

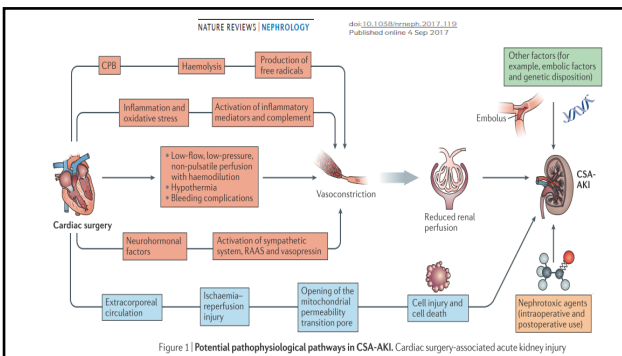
**AKUT RENAL HASARDA CERRAHİ YÖNTEM SEÇİMİ ÖNEMLİ Mİ?**

Dr. Murat AKSUN

Cardiorenal Med 2013;3:178-199

- Akut renal yetmezlik kardiyak cerrahiye giden hastaların % 5-30'unda
- Renal replasman tedavisi (RRT) gerektiğinde ölüm oranı oldukça yüksektir


Cardiac Surgery-Associated Acute Kidney Injury. *Cardiorenal Med* 2013; 3: 18-199  
 Acute kidney injury in cardiac surgery. *Current Opinian* 2015; 28(1): 50-9




**Table 1. Comparison of RIFLE, AKIN, and KDIGO classifications of acute kidney injury**

	RIFLE [34]	AKIN [35]	KDIGO [36]	KDIGO/AKIN/RIFLE
Definition	SCR >1.5 × baseline over <math>\leq 7</math> days	SCR >1.5 × baseline over <math>\leq 48</math> hours	SCR >1.5 × baseline over <math>\leq 7</math> days	Urine output criteria (common to all three classifications)
Serum creatinine /RRT/GFR criteria	Class	Stage	Stage	
	OR	OR	OR	
Risk	SCR >1.5 × baseline	1	1	
Injury	SCR >2 × baseline	2	2	
Failure	SCR >3 × baseline	3	3	
Loss	SCR >4.0 mg/dl (with an acute increase of at least 0.5 mg/dl)	Initiation of RRT	Initiation of RRT	
End stage	SCR >75%	Initiation of RRT	Initiation of RRT	

AKIN, Acute Kidney Injury Network; GFR, glomerular filtration rate; KDIGO, Kidney Disease: Improving Global Outcomes; OR, odds ratio; RIFLE, risk, injury, failure, loss, end-stage kidney disease; RRT, renal replacement therapy; SCR, serum creatinine concentration.



- Hem AKIN ve RIFLE kriterleri erken mortalite belirleyicileridir
- CSA-AKI gelişen hastalarda AKIN ve RIFLE kriterleri ile, mortalite oranı % 3.8- 54.4




### Cardiac Surgery-Associated Acute Kidney Injury: Putting Together the Pieces of the Puzzle

Nephron Physiol 2008;109:p55-p60

**Table 1. Clinical risk factors for CSA-AKI**

Advanced age
African-American ethnicity
Increased body weight
Hypertension
Peripheral vascular disease
Diabetes mellitus (and metabolic syndrome)
Reduced left ventricular function
Chronic obstructive pulmonary disease
Revision surgery
Aortic valve surgery
Operations involving circulatory arrest
Prolonged cardiopulmonary bypass



NATURE REVIEWS | NEPHROLOGY

### Cardiac surgery-associated acute kidney injury: risk factors, pathophysiology and treatment


doi:10.1038/nrneph.2017.119  
Published online 4 Sep 2017

Ying Wang<sup>1</sup> and Renato Bellomo<sup>1,2</sup>

**Risk factors for CSA-AKI**

**Intraoperative factors**

Type of surgery (valvular, valvular and coronary, emergency and redo surgery); CPB non-pulsatile, low-flow, low-pressure perfusion; hypothermic CPB; deep hypothermic circulatory arrest; CPB duration >100–120 min; haemodilution; haemolysis and haemoglobinuria from prolonged duration of CPB; embolism.



- Risk modelleri kalp cerrahisi sonrası RRT (AKI-RRT) ihtiyacını öngörmek için geliştirilmiştir

Variable	CCSS	Cleveland	STS (Maha)	SRI	MCSPI	AKICS	NNECDISG
Endocarditis							
Reoperation							
Preoperative IABP	x	x		x			x
Emergency surgery	x			x			
Cardiogenic shock			x				
Preoperative WBC > 12,000							x
<b>Surgery Type</b>							
Valvular surgery	x		x				
CABG+valve		x		x			x
Other cardiac procedures							
<b>Intraoperative</b>							
Increased CPB time				x			x
Intraoperative > 2 inotropes requirement				x			
Intraoperative IABP				x			
<b>Postoperative</b>							
CVP > 14 cm H <sub>2</sub> O							x
Low Cardiac Output							x

**CSA-AKI:**

**Endojen toksinler:** Uzun Kros Süreleri, Uzamış KPB, Multipl prosedürler

✓ Hemoliz ve serbest hemogloblin salınımı özellikle düşük ferritin düzeylerinde demir salınımı endojen toksin olarak hareket eder

✓ RBC kitlesinde kayıp, endotel fonksiyon bozukluğu, oksidatif hasar ve sitotoksik tübüler hasar

**Eksojen Toksinler:**

✓ Radyokontrast madde

**İskemi-reperfüzyon**

- İskemi-reperfüzyon hasarı derecesi iskeminin genişliği ve süresiyle ilişkili
- Reperfüzyon sırasında yüksek basınçlardan kaçınmak renal hasarı azaltır

Cardiac surgery-associated acute kidney injury:risk factor,phophsiology and treatment. Nature Reviews Nephrology 2017

**Acute Renal Failure After Cardiac Surgery: Evaluation of the RIFLE Classification**

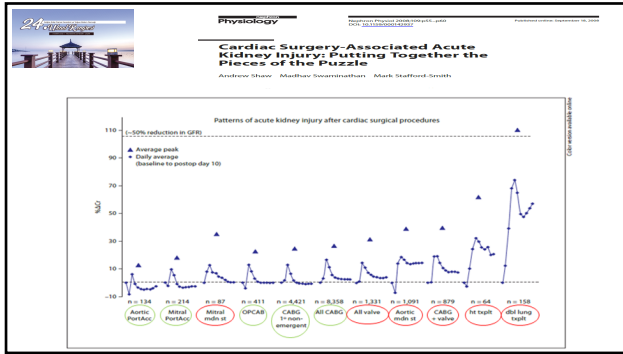
Arno Kuitunen, MD, PhD, Antti Vento, MD, PhD, Raili Suojaranta-Yllinen, MD, PhD, and Ville Pettilä, MD, PhD

(Ann Thorac Surg 2006;81:542-48)  
© 2006 by The Society of Thoracic Surgeons

Table 3. Comparison of RIFLE<sup>1</sup> Classification of Acute Renal Failure, Change of Plasma Creatinine, Change of Estimated Glomerular Filtration Rate (GFR), EuroSCORE, and Type of Surgery Between Dead (Death Within 90 Days After Surgery) and Alive Patients

	Dead	Alive	Significance of Difference
RIFLE	2.0 (1.0-3.0)	0.0 (0.0-0.0)	$p < 0.001$
Change of plasma creatinine (µmol/L)	40.5 (13.75-107.00)	-3.00 (-10.00-2.00)	$p < 0.001$
Change of estimated GFR (mL · min <sup>-1</sup> · 1.73 m <sup>-2</sup> )	-19.2 (-36.2- -4.4)	3.7 (-7.3-14.1)	$p < 0.001$
EuroSCORE	10.0 (7.0-14.0)	4.5 (3.0-7.0)	$p < 0.001$
Type of surgery (number of patients)			$p = 0.132$
CABG	13 (3.0%)	421	
CIF-CABG	7 (6.0%)	109	
Valve operation	5 (4.1%)	117	
CABG + valve	3 (5.2%)	55	
Aortic	1 (0.8%)	31	
Transplantation	1 (0.9%)	19	
Others	1 (4.3%)	22	

\*Risk, Injury, Failure, Loss, End-stage kidney disease.



**Minimal İnvaziv Kardiyak Cerrahi**

- Küçük insizyon ve port erişim tekniğinin kullanımını içerir
- Postoperatif ağrıyı azaltır ve daha hızlı iyileşme sağlar
- İnotropik ajan
- Kanama
- Strok oranı
- Transfüzyon gereksinimi
- Ventilasyon süreleri
- Renal hasar

↓


Cardiac Surgery-Associated Acute Kidney Injury. *Cardiorenal Med* 2013; 3: 18-199

- Port access MV cerrahisinde kros klemp ve KPB süreleri daha uzun olmasına rağmen sadece % 1 oranında AKI
- Bu, daha az cerrahi diseksiyon nedeniyle azalmış inflamatuvar reaksiyonlar, azalmış perioperatif kanama ve transfüzyon gereksinimi, genel olarak daha düşük morbidite nedeniyle olabilir

Minimally invasive mitral valve surgery through right thoracotomy in patients with patent coronary artery bypass grafts. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2009; 9: 29-32.  
Cardiac Surgery-Associated Acute Kidney Injury. *Cardiorenal Med* 2013; 3: 18-199

- TAVI sonrası AKI insidansı (TAVI-AKI) % 1.1 ila % 28 arasında
- Bu risk standart aortik kapak replasmanından daha düşük
- TAVI-AKI mortalitesi AKI'siz TAVI'den 4 kat daha yüksek
- TAVI-AKI'nın nedenleri; kontrast madde kullanımı, işlem sırasında hipotansiyon, aortanın aşırı aterosklerozu durumunda kolesterol embolisi


Current status of transcatheter aortic valve replacement. *J Am Coll Cardiol* 2012; 60: 483-492  
Investigators PT: Transcatheter aortic-valve implantation for aortic stenosis in patients who cannot undergo surgery. *N Engl J Med* 2010; 363: 1597-1607.  
Investigators PT: Transcatheter versus surgical aortic-valve replacement in high-risk patients. *N Engl J Med* 2011; 364: 2187-98.



### KPB-Off-Pump Teknikler


- Off-pump koroner arter baypas (OPKAB); KPB ve aort kros klemp ile ilişkili perioperatif komplikasyonları düzeltir
- Daha fazla fizyolojik renal perfüzyon, daha az sistemik embolizasyon ve daha az indüklenen inflamatuvar yanıt sunar
- OPKAB'ın azalmış AKI, inme riski, hastanede kalış süresi ve mortalite konusunda potansiyel faydaları

Cardiac Surgery-Associated Acute Kidney Injury. *Cardiorenal Med* 2013;3:178–199



- Büyük randomize kontrollü ROOBY çalışmasında OPKAB ve KPB CABG teknikleri arasında AKI-RRT açısından anlamlı bir farklılık göstermemiş
- CORONARY çalışmasında OPKAB grubunda anlamlı derecede düşük AKI oranı bildirmişler fakat AKI-RRT'de fark bulamamışlar
- OPKAB vakalarında, AKI ve AKI-RRT'de anlamlı bir azalma


On-pump versus off-pump coronary-artery bypass surgery. *N Engl J Med* 2009; 361: 1827–37  
 Off-pump or on-pump coronary-artery bypass grafting at 30 days. *N Engl J Med* 2012; 366: 1489–97  
 Off-pump coronary artery bypass surgery and acute kidney injury: a meta-analysis of randomized and observational studies. *Am J Kidney Dis* 2009; 54: 413–23



### Mini CPB


- Düşük priming solüsyon ve hemodilüsyonda azalma sağlar
- Mini-ECC grubunda AKI insidansında anlamlı bir azalmayla ilişkili olan daha düşük serum IL-6 düzeyini bildirilmiş
- KABG uygulanan hastalarda AKI insidansı standart KPB grubunda % 40.5, mini-ECC grubunda % 28 (p = 0.03)

Minimal extracorporeal circulation is a promising technique for coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 2007; 84: 1515–20  
 Miniaturized cardiopulmonary bypass and acute kidney injury in coronary artery bypass graft surgery. *Ann Thorac Surg* 2009; 88: 529–35  
 Cardiac Surgery-Associated Acute Kidney Injury. *Cardiorenal Med* 2013; 3: 18-199



- Mini-ECC, off-pump'dan daha uzun operasyon süresine rağmen, AKI, inme, şok, sepsis, postoperatif komplikasyonlar ve miyokard infarktüsü açısından anlamlı fark yok
- Mini-ECC, off-pump teknik ile karşılaştırıldığında **tam revaskülarizasyona olanak sağlarken, pompa ilişkili sistemik hasar ve organ hasarı minimal**


Prospective randomized comparison of coronary bypass grafting with minimal extracorporeal circulation system (MECC) versus off-pump coronary surgery. *Circulation* 2007; 116: 1761–1767  
 Cardiac Surgery-Associated Acute Kidney Injury. *Cardiorenal Med* 2013; 3: 18-199



### KPB Süresi

- Çalışmalar daha uzun KPB ve kros klemp sürelerinin artmış CSA-AKI insidansı ile güçlü bir şekilde ilişkili olduğunu göstermekte
- Ancak güvenli bir cut-off zamanı tespit edilmemiş


Association between postoperative acute kidney injury and duration of cardiopulmonary bypass: a meta-analysis. J Cardiothorac Vasc Anesth 2012; 26: 64-69.  
Cardiac Surgery-Associated Acute Kidney Injury. Cardiorenal Med 2013; 3: 18-199  
Acute kidney injury in cardiac surgery. Current Opinian 2015; 28(1): 50-9



### Cell saver

- Cell saver ile yağ mikroembolisi azalır, hemoliz önlenir
- Plazma, trombositler, heparin, inflamatuvar mediatörler yıkama ile uzaklaşırken, RBC'ler korunur
- Elde edilen eritrositler normal salin içinde % 50-70'lık bir hematokritte süspansiyon edilir ve yeniden infüze edilir
- Bu tür kanın korumasının böbrek sonuçları üzerine etkisine dair net bir veri yok


Cell salvage for minimising perioperative allogeneic blood transfusion. Cochrane Database Syst Rev 2010;CD001888.  
Cardiac Surgery-Associated Acute Kidney Injury. Cardiorenal Med 2013; 3: 18-199



### Hipotermi

- Derin hipotermi (15–22° C) düşük perfüzyon akımı veya sirkülatuar arrest dönemlere izin verir ve renal koruyucu etki
- AKI'den, soğutmadan ziyade **yeniden ısıtmanın** sorumlu, hipotermi ile oksijen arz ve talebinin uygun dengesinde yeniden ısınma hızı kritik
- Experimental modelde, normotermimin restorasyonu sırasında, böbrek korteksinin düşük perfüzyonu, yeniden ısınmada artan metabolik ihtiyaçla nefronların potansiyel hasarına neden olmaktadır
- Ayrıca, böbreğin yüksek perfüzyonu da, yeniden ısınmanın zararlı etkisini artırabilir

Effects of mild hypothermia and rewarming on renal function after coronary artery bypass grafting. Ann Thorac Surg 2009; 87: 489-495.



### Embolizm

- KPB sırasında makroskopik ve mikroskopik emboli oluşabilir ve son organ hasarı ile sonuçlanabilir
- Aterosklerotik asendan aort varlığı postoperatif inme ve böbrek fonksiyon bozukluğunun bağımsız bir öngörücüsüdür

Cardiac Surgery-Associated Acute Kidney Injury. Cardiorenal Med 2013; 3: 18-199



- Aortanın maniplasyonu ve kanülasyon ile, aterosklerotik debris ve plak dolaşıma salınabilir
- Ciddi aortik veya iliofemoral hastalığı olanlarda, aksiller arter yeterli antegrad akım sağlar, embolik komplikasyonları azaltarak aortik kanülasyona alternatif oluşturur

Right axillary artery cannulation for surgical management of the hostile ascending aorta. Tex Heart Inst J 2005; 32: 189-93  
Cardiac Surgery-Associated Acute Kidney Injury. Cardiorenal Med 2013; 3: 18-199



- İntra-aortik filtrasyon kullanımını (EMBOL-X®), aort kros-klemp ve deklempten önce, asendan aort embolisini yakalar
- Hastanede kalma süresini, mortaliteyi, postoperatif morbiditeyi, nörolojik ve renal komplikasyonları azaltır
- Ancak tam olarak kanıtlanamamış

Particulate emboli capture by an intra-aortic filter device during aortic valve replacement. Rev Bras Cir Cardiovasc 2008; 23: 431-435.




- Femoral arteriyel kanülasyon uygulandığında, plaklar retrograd kan akımı yoluyla renal, mezenterik ve serebral sirkülasyona yönlendirilir
- Dikkat çekici bir şekilde, bu tip arteriyel kanülasyon ile perfüzyon nispeten güvenli
- Torakoabdominal anevrizma cerrahisinde retrograd arteriyel perfüzyon selektif organ perfüzyonu ile kombine edildiğinde korunmuş böbrek fonksiyonu ile ilişkili

Retrograde aortic and selective organ perfusion during thoraco abdominal aortic aneurysm repair. Eur J Vasc Endovasc Surg. The pathophysiology of Cardiac surgery-associated acute kidney injury. The International Journal of Artificial Organs 2008; 31(2):166-78




- Sol ventrikülün maniplasyonu trombüsün salınımına neden olabilir
- Benzer şekilde, kanülün sol atriya maniplasyonu veya geçişi trombüsü çıkartabilir
- Mitral ve aort kapaktan vejetasyonlar cerrahın dikkatinden kaçabilir
- Eko sol atriyal trombüsün ve vejetasyonların tespitinde sensitiftir

Echocardiographic detection of cardiac valve vegetations and prognostic implications. Infect Dis Clin North Am The pathophysiology of Cardiac surgery-associated acute kidney injury. The International Journal of Artificial Organs 2008; 31(2):166-78  
Cardiac surgery-associated acute kidney injury:risk factor, pathophysiology and treatment. Nature Reviews Nephrology 2017




- Hava diğerk bir emboli kaynağı
- Hava girişi aort ve mitral kapak replasmanlarında ya da sol ventrikül duvarı remodeling cerrahisinde soldan yapılan insizyonlarla
- Ya da patent foramen ovalede olduğu sağdan yapılan insizyonlarda sol sisteme girebilir
- Hava ayrıca sol atriyum, pulmoner venler ve sol ventrikül kanülasyonu sırasında girebilir

The pathophysiology of Cardiac surgery-associated acute kidney injury. The International Journal of Artificial Organs 2008; 31(2):166-78




- Eđer hava kalbin ejeksiyonu öncesi çıkarılmazsa serebral, renal ve mezenterik distal sirkülasyona yönelir
- Bunun için hava çıkarma manevraları, karbon dioksit kullanılabilir
- Eko rezidüel havanın saptanmasında ve çıkarılmasında önemli



- Pompa çıkışında gerekli olgularda intraaortik balon pompası kullanımı ya da asist device hipoperfüzyondan kaçınmak için gerekebilir
- Bu tür asist device'ların kendilerinin riski olmasına rağmen düşük kardiyak out-put ve renal hasardan korunmada önemli

Cardiac failure: mechanical support strategies. Crit Care Med 2006; 34 (9 Suppl): S268-77.  
The pathophysiology of cardiac surgery-associated acute kidney injury (CSA-AKI)The International Journal of Artificial Organs. 2008; 31(2): 166-178



- Pompa çıkışında Kardiyojenik şok, nonkardiyojenik hipotansiyon renal hasar için majör mekanizmalar
- Kardiyojenik şok, miyokardiyal korumada yetersizlik nedenli miyokardiyal yetmezlik ya da prosedürden kaynaklanan veya destek tedaviden kaynaklanan nedenlerle olabilir (**Retrograd kanül !**)
- Pompa çıkışında düşük kardiyak out-puta neden olan vazospazm, **graftlerde king ya da oklüzyon**, kapak cerrahisinde implante yada tamir edilen **kapağın disfonksiyonu**

The pathophysiology of cardiac surgery-associated acute kidney injury (CSA-AKI)The International Journal of Artificial Organs. 2008; 31(2): 166-178



Non-kardiyojenik hipotansiyon:

- Operasyon sahasından kanama

Cerrahi hemostazın sağlanması, koagülopatinin tedavisi anahtar rol oynar (Surgicell, neoveil, biogluve,)

Tang et al. *BMC Nephrology* (2017) 18:184  
DOI: 10.1186/s12882-017-0994-4

BMC Nephrology

RESEARCH ARTICLE Open Access

The incidence, risk factors and in-hospital mortality of acute kidney injury in patients after abdominal aortic aneurysm repair surgery

Ying Tang<sup>1</sup>, Junzhe Chen<sup>1</sup>, Kai Huang<sup>1</sup>, Dan Luo<sup>3</sup>, Peifen Liang<sup>1</sup>, Min Feng<sup>1</sup>, Wenxin Chai<sup>1</sup>, Erik Fung<sup>2</sup>, Hui Yao Lan<sup>2</sup> and Angqing Xu<sup>1\*</sup>

**Table 1** Preoperative baseline characteristics, intraoperative and postoperative parameters of AAA patients

Parameter	All (n = 314)	Surgical procedures		P	Rupture status		P
		Endovascular aortic repair (n = 258)	Open aneurysm repair (n = 56)		Ruptured AAA (n = 54)	Non-ruptured AAA (n = 260)	
Age (year)	69.0 (63.0–75.0)	69.0 (63.0–75.0)	66.5 (59.3–73.0)	0.157	68.5 (60.8–75.0)	69.0 (64.0–74.8)	0.471
Male sex (n, %)	263 (83.8%)	218 (84.9%)	45 (80.4%)	0.447	47 (87.0%)	216 (83.1%)	0.473
Baseline Scr (μmol/L)	90.0 (5.8–114.2)	89.0 (5.0–112.0)	99.5 (8.0–128.8)	0.241	102.0 (75.8–172.8)	90.0 (75.3–106.0)	0.015
Baseline blood urea nitrogen (mmol/L)	5.9 (4.7–7.7)	5.8 (4.7–7.6)	6.1 (4.8–7.9)	0.502	7.4 (4.8–10.9)	5.8 (4.7–7.3)	0.006
Baseline eGFR (ml/min/1.73m <sup>2</sup> )	69.3 ± 25.4	69.3 ± 24.5	69.4 ± 29.6	0.982	61.5 ± 31.5	71.0 ± 23.7	0.040
Ruptured abdominal aortic aneurysm (n, %)	54 (17.2%)	41 (15.9%)	13 (23.2%)	0.188	—	—	—
Renal artery involvement (n, %)	30 (9.6%)	22 (8.5%)	8 (14.3%)	0.184	0 (0.0%)	30 (11.5%)	0.014
Hypertension (n, %)	186 (59.2%)	153 (59.3%)	33 (58.9%)	0.959	33 (61.1%)	153 (58.8%)	0.738
Cardiovascular diseases (n, %)	45 (15.3%)	43 (16.7%)	5 (8.9%)	0.145	4 (7.4%)	44 (16.9%)	0.096
Diabetes mellitus (n, %)	26 (8.3%)	22 (8.5%)	4 (7.1%)	0.733	5 (9.3%)	21 (8.1%)	0.774
Surgical procedures							
Open aneurysm repair (n, %)	56 (17.8%)	—	—	—	13 (24.1%)	43 (16.5%)	0.188
Endovascular aneurysm repair (n, %)	258 (82.2%)	—	—	—	41 (75.9%)	217 (83.5%)	0.188
Operative duration > 230 min (n, %)	150 (47.8%)	114 (44.2%)	36 (64.3%)	0.006	32 (59.3%)	118 (45.4%)	0.063
Intraoperative hemorrhage > 1 L (n, %)	57 (18.2%)	38 (14.7%)	19 (33.9%)	0.001	29 (53.7%)	28 (10.8%)	<0.001
Vasoactive support (n, %)	38 (11.8%)	25 (9.7%)	13 (23.2%)	0.005	26 (48.1%)	12 (4.6%)	<0.001
AKI (n, %)	94 (29.9%)	70 (27.1%)	24 (42.9%)	0.020	26 (48.1%)	68 (26.2%)	0.001

• AAA hastalarının üçte birinde cerrahisi sonrası AKI gelişmiş

• Azalmış preoperatif kreatinin klirensi, kardiyovasküler hastalık, rüptüre AAA ve açık cerrahi postoperatif AKI için bağımsız risk faktörleri

• EVAR'da açık cerrahi ile karşılaştırıldığında daha düşük AKI sıklığı olsa da, alt grup analizlerinde, EVAR'ın sadece rüptüre AAA'lı hastalarda bağımsız bir koruyucu faktör olduğu gösterilmiştir

**Sonuç:**

- Konvansiyonele karşılık minimal invaziv teknikler
- KPB'a karşı off-pump ya da mini pompa teknikleri
- Endovasküler yaklaşımlar
- Kısa KPB ve kros klemp süreleri
- Kardiyak cerrahi desteğin iyi yönetimi (miyokardiyal protection, cerrahi anastomozlar ve kapak fonksiyonu)
- Emboli açısından önlemler
- Hemostaz, kan koruyucu teknikler ve hipotermi yönetimi bu süreci etkileyebilir