

Kardiyak Cerrahi Geçiren Hastalarda RIFLE, AKIN ve KDIGO Sınıflamalarının Karşılaştırılması

Comparison of RIFLE, AKIN and KDIGO Classifications in Patients with Cardiac Surgery

Yasin Levent Uğur ©

Arzu Açikel ©

Tülün Öztürk ©

Funda Yıldırım ©

Dilşad Amanvermez Şenarslan ©

Beyhan Cengiz Özyurt ©

Melek Çivi ©

Etik Kurul Onayı: Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi Yerel Etik Kurul onayı alınmıştır (24/03/16-20478486-107).

Çıkar çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Finansal destek: Çalışma sırasında herhangi bir finansal destek almamışlardır.

Hasta onamı: Çalışma retrospektiftir.

Ethics Committee Approval: Celal Bayar University Faculty of Medicine Local Ethics Committee approval was received (24/03/16-20478486-107).

Conflict of interest: The authors did not report any conflicts of interest.

Funding: The authors did not receive any financial support during the study.

Informed consent: The study is retrospective.

Cite as: Uğur YL, Açikel A, Öztürk T, Yıldırım F, Amanvermez Şenarslan D, Cengiz Özyurt B, Çivi M. Kardiyak cerrahi geçiren hastalarda RIFLE, AKIN ve KDIGO sınıflamalarının karşılaştırılması, GKDA Derg. 2020;26(1):1-9

Öz

Amaç: Kardiyopulmoner bayspas (KPB) sonrası oluşan akut böbrek hasarı (ABH) sık görülmekte ve bu durum erken ve geç postoperatif sonuçlar üzerinde ciddi etkiler oluşturmaktadır. Bu retrospektif çalışmanın birincil amacı KPB eşliğinde kardiyovasküler cerrahi geçiren ve böbrek fonksiyonları normal olan hastalarda RIFLE, KDIGO ve AKIN sınıflamaları aracılığı ile cerrahi sonrası akut böbrek hasarı sıklığının saptanması ve akut böbrek hasarı gelişiminde rol alan risk faktörlerinin belirlenmesidir. Sekonder amacı ise bu 3 sınıflamanın ve risk faktörlerinin erken mortalite ile ilintisini saptamaktır.

Yöntem: Manisa Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi Kalp Damar Cerrahisi Kliniğinde 2011-2015 tarihleri arasında KPB eşliğinde kardiyovasküler cerrahi geçiren ve sonrasında Kalp Damar Cerrahisi Yoğun Bakımda izlenen hastaların dosyaları retrospektif olarak incelenerek 353 hasta çalışmaya dâhil edildi. Araştırmaya dâhil edilen her hastanın ameliyat öncesi demografik bilgileri, operasyon tipi, hemogloblin, hematokrit düzeyleri, kreatinin değerleri kaydedildi. Postoperatif dönemde serum kreatinin değeri ve idrar çıkış miktarı kullanılarak günlük olarak RIFLE, KDIGO ve AKIN skoru belirlendi. Verilerin değerlendirilmesinde ROC analizi ve logistik regresyon analizi kullanıldı.

Bulgular: Araştırma grubumuzda KDIGO ve AKIN sınıflamalarına göre %28.6'sının RIFLE sınıflamasına göre ise %29.4'ünün herhangi bir ABH evresinde olduğu bulundu. Çalışmamızda, RIFLE, AKIN ve KDIGO sınıflamalarına göre böbrek yetmezliği gelişimi ile ileri yaş, CABG ve kapak cerrahisinin birlikte yapılması, uzun pompa süresi, düşük preoperatif hemoglobin düzeyi, yüksek bazal kreatinin değeri, yüksek peroperatif kan transfüzyonu, uzun süre yoğun bakımda kalış arasında anlamlı ilişki olduğu gösterildi. Çalışmamızda, hastane mortalitesinin tahmininde ROC eğrisi altındaki alan RIFLE, AKIN ve KDIGO sınıflamaları için sırasıyla benzer şekilde 0.956, 0.957, 0.956 olarak anlamlı bulun.

Sonuç: Çalışmamızda, RIFLE, AKIN ve KDIGO sınıflamaları arasında mortalite tahmininde anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Anahtar kelimeler: akut böbrek hasarı, kardiyak cerrahi, hastane mortalitesi

ABSTRACT

Objective: Acute Kidney Injury (AKI) occurring after cardiac surgery is commonly seen and has serious effects on early and late postoperative outcomes. The primary objective of this retrospective study was to determine the incidence of acute renal injury using RIFLE, KDIGO and AKIN classifications in patients with normal renal function and to determine the risk factors involved in the development of acute renal injury. The secondary aim was to determine the relationship between these three classifications and risk factors with early mortality.

Method: Patients who had undergone cardiovascular surgery with the aid of CPB between 2011 and 2015 at Manisa Celal Bayar University Medical Faculty Cardiovascular Surgery Clinic were examined retrospectively and 353 patients were included in the study. Preoperative demographic information, operation type, hemoglobin, hematocrit levels, and creatinine values of each patient were recorded. RIFLE, KDIGO and AKIN scores were determined daily using serum creatinine values and urine outputs in the postoperative period. ROC analysis and logistic regression analysis were used in the evaluation of the data.

Results: According to the KDIGO, AKIN classifications, 28.6%, and RIFLE classifications, 29.4% of the research group were found to be in any AKI stage, respectively. According to RIFLE, AKIN and KDIGO classifications in our study, there was a significant relationship between the development of renal injury with advanced age, combined CABG-valve surgery, longer pump duration, low preoperative hemoglobin level, high baseline creatinine value, high perioperative blood transfusion and long-term intensive care unit stay. The area under the receiver operating characteristic curve for hospital mortality was similarly found to be 0.956, 0.957, 0.956 for the RIFLE, AKIN and KDIGO classifications, respectively.

Conclusion: In our study, there was no significant difference in mortality estimation among RIFLE, AKIN and KDIGO classifications.

Keywords: acute kidney injury, cardiac surgery, hospital mortality

Received: 2 December 2019

Accepted: 3 February 2020

Publication date: 31 March 2020

Yasin Levent Uğur

Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fak.

Anesteziyoloji ve Reanimasyon

Anabilim Dalı

Yoğun Bakım Bilim Dalı

İzmir - Türkiye

✉ leventugr@gmail.com

ORCID: 0000-0003-3167-3139

A. Açikel 0000-0002-6246-9731

T. Öztürk 0000-0003-2865-5722

M. Çivi 0000-0002-8239-8037

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fak.

Anesteziyoloji ve Reanimasyon

Anabilim Dalı

Manisa - Türkiye

F. Yıldırım 0000-0002-1577-0281

D. A. Şenarslan 0000 0002 3316 6707

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fak.

Kalp ve Damar Cerrahisi Anabilim Dalı

Manisa - Türkiye

B. C. Özyurt 0000-0001-5377-4593

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fak.

Halk Sağlığı Anabilim Dalı

Manisa - Türkiye

GİRİŞ

Kardiyopulmoner bypass (KPB) sonrası oluşan akut böbrek hasarı (ABH) sık görülmekte, ayrıca postoperatif erken ve geç dönem sonuçlar üzerinde ciddi etkiler oluşturmaktadır. ABH sıklığı %20-30 aralığında değişmekle birlikte, mortalitesi %50'yi aşan ciddi bir komplikasyondur ^[1,2]. ABH gelişen hastalarda infeksiyon sıklığında belirgin artış, hastane kalış süresinde uzama, yüksek mortalite oranları ve hastane harcamalarında artış görülmektedir ^[3]. ABH konusundaki farklı tanımların yapılması, farklı sınıflama kriterlerinin kullanılması araştırmalarda hasta gruplarının kıyaslanabilirliğini güçleştirmektedir. Bu amaçla 2004 yılında RIFLE (Risk-Injury-Failure-Loss-End stage) ^[4], 2006 yılında AKIN (Akut Kidney Injury Network) ^[5], 2012 yılında ise KDIGO (The Kidney Disease: Improving Global Outcomes) ^[6] sınıflamaları geliştirilmiştir. Aralarında farklılıklar olsa da bu sınıflamalar akut böbrek hasarının varlığını veya şiddetini tanımlamak için serum kreatinin düzeyi, saatlik idrar çıkışı veya GFR'yi (glomerüler filtrasyon hızı) baz almaktadır. RIFLE, KDIGO ve AKIN sınıflamalarının akut böbrek hasarı tanısındaki korelasyonlarının iyi olduğu ^[7]; KDIGO kriterlerinin prognostik gücünün RIFLE ve AKIN kriterlerinden daha fazla olduğu gösterilmiştir ^[8]. AKIN sınıflamasının mortalite tahmininde RIFLE sınıflamasına göre daha duyarlı, sıklık tahmininde ise AKIN ve KDIGO sınıflamalarının benzer olduğu belirtilmektedir ^[9]. Çalışmamızda planlandığı üzere RIFLE, AKIN ve KDIGO sınıflamalarının kardiyak cerrahi geçiren hastalarda akut böbrek hasarı sıklığının ve mortalite ile olan ilişkisinin saptanmasındaki etkinliklerinin karşılaştırılmasının ileride yapılacak çalışmalara ışık tutacağını düşünmekteyiz. Bu retrospektif çalışmanın birincil amacı, KPB eşliğinde kardiyovasküler cerrahi geçiren ve böbrek fonksiyonları normal olan hastalarda RIFLE, KDIGO ve AKIN sınıflamaları aracılığı ile cerrahi sonrası akut böbrek hasarı sıklığının saptanması ve akut böbrek hasarı gelişiminde rol alan risk faktörlerinin belirlenmesi iken, sekonder amacı ise bu üç sınıflamanın ve risk faktörlerinin erken mortalite ile ilintisini saptamaktır.

GEREÇ ve YÖNTEM

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi Yerel Etik Kurulu 24/03/16-20478486-107 onayı sonrası, MCBÜTF Kalp Damar Cerrahisi Kliniğinde 2011-2015 tarihlerinde KPB eşliğinde kardiyovasküler cerrahi geçiren ve sonrasında KDC yoğun bakım servisinde izlenen hastaların epikriz, anestezi kartı, yoğun bakım takip formu retrospektif olarak incelendi. Üç yüz elli üç hasta çalışmaya dâhil edildi. Önceden bilinen böbrek yetmezliği olan, renal transplantasyon uygulanmış, preoperatif kreatinin düzeyi >2,5 mg/dL, peroperatif ve postoperatif ilk 24 saat içinde exitus olan hastalar çalışmaya dâhil edilmedi. Hastaların ameliyat öncesi demografik bilgileri, operasyon çeşidi, preoperatif APACHE II skoru ve laboratuvar değerleri kaydedildi. Preoperatif kreatinin değeri bazal değer olarak kabul edildi. Ameliyat sırasındaki hemodinamik veriler, kross klemp ve pompa süresi, ameliyat süresince idrar çıkışı, yapılan kan replasmanı, inotrop kullanımı, pompa öncesi ve sonrası hemoglobin değeri kaydedildi. KDC Yoğun Bakım Ünitesi takiplerinde sürekli renal replasman tedavisi gereksinimi, diüretik kullanımı, inotropik ajan kullanımı, mekanik ventilatör tedavisi, SOFA skoru, nefrotoksik ilaç kullanımı ve idrar çıkışı kaydedildi. Hastaların günlük olarak RIFLE, KDIGO ve AKIN skoru hesaplanarak yatış boyunca en yüksek değer kaydedildi. Hastaların yoğun bakımda ve hastanede kalış sürelerinin yanında ölüm ve taburculuk durumları da değerlendirilmeye alındı. Çalışmaya alınan hastaların ameliyatlarında standart anestezi yönetimi uygulanmıştır. Anestezi indüksiyonu amacı ile, Fentanil 0.3 mcg/kg/iv, Midazolam 0.1 mg/kg/iv, Rokuronyum 0.6 mg/kg/iv, idame fentanil 30-50 mcg/kg infüzyon, 1-2 mg aralıklı bolus midazolam, 0,5:0,5 oranında oksijen-hava karışımı ve BIS'i %50'de tutacak oranda sevofluran inhalasyonu ile sağlanmıştır. Yeterli oksijenizasyon, 0.6 ml/kg tidal volümde ve PaCO₂ düzeyini 35-40 mmHg arasında tutacak kontrollü solunum hedeflenmiştir. KPB sırasında perfüzyon roller perfüzyon pompası (STOCKERT S3 Roller pump 10S6003 Germany) ile hesaplanan uygun

akımda sürdürülmüş olup, KPB süresince kan basıncı 60-80 mmHg hedeflenmiştir. Perioperatif dönemde ortalama arteriyel basıncın 60-80 mmHg, CVP'nin 10-14 mmHg, idrar çıkışının 0,5-1 ml/kg/saat tutulacak şekilde sıvı gereksinimi Isolyte S (Eczacıbaşı-Baxter) ve Gelofusine (B.Braun Medikal) ile sağlanmıştır. Pompa çıkışı eritrosit transfüzyonu kan gazı değerindeki hemotokrit değerine göre yapılmış olup, hemotokrit değeri, KPB sırasında %21, KPB sonrası ve yoğun bakımda %30, hemodinamik instabilite ve/veya EKG'de miyokard iskemisi bulguları varlığında KPB sonrası daha yüksek değerler (Hct %30-35) hedeflenmiştir.

Veri analizi: Araştırma sonucu elde edilen verilerin istatistiksel analizi için SPSS (statistical package for social sciences for Windows 15.0) paket programı kullanıldı. Veriler değerlendirilirken tanımlayıcı istatistiksel analizde ortalama, standart sapma, aralık ve yüzde dağılımlarla değerlendirildi. Shapiro Wilk testi ile verilerin normal dağılımı değerlendirildi. Kategorik değişkenlerin değerlendirilmesi için "Ki-kare testi" ve "Fisher Ki-kare testi", sürekli parametrik değişkenlerin değerlendirilmesinde bağımsız örneklerde T testi, sürekli nonparametrik değişkenlerin değerlendirilmesinde Mann-Whitney testi uygulandı. İleri analizde logistik regresyon analizi yapıldı. Verilerin ROC analizinde ve ROC analizinin karşılaştırılmasında Medcalc istatistik programı kullanıldı. Tüm analitik değerlendirmelerde $p < 0.05$ anlamlılık sınırı değeri olarak kabul edildi.

BULGULAR

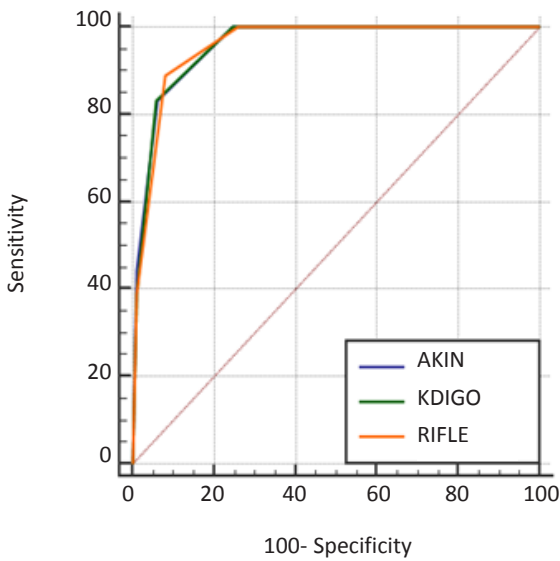
Çalışmamıza dâhil edilen 353 hastanın yaş ortalaması 60.1 ± 12.4 , %36,5'i kadın, %63,5'i erkek ve VKİ ortalaması 26.8 ± 4.1 'dir. Hastaların %77,1'i en az bir kronik hastalığa sahip olup, %27,8'i sadece hipertansiyon, %15'i diyabet, %27,8'i hipertansiyon ve diyabet, %6,5'i diğer hastalıklardır (KOA, SVO, tiroid patolojisi, epilepsi, infektif endokardit ve periferik arter hastalığı). Araştırma grubunun ameliyat tipi %68,3'ü CABG, %17,0'ü aort kapak ve/veya mitral kapak, %5,4'sü CABG ve kapak, %9,3'ü aort diseksi-

yonu ve ASD cerrahisidir. Araştırma grubunun pompa süresince OAB ortalaması 64.1 ± 1.8 mmHg, pompa süresi ortalaması 84.5 ± 42.2 dk., kross klemp süresi ortalaması 55.0 ± 37.6 dk.'dır. Hastaların bazal kreatinin değeri ortalaması 0.9 ± 0.2 mg/dL, GFR hızı ortalaması 91.2 ± 31.6 ve preoperatif hemoglobin düzeyi ortalaması 13.1 ± 1.8 g/dL'dir. Araştırma grubunun %94,9'u taburcu, %5,1'i exitus olmuştur. Hastaların KDIGO ve AKIN sınıflamalarına göre %28,6'sının, RIFLE sınıflamasına göre %29,4'ünün herhangi bir ABH evresinde olduğu belirlenmiştir. Çalışmamızda, hastane ölümlerinin tamamı KDIGO, AKIN ve RIFLE sınıflamalarına göre herhangi bir ABH evresi olan hastalarda görülmüştür. KDIGO ve AKIN sınıflamasına göre herhangi bir evre ABH olanların %17,8'inde, RIFLE sınıflamasına göre %17,1'inde ölüm meydana gelmiştir. RIFLE ve AKIN/KDIGO sınıflamasına göre ABH olanların yaş ortalaması istatistiksel açıdan anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur. AKIN/KDIGO sınıflamasına göre ABH olma oranı kronik hastalığa sahip olanlarda istatistiksel açıdan anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur. RIFLE, AKIN/KDIGO sınıflamalarına göre ABH olma oranı redo cerrahilerde ve aynı seansta CABG - kapak cerrahisi geçirenlerde istatistiksel açıdan anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur. RIFLE, AKIN/KDIGO sınıflamalarına göre ABH olanlarda pompa süresi ve kross klemp süresi ortalaması, peroperatif ve postoperatif kan transfüzyonu ortalaması istatistiksel açıdan anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur (Tablo 1). RIFLE sınıflamasına göre ABH olanlarda preoperatif APACHE II skor ortalaması istatistiksel açıdan anlamlı olarak daha düşük bulunmuştur. AKIN/KDIGO sınıflamasına göre ABH olanlarda preoperatif APACHE II skor ortalaması, bazal kreatinin değeri ortalaması istatistiksel açıdan anlamlı olarak daha yüksek, preoperatif hemoglobin düzey ortalaması ve GFR düzeyi ortalaması ise istatistiksel açıdan anlamlı olarak daha düşük bulunmuştur (Tablo 2). RIFLE, AKIN ve KDIGO sınıflamalarına göre ABH evresi arttıkça istatistiksel açıdan mortalite oranının anlamlı olarak arttığı bulunmuştur (Tablo 3). AKIN, RIFLE ve KDIGO sınıflandırılmaları ile hastane

Tablo 1. RIFLE, AKIN/KDIGO sınıflandırmasına göre ABH İle operasyon özellikleri arasındaki ilişki.

	RIFLE Sınıflaması			AKIN/ KDİGO Sınıflaması		
	AKI (-)	AKI (+)	P	AKI (-)	AKI (+)	P
Ameliyat						
Acil	5 (% 45,5)	6 (% 54,5)	0.09	5 (%45,5)	6 (%54,5)	0.084*
Elektif	243 (% 71.1)	99 (%28.9)		247 (%72.2)	95 (27.8)	
Redo cerrahi						
Evet	0 (0)	5 (% 100.0)	0.002*	0 (0)	5 (% 100.0)	<0.001*
Hayır	248 (% 71.8)	100 (% 28.7)		252 (% 72.4)	96 (% 27.6)	
Cerrahi tipi						
CABG	176 (% 73.0)	65 (% 27.0)	0.004*	177 (% 73.4)	64 (% 26.6)	0.001*
AK ve MK cerrahisi	42 (% 70.0)	18 (% 30.0)		43 (% 71.7)	17 (% 28.3)	
CABG ve Kapak cerrahisi	6 (% 36.8)	7 (% 63.2)		6 (% 31.6)	13 (% 68.4)	
Pompa süresince OAB	64.1±1.7	64.3±2.0	0.315	64.1±1.7	64.3±1.9	0.208
Pompa süresi/dk.	79.6±38.7	96.0±47.6	0.001**	81.1±40.9	92.9±44.3	0.017**
Kross klemp süresi/dk.	51.8±35,5	62.6±41.4	0.01**	53.1±37.1	59.8±38.7	0.128
Per-op kan transfüzyonu	1.4±0.7	1.7±1.2	0.006**	1.4±0.7	1.7±1.1	0.005**
Post-op kan transfüzyonu	0.9±0.7	1.2±0.8	0.007**	1.0±0.7	1.2±0.8	0.01**

*Fisher ki-kare **Student's t test



Şekil 1. Hastane Mortalitesi için AKIN, KDİGO ve RIFLE Sınıflaması ROC Eğrisi Karşılaştırılması.

mortalitesi için ROC eğrisi altındaki alan sırasıyla 0.957 (%95 GA:0.930- 0.97, $p<0.001$), 0.956 (%95 GA: 0.929-0.975, $p<0.001$) ve 0.956 (GA:%95 0.929-

0.975, $p<0.001$) istatistiksel olarak anlamlı bulunurken, hastane mortalitesi için AKIN/KDIGO (%95 GA:-0.003-0.005, $p=0.7$), AKIN/RIFLE (%95 GA: 0.012-0.015, $p=0.8$), ve KDİGO/RIFLE (%95 GA: -0.013-0.014, $p=0.9$) sınıflandırmalarının AUC'leri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (Şekil 1). RIFLE sınıflamasına göre regresyon analizinde, yaşta her bir yıl artışında 1.030 (1.002-1.058) kat, CABG ve kapak cerrahisi birlikteliği 4.404 (1.443-13.446) kat ABH gelişme riskini artırdığı bulunmuştur. Preoperatif hemoglobin düzeyinde her bir değer artışı RIFLE sınıflamasına göre ABH gelişmesi açısından koruyucu olarak bulunmuştur (Tablo 4). AKIN ve KDİGO sınıflamalarına göre regresyon analizinde, yaşta her bir yıl artışında 1.062 (1.027-1.097) kat, CABG ve kapak cerrahisi birlikteliği 5.491 (1.755-17.177) kat ve bazal kreatinin düzeyinin her bir değer artışı 27.286 (1.755-17.177) kat ABH gelişme riskini artırdığı bulunmuştur. Preoperatif hemoglobin düzeyinde her bir değer artışı AKIN ve KDİGO sınıflamasına göre ABH gelişmesi açısından koruyucu olarak bulunmuştur (Tablo 5).

Tablo 2. RIFLE, AKIN/KDIGO sınıflandırmasına göre ABH ile ameliyat öncesi ve sonrası özellikleri arasındaki ilişki.

Değişkenler	RIFLE Sınıflaması			AKIN/ KDIGO Sınıflaması		
	AKI (-)	AKI (+)	P	AKI (-)	AKI (+)	P
Preop APACHE II skoru	5.1±2.5	5.8±2.7	0.019	5.0±2.4	6.0±2.8	0.002
Bazal Kreatinin Değeri	0.89±0.23	0.93±0.32	0.172	0.87±0.23	0.98±0.31	<0.001
GFR	90.9±29.2	91.9±36.7	0.785	93.4±29.1	85.5±36.6	0.034
pre-op HGB düzeyi	13.3±1.7	12.6±1.9	0.001	13.3±1.7	12.5±1.9	<0.001
SOFA 1. gün	3.2±1.3	5.4±2.7	<0.001	3.2±1.2	5.6±2.7	<0.001
SOFA 3. gün	1.1±1.0	3.4±3.8	<0.001	1.1±1	3.5±3.8	<0.001
SOFA 5. gün	1 (0,5-2)	4 (2,5-7)	0.001*	1 (1-2)	4,5 (3-7,5)	<0.001*

* Mann-Whitney U Test

Tablo 3. RIFLE, AKIN ve KDIGO sınıflaması ile mortalite arasındaki ilişki.

		Hastaneden Çıkış (Sayı, %)			P
		Ölüm	Şifa		
RIFLE	Non-AKI	0 (0)	248 (100.0)	<0.001	
	R-Risk	2 (3.2)	60 (96.8)		
	I-Injury	9 (28.1)	23 (71.9)		
	F-Failure	7 (63.6)	4 (36.4)		
AKIN	Non AKI	0 (0)	252 (100.0)	<0.001	
	Evre 1	3 (4.6)	62 (95.4)		
	Evre 2	7 (29.2)	17 (70.8)		
	Evre 3	8 (66.7)	4 (33.3)		
KDIGO	Non AKI	0 (0)	252 (100.0)	<0.001	
	Evre 1	3 (4,5)	63 (95,5)		
	Evre 2	8 (33.3)	16 (66.7)		
	Evre 3	7 (63.6)	4 (36.4)		

TARTIŞMA

Çalışmamızda, hastaların KDIGO ve AKIN sınıflamalarına göre %28.6'sının, RIFLE sınıflamasına göre %29.4'ünün herhangi bir ABH evresinde olduğu belirlenmiştir. Bastin ve ark.^[9] kardiyak cerrahi geçiren 1881 hasta ile yapmış oldukları çalışmada, KDIGO ve AKIN sınıflamalarına göre %25.9'unun, RIFLE sınıflamasına göre %24.9'unun herhangi bir ABH evresinde olduğunu belirtmişlerdir. Sampaio ve ark.^[8] çalışmalarında, ABH sıklığı RIFLE sınıflamasına göre %15, AKIN sınıflamasına göre %51, KDIGO sınıflamasına göre %19 olarak bulunmuştur. Haase ve ark.^[10] kardiyak cerrahi sonrası 282 hastayı inceledikleri prospektif

Tablo 4. RIFLE sınıflamasına göre ABH gelişimi ile ilişkili faktörler, lojistik regresyon analizi indirgenmiş son model.

Değişkenler	Beta	P	OR	% 95 GA
Yaş	0.029	0.033	1.030	1.002-1.058
Cerrahi tipi				
CABG			1.0	
Aort ve mitral kapak	0.422	0.342	1.525	0.638-3.642
CABG ve kapak	1.483	0.009	4.404	1.443-13.446
Pre-op HGB düzeyi	-0.205	0.011	0.815	0.696-0.953

Tablo 5. AKIN ve KDIGO sınıflamasına göre ABH gelişimi ile ilişkili faktörler, lojistik regresyon analizi indirgenmiş son model.

Değişkenler	Beta	P	OR	% 95 GA
Yaş	0.060	<0.001	1.062	1.027-1.097
Cerrahi Tipi				
CABG			1.0	
Aort ve Mitral Kapak	0.259	0.568	1.296	0.532-3.155
CABG ve Kapak	1.703	0.003	5.491	1.755-17.177
Pre-op HGB düzeyi	-0.201	0.017	0.818	0.693-0.965
Bazal Kreatinin Değeri	3.306	0.001	27.286	3.921-189.863

çalışmada, herhangi bir evredeki ABH'nı RIFLE sınıflamasına göre %45.8, AKIN sınıflamasına göre %44.7 olarak belirlenmiştir. Robert ve ark.^[11] 25086 hastayı dâhil ettikleri çalışmada, ABH sıklığını AKIN sınıflamasına göre %30, RIFLE sınıflamasına göre %31 olarak bulmuşlardır. Çalışmamızda, RIFLE, AKIN ve KDIGO sınıflamalarına göre herhangi bir evrede ABH gelişen hastalarda yaş ortalaması daha yüksek bulunmuştur. Yapılan lojistik regresyon analizinde, ileri yaş artışının RIFLE, AKIN ve KDIGO sınıflamalarına göre ABH gelişme riskini artırdığı bulunmuştur. Çalışmamıza ben-

zer şekilde Enger ve ark.^[12] 1015 kardiyak cerrahi geçiren hastayı değerlendirdikleri çalışmalarında, her bir yaş artışının ABH gelişme riskini 1.19 kat (% 95 GA 1.02-1.39) arttırdığı göstermiştir. Çalışmamızda, RIFLE, AKIN ve KDIGO sınıflamasına göre ABH gelişmesi CABG ve kapak cerrahisi birlikte yapılanlarda anlamlı olarak daha yüksek bulunmuş olup, Haase ve ark.^[10] da çalışmalarında benzer sonuçlar bulmuşlardır. Çalışmamızda, CABG ve kapak cerrahisi birlikte yapılan hastaların kronik hastalık oranı daha yüksek, preoperatif hemoglobin değeri daha düşük, yaş ortalaması ise daha yüksek saptanmıştır. Bu durum ABH gelişmesini etkilemiş olabilir. Çalışmamızda yapılan logistik regresyon analizi sonucunda operasyon tipi CABG ve kapak cerrahisi birlikteliğini RIFLE, AKIN ve KDIGO sınıflamalarına göre ABH gelişme riskini artırdığı bulunmuştur. Çalışmamızda her 3 sınıflamaya göre ABH gelişen hastalarda ortalama pompa süresi anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur. Bastin ve ark.^[9] çalışmalarında, AKIN ve KDIGO sınıflamasına göre ABH evresi yüksek olanlarda KPB pompa süresinin uzun olduğunu göstermiştir. Yapılan bir meta-analizde ABH gelişen hastaların ortalama KPB süresinin ABH gelişmeyenlere kıyasla anlamlı derecede uzun olduğu, ayrıca daha uzun KPB ve kross klemp sürelerinin artmış kardiyak cerrahi ilişkili akut böbrek hasarı sıklığıyla güçlü bir şekilde ilişkili olduğu gösterilmiştir^[2]. Park ve ark.^[13] çalışmalarında, KPB pompa süresinin uzun olmasının (>120 dk.) KDIGO sınıflamasına göre ABH gelişme riskini 2.64 kat (%95 GA 1.18-5.91) artırdığını göstermiştir. Bizim çalışmamızda ise, RIFLE sınıflamasına göre ABH gelişen hastalarda kross klemp süresinin daha uzun olduğu anlamlı olarak ilişkili bulunmuş iken, AKIN ve KDIGO sınıflamalarına göre ABH olan olgular değerlendirildiğinde kross klemp süresi ile anlamlı bir ilişki saptanmamıştır. Çalışmamızda yapılan logistik regresyon analizi sonucunda bazal kreatinin her bir değer artışı AKIN ve KDIGO sınıflamalarına göre ABH gelişme riskini artırdığı bulunmuştur. Loef ve ark.^[14] kardiyak cerrahi geçiren 843 hastayı dâhil ettikleri çalışmada da bazal kreatinin değeri ve GFR değerinin ABH gelişmesi ile ilişkili olmadığını belirtirken; Wijesundera ve ark.^[15] 20131 hastayı dâhil ettikleri retrospektif çalışmalarda,

kardiyak cerrahi sonrası RRT gereken hastalarda bazal kreatinin değerinin anlamlı olarak daha yüksek, GFR düzeyinin ise anlamlı olarak daha düşük olduğunu göstermiştir. Hobson ve ark.^[16] 2973 hastayı retrospektif inceledikleri çalışmada ise, RIFLE sınıflamasına göre ABH gelişmesi ile ortalama bazal kreatinin düzeyi arasında anlamlı bir ilişki saptanmamış iken GFR düzeyi anlamlı olarak düşük bulunmuştur. Çalışmamızda, ABH gelişen olgularımızın preoperatif ortalama Hb'leri 12.6±1.9 (RIFLE) ve 12.5±1.9 (AKIN ve KDIGO) idi. Preoperatif hemoglobin düzeyi RIFLE, AKIN ve KDIGO sınıflamalarına göre ABH gelişmesinde bağımsız risk faktörü olarak bulundu. Çalışmamızı destekler şekilde Kim ve ark.^[17] 702 hastayı dâhil ettikleri çalışmada, preoperatif hemoglobin düzeyinin <10 mg/dL olmasının RIFLE sınıflamalarına göre ABH gelişme riskini 2.58 kat (%95 GA 1.13-5.87); Erdost ve ark.^[18] ise preoperatif hemoglobin düzeyinin <9 mg/dL olmasının RIFLE sınıflamasına göre ABH gelişme riskini 2.83 kat (%95 GA 1.15-6.92) artırdığını göstermiştir. Ancak Sampaio ve ark.^[8] yapmış olduğu çalışmada, RIFLE, AKIN ve KDIGO sınıflamalarına göre ABH gelişmesiyle ortalama preoperatif hemoglobin düzeyi arasında anlamlı bir ilişki saptanmamıştır. Karkouti ve ark.^[19] 500 kardiyak cerrahi geçiren hastalar üzerinde yapmış olduğu çok merkezli çalışmada, preoperatif anemiyi ve perioperatif eritrosit transfüzyonunu azaltmaya yönelik stratejilerin ABH'ne karşı koruma sağlayabileceğini göstermiştir. Karkouti ve ark.^[20] preoperatif anemisi olan 60 hasta üzerinde yaptığı kontrollü randomize çalışmada ise, anemik hastalarda profilaktik eritrosit transfüzyonunun ABH'ne karşı koruyucu olabileceği belirtilmiştir.

Çalışmamızda, RIFLE, AKIN ve KDIGO sınıflamalarına göre ABH gelişenlerde ortalama peroperatif kan transfüzyonu anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur. Koch ve ark.^[21] da benzer olarak kan transfüzyonlarının inflamatuvar yan etkilerine bağlı olarak ABH nedeni olabileceğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda, postoperatif dönemde de ABH gelişenlerde hastalarda ortalama postperatif kan transfüzyonu da anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur. Benzer şekilde Freeland ve ark.^[22] kardiyak cerrahi

sonrası kan transfüzyonun ABH gelişiminde bağımsız risk faktörü olduğunu göstermişlerdir. Kan transfüzyonun amacı dokuya oksijen iletimini arttırarak organ foksiyonunu iyileştirmek olsa da, transfüze edilen eritrositlerde depolama sonucu meydana gelen değişikliklerin proenflamatuar süreçleri aktive ederek, doku oksidatif hasarı arttırarak veya lökosit ve koagülasyon kaskadını aktive ederek organ hasarına katkıda bulunabileceği belirtilmektedir [23,24].

Çalışmamızda, RIFLE, AKIN ve KDIGO sınıflamalarına göre ABH gelişenlerde 1. gün, 3. gün ve 5. gün SOFA skorları anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur. Literatürde de bu bulguları destekleyen çalışmalar mevcuttur [25,26]. Araştırma grubumuzda RIFLE, AKIN ve KDIGO sınıflamalarına göre ABH evresi arttıkça mortalitenin anlamlı olarak arttığı bulunmuştur. Benzer şekilde Englberger ve ark. [27] kardiyak cerrahi sonrası 4836 hastayı dâhil ettikleri retrospektif çalışmada RIFLE ve AKIN sınıflamalarına göre ABH evresi arttıkça hastane mortalitesinin de arttığını belirtmişlerdir. Yapılan çalışmalarda, hastane mortalitesi RIFLE ve AKIN sınıflamalarına göre herhangi bir evrede böbrek yetmezliği olanlarda anlamlı olarak daha yüksek olduğu gösterilmiştir [28-33]. Pickering ve ark. [34] 46 çalışmayı dâhil ederek yapmış oldukları meta analizde KPB ile ilişkili ABH gelişen hastalarda ameliyat sonrası dönemde erken ölüm oranlarını belirgin şekilde arttığını göstermiştir. Çalışmamıza benzer şekilde literatürde KDIGO ve AKIN sınıflamalarının 28 günlük mortalite ile ilişkili olduğu; RIFLE ve KDIGO sınıflamalarına göre ABH gelişenlerde mortalite oranının daha yüksek gösterilmiştir [35,36].

Araştırma grubumuzda hastane mortalitesinin tahmininde ROC eğrisi altındaki alan RIFLE, AKIN ve KDIGO sınıflamalarında benzer şekilde anlamlı bulunmuş olup, birbirleriyle karşılaştırıldığında sınıflamalar arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Hastane mortalitesi tahmininde AKIN ve RIFLE sınıflamaları için ROC eğrisi altında kalan alanı sırasıyla Haase ve ark. [10] 0.94, 0.91; Yan ve ark. [30] 0.79, 0.73; Lopes ve ark. [37] 0.75, 0.73; Robert ve ark. [11] ise 0.79, 0.78 olarak anlamlı bulunmuş olup, çalışmamıza benzer ola-

rak bu 2 sınıflama arasında mortalite tahmininde anlamlı bir fark bulunamamıştır. Çalışmamızdan farklı olarak Chang ve ark. [38] mortalite tahmininde RIFLE ve AKIN sınıflamaları için ROC eğrisi altında kalan alanı sırasıyla 0.73 ve 0.72 olarak anlamlı bulmuş olup, RIFLE sınıflamasının tahmin gücünün AKIN sınıflamasına göre daha üstün olduğunu belirtmişlerdir. Bastin ve ark. [9] ise mortalite tahmininde AKIN (0.86) sınıflamasının RIFLE (0.78) sınıflamasına kıyasla ROC eğrisi altındaki alanı daha yüksek bulmuşlardır. Roy ve ark. [39] 637 hasta üzerinde yapmış oldukları prospektif çalışmada, mortalite tahmininde ROC eğrisi altında kalan alanı KDIGO, AKIN ve RIFLE sınıflamaları için sırasıyla 0.74, 0.72, 0.76 olarak bulunmuştur. Peng ve ark.'nın [35] yoğun bakımda yatan 211 hastanın değerlendirildiği retrospektif çalışmada, mortalite için KDIGO ve AKIN sınıflamalarında ROC eğrisi altında kalan alanı sırasıyla 0.668 ve 0.647 olarak bulunmuştur.

SONUÇ

Çalışmamızdaki hastaların KDIGO ve AKIN sınıflamalarına göre %28.6'sı, RIFLE sınıflamasına göre ise %29.4'ü herhangi bir ABH evresinde olduğu bulunmuştur. Çalışmamızın logistik regresyon analizi sonucunda her 3 sınıflamaya göre de, her bir yaş artışı ve CABG ve kapak cerrahisi birlikteliği ABH gelişme riskini artırır iken, preoperatif hemoglobin düzeyinde her bir değer artışının koruyucu olduğu saptanmıştır. Buna ek olarak AKIN ve KDIGO sınıflamalarına göre, bazal kreatinin düzeyinde her bir değer artışı ABH gelişme riskini artırmıştır. Çalışmamızda, hastane mortalitesinin tahmininde, RIFLE, AKIN ve KDIGO sınıflamaları için ROC eğrisi altındaki alan karşılaştırıldığında anlamlı bir fark bulunmamıştır.

KAYNAKLAR

1. Thakar CV, Worley S, Arrigain S, Yared JP, Paganini EP. Influence of renal dysfunction on mortality after cardiac surgery: Modifying effect of preoperative renal function. *Kidney Int.* 2005;67(3):1112-9. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1755.2005.00177.x>
2. Kumar AB, Suneja M, Bayman EO, Weide GD, Tarasi M.

- Association between postoperative acute kidney injury and duration of cardiopulmonary bypass: A meta-analysis. *J Cardiothorac Vasc Anesth* [Internet]. 2012;26(1):64-9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1053/j.jvca.2011.07.007>
3. Kumar AB, Suneja M. Cardiopulmonary Bypass - associated acute kidney injury. *Anesthesiology*. 2011; 114(4):964-70. <https://doi.org/10.1097/ALN.0b013e318210f86a>
 4. Bellomo R, Ronco C, Kellum JA, Mehta RL, Palevsky P, Acute Dialysis Quality Initiative workgroup. Acute renal failure - definition, outcome measures, animal models, fluid therapy and information technology needs: the Second International Consensus Conference of the Acute Dialysis Quality Initiative (ADQI) Group. *Crit Care* [Internet]. 2004;8(4):R204-12. <https://doi.org/10.1186/cc2872>
 5. Mehta RL, Kellum JA, Shah S V., Molitoris BA, Ronco C, Warnock DG, et al. Acute kidney injury network: Report of an initiative to improve outcomes in acute kidney injury. *Crit Care*. 2007;11(2):1-8. <https://doi.org/10.1186/cc5713>
 6. Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) Acute Kidney Injury Work Group. KDIGO Clinical Practice Guideline for Acute Kidney Injury. *Kidney inter., Suppl*. 2012;2:1-138.
 7. Neves M, Fidalgo P, Gonçalves C, Leitão S, Santos RM, Carvalho A, et al. Acute kidney injury in an internal medicine ward in a Portuguese quaternary hospital. *Eur J Intern Med* [Internet]. 2014;25(2):169-72. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejim.2013.09.007>
 8. Sampaio MC, Máximo CAG, Montenegro CM, Mota DM, Fernandes TR, Bianco ACM, et al. Comparison of Diagnostic Criteria for Acute Kidney Injury in Cardiac Surgery. *Arq Bras Cardiol*. 2013;18-25. <https://doi.org/10.5935/abc.20130115>
 9. Bastin AJ, Ostermann M, Slack AJ, Diller GP, Finney SJ, Evans TW. Acute kidney injury after cardiac surgery according to Risk/Injury/Failure/Loss/End-stage, Acute Kidney Injury Network, and Kidney Disease: Improving Global Outcomes classifications. *J Crit Care* [Internet]. 2013;28(4):389-96. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcrc.2012.12.008>
 10. Haase M, Bellomo R, Matalanis G, Calzavacca P, Dragun D, Haase-Fielitz A. A comparison of the RIFLE and Acute Kidney Injury Network classifications for cardiac surgery-associated acute kidney injury: A prospective cohort study. *J Thorac Cardiovasc Surg* [Internet]. 2009;138(6):1370-6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtcvs.2009.07.007>
 11. Robert AM, Kramer RS, Dacey LJ, Charlesworth DC, Leavitt BJ, Helm RE, et al. Cardiac surgery-associated acute kidney injury: A comparison of two consensus criteria. *Ann Thorac Surg*. [Internet]. 2010;90(6):1939-43. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.athoracsur.2010.08.018>
 12. Enger TB, Pleym H, Stenseth R, Greiff G, Wahba A, Videm V. A Preoperative multimarker approach to evaluate acute kidney injury after cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. [Internet]. 2017;31(3):837-46. Available from: <http://dx.doi.org/10.1053/j.jvca.2016.10.005>
 13. Park SK, Hur M, Kim E, Kim WH, Park JB, Kim Y, et al. Risk factors for acute kidney injury after congenital cardiac surgery in infants and children: A retrospective observational study. *PLoS One*. 2016;11(11):1-15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0166328>
 14. Loeff BG, Epema AH, Smilde TD, Henning RH, Ebels T, Navis G, et al. Immediate Postoperative Renal Function Deterioration in Cardiac Surgical Patients Predicts In-Hospital Mortality and Long-Term Survival. *J Am Soc Nephrol*. 2005;16(1):195-200. <https://doi.org/10.1681/ASN.2003100875>
 15. Duminda N. W, Keyvan K, W.Scott B, Vivek R, Joan I. Improving the identification of patients at risk of postoperative renal failure after cardiac surgery. *Anesthesiology*[Internet]. 2006;104(1):65-72. Available from: <http://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&PAGE=reference&D=emed7&NEWS=N&AN=2006195995> <https://doi.org/10.1097/00000542-200601000-00012>
 16. Hobson CE, Yavas S, Segal MS, Schold JD, Tribble CG, Layon AJ, et al. Acute kidney injury is associated with increased long-term mortality after cardiothoracic surgery. *Circulation*. 2009;119(18):2444-53. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.108.800011>
 17. Kim WH, Park MH, Kim H-J, Lim H-Y, Shim HS, Sohn J-T, et al. Potentially Modifiable Risk Factors For Acute Kidney Injury After Surgery on The Thoracic Aorta. *Medicine (Baltimore)*. 2015;94(2):e273. <https://doi.org/10.1097/MD.0000000000000273>
 18. Erdost HA, Ozkardesler S, Akan M, Iyilikci L, Unek T, Ocmen E, et al. Comparison of the RIFLE, AKIN, and KDIGO Diagnostic Classifications for Acute Renal Injury in Patients Undergoing Liver Transplantation. *Transplant Proc* [Internet]. 2016;48(6):2112-8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.transproceed.2016.03.044>
 19. Karkouti K, Wijeyesundera DN, Yau TM, Callum JL, Cheng DC, Crowther M, et al. Acute kidney injury after cardiac surgery. Focus on modifiable risk factors. *Circulation*. 2009;119(4):495-502. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.108.786913>
 20. Karkouti K, Wijeyesundera DN, Yau TM, McCluskey SA, Chan CT, Wong P, et al. Advance Targeted Transfusion in Anemic Cardiac Surgical Patients for Kidney Protection. *Anesthesiology*. 2012;116(3):613-21. <https://doi.org/10.1097/ALN.0b013e3182475e39>

21. Koch CG, Li L, Sessler DI, Figueroa P, Hoeltge GA, Mihaljevic T, Blackstone EH. Duration of red-cell storage and complications after cardiac surgery. *N Engl J Med*. 2008;358:1229-39.
<https://doi.org/10.1056/NEJMoa070403>
22. Freeland K, Hamidian Jahromi A, Duvall LM, Mancini MC. Postoperative blood transfusion is an independent predictor of acute kidney injury in cardiac surgery patients. *J Nephropathol*. 2015; 4(4):121-6.
<https://doi.org/10.12860/jnp.2015.23>
23. Almac E, Ince C. The impact of storage on red cell function in blood transfusion. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol*. 2007;21:195-208.
<https://doi.org/10.1016/j.bpa.2007.01.004>
24. Tinmouth A, Fergusson D, Yee IC, Hebert PC. Clinical consequences of red cell storage in the critically ill. *Transfusion*. 2006;46:2014-27.
<https://doi.org/10.1111/j.1537-2995.2006.01026.x>
25. Hoste EAJ, Clermont G, Kersten A, Venkataraman R, Angus DC, Bacquer D De, et al. RIFLE criteria for acute kidney injury are associated with hospital mortality in critically ill patients: a cohort analysis. *Crit Care*. 2006;10(3):1-10.
<https://doi.org/10.1186/cc4915>
26. Pistolesi V, Napoli A Di, Fiaccodori E, Zeppilli L, Polistena F, Sacco MI, et al. Severe acute kidney injury following cardiac surgery: short-term outcomes in patients undergoing continuous renal replacement therapy (CRRT). *J Nephrol*. 2016;29(2):229-39.
<https://doi.org/10.1007/s40620-015-0213-1>
27. Englberger L, Suri RM, Li Z, Casey ET, Daly RC, Dearani JA, et al. Clinical accuracy of RIFLE and Acute Kidney Injury Network (AKIN) criteria for acute kidney injury in patients undergoing cardiac surgery. *Crit Care [Internet]*. 2011;15(1):R16.
<https://doi.org/10.1186/cc9960>
28. Bagshaw SM, George C, Bellomo R. A comparison of the RIFLE and AKIN criteria for acute kidney injury in critically ill patients. *Nephrol Dial Transpl*. 2008; 23(February):1569-74.
<https://doi.org/10.1093/ndt/gfn009>
29. Joannidis M, Metniz B, Bauer P, Schusterschitz N, Moreno R. Acute kidney injury in critically ill patients classified by AKIN versus RIFLE using the SAPS 3 database. *Intensive Care Med*. 2009;35:1692-702.
<https://doi.org/10.1007/s00134-009-1530-4>
30. Yan X, Jia S, Meng X, Dong P, Jia M, Wan J, et al. Acute kidney injury in adult postcardiotomy patients with extracorporeal membrane oxygenation: evaluation of the RIFLE classification and the Acute Kidney Injury Network criteria. *Eur J Cardio-thoracic Surg*. 2010;37(2):334-8.
<https://doi.org/10.1016/j.ejcts.2009.07.004>
31. Lassnigg A, Schmid ER, Hiesmayr M, Falk C, Druml W, Bauer P, et al. Impact of minimal increases in serum creatinine on outcome in patients after cardiothoracic surgery: Do we have to revise current definitions of acute renal failure? *Crit Care Med*. 2008;36(4):1129-37.
<https://doi.org/10.1097/CCM.0b013e318169181a>
32. Grieshaber P, Möller S, Arneth B, Roth P, Niemann B, Renz H, et al. Predicting Cardiac Surgery-Associated Acute Kidney Injury Using a Combination of Clinical Risk Scores and Urinary Biomarkers. *Thorac Cardiovasc Surg*. 2019; Feb 11.
<https://doi.org/10.1055/s-0039-1678565>
33. Wu MZ, Chen Y, Au WK, Chan D, Sit KY, Ho KL, et al. Predictive value of acute kidney injury for major adverse cardiovascular events following tricuspid annuloplasty: A comparison of three consensus criteria. *J Cardiol*. 2018 Sep;72(3):247-254. Epub 2018 Mar 26.
<https://doi.org/10.1016/j.jjcc.2018.01.018>
34. Pickering JW, James MT, Palmer SC. Acute kidney injury and prognosis after cardiopulmonary bypass: A meta-analysis of cohort studies. *Am J Kidney Dis [Internet]*. 2015;65(2):283-93. Available from: <http://dx.doi.org/10.1053/j.ajkd.2014.09.008>
35. Peng QY, Zhang LN, Ai YH, Zhang LM. Epidemiology of acute kidney injury in intensive care septic patients based on the KDIGO guidelines. *Chin Med J (Engl)*. 2014;127(10):1820-6.
<https://doi.org/10.1080/15548627.2015.1100356>
36. Rodrigues FB, Bruetto RG, Torres US, Otaviano AP, Zanetta DMT, Burdmann EA. Incidence and Mortality of Acute Kidney Injury after Myocardial Infarction: A Comparison between KDIGO and RIFLE Criteria. *PLoS One*. 2013;8(7):1-8.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0069998>
37. Lopes JA, Fernandes P, Jorge S, Gonçalves S, Alvarez A, Costa e Silva Z, et al. Acute kidney injury in intensive care unit patients: A comparison between the RIFLE and the Acute Kidney Injury Network classifications. *Crit Care*. 2008;12(4):1-8.
<https://doi.org/10.1186/cc6997>
38. Chang C-H, Lin C, Tian Y, Jenq C, Chang M, Chen Y, et al. Acute kidney injury classification. *Shock*. 2010;33(3): 247-52.
<https://doi.org/10.1097/SHK.0b013e3181b2fe0c>
39. Roy AK, Mc Gorrian C, Treacy C, Kavanaugh E, Brennan A, Mahon NG, et al. A comparison of traditional and novel definitions (RIFLE, AKIN, and KDIGO) of acute kidney injury for the prediction of outcomes in acute decompensated heart failure. *CardioRenal Med*. 2013;3(1):26-37.
<https://doi.org/10.1159/000347037>