

The Evaluation of Acute Kidney Injury After Pediatric Heart Surgery By Using “pediatric RIFLE Criteria”

Pediyatrik Kalp Cerrahisi Sonrası Gelişen Akut Böbrek Hasarının
“pediyatrik RIFLE Kriterleri” Kullanılarak Değerlendirilmesi

Mehmet Dedemoğlu¹, Fatih Öztürk², Deniz Günay², Muharrem Dağlı³, Ekin Can Çelik⁴, Murat Sezgin⁵, Emre Selçuk⁶, Davut Çekmecelioğlu³, Hakan Ceyran³

1 Mersin Şehir Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Pediyatrik Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniği, Mersin, Türkiye

2 Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi Vakfı İktisadi İşletmesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniği, İstanbul, Türkiye

3 İstanbul Kartal Koşuyolu Yüksek İhtisas Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniği, İstanbul, Türkiye

4 Şırnak Devlet Hastanesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniği, Şırnak, Türkiye

5 Tunceli Devlet Hastanesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniği, Tunceli, Türkiye

6 Muş Devlet Hastanesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniği, Muş, Türkiye

ABSTRACT

Introduction: The aim of this study is to use pRIFLE classification for the determination and staging of postoperative acute kidney injury in patients undergoing pediatric cardiac surgery and is to compare of postoperative results between patients with and without kidney injury

Materials and Method: Between April 2012 and 2013, all patients undergoing congenital heart surgery were retrospectively reviewed. pRIFLE criteria was used for the determination and staging of acute kidney injury. Primary outcome of interest was the determination and staging of acute kidney injury in the postoperative period by pRIFLE criteria and to compare of postoperative results between patients with and without kidney injury

Results: 105 consecutive patients were included in the study. 45 (42.9%) patients with acute kidney injury were defined as group 1 and others as group 2. Mean age was significantly lower in group 1 (p:0.001). According to the operative data, the mean cardiopulmonary bypass time was significantly higher (p:0.04) and the hypothermia was significantly lower in group 1 (p:0.001). No statistically significant difference was observed between the groups in terms of mortality (p:0.65). The mean duration of mechanical ventilation and intensive care unit stay was significantly higher in group 1 (p:0.004 and 0.04, respectively), but there was no difference between the groups in terms of hospital stay (p:0.53)

Conclusion: There is a high risk for developing acute kidney injury in patients undergoing congenital cardiac surgery and it may affect postoperative outcomes. For this reason, we recommend to use pRIFLE criteria which are almost costless, easy and fast in order to predict the renal damage for early detection and intervention in acute kidney injury

Keywords: Acute kidney injury; Congenital heart diseases; pRIFLE criteria

ÖZET

Giriş: Pediyatrik kalp cerrahisi uygulanan hastalarda, postoperatif akut böbrek hasarının belirlenmesi ve mevcut hasarın derecesinin evrenmesi için pRIFLE sınıflaması kullanılması ile bu hasta grubu ve böbrek hasarı olmayan hasta grupları arasında postoperatif sonuçların karşılaştırılması amaçlanmıştır

Hastalar ve Metod: Nisan 2012 ile Nisan 2013 tarihleri arasında kliniğimizde konjenital kalp hastalığı nedeniyle ameliyat edilen tüm hastalar geriye dönük olarak incelendi. Akut böbrek hasarının belirlenmesi ve evrenmesi için pRIFLE kriterleri kullanıldı. Primer olarak önem verilen sonuçlar, postoperatif dönemde akut böbrek hasarı gelişen olguların pRIFLE kriterleri ile belirlenmesi, hasar derecesinin pRIFLE evreleri ile gösterilmesi, böbrek hasarı olguları ile böbrek hasarı olmayan olgular arasında operatif verilerin ve postoperatif sonuçların karşılaştırılması idi

Bulgular: Çalışmaya ardışık 105 hasta dahil edildi. Akut böbrek hasarı tespit edilen 45 (%42,9) hasta grup 1 olarak, diğerleri grup 2 olarak tanımlandı. Preoperatif verilerden ortalama yaş grup 1'de anlamlı olarak düşüktü (p:0,001). Operatif verilerden kardiyopulmoner bypass süresi grup 1'de anlamlı olarak yüksekti (p:0,04) ve hipotermi anlamlı olarak düşüktü (p:0,001). Postoperatif dönemde, mortalite açısından gruplar arasında istatistiksel anlamlı fark gözlenmedi (p: 0,65). Hastaların mekanik ventilasyon ve yoğun bakım kalış süreleri, grup 1'de anlamlı olarak yüksek (sırasıyla p: 0,004 ve 0,04) iken, hastane kalış süreleri açısından gruplar arasında fark yoktu (p: 0,53)

Sonuç: Pediyatrik kalp cerrahisi uygulanan hastalarda postoperatif dönemde akut böbrek hasarı gelişme riski yüksektir ve bu durum postoperatif sonuçları etkilemektedir. Bu nedenle perioperatif dönemde bu hasardan korunma ve erken dönemde müdahale yönetiminin gerçekleştirilmesi için hasarın öngörüsünün yapılması amacıyla neredeyse maliyetsiz, kolay ve hızlı sonuç alınan pRIFLE kriterlerinin kullanılmasını önermekteyiz

Anahtar Kelimeler: Akut böbrek hasarı; Konjenital kalp hastalıkları; pRIFLE kriterleri

Geliş Tarihi: 12.01.2019 - **Kabul Tarihi:** 13.01.2019

GİRİŞ

Pediyatrik kalp cerrahisi uygulanan hastalarda postoperatif akut böbrek hasarı (ABH) majör komplikasyonlardan biridir ⁽¹⁾. Bununla beraber ABH, kalp cerrahisi uygulanan pediyatrik yaş grubu hastalarında mortalite ve morbidite ile yakından ilişkilidir ⁽²⁾. Önceleri gerek erişkin gerekse pediyatrik kalp cerrahisi pratiğinde, perioperatif dönemde gelişen böbrek fonksiyon bozuklukları için sıklıkla akut böbrek yetersizliği (ABY) kavramı üzerinde durulmakta idi. Ancak artık günümüzde ABY'nden ziyade, ABH tanımlaması daha önem kazanmaktadır.

ABY geleneksel olarak böbrek fonksiyonundaki ani olarak ciddi azalmayı kapsayıp, oligüri ya da anüri ile beraber ciddi azotemi tanımlar ⁽³⁾. Ancak bu tanımlama böbrek hasarının belirli aşamalarını içermemektedir ⁽⁴⁻⁷⁾. Fakat böbrek hasarı, çeşitli şiddette olabilir, ilerleme veya gerileme gösterebilir. Bu nedenle bu alanda söz sahibi dernekler tarafından ABH terimi önerilmiştir ⁽⁸⁾. Nihayetinde ABH ise ani başlangıçlı; hem hasarı (yapısal hasar) hem de yetersizliği (fonksiyon kaybı) kapsayan böbrek fonksiyonundaki azalmayı tanımlamaktadır ⁽⁹⁾. Bununla beraber, ABH'nın klasifiye edilmesi amacıyla 2004 yılında bir konsensüs oluşturularak; R (risk), I (injury: hasar), F (failure: yetersizlik), L (loss: kayıp) ve E (end stage kidney injury: son dönem böbrek hasarı) derecelerini içeren RIFLE sınıflaması tanımlanmış ^(10,11) olup, ilerleyen dönemde pediyatrik yaş grubu hastalarında da uygulanmaya yönelik pRIFLE sınıflaması tanımlanmıştır ⁽¹²⁾ (Tablo 1).

pRIFLE sınıflaması ile ABH erken dönemde tanımlanıp, hasarın klasifikasyonu yapıp erken dönemde müdahale olanağı verilebilmektedir. ABH'nın erken tespiti için, yüksek özgüllük ve duyarlılığa sahip, birçok biyokimyasal belirteçler ⁽¹³⁾ mevcut olsa da bunların maliyetli oluşu klinik kullanımda pratik olarak yer bulamamaktadır. Bu nedenle bu belirteçler olmadan da uygulanabilirliği kolay, hızlı ve neredeyse maliyetsiz olan pRIFLE sınıflaması, bu amaçla pratik olarak kullanılabilir.

Çalışmamızda, öncesinde böbrek fonksiyon bozukluğu olmayan pediyatrik yaş grubu hastalarında, konjenital kalp cerrahisi sonrası gelişen akut böbrek hasarının, pRIFLE sınıflaması ile değerlendirilmesi ve ABH meydana gelen olgularda hasar ciddiyetinin bu sınıflamanın evreleriyle klasifiye edilmesi ile, ABH olguları ile non-ABH olgular arasında operatif verilerin ve postoperatif sonuçların karşılaştırılması amaçlanmıştır.

HASTALAR ve YÖNTEM

Çalışmamıza hastanemiz etik kurulundan 53838792-900 sayı ve 2014.1/16 karar numarası ile onay alınmıştır.

Nisan 2012 ile Nisan 2013 tarihleri arasında kliniğimizde konjenital kalp hastalığı nedeniyle ameliyat edilen tüm hastalar geriye dönük olarak incelendi. Hastaların demografik özelliklerini elde etmek için hastane veri tabanı kullanıldı. Çalışmaya elektif olarak opere edilen, palyasyon ya da total tamir yapılan olgular dahil edildi. Acil olarak opere edilen olgular, sadece patent ductus arteriosus (PDA) nedeniyle opere edilen hastalar, preoperatif böbrek hastalığı olan, preoperatif kalp yetersizliği ve extracorporeal membrane oxygenator (ECMO) desteği olanlar ve preoperatif mekanik ventilasyon ihtiyacı olanlar ile inotrop destek alan olgular çalışma dışı bırakılmıştır.

Tüm operasyonlar genel anestezi altında yapıldı. İzole aort koarktasyon olguları, sol lateral torakotomi ile, diğer tanı grupları median sternotomi ile opere edildiler. Kardiyopulmoner bypass (KPB) gereksinimi olan olgularda, kanülasyon yeri olarak asendan aort ile bi-kaval ven yolları kullanıldı.

Arkus aorta patolojilerinde, arteryel kanülasyon innominate arter ile sağlandı. Kardiyopleji yöntemi, antegrad yoldan kan kardiyopleji uygulaması ile başlanıp, antegrad yoldan aralıklı uygulama ile devam edildi. Operasyon sonrası hastalar, pediyatrik kalp cerrahisi yoğun bakım ünitesinde takip edildi.

Akut böbrek hasarı (ABH)'nin belirlenmesi için pRIFLE kriterleri kullanıldı. Buna göre kriterdeki tahmini glomeruler filtrasyon hızı (tGFR) hesaplaması ve tGFR'nin preoperatif-postoperatif değişikliklerine dayanılarak ABH gelişen olgular belirlendi ve bu olguların hasar derecesi evrelendi. tGFR hesaplanmasında ise 'Schwartz formülü' kullanıldı⁽¹⁴⁾. pRIFLE kriterlerindeki idrar çıkışı parametresi kullanılmadı. Çünkü serimizdeki olgular mevcut patolojilerinden dolayı perioperatif dönemde diüretik ve postoperatif dönemde inotrop ve vasopresör ajan desteği almaktaydı. Bu tedavilerin idrar miktarı üzerine etkileri olduğundan, bu parametrenin kullanımı hatalı sonuç çıkarımına neden olacaktı.

Primer olarak önem verilen sonuçlar, postoperatif dönemde akut böbrek hasarı (ABH) gelişen olguların pRIFLE kriterleri ile belirlenmesi, hasar derecesinin pRIFLE evreleri ile gösterilmesi, ABH olguları ile non-ABH olgular arasında operatif verilerin ve postoperatif sonuçların karşılaştırılması idi.

İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analizler SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) yazılımı kullanılarak yapıldı. Normal dağılan sürekli değişkenler, ortalama ve standart sapma ile; normal dağılmayan sürekli değişkenler medyan ve aralıklar (minimum-maksimum) ile; kategorik değişkenler ise frekans ve yüzde ile ifade edildi. İki grup karşılaştırmalarında, kategorik değişkenler için "Pearson/Ki-Kare testi", normal dağılan sürekli değişkenler için "Bağımsız gruplar T testi" ve normal dağılmayan sürekli değişkenler için "Man Whitney U testi" kullanıldı. P değeri <0.05 olduğu durumlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

Çalışmaya ardışık 105 hasta dahil edildi. Ortalama yaş 4,6 yıl (medyan 2 yıl, minimum 4 gün, maksimum 15 yıl) ve 55 (%52,4)'i erkek cins idi. Hastalar pRIFLE kriterleri kullanılarak, akut böbrek hasarı olup olmamalarına göre iki gruba ayrıldı. ABH tespit edilen 45 (%42,9) hasta grup 1 olarak, ABH olmayan 60 (%57,1) hasta grup 2 olarak tanımlandı. ABH olan hastaların 27 (%60,0)'si evre R, 10 (%22,2)'u evre I ve 8 (%17,8)'i evre F idi. Evre L ve E derecelerinde hasta yoktu. Hastalara ait demografik özellikler Tablo 2'de listelenmiştir. Gruplar arası preoperatif özellikler arasında yaş ve preoperatif kreatinin değişkeni hariç, diğer değişkenler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmedi. ABH grubunda ortalama yaş istatistiksel olarak daha düşüktü (p: 0,001). Bununla beraber, ABH grubunda preoperatif kreatinin değerlerinin istatistik anlamlı olarak, non-ABH gruba göre düşük olması dikkat çekmekteydi (p:0,001). Operatif verilere bakıldığında (Tablo 3), CPB süreleri ABH grubunda istatistiksel anlamlı olarak yüksekti (p: 0,04). Bununla beraber, ABH grubunda istatistiksel olarak daha düşük hipotermi gözlemlendi (p: 0,001) ve TCA kullanım oranı istatistiksel anlamlı olarak diğer gruba nazaran daha yüksekti (p: 0,001). Postoperatif sonuçlar Tablo 4'te gösterilmiştir. Postoperatif dönemde, mortalite açısından gruplar arasında istatistiksel anlamlı fark gözlenmedi (p: 0,65). Postoperatif komplikasyon olarak, solunumsal problemler ve periton diyalizi ihtiyacı oranı ABH grubunda istatistiksel anlamlı olarak yüksekti (sırasıyla p: 0,03, 0,03 ve 0,01). Buna ek olarak, ABH grubunda postoperatif ortalama tGFR değeri diğer gruba nazaran istatistiksel anlamlı olarak düşüktü

(p: 0,001). Hastaların mekanik ventilasyon ve yoğun bakım kalış süreleri, ABH grubunda istatistiksel anlamlı olarak yüksek (sırasıyla p: 0,004 ve 0,04) iken, hastane kalış süreleri açısından gruplar arasında fark yoktu (p: 0,53).

TARTIŞMA

Çalışmamızda da ABH'nı saptamak ve klasifiye etmek için pRIFLE sınıflamasını kullandık. Kalp cerrahisi pratiğinde böbrek fonksiyonları geleneksel olarak sıklıkla idrar çıkış miktarı ve serum kreatinin düzeyleri ile takip edilmektedir. Ancak bunlar tek başlarına ABH varlığını saptamak için yeterli olmamaktadırlar. Bu nedenle pRIFLE sınıflaması ile ABH varlığı ve derecesini tayin etmek daha güvenli ve pratiktir. Bununla beraber, son yıllarda nötrofil jelatinaz ilişkili lipokalin (NGAL) ve sistatin C gibi biyomarkerlar ile oldukça yüksek duyarlılık ve özgüllük ile ABH tespiti yapılabilmektedir⁽¹⁵⁻¹⁹⁾. Ancak pahalı olmaları nedeniyle klinikte rutin kullanımda yer bulamamaktadırlar.

Pediyatrik kalp cerrahisi sonrası ABH görülme insidansı %9,6-52 arasındadır⁽²⁰⁾. Serimizde olguların %42,9'unda ABH mevcuttu. Bu oran literatürdeki insidans aralığına girmekle beraber, serimizde özellikle komplike cerrahi uygulanan olgularımız da bulunduğu için bu aralığın üst sınırlarına yakın yerde yer almaktadır. Pediyatrik kardiyak cerrahi sonrası postoperatif dönemde ABH gelişimi açısından preoperatif dönemde bazal kreatinin düzeyi yüksekliği, düşük yaş, siyanotik lezyon ve tek ventrikül morfolojisi risk oluşturmaktadır^(21,22). Serimizde ABH grubundaki hastaların preoperatif dönemdeki kreatinin seviyelerinin anlamlı olarak düşük olması şaşırtıcı bir noktadır. İlginç bir şekilde preoperatif dönemdeki kreatinin düzeyinden bağımsız olarak, diğer faktörlere bağlı postoperatif dönemde ABH gelişimi ortaya çıkmış olabilir. Bununla beraber hastaların operasyon yaşlarına bakıldığında, ABH olan grupta anlamlı olarak daha düşük tespit edilmiştir (p:0,001). Benzer bir çalışmada da genç yaşta hastalarda ABH gelişimine risk faktörü olduğu bildirilmiştir⁽²³⁾. Bununla beraber, ABH ile non-ABH gruplarında preoperatif dönemde siyanotik hasta oranı ile tek ventrikül morfoloji oranı arasında anlamlı fark yansımamaktadır.

Pediyatrik ve erişkin kalp cerrahisinde postoperatif dönemde ABH gelişimi için oldukça önemli bir risk faktörü CPB kullanımıdır. Pediyatrik kalp cerrahisinde hemen hemen birçok vakada CPB gereksinimi vardır. Bu nedenle özellikle CPB öyküsü bulunan hastalarda postoperatif ABH gelişimi açısından risk daha da artmaktadır⁽²²⁾. CPB ve hipotermi renal kan akımında azalma, hemodilüsyon ve renal tubuler hasara yol açan madde salınımı nedeniyle ABH açısından risk oluşturmaktadır⁽²⁴⁾. Bununla beraber, uzamış CPB süresi de ABH gelişimi üzerine ilişkili bulunmuştur⁽²⁵⁾. Serimizde de ABH gözlenen grupta, CPB süresinin uzun olması ve hipoterminin düşük olması diğer gruba kıyasla anlamlı fark yaratmış olup, literatürdeki bilgileri desteklemektedir.

ABH, kalp cerrahisi geçiren hastaların postoperatif dönemdeki sonuçlarını da etkileyebilmektedir. Serimizde ABH bulunan grupta, bu sonuçlardan solunumsal problemler ve periton diyaliz kullanım oranları, diğer gruba göre anlamlı olarak yüksek olduğu dikkati çekmektedir. Bununla beraber ABH bulunan grupta mekanik ventilasyon süreleri ile yoğun bakım kalış süreleri, diğer gruba nazaran anlamlı olarak yüksek görülmektedir. Yapılan bir çalışmada da ABH olan hastalarda belirtilen sürelerin, olmayan hastalara göre uzun olması gösterilmiştir⁽²⁶⁾. ABH'nın postoperatif dönemde artmış mortalite ile ilişkili olduğu bilinmektedir⁽²⁷⁾. Serimizde de istatistiksel olarak anlamlı olmasa da ABH grubunda mortalite oranı yüksek olup, literatüre paralellik göstermektedir.

ABH ciddi boyutlarda olduğunda renal replasman tedavisi (RRT) gereksinimi ortaya çıkmaktadır. Kullanımı giderek artan RRT, sürekli venöz hemofiltrasyon, sürekli venöz hemodiyafiltrasyon, aralıklı hemodiyaliz ve periton diyalizidir ⁽²⁸⁾. Biz ABH gelişen hasta popülasyonumuzda, RRT gereksinimi olanlarda (%11,1) periton diyalizi uygulamasını gerçekleştirdik. Diğer ABH gelişen hastalarda ise renal destek tedavisi (volüm kontrolü, beslenme, asit-baz ve elektrolit düzeltilmesi, vb.) uygulandı.

Sonuç olarak pediyatrik kalp cerrahisi uygulanan hastalarda postoperatif dönemde akut böbrek hasarı gelişme riski yüksektir. Özellikle kardiyopulmoner bypass kullanımı, bu riski daha da belirgin hale getirmektedir. Bu nedenle perioperatif dönemde bu hasardan korunma ve erken dönemde RRT ya da renal destek tedavi yöntemlerinin gerçekleştirilmesi için hasarın öngörüsünün yapılması gerekmektedir. Oldukça yüksek maliyetleri nedeniyle erken dönem akut böbrek hasarı tespiti amaçlı klinikte pratik kullanımı olamayan biyo-belirteçlerin yerine, neredeyse maliyetsiz, kolay ve hızlı sonuç alınan pRIFLE kriterlerinin kullanılmasını önermekteyiz.

TEŞEKKÜR

Bizleri yetiştiren hocalarımıza, eğitimimizde katkısı olan büyüklerimize, çalışma arkadaşlarımıza ve sabırlı ailelerimize teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- 1- Dittrich S, Kurschat K, Dähnert I, Vogel M, Müller C, Alexi-Meskishvii V, et al. Renal function after cardiopulmonary bypass surgery in cyanotic congenital heart disease. *Int J Cardiol* 2000; 73:173-9.
- 2- Gist KM, Kwiatkowski DM, Cooper DS. Acute kidney injury in congenital heart disease. *Curr Opin Cardiol* 2018; 33:101-7.
- 3- Eknoyan G. Emergence of the concept of acute renal failure. *Am J Nephrol* 2002; 22:225-30.
- 4- Mehta RL, Pascual MT, Soroko S, Savage BT, Himmelfarb J, Ikizler TA, et al. Spectrum of acute renal failure in the intensive care unit: The PICARD experience. *Kidney Int* 2004; 66:1613-21.
- 5- Palevsky PM. Epidemiology of acute renal failure: The tip of the iceberg. *Clin J Am Soc Nephrol* 2006; 1:6-7.
- 6- Ympa YP, Sakr Y, Reinhart K, Vincent JL. Has mortality from acute renal failure decreased? A systematic review of the literature. *Am J Med* 2005; 118:827-32.
- 7- Metnitz PG, Krenn CG, Steltzer H, Lang T, Ploder J, Lenz K, et al. Effect of acute renal failure requiring renal replacement therapy on outcome in critically ill patients. *Crit Care Med* 2002; 30:2051-58.
- 8- Mehta RL, Kellum JA, Shah SV, 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: R31.
- 9- Makris K, Spanou L. Acute kidney injury: Definition, pathophysiology and clinical phenotypes. *Clin Biochem Rev* 2016; 37:85-98.
- 10- 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* 2004; 8: R204-12.
- 11- Kellum JA, Ronco C. Controversies in acute kidney injury: The 2011 Brussels Roundtable. *Crit Care* 2011; 15:155.
- 12- Akcan-Arikan A, Zapitelli M, Loftis LL, Washburn KK, Jefferson LS, Goldstein SL. Modified RIFLE criteria in critically ill children with acute kidney injury. *Kidney Int* 2007; 71: 1028-35.
- 13- Peco-Antić A¹, Ivanišević I, Vulićević I, Kotur-Stevuljević J, Ilić S, Ivanišević J, et al. Biomarkers of acute kidney injury in pediatric cardiac surgery. *Clin Biochem* 2013; 46:1244-51.
- 14- Schwartz GJ, Haycock GB, Edelman CM, Spitzer A. A simple estimate of glomerular filtration rate in children derived from body length and plasma creatinine. *Pediatrics* 1976; 58:259-63.
- 15- Feng Y, Zhang Y, Li G, Wang L. Relationship of cystatin-C change and the prevalence of death or dialysis need after acute kidney injury: a meta-analysis. *Nephrology (Carlton)* 2014; 19:679-84.
- 16- Zhang Z, Lu B, Sheng X, Jin N. Cystatin C in prediction of acute kidney injury: a systemic review and meta-analysis. *Am J Kidney Dis* 2011; 58:356-65.

- 17- Haase M, Bellomo R, Devarajan P, Schlattmann P, Haase-Fielitz A. Accuracy of neutrophil gelatinase-associated lipocalin (NGAL) in diagnosis and prognosis in acute kidney injury: a systematic review and meta-analysis. *Am J Kidney Dis* 2009; 54:1012-24.
- 18- Haase-Fielitz, Haase M, Devarajan P. Neutrophil gelatinase-associated lipocalin as a biomarker of acute kidney injury: a critical evaluation of current status. *Ann Clin Biochem* 2014; 51:335-51.
- 19- Zhou F, Luo Q, Wang L, Han L. Diagnostic value of neutrophil gelatinase-associated lipocalin for early diagnosis of cardiac surgery-associated acute kidney injury: a meta-analysis. *Eur J Cardiothorac Surg* 2016; 49: 746-55.
- 20- Singh SP. Acute kidney injury after pediatric cardiac surgery. *Ann Card Anaesth* 2016; 19:306-13.
- 21- Li S, Krawczeski CD, Zappitelli M, Devarajan P, Thiessen-Philbrook H, Coca SG, et al. Incidence, risk factors, and outcomes of acute kidney injury after pediatric cardiac surgery: a prospective multicenter study. *Crit Care Med* 2011; 39:1493-9.
- 22- Blinder JJ, Goldstein SL, Lee VV, Baycroft A, Fraser CD, Nelson D, et al. Congenital heart surgery in infants: Effects of acute kidney injury on outcomes. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2012; 143:368-74.
- 23- Aydin SI, Seiden HS, Blaufox AD, Parnell VA, Choudhury T, Punnoose A, et al. Acute kidney injury after surgery for congenital heart disease. *Ann Thorac Surg* 2012; 94:1589-95.
- 24- Lannemyr L, Bragadottir G, Krumbholz V, Redfors B, Sellgren J, Ricksten SE. Effects of cardiopulmonary bypass on renal perfusion, filtration, and oxygenation in patients undergoing cardiac surgery. *Anesthesiology* 2017; 126:205-13.
- 25- Amini S, Abbaspour H, Morovatdar N, Robabi HN, Soltani G, Tashnizi MA. Risk factors and outcome of acute kidney injury after congenital heart surgery: a prospective observational study. *Indian J Crit Med* 2017; 21:847-51.
- 26- Bennett M, Dent CL, Ma Q, Dastrala S, Grenier F, Workman R, et al. Urine NGAL predicts severity of acute kidney injury after cardiac surgery: a prospective study. *Clin J Am Soc Nephrol* 2008; 3:665-73.
- 27- Sethi SK, Goyal D, Yadav DK, Shukla U, Kajala PL, Gupta VK, et al. Predictors of acute kidney injury post-cardiopulmonary bypass in children. *Clin Exp Nephrol* 2011; 15:529-34.
- 28- Demirkıran O. Kritik hastalarda renal replasmanı tedavisi. *Türkiye Klinikleri J Anest Reanim-Special Topics* 2012; 5:64-74.

TABLOLAR

Tablo 1: pRIFLE kriterleri ve kategorileri

pRIFLE	Kategoriler	Parametreler	
		Serum kreatinin / t-GFH	İdrar çıkışı
pRIFLE	<ul style="list-style-type: none"> ◆ R-Risk ◆ I-Injury (hasar) ◆ F-Failure (yetmezlik) 	<ul style="list-style-type: none"> > %25 t-GFH azalması > %50 t-GFH azalması > %75 t-GFH azalması / t-GFH <35 ml/dk/m² 	<ul style="list-style-type: none"> 8 saat <0.5 ml/kg/saat 16 saat <0.5 ml/kg/saat 24 saat <0.3ml/kg/saat ya da 12 saat anüri
	<ul style="list-style-type: none"> ◆ L-Loss (böbrek fonksiyon kaybı) ◆ E-End Stage (son dönem böbrek yetersizliği) 	<ul style="list-style-type: none"> Süre>4 hafta Süre> 3 ay 	<ul style="list-style-type: none"> Süre>4 hafta Süre> 3 ay

t-GFH: Tahmini glomeruler filtrasyon hızı

Tablo 2: Preoperatif demografik özellikler

Değişkenler	Toplam (n:105)	Grup 1 (n:45)	Grup 2 (n:60)	P değeri
Operasyon yaşı (yıl), ortanca (min-maks)	2.0 (0.1-15)	1.0 (0.1-15)	3.0 (0.1-15)	0.001*
Erkek cins, n (%)	55 (52.4)	22 (48.9)	33 (55.0)	0.54
VYA (m ²), ort±SS	0.7±0.4	0.6±0.4	0.8±0.4	0.26
Siyanotik, n (%)	68 (64.8)	32 (71.1)	36 (60.0)	0.24
DOWN sendromu, n (%)	12 (11.4)	4 (8.9)	8 (13.3)	0.48
Üre (mg/dl), ort±SS	26.6±16.9	26.2±20.5	26.9±13.8	0.83
Kreatinin (mg/dl), ort±SS	0.4±0.2	0.3±0.1	0.4±0.2	0.001*
Kontrast madde (kateter) öyküsü, n (%)	27 (25.7)	12 (26.7)	15 (25.0)	0.85
Tek ventrikül, n (%)	12 (11.4)	7 (15.6)	5 (8.3)	0.25
RACHS skoru, n (%)				0.10
1, n (%)	24 (22.9)	11 (24.4)	13 (21.7)	
2, n (%)	45 (42.9)	16 (35.6)	29 (48.3)	
3, n (%)	24 (22.9)	10 (22.2)	14 (23.3)	
4, n (%)	8 (7.6)	4 (8.9)	4 (6.7)	
5, n (%)	0	0	0	
6, n (%)	4 (3.8)	4 (8.9)	0	
Pre tGFR, ort±SS	130.3±52.4	138.3±59.2	124.2±46.2	0.17

Grup 1: Akut böbrek hasarı olan grup, Grup 2: Akut böbrek hasarı olmayan grup.

RACHS: Risk adjustment in congenital heart surgery, SS: Standart sapma, tGFR: Tahmini glomeruler filtrasyon hızı, VYA: Vücut yüzey alanı.

*: İstatistiksel olarak anlamlı parametre.

Tablo 3: Operatif veriler

Değişkenler	Toplam (n:105)	Grup 1 (n:45)	Grup 2 (n:60)	P değeri
Palyatif cerrahi, n (%)	22 (21.0)	12 (26.7)	10 (16.7)	0.21
Re-operasyon, n (%)	11 (10.5)	4 (8.9)	7 (11.7)	0.65
KPB kullanılan, n (%)	90 (85.7)	38 (84.4)	52 (86.7)	0.75
KPB süresi (dk), ort±SS	106.8±52.0	120.0±51.0	97.2±51.1	0.04*
Kross klemp süresi (dk), ort±SS	71.0±38.1	71.0±42.6	70.9±35.3	0.99
TSA kullanımı, n (%)	10 (9.5)	9 (20.0)	1 (1.7)	0.001*
Hipotermi (°C), ort±SS	29.6±4.2	27.8±4.9	31.0±2.9	0.001*
Kross klemp sonrası filtrasyon, n (%)	44 (41.9)	23 (51.1)	21 (35.0)	0.10

Grup 1: Akut böbrek hasarı olan grup, Grup 2: Akut böbrek hasarı olmayan grup.

KPB: Kardiyo pulmoner bypass, SS: Standart sapma, TSA: Total sirkülatuar arrest.

**: İstatistiksel olarak anlamlı parametre.*

Tablo 4: Postoperatif sonuçlar

Değişkenler	Toplam (n:105)	Grup 1 (n:45)	Grup 2 (n:60)	P değeri
Geç sternum kapatma, n (%)	1 (1.0)	1 (2.2)	0	0.43
İnotrop skoru, ort±SS	11.8±7.7	13.3±6.8	10.7±8.2	0.10
Kan transfüzyonu, n (%)	83 (79.0)	39 (86.7)	44 (73.3)	0.10
Re-entübasyon, n (%)	9 (8.6)	6 (13.3)	3 (5.0)	0.13
Enfeksiyon, n (%)	14 (13.3)	8 (17.8)	6 (10.0)	0.25
Solunumsal problemler, n (%)	20 (19.0)	13 (29.8)	7 (11.7)	0.03*
Aritmi, n (%)	6 (5.7)	2 (4.4)	4 (6.7)	0.70
Düşük kardiyak debi, n (%)	10 (9.5)	7 (15.6)	3 (5.0)	0.07
Mortalite, n (%)	5 (4.8)	3 (7.6)	2 (3.3)	0.65
Kanama revizyonu, n (%)	2 (1.9)	2 (4.4)	0	0.18
Periton diyaliz, n (%)	5 (4.8)	5 (11.1)	0	0.01*
Yara yeri enfeksiyonu, n (%)	1 (1.0)	1 (2.2)	0	0.43
Perikardiyal efüzyon, n (%)	12 (11.4)	4 (8.9)	8 (13.3)	0.48
Plevral efüzyon, n (%)	5 (4.8)	2 (4.4)	3 (5.0)	0.89
Postop tGFR, ort±SS	110.2±58.5	76.6±48.2	136.2±52.4	<0.001*
Mekanik ventilasyon süresi (saat), ortanca (min-maks)	9.0 (2-480)	18.0 (2-480)	6.0 (2-320)	0.004*
Yoğun bakım kalış süresi (saat), ortanca (min-maks)	2.0 (1-59)	3.0 (1-59)	2.0 (1-34)	0.04*
Hastane kalış süresi (gün), ortanca (min-maks)	7.0 (0-73)	7.0 (1-73)	7.0 (0-36)	0.53

Grup 1: Akut böbrek hasarı olan grup, Grup 2: Akut böbrek hasarı olmayan grup.

ABY: Akut böbrek yetersizliği, SS: Standart sapma, tGFR: Tahmini glomeruler filtrasyon hızı.

*: İstatistiksel olarak anlamlı parametre.