE** rutin kullanımı.(Level of evidence A)

2011 Update to The Society of Thoracic Surgeons and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists
Blood Conservation Clinical Practice Guidelines

FERRARIS. Ann Thorac Surg 2011;91:944–82 doi:10.1016/j.athoracsur.2010.11.078

STS BLOOD CONSERVATION REVISION 2011

Kritik Hb düzeyi

- KPB'ta kritik end-organ iskemi/hasarı olan hastalarda hemoglobin 7g/dL olacak şekilde transfüzyon yapılmalı. (Kanıt C)
- KPB sırasında Hb 6 g/dL değerini aşarsa, hastanın klinik durumuna göre kırmızı hücre transfüzyonu yapılma kararını verme, sürecin en önemli sorunu
- Bu süreçte kırmızı hücre transfüzyon endikasyonu multifaktöriyeldir.
 - Hastaya ait faktörler
(yaş, hastalığın ciddiyeti, kardiyak fonksiyonlar veya kritik end-organ iskemi varlığı)
 - Klinik olarak
(masif veya aktif kanama varlığı)
 - Laboratuvar/klinik parametreler
(Hct, SVO2, EKG veya EKO'da miyokardiyal iskemi varlığı)kılavuzluğunda yapılmalıdır. (Kanıt C)

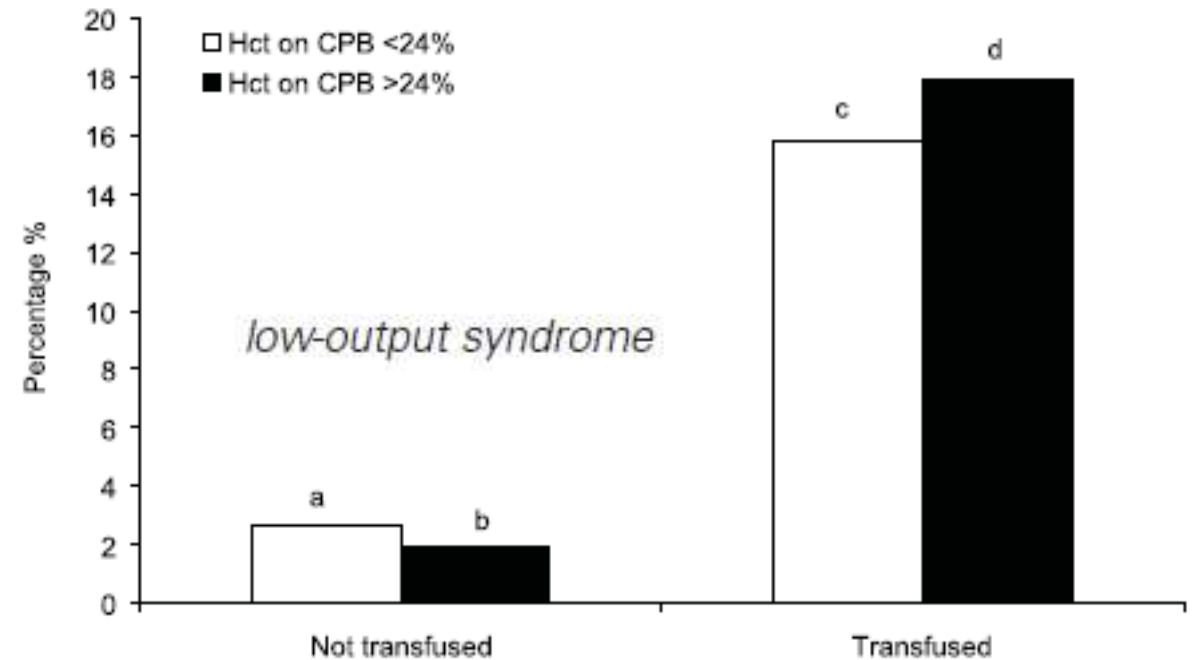
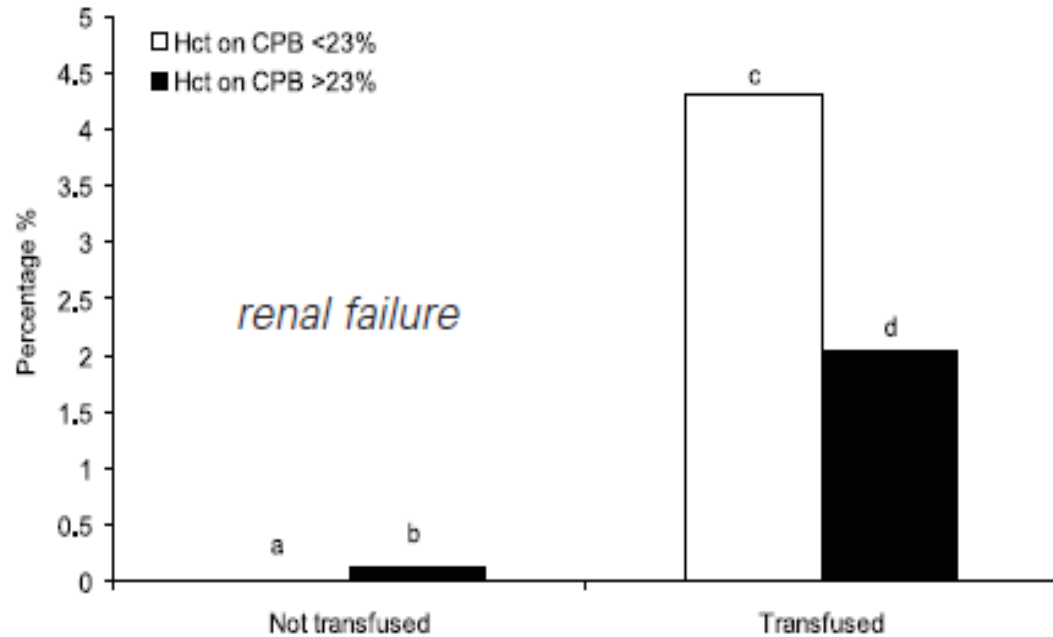
2011 Update to The Society of Thoracic Surgeons and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists Blood Conservation Clinical Practice Guidelines

FERRARIS. Ann Thorac Surg 2011;91:944–82 doi:10.1016/j.athoracsur.2010.11.078

STS BLOOD CONSERVATION REVISION 2011

Lowest Hematocrit on Cardiopulmonary Bypass Impairs the Outcome in Coronary Surgery. An Italian Multicenter Study from the National Cardioanesthesia Database

Ranucci M. Tex Heart Inst J 2006; 33:300-5



- ACBG yapılan 1,766 hasta, Hct kritik değeri 23

Renal yetersizlik / düşük output sendromu ciddi anemik ve transfüzyon alan hastalarda anlamlı yüksek

The effectiveness of acute normovolemic hemodilution and autologous prime on intraoperative blood management during cardiac surgery

Stammers AH.

[Perfusion](#). 2017 doi: 10.1177/0267659117706014

- İntraoperatif akut normovolemik hemodülsiyon ve otolog prime yapılan 18 024 hastada kan kullanımına bakılmış. Uygulanmayan grupta kros-klemp ve KPB süresi daha uzun.
- Kan nakli preoperatif anemik olanlar ve koagülasyon bozukluğu olanlarda fazla
- Hct optimal alt sınırı ile akut böbrek hasarı arasında ilişki var
- İntraoperatif kadınlarda daha fazla kan transfüzyonu

	AP	ANH	ANH+AP	Neither	p-value
Observations	12,677	334	2,792	2,221	
Intraoperative PRBC transfusion – n (%)	2,531 (20.0)	26 (7.8)	287 (10.3)	592 (26.7)	<0.001
First CPB Hct (%) – mean (SD)	27.0 (4.9)	26.5 (4.4)	27.5 (4.8)	27.0 (4.8)	<0.001
Lowest CPB Hct (%) – mean (SD)	25.7 (4.7)	25.5 (4.1)	26.0 (4.6)	25.8 (4.7)	0.003
Hct change: OR entry to post-heparin (%) – mean (SD)	–2.3 (2.7)	–3.2 (3.1)	–3.6 (3.4)	–2.5 (3.8)	<0.001
Hct change: post-heparin to first CPB (%) – mean (SD)	–6.4 (3.8)	–8.3 (3.9)	–6.9 (4.1)	–5.9 (4.5)	<0.001
Hct change: OR entry to first CPB (%) – mean (SD)	–8.7 (4.0)	–11.4 (4.5)	–10.4 (4.2)	–8.5 (4.5)	<0.001

CPB: cardiopulmonary bypass; Hct: hematocrit; OR: operating room; PRBC: packed red blood cells.

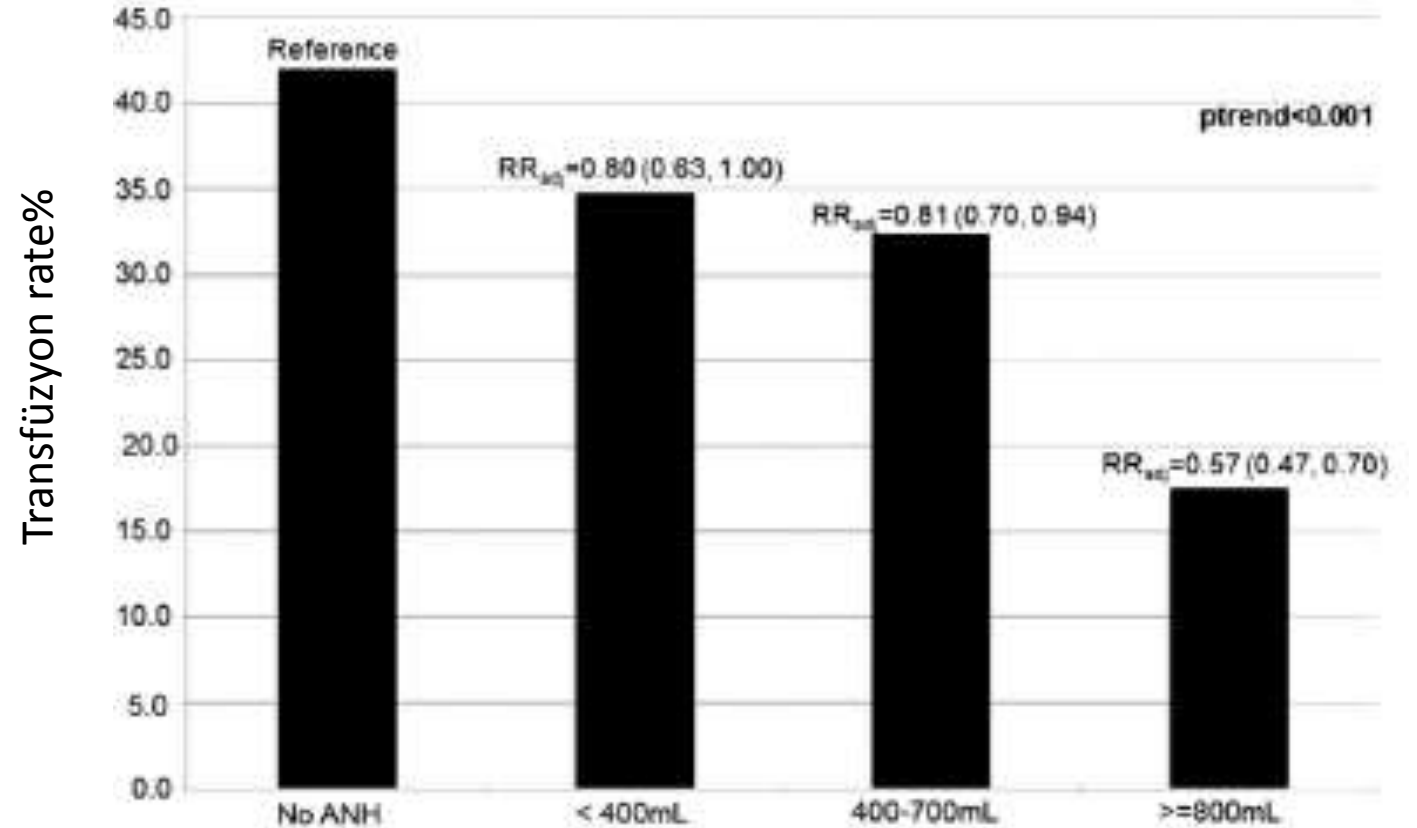
AP: otolog prime

ANH: akut normovolemik hemodülsiyon

Greater Volume of Acute Normovolemic Hemodilution May Aid in Reducing Blood Transfusions After Cardiac Surgery;

Goldberg Et Al, 100, 5;1581–1587. Ann Thorac Surg 2015

- 13534 hasta
- 11197 non ANH/2337 ANH
- 26 merkez
- 800ml ve üzeri akut normovolemik hemodilüsyon yapılan hastalarda kan transfüzyonu en az (RR_{adj} 0.57) ve daha az plazma (3.3%) ve trombosit (3.4%) kullanılmış.

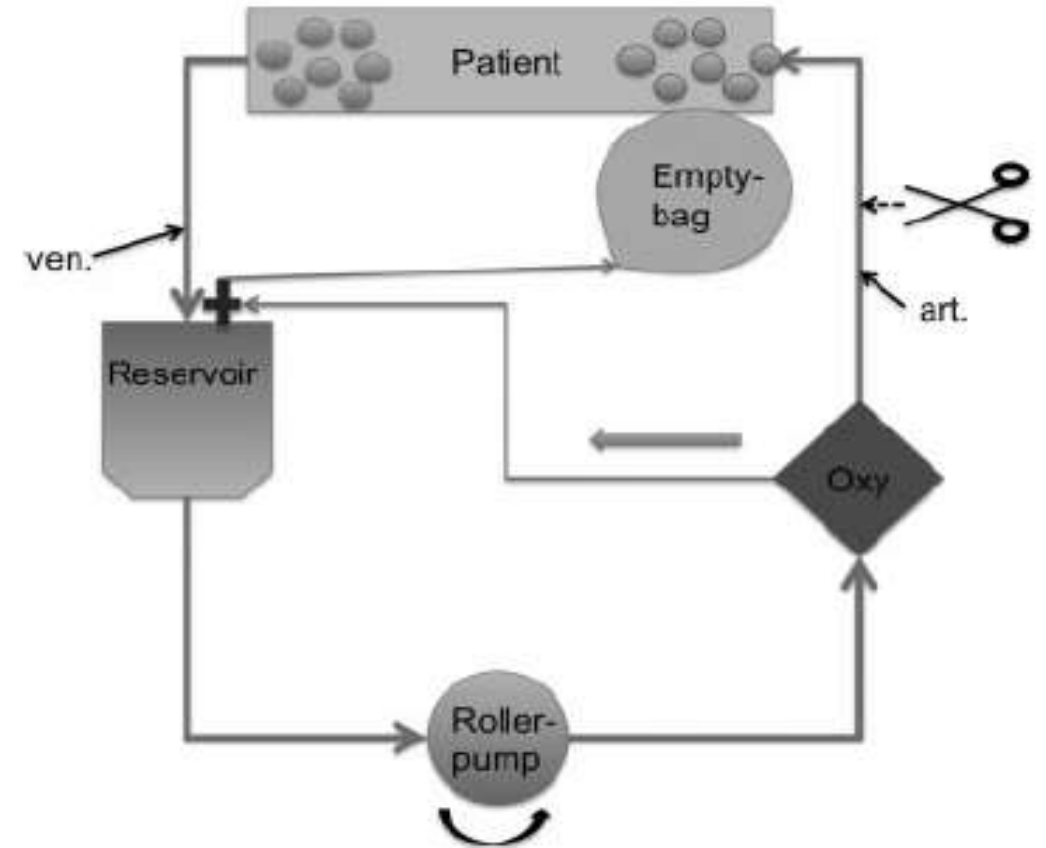


ANH use and volume

Retrograde Autologous Priming as a Safe and Easy Method to Reduce Hemodilution and Transfusion Requirements during Cardiac Surgery

Trapp C . Thoracic and Cardiovascular Surgeon DOI 10.1055/s-0035-1548731

- Toplam 90 hasta.
- KPB:30
- RAP:30
- ROCsafe MECC
(minimal extracorporeal circulation) :30
- Daha az hemodilüsyon
- İntraoperative ve postoperative kan kullanımı azalmış
- Maliyeti daha ucuz



Drug, Devices, Technologies, and Techniques for Blood Management in Minimally Invasive and Conventional Cardiothoracic Surgery
A Consensus Statement From the International Society for Minimally Invasive Cardiothoracic Surgery (ISMICS) 2011

Menkis et al. Innovations & Volume .2012

Statements for MECC Versus Conventional Extracorporeal Cardiopulmonary Circuit

MECC Versus Conventional Extracorporeal Cardiopulmonary Circuit

- MECC allojenik kan kullanımında anlamlı azalma (OR, 0.42; 95% CI, 0.28-0.63; Level A).
- Nörolojik olaylarda azalma gösterilmiş (OR,0.30;95% CI, 0.12-0.73; Level A)

MECC (reservoir-less, coated circuits, reduced prime volume)

İntraoperative Akut Böbrek Hasarının Önlemesi

- ✓ KPB ve kros-klemp süresinin kısaltılması
- ✓ Transfüzyonun minimize edilmesi
- ✓ İntraoperative plazmanın korunması; *cell saver*
- ✓ **Hemodilüsyonun minimize edilmesi**
 - Ultrafiltrasyon
 - Pompa devrelerin küçültülmesi
 - Retrograd otolog perfüzyon (RAP)
 - Akut normovolemik hemodilüsyon (ANH)
- ✓ Perioperative Hct ve oksijen sunumunun dengelenmesi
- ✓ KPB ilişkili mikroembolinin azaltılması

- Acute Kidney Injury Subsequent to Cardiac Surgery Kramer RS , JECT. 2015;47:16–28
- Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) Acute Kidney Injury Work Group. KDIGO clinical practice guideline for acute kidney injury. Kidney Inter. 2012;2(Suppl):1–138.
- 2011 Update to The Society of Thoracic Surgeons and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists Blood Conservation Clinical Practice Guidelines . Ann Thorac Surg FERRARIS ET AL 9452011;91:944–82

Intraoperative Akut Böbrek Hasarının Önlemesi

- ✓ İotonik kristaloidler kolloidlerden ABH riski olan hastalarda daha üstün
- ✓ Kan basıncı regülasyonu ve serebral otonoregülasyon sağlanması
- ✓ KPB sırasında hipertermik perfüzyondan kaçınma
- ✓ KPB akımının ideal vücut kilosuna göre baz alınması;

KPB 'ta obez hastalarda yüksek BSA değerine göre hesaplanan yüksek akım sistemik inflamatuvar cevap ve emboli riskinde artışa yol açtığı bildirilmiştir.

- Acute Kidney Injury Subsequent to Cardiac Surgery Kramer RS , JECT. 2015;47:16–28
- Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) Acute Kidney Injury Work Group. KDIGO clinical practice guideline for acute kidney injury. Kidney Inter. 2012;2(Suppl):1–138.
- 2011 Update to The Society of Thoracic Surgeons and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists Blood Conservation Clinical Practice Guidelines . Ann Thorac Surg FERRARIS ET AL 9452011;91:944–82

- Başlangıç intravenöz sıvının yönetimi ÖNEMLİ
- Kolloidlerin verilmesinin kristalloidlere göre üstünlüğü net deęil.
- Kristalloid bileşim; izotonik (normal saline) verilmesi klor yükünden dolayı ABH ile ilişkilendirilmiştir.

Acute kidney injury following cardiac surgery: current understanding and future directions. Review.

O'Neal et al. Critical Care (2016) 20:187 DOI 10.1186/s13054-016-1352-z

- Kalp cerrahisinde sıvı seçimi tartışmalı
- Kan ve kan ürünü kullanımı sınırlandırılmalı
- Volum replasmanında en iyi ve tek bir sıvı yok
- Maliyet sınırlaması en önemli faktör haline gelmiştir.
- Volüm tedavisi makrosirkülasyonu ve oksijen sunumunu optimize ederken aynı zamanda *organ perfüzyonunu, mikrosirkülasyonu ve inflamatuvar yanıtı* düzeltmelidir.

Çok iyi bilinmektedir ki; kristaloidlerin üstün olduğunu gösterenler daima kristaloidleri ve kolloid taraftarları daima kolloidleri beğenmektedir.

Volume Therapy in Cardiac Surgery

J Boldt. Annals of Cardiac Anaesthesia 2005; 8: 104-116

Ne alıyor bu hasta?
Ne kadar kan ve sıvı
verdiniz?
Şimdi ben ne vericem?



Yoğun bakım

Cerrahi



krostayım!
Kanamamın!

Sıvı seçimi?
Kan versem mi?



Anestezi

Prime solüsyon!!
Vaziyeti koruyalım!!



Perfüzyonist

AMELİYATHANE

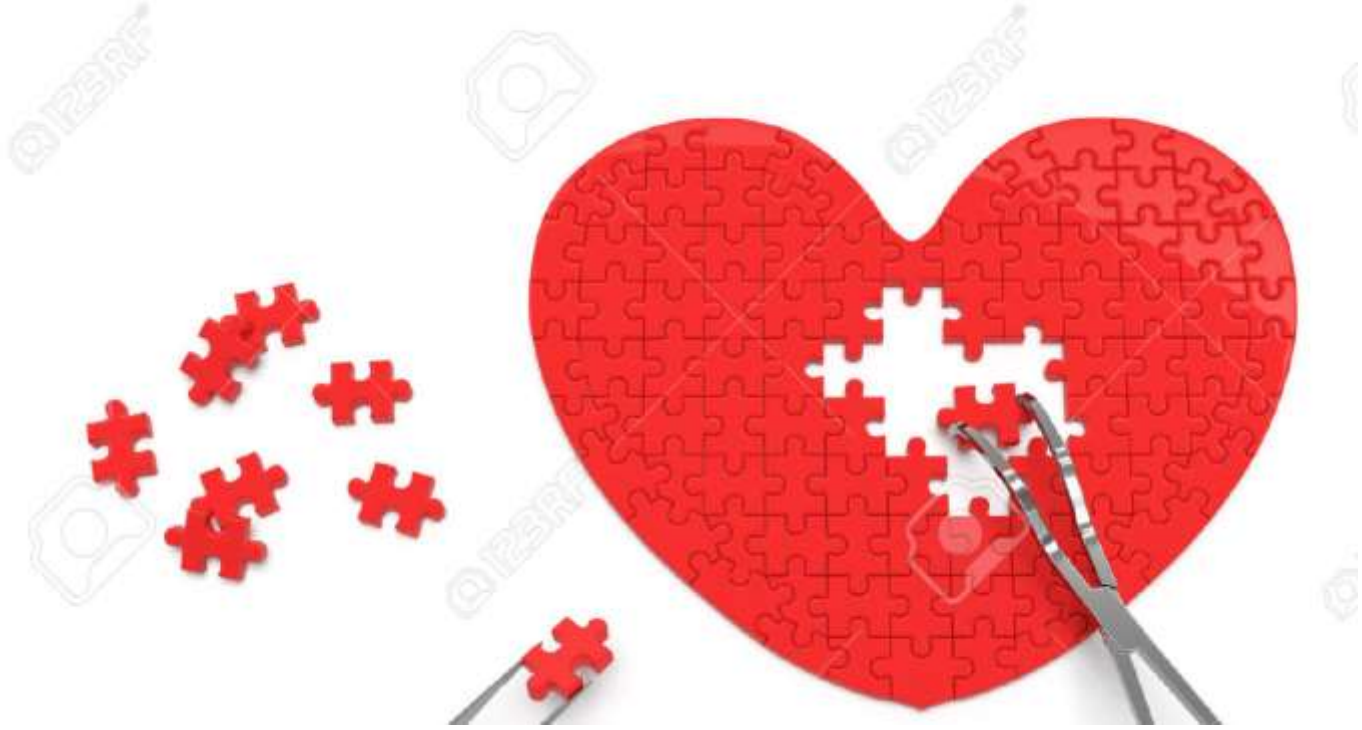
Preoperatif dönem → Perioperatif dönem → Postoperatif dönem

Özet

- Perioperative dönem için mükemmel sıvı yok.
- Cell saver gibi tekniklerle intravasküler volümün korunması
- İnsensible kayıp perioperatif 1 ml/kg/h
- Prime kristaloid ; günlük Na ihtiyacı 1–2 mmol/L. (1 L 0.9% izotonik içerir.). Daha fazla verilmesi metabolik asidoz ve hiperkloremi
- Kan basıncı korunmalı
- Retrograd otolog prime
- Elektrolit inbalance düzeltilmeli

Perioperative Fluid and Electrolyte Management in Cardiac Surgery: A Review

Young R. The Journal of ExtraCorporeal Technology 2012;44:P20–P26



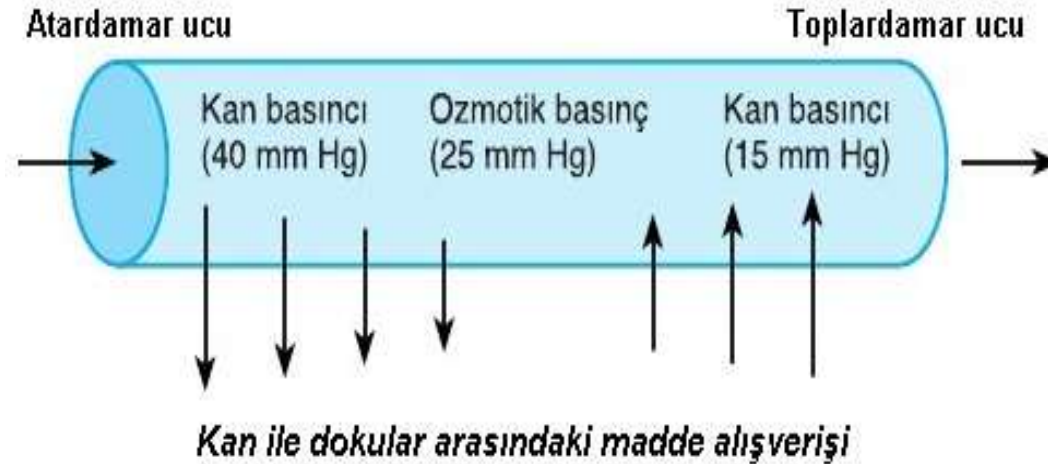
TEŞEKKÜRLER

KPB ödem patofizyolojisi

$$\Delta IFV = K_f [(P_c - P_t)] - \sigma [(pCOP - tCOP)] - Q_L$$

Kılcal damarlarda kan ile doku sıvısı arasındaki madde alışverişinin kanın hidrostatik basıncı ile kan proteinlerinin oluşturduğu osmotik basıncın etkisi ile gerçekleştiğini açıklayan hipotezdir

- ΔIFV : intertisyel sıvı volümü
- K_f : kapiller filtrasyon katsayısı
- P_c : kapiller hidrostatik basınç
- P_t : doku hidrostatik basınç
- $pCOP$: plazma onkotik basıncı
- $tCOP$: doku onkotik basıncı
- Q_L : lenfatik akım



Cardiopulmonary bypass and edema: physiology and pathophysiology.

E Hirleman Perfusion 2008; 23: 311–322

Effect of the colloids gelatin and HES 130/0.4 on blood coagulation in cardiac surgery patients: a randomized controlled trial

Kimenai et al. Perfusion 28(6) 512–519 .2013 doi: 10.1177/0267659113491446

- this randomized, controlled trial of adults after on-pump CABG procedures showed no significant difference in blood loss and blood coagulation between HES 130/0.4 and gelatin when they were combined with lactated Ringer's solution.

Table 2. Cumulative chest tube output (ml). Values are median \pm IQR. Significant difference when $p < 0.05$ (Mann-Whitney U test).

	HES group	Gelo group	p-value
Post-operative 1 hour (ml)	200 \pm 165	150 \pm 165	0.25
Post-operative 3 hours (ml)	300 \pm 150	225 \pm 205	0.33
Post-operative 6 hours (ml)	325 \pm 250	300 \pm 230	0.38
Post-operative 12 hours (ml)	425 \pm 300	375 \pm 255	0.56
Total (before removing drains) (ml)	500 \pm 420	465 \pm 390	0.48
Duration drains (hours)	18 \pm 4	18 \pm 5	0.93

Comparison of the effects of albumin 5%, hydroxyethyl starch 130/0.4 6%, and Ringer's lactate on blood loss and coagulation after cardiac surgery.

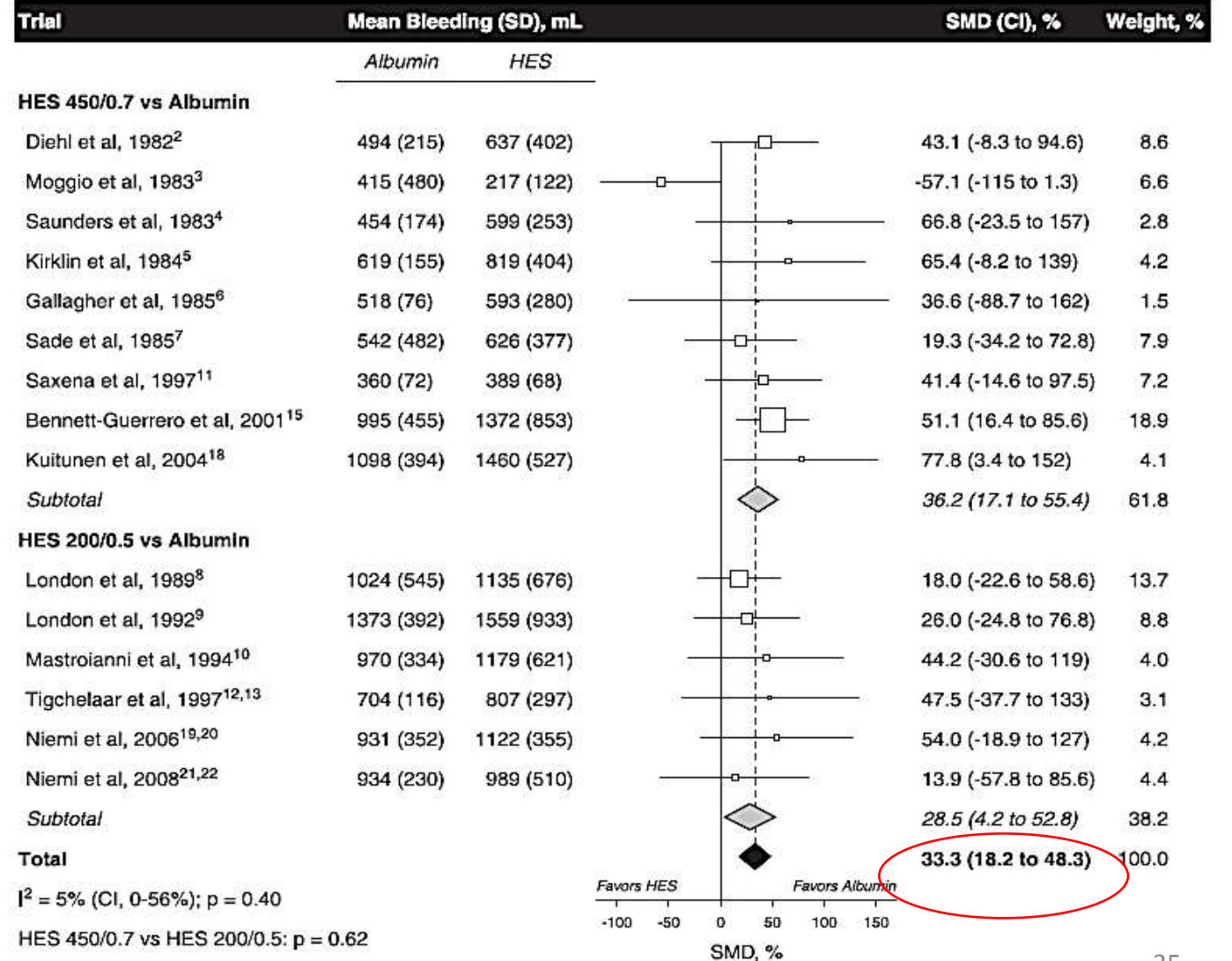
K. Skhirtladze British Journal of Anaesthesia doi:10.1093/bja/aet348

- Randomize, 240 hasta
- 50 ml/kg/gün human albumin (HA), HES veya Ringer laktat (RL). Prime solüsyon 1500 ml

	HA (n= 76)	HES (n= 81)	RL (n=79)	P-value
Chest tube drainage (ml)	835 (545/1253)	700 (540/1090)	670 (455/1015)	0.0850
PRBCs (ml)	300 (0/600)	4 1 1 300 (0/600)	0 (0/300)	0.0004
PRBCs (units)	1 (0/2)	1 (0/2)	0 (0/1)	0.0004
PRBCs intraoperative (ml)	0 (0/600)	0 (0/600)	0 (0/300)	0.0119
PRBCs postoperative (ml)	0 (0/275)	0 (0/250)	0 (0/0)	0.0333
FFP (%)	8	10	5	0.5152
Platelets (%)	7	14	5	0.1186
Fibrinogen (%)	12	16	4	0.0383
Factor concentrate (%)	3	6	3	0.3921
Percentage of patients receiving				
PRBCs (%)	58	61	34	0.0013
Any blood product (%)	62	64	35	0.0003

Effect of hydroxyethyl starch on bleeding after cardiopulmonary bypass: A meta-analysis of randomized trials Navickis et al. J Thorac Cardiovasc Surg 2012;144:223-30

- 18 çalışma, toplam 970 hasta dahil edilmiş
- Hes/albumin karşılaştırılmış. Postoperatif kanama değerlendirilmiş.
- HES kan kaybını, reoperasyonu ve KPB sonrası kan ürünü kullanımını artırdığı ortaya konmuş. Daha düşük moleküler ağırlık ve içeriğin bu riskleri azaltabileceğine dair kanıt olmadığı bildirilmiştir.



- Perioperatif kan transfüzyonu kalp cerrahisi sonrası mortalite ve morbidite riskini artırır.

- ✓ Renal yetersizlik, solunum yetersizliği, stroke, infeksiyon

- Increased mortality, postoperative morbidity, and cost after red blood cell transfusion in patients having cardiac surgery. Murphy GJ, *Circulation* 2007;116:2544–52.
- Morbidity and mortality risk associated with red blood cell and blood-component transfusion in isolated coronary artery bypass grafting. Koch CG, *Crit Care Med* 2006;34:1608–16.
- Intraoperative red blood cell transfusion during coronary artery bypass graft surgery increases the risk of postoperative low-output heart failure. Surgenor SD, *Circulation* 2006;114(1 Suppl):I43–8.

- Kalp cerrahisinde HES 130 /0.4 kullanımında daha az kan kaybı ve transfüzyon ihtiyacı

- Hydroxyethyl starch for cardiovascular surgery: a systematic review of randomized controlled trials
Xue-Yin Shi. Eur J Clin Pharmacol (2011) 67:767–782 DOI 10.1007/s00228-011-1008-5
- Effect of the colloids gelatin and HES 130/0.4 on blood coagulation in cardiac surgery patients: a randomized controlled trial
Kimenai et al. Perfusion 28(6) 512–519 .2013 doi: 10.1177/0267659113491446
- Comparing the Effects of 5% Albumin and 6% Hydroxyethyl Starch 130/0.4 (Voluven) on Renal Function as Priming Solutions for Cardiopulmonary Bypass: A Randomized Double Blind Clinical Trial.
Maleki MH. Anesth Pain Med. 2016 February; 6(1): e30326 doi: 10.5812/aapm.30326

Elevated flow rate during cardiopulmonary bypass is associated with fluid accumulation

J Thorac Cardiovasc Surg 2007;134:587-93

- In this animal model, elevation of CPB flow rate was associated with a more positive intraoperative fluid balance and an increase in fluid extravasation rate. The effect was predominantly seen in the initial phase of CPB.
- Sixteen pigs underwent 60 minutes of normothermic bypass, followed by 90 minutes of hypothermic bypass. A high-flow group (HF group, n = 8) had a cardiopulmonary bypass flow rate of 110 mL · kg⁻¹ · min⁻¹ and a low-flow group (LF group, n = 8) had a rate of 80 mL · kg⁻¹ · min⁻¹.

Intraoperative fluid balance during cardiopulmonary bypass: effects of different mean arterial pressures

Perfusion 2007; **22**: 273–278

- In this experimental model with young pigs on normothermic and hypothermic CPB, fluid extravasation rate is similar whether MAP is elevated to 60–80 mmHg or reduced to 40–45 mmHg by the use of alpha-adrenergic agents
- Sixteen pigs underwent 60 minutes of normothermic cardiopulmonary bypass (CPB) followed by 90 minutes of hypothermic CPB. Eight animals had a MAP of 60–80 mmHg by norepinephrine (HP group). Another 8 animals had a MAP of 40–45 mmHg by phentolamine (LP group).

Albumin—Beyond Fluid Replacement in Cardiopulmonary Bypass Surgery:

Why, How, and When? *Review* DOI: 10.1177/1089253214535667

Enrique Moret, *Seminars in Cardiothoracic and Vascular Anesthesia* 2014, Vol. 18(3) 252–259

KPB Sonrası Sorunlar;

- Miyokardiyal stunning ve vazoplejik sendrom
- Endotelial glikokalix hasarı
- Hipoalbuminemi, hipovolemi
- Anemi, koagülasyon bozukluğu
- Sıvı yükü
- Sıvı kaçış hızında artış (yüksek pompa akım hızı)*
- Net sıvı dengesi artışı*
- Organlarda ve cilt altında toplam doku suyu artışı*

- %4 ve %5 albumin yan etkileri daha az
- Sentetik kolloidlere göre renal sisteme etkileri daha az
- Daha az kan nakli ve re-operasyon bildirilmiş.
- Trombosit üzerine etkileri daha iyi