

Travmada Laktat, Baz Açığı Seviyesi ve Travma Ciddiyet Skoru'nun (Injury Severity Score) Mortalite ile İlişkisi

The relation of the lactate, base excess and Injury Severity Scores (ISS) with mortality in trauma

Türkiye Acil Tıp Dergisi - *Turk J Emerg Med* 2007;7(3):97-101

Ahmet BAYDIN,¹ Türker YARDAN,¹ Hakan GÜVEN,² Adem DERVİŞOĞLU,³ Yavuz OTAL,¹ Arif Onur EDEN,¹ Aydın Deniz KARATAŞ¹

¹Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Acil Tıp Anabilim Dalı, Samsun

²Okmeydanı Eğitim ve Araştırma Hastanesi, İstanbul

³Medikal Park Hastanesi, İstanbul

ÖZET

Giriş Bu çalışmanın amacı travma hastalarının acil servise ilk başvurusu esnasında yapılan klinik skorlama ile doku oksijenasyon düzeyini gösteren laboratuvar parametrelerinin mortalite üzerine etkisini araştırmaktır.

Gereç ve Yöntem: Acil servise travma sonrası başvuran ve daha önce tıbbi müdahale yapılmayan olgularda Travma Ciddiyet Skoru (TCS) "Injury Severity Score" hesaplandı. Travma Ciddiyet Skoru'na göre olgular hafif (TCS 5-10), orta (TCS 11-20) ve ağır (TCS >20) travma olarak üç gruba ayrıldı. Venöz kanda serum laktat seviyesi ölçüldü. İlk arter kan gazında baz açığı değerleri ölçüldü. Tüm olgular hastane bakımı esnasında da takip edilerek sonuçları (ölüm ya da taburculuk) kaydedildi.

Bulgular: Travma ciddiyet skoruna göre 79 hastanın 17'si (%21) hafif, 30'u (%38) orta, 32'si (%41) ağır travmalı hasta idi. Çalışmaya alınan hastalarda sağ kalım oranı %76 iken, ölüm oranı %24 idi. Ağır travma grubunda hastaların %50'si ölümler, tüm ölümlerin %79'u bu grupta idi. Sağ kalanlarda serum laktat düzeyi 30.63 ± 2.8 mg/dl, baz açığı -1.51 ± 0.42 mmol/L iken, ölen olgularda laktat düzeyi 59.47 ± 12.25 mg/dl, baz açığı -3.60 ± 1.12 mmol/L idi. Hayatını kaybeden olgularda laktat ve baz açığı istatistiksel olarak anlamlı biçimde daha yüksekti ($p > 0.05$). TCS'ye göre hafif, orta ve ağır olarak sınıflandırılan grupların baz açığı ve serum laktat düzeyleri sırasıyla -0.73 ± 0.62 mmol/L, -1.03 ± 0.57 mmol/L, -3.7 ± 0.80 mmol/L ve 29.3 ± 2.5 mg/dl, 32.0 ± 8.1 mg/dl, 49.4 ± 8.3 mg/dl idi. TCS'ye göre laktat ve baz açığı değerleri açısından anlamlı fark vardı ($p \leq 0.05$), bu farklılık ağır travmalı gruptan kaynaklanmaktaydı ($p \leq 0.034$).

Sonuç Travmalı hastalarda artmış laktat ve baz açığı düzeyi mortalite ve travmanın ciddiyeti ile ilişkilidir. Laktat ve baz açığı travmalı hastaların takibinde kullanılabilir.

Anahtar sözcükler: Baz açığı; laktat; mortalite; travma; yaralanma şiddeti.

SUMMARY

Objectives: The aim of this study was to evaluate the effect of clinical scores reflecting injury severity and laboratory parameters for tissue oxygenation on the mortality of the patients with trauma.

Materials and Methods: Injury severity scoring (ISS) was estimated in the cases who admitted to the emergency department because of trauma without a previous intervention. Patients were classified as mild (ISS 5-10), moderate (ISS 11-20), and severe (ISS >20) depends on the injury severity scoring. Serum lactate levels was determined from venous blood samples. Base excess analysis were performed from the initial arterial blood gases. All cases were followed during the hospital care and results (death or discharge) were recorded.

Results: According to ISS, 17 (21%) of 79 patients had mild trauma, 30 (38%) were moderate, and 32 (41%) were severe. 24% of study patients died. 50% of the patients in the severe trauma group died and these patients also composed 79% of all deaths between three groups. Although the lactate and base excess levels were 30.63 ± 2.8 mg/dl and -1.51 ± 0.42 mmol/L, respectively in the survival group; they were 59.47 ± 12.25 mg/dl and -3.60 ± 1.12 mmol/L for lactate and base excess in the mortality group respectively. The base excess and lactate levels were as follows in the study patients according to their ISS score from mild to severe 0.73 ± 0.62 mmol/L, -1.03 ± 0.57 mmol/L, -3.7 ± 0.80 mmol/L and 29.3 ± 2.5 mg/dl, 32.0 ± 8.1 mg/dl, 49.4 ± 8.3 mg/dl, respectively. There was statistically significant difference both for lactate and base excess levels between three groups

İletişim (Correspondence)

Dr. Ahmet BAYDIN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Acil Tıp Anabilim Dalı, Samsun, Turkey.

Tel: +90 - 362 - 312 19 19 / 2096

e-posta (e-mail): abaydin@omu.edu.tr

($p \leq 0.05$), and these differences originated from severe trauma group both for lactate and base excess ($p \leq 0.034$).

Conclusion: Increased lactate and base excess concentrations are related with mortality in patients with trauma. Lactate and base excess should be used in the management of trauma patients.

Key words: Base excess; lactate; mortality; the severity of injury; trauma.

Giriş

Travma tüm dünyada genç nüfusun ölüm nedenleri arasında ilk sıradadır. Travmada mortalite büyük oranda yaralanmanın şiddetine ve mekanizmasına bağlıdır^[1] ve travmaya bağlı ölümlerin önemli bir kısmı “altın saat” denilen ilk bir saat içerisinde olmaktadır. İlk bir saat içerisindeki ölümlerin azaltılabilmesi için tüm dünyada hastane öncesinde ve hastaneye ilk başvuru sırasında uygulanması gerekenler konusunda sürekli yeni düzenlemeler yapılmaktadır.^[2] Bu düzenlemelerdeki amaç, ölüm oranını azaltmak, kalıcı sakatlıkları önlemek, yaralının etkin bir şekilde resüsitasyonunu ve stabilizasyonunu sağlamaktır.

Tarih boyunca, travma sonrası yoğun bakım gerektiren olguların takibi invaziv monitörizasyon, klinik bulgular ve temel laboratuvar testleri ile uygulanmıştır. Travmalı hastalarda resüsitasyonun yeterliliğine karar vermek için kullanacağımız belirteçler aynı zamanda doku hipoksisinin takibinde de güvenilir bir parametre olmalıdır.^[3] Pratikte kan basıncı, idrar çıkışı ve kalp hızı gibi vital parametrelerin normal sınırlarda tutulması resüsitasyonun etkinliğini değerlendirmede kullanılmakla birlikte bu ölçütlerin kritik hastaların resüsitasyonunda tek başına yeterli olmadığı da bir gerçektir. Bu açıdan resüsitasyonun etkinliğini değerlendirmek için günümüzde yaygın olarak kullanılan iki belirteç baz açığı ve laktattır.^[3] Travma sonrası ilk kez ölçülen baz açığı ve laktat düzeyi şokun prognozunu belirlemede erken belirteç olarak kullanılabilir. Travma sonrası şoka eğilimli hastaların erken belirlenmesi ve bu hastalara etkili bir şekilde resüsitasyon yapılması prognoz açısından da oldukça önemlidir. Bu nedenle travma ile uğraşan merkezler tedaviyi yönlendirmek için sonuçları hemen alınabilen kan gazı analizleri ve baz açığı değerlerini tercih etmektedirler.^[4]

Travmanın şiddetini saptamak için ortaya konulan ölçütlerin, ölçülebilir ve karşılaştırılabilir objektif kıstaslar olması gerekir. Travmalı hastaların değerlendirilmesinde birçok fizyolojik ve anatomik skorlama sistemleri mevcuttur.^[5] Travma geçiren hastalarda yaralanmanın anatomik bölgelerine, hemodinamik parametrelere ya da her ikisine bağlı olarak yaralanmanın şiddeti değerlendirilebilir. Bu açıdan Travma Ciddiyet

Skoru (TCS) “Injury Severity Score” yaralanan anatomik alanlarının değerlendirilmesi için yaygın olarak kullanılan bir skorlama yöntemidir.^[6]

Çalışmamızda travmalı hastalarda ilk başvuru anındaki TCS ile doku oksijenasyon düzeyini gösteren laboratuvar parametrelerinin (laktat, baz açığı) mortalite ile olan ilişkisi araştırıldı.

Gereç ve Yöntem

Bu çalışma Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurul Başkanlığı’ndan onay alındıktan sonra 15 Ekim 2003-15 Şubat 2005 tarihleri arasında, acil servisimize genel vücut travması sonrası başvuran 16 yaş üzerindeki 79 erişkin hastada yapıldı. Acil servise travma sonrası ilk defa başvuran ve daha önce herhangi bir tıbbi müdahale yapılmamış olgular çalışmaya alındı. On atlı yaşından küçük olanlar ve başka bir kurumda tıbbi müdahale yapılmış olan olgular ise çalışmaya alınmadı. Acil servise başvuran hastalar için hazırlanmış standart formlar dolduruldu ve her hastanın acil servis başvurusu esnasında TCS’si hesaplandı.

Kısaltılmış yaralanma ölçeğinde anatomik olarak ayrılan 6 bölgenin her biri travmanın ciddiyetine göre en düşük 0 en yüksek 5 puan almaktadır. Bu skorlama sisteminde hastanın alacağı puan 0 ile 30 arasında değişmektedir. En yüksek üç kısaltılmış yaralanma ölçeği değerinin karesi toplanarak TCS hesaplandı. Olgular TCS’sine göre hafif (5-10), orta (11-20) ve ağır (>20) travma olmak üzere üç alt gruba ayrıldı.^[7]

Travma ile acil servise başvuran olgularda, başvuru anında 1 cc arter kan numunesi alındı. Alınan arteriyel kandaki baz açığı düzeyi, acil biyokimya laboratuvarında arter kan gazı analizatörü (CHIRON BGA 248, East Walpole, MA, ABD) kullanılarak ölçüldü. Baz açığının referans aralığı -2 ± 2 mmol/L idi. Arter kan gazı analizinde saptanan baz açığı değerleri hastanın formuna kaydedildi. Laktat ölçümü için hastanın acil servise başvuru anında alınan 3 cc venöz kan derin dondurucuya konuldu ve -70°C ’de saklandı. Çalışma tamamlandıktan sonra saklanan serumlar derin dondurucudan çıkarıldı. Serumlar çözündükten serum laktat düzeyleri acil laboratuvarında analiz edildi (Roche Diagnostics GmbH, Mannheim, Almanya). Serum laktat düzeyinin referans aralığı 4.5-19.8 mg/dl idi. Her hastanın serum laktat düzeyi çalışma formuna kaydedildi.

Yukarıda belirtilen parametrelere ek olarak, hastaların yaşı, cinsiyeti, acil servise ulaşma zamanı, travmanın oluş mekanizması, yattığı gün sayısı ve hastaneden çıkış şekli (ölüm/şifa) çalışma formuna kaydedildi.

Tablo 1. Hastaların yaş grubuna göre dağılımı.

Yaş grupları (yıl)	Sayı	Yüzde
16-25	23	29.1
26-35	19	24.1
36-45	8	10.1
46-55	12	15.2
56-65	9	11.4
66-75	4	5.1
76-85	4	5.1

Tablo 2. Hastaların acil servise ulaşma zamanına göre dağılımı.

Ulaşma zamanı (sa)	Sayı	Yüzde
0-1	28	35.4
2-4	47	59.5
6-12	4	5.1

İstatistiksel Analiz

Tüm bu verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde ölçümle belirtilen verilerde, veriler normal dağılıma uygunluk göstermediği için nonparametrik Kruskal Wallis varyans analizi, Man-Whitney U-testi ve gerektiğinde Bonferroni düzeltmeli Man-Whitney U-testi, sayımla belirtilen veriler için ki-kare testi kullanıldı. Anlamlılık düzeyi olarak Bonferroni düzeltmeli Man-Whitney U-testinde $p \leq 0.034$, diğer testlerde $p \leq 0.05$ değeri esas alındı.

Bulgular

Çalışmaya alınan 79 hastanın 59'u (%74.7) erkek, 20'si (%25.3) kadındı. Gruplar arasında kadın erkek dağılım oranı açısından anlamlı bir farklılık mevcut değildi ($p > 0.05$). Hastaların ortalama yaşı 39.37 ± 19.01 idi. Hastaların yaş gruplarına göre dağılımı Tablo 1'de verilmiştir. Gruplar arasında yaş ortalamaları açısından anlamlı bir fark yoktu ($p > 0.05$). Hastaların acil servisimize ulaşma zamanı ortalama 1.69 ± 0.9 saat idi. Hastaların ulaşma zamanına göre dağılımı Tablo 2'de verilmiştir. Travma ciddiyet skoruna göre 79 olgunun 17'si (%21.5) hafif, 32'si (%40.5) orta ve 30'u (%38) ağır

travma grubundaydı. TCS'ye göre hafif, orta ve ağır olarak sınıflandırılan grupların baz açığı ve serum laktat düzeyleri sırasıyla -0.73 ± 0.62 mmol/L, -1.03 ± 0.57 mmol/L, -3.7 ± 0.80 mmol/L ve 29.3 ± 2.5 mg/dl, 32.0 ± 8.1 mg/dl, 49.4 ± 8.3 mg/dl idi (Tablo 3). Hafif, orta ve ağır travmalı hastalarda hem laktat düzeyleri hem de baz açığı yönünden istatistiksel olarak anlamlı fark vardı ($p < 0.05$). Farklılığın kaynaklandığı grubu saptamak için yapılan post-hoc analizde ağır travmalı grubun diğer iki gruptan farklı olduğu saptandı (Tablo 3). Çalışma grubunda sağ kalım oranı %76 iken mortalite oranı %24 idi. Ağır travma grubunda %50'si ölüirken, tüm ölümlerin %79'u bu grupta idi ($p < 0.01$). Sağ kalanlarda serum laktat düzeyi 30.63 ± 2.8 mg/dl (7.2-154.7), baz açığı -1.51 ± 0.42 mmol/L, ölen olgularda laktat düzeyi 59.47 ± 12.25 (10.3-221.4) mg/dl, baz açığı -3.60 ± 1.12 mmol/L idi. Ölen ve sağ kalan hastalar arasında hem serum laktat düzeyleri hem de baz açığı düzeyleri istatistiksel olarak anlamlıydı ($p < 0.05$).

Tartışma

Travma tüm dünyada olduğu gibi, ülkemizde de ölüm ve sakat kalma oranının yüksek olması nedeniyle her yıl çok sayıda kişiyi etkileyen sosyal bir sorundur.^[8] Ülkemizde hastanelerin acil servislerine her gün travma nedeni ile çok sayıda olgu başvurmaktadır. Bu olgular, genel durumu iyi ve hemodinamik yönden stabil olabildiği gibi, genel durumu kötü ve unstabil olarak da başvurabilirler.

Çalışmamızda, travma sonrası acil servisimize başvuran olgularda başvuru anındaki TCS, baz açığı ve laktat düzeylerinin mortaliteyle ilişkisini araştırdık. Bu amaçla kullandığımız parametreler doğruluk değeri yüksek, kolay değerlendirilebilir ve klinik değişikliklere hassas belirteçlerdir.^[2] Yapılan farklı çalışmalarda laktat düzeyi ve baz açığı değeri ile dokulardaki oksijen açığı arasında doğrudan bir korelasyonun olduğu ortaya konmuştur.^[9,10] Bu nedenle her iki biyokimyasal parametre de doku perfüzyonunun değerlendirilmesinde kullanılabilir. Ancak, laktat düzeylerinin izlenmesinde dayanılarak yapılan travmatik hemorajik şok resüsitasyonlarının klinik olarak bazı zorlukları vardır. Bunlardan en önemlisi laktat düzey ölçümünün zaman almasıdır.^[11]

Tablo 3. Gruplar arasında TCS'ye göre hastaların laktat ve baz açığı düzeyleri.

	Grup I (TCS=5-10)	Grup II (TCS=11-20)	Grup III (TCS >20)	p
Laktat (mmol/L)	29.3 ± 2.5	32.0 ± 8.1	49.4 ± 8.3^a	<0.05
Baz açığı (mg/dl)	-0.73 ± 0.62	-1.03 ± 0.57	-3.7 ± 0.80^a	<0.05

a: Post-hoc analizde diğer gruplardan farklı ($p \leq 0.034$).

Baz açığı, normal parsiyel karbondioksit (CO₂) basıncında ve normal vücut ısısında 1 litre kanı 7.40'lık pH'da tutmak için gereken alkali tampon miktarını gösterir. Baz açığı metabolik asidozun değerli bir göstergesidir.^[2] Bazı çalışmalarda şok ve travmaya bağlı mortalitenin göstergesi olarak baz açığı değeri kullanılmıştır.^[9,12] Baz açığı, laktat düzeyine göre doku perfüzyonunun değerlendirilmesinde daha kullanılabilir gözükmeyle birlikte klinik tabloya diyabetik ketoasidoz, salisilat intoksikasyonu ve renal disfonksiyon gibi durumların eklenmesiyle baz açığı değerinde yükselme gözlenebilir.^[13] Ayrıca CO₂ retansiyonu olan kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOA) olanlarda ilk alınan örnekte baz açığı değerinin sıfıra yakın olması hekimi yanıltmamalıdır. Bu sonuç, KOA'lı travma hastalarında bikarbonat tampon sisteminin şok nedeniyle azalmış olduğunun bir göstergesidir. Travma hastalarının takibinde kan basıncı normal olduğu halde baz açığının artmasını, hekim şokun erken belirteci olarak yorumlamalıdır.^[11] Çalışmamızda travmanın ciddiyeti ile mortaliteyi artmış baz açığı değerleri ilişkili saptadık. Ancak baz açığı ölçümü her ne kadar daha hızlı değerlendirilebilen bir parametre ise de, yukarıda belirtilen durumlarda anlamlılığını yitirdiği de unutulmamalıdır.

Laktat, anaerobik hücrel metabolizmanın bir yan ürünüdür. Hipoperfüzyon durumunda yetersiz oksijene bağlı olarak kan laktat düzeyi artmaktadır. Global hipoperfüzyon durumlarında veya şokta anaerobik metabolizma baskın olduğundan karaciğer ve böbreklerde laktat metabolizması artar ve bunun sonucunda kanda laktat düzeyi yükselir. Hemorajik şok, sepsis şok durumlarında ve resüsitasyonda baz açığının laktat seviyesiyle korele olduğu gösterilmiştir.^[2,14,15] Biz de çalışmamızda laktat düzeyini travmanın ciddiyeti ve mortalite ile ilişkili olarak saptadık. Bu nedenle her iki biyokimyasal parametre de doku perfüzyonunun takibinde kullanılabilir.

Şoka eğilimli hastaların erken safhada tanınip etkili bir resüsitasyon uygulanması gerekir. Yapılan farklı çalışmalarda travmalı hastalarda anormal kan laktat düzeyinin şiddetli yaralanma, zayıf kardiyak performans ve artmış mortalitenin bir göstergesi olduğunu ortaya koymuştur.^[14] Yine yapılan bazı çalışmalarda laktik asidozun mevcudiyetiyle bağlantılı olmaksızın artmış laktat konsantrasyonu yüksek mortaliteyle ilişkili bulunmuştur.^[16] Bizim çalışmamız da kan laktat düzeyiyle mortalite arasında benzer bir ilişki bulunduğunu ortaya koymuştur.

Yoğun bakım hastalarında laktat ölçümüyle ilgili olarak pek çok çalışma yapılmasına rağmen, kan laktat düzeyi ile yaralanmanın şiddeti arasındaki ilişkinin araştırıldığı az sayıda çalışma vardır. Çalışmamızda tüm olgular standart monitöri-

zasyon yöntemleriyle takip edilmiş olup gereken sıvı resüsitasyonu da uygulanmıştır. Yoğun bakım hastalarının takip süreci içerisinde değerlendirilebilecek olan kan laktat ve baz açığı değerlerinin mortaliteyle ilişkisi daha ayrıntılı olarak ortaya konabilir, ancak biz çalışmamızda acil servis başvuru anında yapılan tek değer ölçümlerinin mortaliteyle ilişkisini araştırdık.

Çalışmamızda olgular TCS'ye göre sınıflandırılmıştır. Yapılan gruplamalarda travma ciddiyeti dışında hastaların mortalite ve morbiditesini belirleyen birçok faktör olabilir, bunlardan en önemlisi komorbid kronik hastalığın mevcut olmasıdır. Komorbid hastalıkların istatistiksel analize dahil edilmemiş olması bu çalışmanın bir kısıtlılığı olabilir.

Çalışmamızda travmalar çok sıklıkla trafik kazalarından (araç içi ve araç dışı) sonra acil servise başvurmışlardır. Bu açıdan üretken çağdaki mortalitenin artmasına yol açacak şiddetli kronik hastalığı olmayan hastalarda travma daha sık olarak görülmektedir. Bizim olgularımızın %59.4'nün 40 yaşın altında olması da bunun bir göstergesidir. Çalışmamızda 3. basamak sağlık kuruluşu olan üniversite hastanesi acil servisine başvuran olguların travma gerçekleşme zamanı ile hastaneye başvuru zamanı arasındaki değişken süreler Tablo 2'de verilmiştir ancak değerlendirmeye alınmamıştır.

Sonuç olarak, travmalı hastaların acil serviste başvurusu sırasında bakılan baz açığı ve laktat düzeyi, travmanın ciddiyetini yansıtmasına ek olarak travmaya bağlı mortalitenin de önemli bir göstergesi olabilir. Ayrıca yüksek TCS (>20) mortalite oranındaki artışı yansıtabilir.

Kaynaklar

1. Davis JH, Pruitt JH, Pruitt BA Jr. History. In: Mattox KL, Feliciano DV, Moore EE, editors. Trauma. 4th ed., New York: McGraw Hill; 2000. p. 3-19.
2. Husain FA, Martin MJ, Mullen PS, Steele SR, Elliott DC. Serum lactate and base deficit as predictors of mortality and morbidity. *Am J Surg* 2003;185:485-91.
3. Mullins RJ. Management of shock. In: Mattox KL, Feliciano DV, Moore EE, editors. Trauma. 4th ed., New York: McGraw Hill; 2000. p. 195-231.
4. Frutiger A, Ryf C, Bilal C, Rosso R, Furrer M, Cantieni R, et al. Five years' follow-up of severely injured ICU patients. *J Trauma* 1991;31:1216-26.
5. Ince H, Ince N, Taviloğlu K, Güloğlu R. A different approach to trauma scoring. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg* 2006;12:195-200.
6. Cerovic O, Golubovic V, Spec-Marn A, Kremzar B, Vidmar G. Relationship between injury severity and lactate levels in severely injured patients. *Intensive Care Med* 2003;29:1300-5.
7. Kuhls DA, Malone DL, McCarter RJ, Napolitano LM. Predictors of mortality in adult trauma patients: the physiologic trauma score is equivalent to the Trauma and Injury Severity Score. *J Am Coll Surg* 2002;194:695-704.
8. Türkiye İstatistik Yıllığı 2003. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü Yayın Numarası 2895. Ankara: Devlet İstatistik Enstitüsü Matbaası; 2004. s. 203-24.
9. Davis JW. The relationship of base deficit to lactate in porcine hemorrhagic shock and resuscitation. *J Trauma* 1994;36:168-72.
10. Rudinsky BF, Meadow WL. Relationship between oxygen delivery and metabolic acidosis during sepsis in piglets. *Crit Care Med* 1992;20:831-9.
11. Toktay R. Travmatik şok ve tedavisi. In: Ertekin C, Taviloğlu C, Güloğlu R,

-
- Kurtoğlu M, editors. Travma. İstanbul: İstanbul Medikal Yayıncılık; 2005. p. 161-2.
12. Davis JW, Kaups KL. Base deficit in the elderly: a marker of severe injury and death. *J Trauma* 1998;45:873-7.
 13. Aduen J, Bernstein WK, Miller J, Kerzner R, Bhatiani A, Davison L, et al. Relationship between blood lactate concentrations and ionized calcium, glucose, and acid-base status in critically ill and noncritically ill patients. *Crit Care Med* 1995;23:246-52.
 14. Manikis P, Jankowski S, Zhang H, Kahn RJ, Vincent JL. Correlation of serial blood lactate levels to organ failure and mortality after trauma. *Am J Emerg Med* 1995;13:619-22.
 15. Dunne JR, Tracy JK, Scalea TM, Napolitano LM. Lactate and base deficit in trauma: does alcohol or drug use impair their predictive accuracy? *J Trauma* 2005;58:959-66.
 16. Luft D, Deichsel G, Schmülling RM, Stein W, Eggstein M. Definition of clinically relevant lactic acidosis in patients with internal diseases. *Am J Clin Pathol* 1983;80:484-9.