



Canan Akıncı  
Nahit Çakar

## Yoğun Bakımda Nörolojik Hasta Grubunda Akut Böbrek Hasarı Sınıflaması

### Acute Kidney Injury Classification in Neuro-ICU Patient Group

Geliş Tarihi/Received: 17.12.2012  
Kabul Tarihi/Accepted: 21.12.2012  
Türk Yoğun Bakım Derneği Dergisi, Galenos Yayınevi tarafından basılmıştır.  
Journal of the Turkish Society of Intensive Care, published by Galenos Publishing.  
ISSN: 1300-5804

C. Akıncı (✉)  
Fulya Acıbadem Hastanesi, Yoğun Bakım Ünitesi,  
İstanbul, Türkiye

N. Çakar  
İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi,  
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı, İstanbul,  
Türkiye

E-posta: canan.aknc@yahoo.com  
Tel.: +90 216 486 24 60

**ÖZET Amaç:** Nöro-Yoğun Bakım Ünitesi'nde AKI (Acute Kidney Injury) sınıflama sistemine göre böbrek hasarı gelişimi ve prognoza etkisinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. **Gereç ve Yöntem:** Bu çalışmaya 2005-2009 yılları arasında Nöro-Yoğun Bakım Ünitesi (YBÜ)'nde yatan 432 erişkin hasta dahil edilmiştir. Olguların AKI sınıflaması, Akut Fizyolojik ve Kronik Sağlık Değerlendirilmesi skoru (APACHE-II), Ardışık Organ Yetmezliği Değerlendirme skoru (SOFA), Glasgow Koma Skorlaması (GKS), Glasgow Çıkış Skoru (GOS), YBÜ yatış süresi, entübasyon ve invazif mekanik ventilasyon gereksinimi, mortalite oranları kaydedilmiştir. **Bulgular:** 432 hastanın 24'ünde (%5,5) AKI saptanmıştır. AKI gelişen hastalarda APACHE-II, SOFA, YBÜ yatış süresi, mortalite yüksek, GKS ve GOS düşük, entübasyon ve invazif mekanik ventilasyon gereksinimi daha yüksek bulunmuştur. **Sonuç:** Nörolojik hasar gelişen ve nöroşirürjikal girişim geçiren ve AKI gelişen hastalarda mortalite ve YBÜ kalış süresi uzamıştır. **Anahtar Kelimeler:** Akut böbrek yetersizliği, AKI, Nöro-yoğun bakım ünitesi

**SUMMARY Objective:** To investigate the role of acute kidney injury (AKI) classification system for kidney injury outcome in neuro-Intensive care unit (ICU) patients. **Material and Method:** Total 432 patients who admitted to ICU between 2005 and 2009 evaluated in this study. All patients' AKI stage, Acute Physiology and Chronic Health Evaluation (APACHE-II), Sequential Organ Failure Assessment Score (SOFA), Glasgow Coma Score (GCS), Glasgow Outcome Score (GOS), mortality rate, length of ICU stay, need for intubation, and mechanical ventilation were recorded. **Results:** AKI was found in 24 of all 432 patients' (5.5%). We found that, patients with AKI had higher APACHE-II score, SOFA score and mortality rates; longer ICU stay, duration of mechanical ventilation and intubation and lower GCS and GOS than without AKI group. **Conclusion:** Length of ICU stay and mortality rate were higher in AKI positive group. **Key Words:** Acute kidney failure, Neuro-intensive care unit, AKI

## Giriş

Akut böbrek hasarı (Acute Kidney Injury=AKI) yoğun bakım ünitesinde (YBÜ) klinik tablonun ciddiyetini, tedavi maliyetlerini arttıran, morbidite ve mortalitesi yüksek bir problem olmaya devam etmektedir. Bu konuda yapılan araştırmalar sorunların çözümünde ilerleme kaydetmek açısından önemlidir (1,2). Günümüzde, böbrek yetersizliği ile ilgili pek çok tanımlama bulunmaktadır. 2002 yılında yayınlanan "Acute Dialysis Quality

Initiative" (ADQI) çalışmasında, bu konuya açıklık getirmek için Risk, Injury, Failure, Loss, End Stage Renal Failure (RIFLE) sınıflaması önerilmiştir (3). Bu sınıflama kullanılarak yapılan çalışmalarda, RIFLE sınıflaması ile mortalite arasında ilişki bulunmuştur (4). 2004 yılında AKI'nın sınıflaması ve tanımlaması konusunda standart oluşturulması için ADQI ve Akut Böbrek Hasarı Birliği (AKIN: Acute Kidney Injury Network) toplanarak sınıflamayı oluşturmuşlardır (Tablo 1) (2).

Bu çalışmada Nöro-YBÜ hasta grubunda AKI'nın sıklığını ve seyri gösteren epidemiyolojik bir çalışma yapmayı amaçladık.

**Tablo 1.** Akut Böbrek Hasarı Birliği'nin (AKIN) hazırladığı akut böbrek hasarı tanımlama ve sınıflama sistemi

|       | Kreatinin düzeyine göre  | İdrar çıkışına göre   |
|-------|--|---|
| AKI 1 | Serum kreatinin düzeyinin $\geq 0,3$ mg/dl ( $\geq 26,4$ $\mu$ mol/L) artması veya %150-200 artışı   | 6 saatten fazla süre ile idrar çıkışının $<0,5$ ml/kg olması  |
| AKI 2 | Serum kreatinin düzeyinin $>200-300$ artması   | 12 saatten fazla süre ile idrar çıkışının $<0,5$ ml/kg olması   |
| AKI 3 | Serum kreatinin düzeyinin $>300$ artması veya en az 44 $\mu$ mol/L artıştan sonra serum kreatinin değerinin $\geq 4$ mg/dl olması ya da renal replasman tedavisi gerekmesi | 24 saattten fazla süre ile idrar çıkışının $<0,3$ ml/kg olması ya da 12 saatten fazla süre ile anüri olması |

AKI: Acute kidney injury (akut böbrek hasarı)

**Tablo 2.** Hastaların gruplara göre tanıları

|               | AKI+ (n=24) | AKI- (n=408) |
|---------------|-------------|--------------|
| Kafa travması | –           | 34 (%8,3)    |
| SAK-anevrizma | 7 (%29,2)   | 75 (%18,4)   |
| SVO           | 3 (%12,5)   | 61 (%14,9)   |
| İCH           | 8 (%33,3)   | 59 (%14,5)   |
| AVM           | 1 (%4,2)    | 11 (%2,7)    |
| İKK           | 2 (%8,3)    | 74 (%18,1)   |
| Hidrocefali   | –           | 1 (%0,2)     |
| Anevrizma     | –           | 2 (%0,7)     |
| Konvülsiyon   | –           | 4 (%0,9)     |
| Diğer         | 3 (%12,5)   | 87 (%21,3)   |

AKI: Acute kidney injury (akut böbrek hasarı), SAK: Subaraknoid kanama, SVO: Serebrovasküler olay, İCH: İntraserebral hematoma, AVM: Arteriyovenöz malformasyon, İKK: İntrakraniyal kitle, SDH: Subdural hematoma, EDH: Epidural hematoma, AKI+: AKI gelişen grup, AKI-: AKI gelişmeyen grup

## Gereç ve Yöntem

Çalışmamız 8 yataklı YBÜ'de 2005–2009 yılları arasında yatmış olan hastaların geriye dönük olarak incelenmesiyle yapılmıştır. Çalışmaya YBÜ'de en az 48 saat süre ile yatan (yattığı süre içinde AKI gelişen) nörolojik hasar gelişen ve nöroşirürjikal girişim geçiren erişkin hastalar ( $>18$  yaş) dahil edilmiştir. Bu süre içinde yoğun bakıma toplam 2715 hasta yatmıştır (2283 hasta post-op bir gün YBÜ'de kaldığı, yaşları  $<18$  olduğu, başka tanıları ile yoğun bakımda takip edildiği veya bazı hastaların kayıtlarına ulaşamadığı için çalışmaya dahil edilmemiştir). Yoğun Bakım Ünitemiz genellikle nörolojik ve nöroşirürjikal girişim geçiren hastaların bakıldığı, yoğun bakım desteği gerektiren ya da gerektirmeyen yakın nörolojik takibin yapılacağı her hastanın kabul edildiği bir ünedir. Önceden diyaliz gerektiren kronik böbrek yetersizliği (KBY) olan hastalar çalışmaya alınmamış olmakla birlikte kronik renal disfonksiyonu olan hastalar (kreatinin düzeyi  $1,5$  mg/dl ve üzeri olan hastalar) çalışmaya dahil edilmiştir. Hastaların ölçülmüş kreatinin düzeylerine göre AKI sınıflaması belirlenmiştir. Bazı hastaların idrar çıkışlarının takip edildiği dosyalara ulaşmadaki zorluk nedeniyle sadece kreatinin düzeyine

göre AKI sınıflaması yapılmıştır. AKI sınıflandırması için AKIN sınıflaması kullanılmıştır (Tablo 1). Hastaların yaşı, cinsiyeti, tanısı, ek hastalıkları, en az iki kez bakılmış kreatinin düzeyleri (24-48 saat ara ile en az iki ölçüm yapılmıştır, yoğun bakım yatışı uzayan hastaların yattıkları süre içinde kreatininleri takip edilmiş ve AKI gelişen hastalar çalışmaya dahil edilmiştir. Kreatinin kinetik yöntem ile 15-20 dakikada bakılmıştır), YBÜ yatış süreleri, sonuçları (yoğun bakımdan çıkış ya da yoğun bakımdaki mortalite), entübasyon ve invazif mekanik ventilasyon gereksinimi (non-invazif mekanik ventilasyon gerektiren hastaların kayıtları tutulmadı), Akut Fizyolojik ve Kronik Sağlık Değerlendirilmesi (APACHE II), Glasgow Koma Skalması (GKS), Glasgow Çıkış Skoru (GOS) ve Ardışık Organ Yetmezliği Değerlendirme (SOFA) skorları kaydedilmiştir.

Tüm değerlerin ortalama  $\pm$  standart sapma olarak verildiği çalışmamızda istatistiksel değerlendirmelerde student-t testi kullanılmıştır.

## Bulgular

Çalışmaya 432 hasta dahil edilmiştir. Hastaların gruplara göre tanıları görülmektedir (Tablo 2). 432 olgunun 24'ünde (%5,5) AKI gelişmiş (AKI+ grup), 408'inde (%94,5) ise AKI gelişmemiştir (AKI- grup). Grupların demografik özellikleri, YBÜ yatış süreleri ve sonuçları, APACHE II, GKS, GOS, SOFA skorları ve ek hastalıkları Tablo 3'te görülmektedir. 24 hastanın 18'inde (%75) AKI 1, 4'ünde (%16,7) AKI 2, 2'sinde (%8,3) AKI 3 tespit edilmiştir. Bu hastaların kreatinin değerleri takip oldukları süre içinde düşme eğilimine girmiş, yalnızca 1 hastada diyaliz ihtiyacı olmuştur (hastaya volüm yükü olması nedeniyle diyaliz yapılmıştır). Çalışmaya kronik renal disfonksiyonu olan (kreatinin değeri  $>1,5$  olan hastalar) 15 hasta dahil edilmiştir. Bu hastaların 4'ünde AKI 1, 2'sinde AKI 2 gelişmiş, kalan 8 hastanın kreatinin düzeyleri azalmış, 1'inde stabil kalmıştır. AKI 1 grubunda mortalite oranı %27,8, AKI 2 grubunda %75, AKI 3 grubunda %50 olarak bulunmuştur. AKI+ 24 hastanın 14'ü (%58,3), AKI- 408 hastanın 65'inde (%15,9) entübasyon ihtiyacı gelişmiş ve mekanik ventilasyon uygulanmıştır. AKI+ ve AKI- grubundaki ek hastalıklar Tablo 4'de görülmektedir.

**Tablo 3.** Grupların demografik verileri

|   | AKI + (n=24)                          | AKI - (n=408)  | P       |
|---|---------------------------------------|--|---------|
| Cinsiyet  | 8K/16E                                | 202K/226E  | 0,21    |
| Yaş (yıl-ortalama)                                    | 62±18,1                               | 55,7±19,0  | 0,42    |
| APACHE II   | 15±6,9                                | 8,4±6,2  | 0,0004  |
| GKS   | 9±4,5                                 | 12,4±3,5   | 0,001   |
| SOFA  | 3,9±2,4                               | 1,9±2,0  | 0,001   |
| GOS   | 2,4±1,4                               | 3,8±1,2  | 0,0004  |
| YBÜ yatış süresi (gün)                                | 15,5±11                               | 8,1±10,7   | 0,007   |
| Entübasyon ve invazif mekanik ventilasyon gereksinimi | 14 hasta (%58,3)                      | 65 hasta (%15,9)   | <0,0001 |
| Sonuç   | 9 (%37,5) vefat<br>15 (%62,5) servise | 31 (%7,6) vefat<br>361 (%88,5) servise<br>16 (%3,9) başka hastaneye transfer | <0,0001 |
| HT  | 14 (%58,3)                            | 167 (%40,9)  |         |
| DM  | 6 (%25)                               | 37 (%9)  |         |
| KKY   | 2 (%8,3)                              | 4 (%0,9)   |         |
| KAH   | 1 (%4,2)                              | 5 (%1,2)   |         |
| Diğer   | 6 (%25)                               | 54 (%13,2)   |         |

AKI: Acute kidney injury (akut böbrek hasarı), AKI+: AKI gelişen grup, AKI-: AKI gelişmeyen grup, APACHE II: Akut fizyolojik ve kronik sağlık değerlendirilmesi, GKS: Glaskow koma skorlaması, GOS: Glaskow outcome score, SOFA: Sequential organ failure assessment score, YBÜ: Yoğun bakım ünitesi, HT: Hipertansiyon, DM: Diabetes mellitus, KKY: Konjestif kalp yetersizliği, KAH: Koroner arter hastalığı, AKI+: AKI gelişen grup, AKI-: AKI gelişmeyen grup, AKI: Acute kidney injury (akut böbrek hasarı), n: Hasta sayısı

**Tablo 4.** Olguların ek hastalıkları

|       | AKI +      | AKI -       |
|-------|------------|-------------|
| HT    | 14 (%58,3) | 167 (%40,9) |
| DM    | 6 (%25)    | 37 (%9)     |
| CVO   | 3 (%12,5)  | 26 (%6,4)   |
| KKY   | 2 (%8,3)   | 4 (%0,9)    |
| KAH   | 1 (%4,2)   | 5 (%1,2)    |
| Diğer | 3 (%12,5)  | 28 (%6,9)   |

HT: Hipertansiyon, DM: Diabetes Mellitus, CVO: Serebrovasküler olay, KKY: Konjestif kalp yetersizliği, KAH: Koroner arter hastalığı

AKI+ hasta grubunda APACHE II ve SOFA skoru, YBÜ yatış süresi, mortalite yüksek, GKS, GOS düşük, entübasyon ve mekanik ventilasyon ihtiyacı daha fazla bulunmuştur. AKI+ hasta grubunda ek hastalık oranı daha yüksek bulunmuştur.

## Tartışma

Bu çalışmaya dahil edilen olguların %5,5'inde AKI gelişmiş, bu olguların YBÜ kalış süreleri ve mortalite oranları AKI gelişmeyenlere göre yüksek bulunmuştur.

Akut böbrek yetmezliği (ABY), minimal serum kreatinin yüksekliğinden, anürik böbrek yetersizliğine kadar değişiklik gösteren, çeşitli klinik belirtiler ile seyreden kompleks bir hastalıktır (2). Sıklıkla altta yatan bir neden vardır ve ciddi sonuçlar ile seyreder (12,13). AKI, ABY değildir, genel bir tanımdır.

Hastanede yatan hastada böbrek fonksiyonlarındaki küçük değişiklikler önemli ve anlamlıdır, uzun dönemde hastanın akibeti konusunda yol göstericidir (16). YBÜ'de AKI artan mortaliteye, morbiditeye ve yüksek maliyete neden olmaktadır (5). AKI, özellikle kritik hastalarda genel bir problemdir (6) ve prognozun kötü seyretmesi, YBÜ ve hastane kalış sürelerini uzatması nedeniyle sağlık bütçesinin sınırlı olduğu ülkelerde daha da önem arz eden bir duruma gelmektedir (5). AKI için bazen YBÜ desteği gerekmektedir (5), bu yüzden de hastaların takip ve tedavisinde dikkatli stratejiler belirlenmelidir (6). 2004 yılında yapılan toplantıda AKI sınıflaması ortaya çıkmıştır (Tablo 2) (2). Burada amaç uluslararası çok disiplinli işbirliği ile AKI konusunda standartlar geliştirmek olmuştur (7). Biz bu sınıflama sistemini kullanarak YBÜ'de nörolojik hasar gelişen ve nöroşirürjikal girişim geçiren hasta grubunda AKI'nin insidansını belirlemeye çalıştık.

Bu çalışmaya YBÜ'de en az 48 saat süre ile yatan hastalar dahil edilmiştir. Bagshaw ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada AKI kriterleri ilk 24 saat süre ile yatan hastalarda bakılmış olmakla beraber kritik hastalarda geç dönem AKI gelişebileceğini ve en az 48-72 saat yatan hasta grubunda AKI kriterlerine bakılmasının daha çok hasta yakalamak açısından doğru olabileceğini belirtmişlerdir (8).

Barrantes ve arkadaşlarının çalışmasına daha önce böbrek yetersizliği hikayesi olmayan YBÜ'ye kabul edilen tüm hastalar dahil edilmiş, AKI gelişen grubun ortalama yaşları 69,3, APACHE II skoru 18,7, mortalite oranı %16,4, AKI gelişme oranı %7,5 olarak bulunmuştur (9).

Ostermann ve arkadaşlarının çalışmasına diyaliz gerektiren son dönem böbrek yetersizliği olan hastalar dışında medikal YBÜ'ye

kabul edilen tüm hastalar dahil edilmiş, AKI gelişen grubun ortalama yaşları 61,5, APACHE II skoru 18, SOFA skoru 7, mekanik ventilasyon ihtiyacı %82,9, YBÜ yatış süresi 7 gün, mortalite oranı %31,1, AKI gelişme oranı %35,4 olarak bulunmuştur (7).

Bagshaw ve arkadaşlarının çalışmasında travma hastalarında AKI gelişme sıklığına bakılmış, AKI gelişen grubun ortalama yaşları 62,5, APACHE II skoru 17,5, mekanik ventilasyon ihtiyacı %48,3, AKI gelişme sıklığı %18,1 olarak bulunmuş ve altta yatan hastalıkların AKI gelişmesinde önemli olduğu vurgulanmıştır (10).

The Irish Critical Care Trials Groups yaptığı çalışmada majör elektif cerrahi geçiren hastalar, sepsisli hastalar ve diğer hastalar çalışmaya dahil edilmiş, AKI gelişen grupta SOFA %5,3, mekanik ventilasyon gereksinimi %70,7, AKI gelişme sıklığı %28,0 olarak bulunmuştur (11).

Hou ve arkadaşlarının çalışmasında iyatrojenik nedenlerden kaynaklanan böbrek hasarlı hastalara bakılmış (azalmış böbrek fonksiyonu, postoperatif böbrek yetmezliği, kontrast madde kullanımı, aminoglikozit kullanımı gibi), bu çalışmada AKI gelişme sıklığı %5,0 olarak bulunmuştur (17).

Nash ve arkadaşlarının çalışmasında hastane kaynaklı böbrek yetersizliği gelişen hastalara bakılmış (azalan böbrek perfüzyonu, medikasyon, cerrahi sonrası dönem ve kontrast madde kullanımı gibi) bu çalışmada AKI gelişme sıklığı %7,0 olarak bulunmuştur (18).

Çalışmamızda AKI gelişme oranımız %5,5'tir. Bu çalışmada postoperatif nöroşirürjikal girişim geçiren ve nörolojik hasar gelişen hasta grubu alınmıştır. Hastaların APACHE II skorlarının, mekanik ventilasyon ihtiyaçlarının ve AKI gelişme sıklığının düşük olduğu görülmektedir. Bunun nedeni yoğun bakım desteğine ihtiyaç olsun ya da olmasın yakın nörolojik takip gerektiren her hastanın yoğun bakım ünitemizde takip edilmesidir.

Çalışmamızda AKI+ grupta APACHE II ve SOFA skoru, YBÜ yatış süresi, mortalite oranı yüksek, GKS, GOS ise düşük

bulunmuştur. Minör serum kreatinin değişikliğinin bile artan mortalite ile ilişkili olduğu belirtilmektedir (14,15). Benzer olarak Ostermann AKI gelişen olgularda YBÜ yatış süresi ve mortalite oranlarının yüksekliğinden bahsetmektedir (6). Yine Ostermann ve arkadaşlarının yaptığı diğer bir çalışmada AKI gelişen grupta SOFA, APACHE II skoru, YBÜ yatış süresi ve mortalite oranı yüksek bulunmuştur (7).

Çalışmamızda AKI+ grupta entübasyon ve mekanik ventilasyon gereksinimi %58,3, AKI- grupta %15,9 olarak bulunmuştur. Ostermann ve arkadaşlarının çalışmasında AKI gelişen grupta yine entübasyon ve mekanik ventilasyon oranı yüksek bulunmuştur (7).

Epidemiyolojik çalışmalar AKI'nin çeşitli risk faktörleri ile ilişkili olduğunu göstermiştir (12,19,20). Yine artan mortalitede çeşitli hastalıklar ile bağlantı kurulmuştur (12,13,21-23). Çalışmamızda AKI gelişen grupta daha çok sistemik hastalık olduğu görülmektedir (Tablo V). Bagshaw ve arkadaşlarının çalışmasında AKI gelişimi ile yandaş hastalıklar arasında ilişki bulunmuştur (10).

Sonuç olarak ABY YBÜ'nün önemli, pahalı, tedavisi güç ve süreci zor olan bir hastalıdır. Bu nedenle tanısının ve tedavisinin erken dönemde yapılması büyük önem taşımaktadır. AKI'nin uzun dönem akibetine bakıldığında %12,5 diyaliz bağımlılığı ve %19-31 KBY gelişmektedir (24). AKI ve RIFLE sınıflamaları yol gösterme açısından önemli sınıflamalar olmakla birlikte serum kreatinin düzeyinin yaş, kas kitlesi, hidrasyon ve kullanılan ilaçlar ile değişebileceği ve ayrıca böbrek fonksiyonunun önemli bir kısmı hasar görmeden kreatinin düzeyinin değişmeyeceği bilinmektedir (25). Bu nedenle günümüzde yapılan çalışmalar ile yeni, daha spesifik biyokimyasal belirteçler (NGAL, IL-18, KIM-1, Cystatin C v.b.) araştırılmaktadır (26). Gelecekte yapılacak çalışmalarla birlikte daha farklı sınıflamalar, daha farklı belirteçler ortaya çıkacak ve belki de AKI gelişmeden önlem alınabilecektir.

## Kaynaklar

1. Mehta RL, Chertow GM. Acute renal failure definitions and classification: time for change? *J Am Soc Nephrol* 2003;14:2178-87.
2. 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.
3. 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.
4. Ricci Z, Cruz D, Ronco C. The RIFLE criteria and mortality in acute kidney injury: A systematic review. *Kidney Int* 2008;73:538-46.
5. Vandijck DM, Oeyen S, Decruyenaere JM, Annemans L, Hoste EA. Acute kidney injury, length of stay and costs in patients hospitalized in the intensive care unit. *Acta Clin Belg Suppl* 2007;2:341-5.
6. Ostermann M. Acute kidney injury on admission to the intensive care unit: where to go from here? *Crit Care* 2008;12(6):189.
7. Ostermann M, Chang R; Riyadh ICU Program Users Group. Correlation between the AKI classification and outcome. *Crit Care* 2008;12:144.
8. Bagshaw SM, George C, Bellomo R, ANZICS Database Management Committee. A comparison of the RIFLE and AKIN criteria for acute kidney injury in critically ill patients. *Nephrol Dial Transplant* 2008;23:1569-74.
9. Barrantes F, Tian J, Vazquez R, Amoateng-Adjepong Y, Manthous CA. Acute kidney injury criteria predict outcomes of critically ill patients. *Crit Care Med* 2008;36:1397-403.
10. Bagshaw SM, George C, Gibney RT, Bellomo R. A multi-center evaluation of early acute kidney injury in critically ill trauma patients. *Ren Fail* 2008;30:581-9.
11. Irish Critical Care Trials Group. Intensive care for the adult population in Ireland: a multicentre study of intensive care population demographics. *Crit Care* 2008;12:R121.
12. Mehta RL, Pascual MT, Soroko S, Savage BR, 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.

13. 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;30:2051-8.
14. Chertow GM, Burdick E, Honour M, Bonventre JV, Bates DW. Acute kidney injury, mortality, length of stay, and costs in hospitalized patients. *J Am Soc Nephrol* 2005;16:3365-70.
15. Hoste EA, Clermont G, Kersten A, Venkataraman R, Angus DC, De Bacquer D, et al. RIFLE criteria for acute kidney injury is associated with hospital mortality in critically ill patients: a cohort analysis. *Crit Care* 2006;10:R73.
16. Kellum JA, Bellomo R, Ronco C. Definition and classification of acute kidney injury. *Nephron Clin Pract* 2008;109:182-7.
17. Hou SH, Bushinsky DA, Wish JB, Cohen JJ, Harrington JT. Hospital-acquired renal insufficiency: A prospective study. *Am J Med* 1983;74:243-8.
18. Nash K, Hafeez A, Hou S. Hospital-acquired renal insufficiency. *Am J Kidney Dis* 2002;39:930-6.
19. Waikar SS, Curhan GC, Wald R, McCarthy EP, Chertow GM. Declining mortality in patients with acute renal failure, 1988 to 2002. *J Am Soc Nephrol* 2006;17:1143-50.
20. Liangos Q, Wald R, O'Bell JW, Price L, Pereira BJ, Jaber BL. Epidemiology and outcomes of acute renal failure in hospitalized patients: a national survey. *Clin J Am Soc Nephrol* 2006;1:43-51.
21. Uchino S, Kellum JA, Bellomo R, Doig GS, Morimatsu H, Morgera S, et al. Acute renal failure in critically ill patients: a multinational, multicenter study. *JAMA* 2005;294:813-8.
22. Clermont G, Acker CG, Angus DC, Sirio CA, Pinsky MR, Johnson JP. Renal failure in the ICU: comparison of the impact of acute renal failure and end-stage renal disease on ICU outcomes. *Kidney Int* 2002;62:986-96.
23. 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;67:1112-9.
24. Goldberg R, Dennen P. Long-term outcomes of acute kidney injury. *Adv Chronic Kidney Dis* 2008;15:297-307.
25. Devarajan P. Emerging urinary biomarkers in the diagnosis of acute kidney injury. *Expert Opin Med Diagn* 2008;2:387-98.
26. Parikh CR, Devarajan P. New biomarkers of acute kidney injury. *Crit Care Med* 2008;36:159-65.