

GÜÇLÜ İYON FARKI VE UÇUCU OLMAYAN ZAYIF ASİTLERİN TOPLAM KONSANTRASYONU DEĞERLERİNİN HESAPLANMASI İLE SAĞLIKLI SIĞIRLARDA KOLAYLAŞTIRILMIŞ GÜÇLÜ İYON MODELİNE YAKLAŞIMLAR

Vehbi GÜNEŞ* Mehmet ÇİTİL* Gürbüz GÖKÇE* Ali Haydar KIRMIZIGÜL*

Yayın Kodu: 2004/20-A

Özet: Bu çalışmanın ilk amacı sağlıklı siğir plazmasında kinik olarak geçerli $[[SID^*]$ ve $[A_{tot}]$ değerlerini hesaplamaktır. İkinci amaç, kan gazları cihazı ile ölçülen pH ve kolaylaştırılmış strong iyon teorisine göre hesaplanan pH değerlerini karşılaştırmaktır. Çalışmada 10 adet sağlıklı montefon melezi siğir kullanıldı. Hayvanların vena jugularislerinden uygun şekilde kan gazı ve serum biyokimya analizleri için yeterli oranda kan alındı. Heparinli kan örneklerinde pH, pCO_2 ve HCO_3 değerleri belirlendi. Elde edilen plazmalarda ise total protein, albumin, Na, K ve Cl konsantrasyonları belirlendi. $[SID^*]$, $[A_{tot}]$ ve pH değerleri Constable ve Tanford'a göre hesaplandı. Çalışmanın sonucunda, sağlıklı siğirler için ölçülen $[SID^*]$ değeri ortalama 45 ± 2.6 mEq/L idi. Ortalama Na, K ve Cl konsantrasyonları sırasıyla 138.5 ± 62.4 mmol/L, 4.6 ± 0.4 mmol/L ve 98.1 ± 13.4 mmol/L bulundu. Siğir plazmasındaki ortalama total protein 7.7 ± 0.3 g/dl ve albumin 3.9 ± 0.4 g/dl olarak bulundu. $[A_{tot}]$ ve total protein değerinden hesaplanan $[A_{tot}]$ sabitesi sırasıyla 17.5 ± 1.6 mEq/L ve 2.27 ± 0.17 mEq/L hesaplandı. Ölçülen (7.40 ± 0.03) ve hesaplanan (8.28 ± 0.47) ortalama pH değerleri birbirinden belirgin olarak farklı olmasına rağmen, bu çalışmada klinik olarak sağlıklı siğirlerde ölçülen $[SID^*]$, $[A_{tot}]$ ve $[A_{tot}]$ sabitesi değerleri, diğer invivo çalışmalardaki sonuçlar ile benzerdi. Bu hesaplanan değerlerin klinik uygulamalarının evcil hayvanların asit-baz bozukluklarında yeni bir bakış açısı oluşturacağı düşüncesine varıldı.

Anahtar sözcükler: Güçlü iyon farkı, uçucu olmayan zayıf asit konsantrasyonu, siğir.

Approaches to the Simplified Strong Ion Model on the Basis of Measured Strong Ion Difference and Nonvolatile Weak Acids Concentrations of Healthy Cattle

Summary: The first aim of this study was to calculate clinically accurate values for measured $[SID^*]$ and $[A_{tot}]$ for healthy bovine plasma. The second aim was to compare measured pH with blood gas analyser and pH calculated according to the simplified strong ion theory. Ten clinically healthy Swiss Brown cattle were used in this study. Jugular venous blood samples were drawn from each animal for blood gas and plasma biochemical analyses. pH, pCO_2 and HCO_3 performed in heparinised blood samples. Total protein, albumin, Na, K and Cl concentrations were determined in harvested plasma. $[SID^*]$, $[A_{tot}]$ and pH values were calculated according to Constable and Tanford. In result of this study, for clinically healthy bovine measured $[SID^*]$ was mean 45 ± 2.6 mEq/L. Mean Na, K and Cl concentrations were found as 138.5 ± 62.4 mmol/L, 4.6 ± 0.4 mmol/L, 98.1 ± 13.4 mmol/L respectively. The mean total protein was 7.7 ± 0.3 g/dl and albumin was 3.9 ± 0.4 g/dl in bovine plasma. The $[A_{tot}]$ and $[A_{tot}]$ constant were calculated from total protein as mean 17.5 ± 1.6 mEq/L and 2.27 ± 0.17 mEq/L respectively. Although, calculated mean pH values (8.28 ± 0.47) was significantly different than measured mean pH values (7.40 ± 0.03), calculated values for $[SID^*]$, $[A_{tot}]$ and $[A_{tot}]$ constant were similar with results in other invivo studies. We supposed that clinical application of this calculated values would provide a novel insight to the acid-base disorders in domestic animals.

Keywords: Strong Ion Difference, Nonvolatile weak acids concentrations, cattle.

GİRİŞ

Asit-baz bozuklukları tüm hayvanlarda görülen en yaygın metabolik anormalliklerdir. Yoğun asitemi veya alkalemi hayvanlardaki önemli ölüm nedenlerini oluşturur. İnsan ve hayvanlarda asit-baz dengesinin tanımlanması için bugüne kadar Henderson-Hasselbach denklemi (H-H) ve iki farklı fizikokimyasal yaklaşım prensibi (Güçlü iyon modeli ve Kolaylaştırılmış güçlü iyon modeli) ortaya konulmuştur¹⁻⁴.

Bu prensiplerin bir takım avantaj ve dezavantajları olduğu saptanmıştır. Özellikle Henderson-Hasselbach denklemi mekanizmanın belirlenmesinden daha çok

tanımlayıcı bir özellik taşımaktadır. Ayrıca bu denklem pH'nın ısı ile ilişkisini, protein ve sodyum konsantrasyonlarının pH ve pCO_2 ile ilişkilerini açıklamakta başarısız kalmaktadır. Bu nedenle sadece yukarıda bahsedilen parametreleri normal sınırlarda olan sağlıklı hayvanlardaki asit-baz dengesinin belirlenmesinde kullanılabileceği belirtilmektedir^{1,5,6}. Özellikle vücut ısısının, plazma proteinlerinin ve elektrolitlerinin değiştiği hasta hayvanlarda ve insanlarda geleneksel H-H modeli, asit-baz dengesinin mekanizmasının anlaşılmasında güçlü iyon modeline göre yeterli olmamaktadır^{1,7-9}.

Güçlü iyon modelinin ilk olarak geliştirilmesi 1948'li yıllara kadar uzanır. Singer ve Hastings^{1,6} ilk

* Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi İç Hastalıkları Anabilim Dalı, Kars-TÜRKİYE

olarak net iyon yükü ve pCO_2 'nin plazma pH'sını belirlediğini ortaya koymuşlar, daha sonraları Stewart¹⁰ bunlara ilave üçüncü bir değişken olan uçucu olmayan zayıf asitlerin total plazma konsantrasyonunu ($[A_{tot}]$) değerini belirlemiştir. 1983'te Stewart asit baz dengesi için kantitatif fizikokimyasal bir model ortaya koyarak, tüm asit-baz bozukluklarının $[SID^+]$, pCO_2 , ve $[A_{tot}]$ 'daki değişikliklerle sonuçlandığını belirtmiştir¹⁰. Dolayısı ile strong iyon yaklaşımı plazma pH'sının birbirinden bağımsız 3 değişkene bağımlı olduğunu ortaya koyan bir ifadedir. Kısmi karbondioksit $[CO_2]$ yükü=hem karbonik asitin hem de iyonize iyon bikarbonatlarının pH ya katılımlı, ve pCO_2 temel alınarak belirlenen herhangi bir pH için CO_2 'nin toplam yük katılımından hesaplanır. Güçlü iyon modeli, plazmanın güçlü kanyonları (Na, K, Ca, Mg) ile güçlü anyonlarının (Cl, laktat, sulfat, ketoasitler, esterleşmemiş yağ asitleri gibi) konsantrasyonları arasındaki fark ile hesaplanmaktadır. Zayıf asitlerin toplam plazma konsantrasyonu ise uçucu olmayan tamponların (albumin, globulin ve inorganik fosfat) toplam konsantrasyonlarıdır. Bu değer, zayıf asit $[HA]$ ve konjuge bazın $[A^-]$ toplamlarından hesap edilir³. Asit-baz homeostazisinde pCO_2 akciğerler, $[SID^+]$ böbrekler, $[A_{tot}]$ ise bağırsak ve karaciğer tarafından kontrol altında tutulan değişkenlerdir^{4,5}.

1997'de Constable kolaylaştırılmış güçlü iyon modelini tanımlamıştır². Bu modele göre plazma iyonları; güçlü iyon, volatil buffer iyon (HCO_3^-) veya nonvolatil buffer iyonlar halinde hareket ederler. Bu nedenle plazma üç farklı yüklü parçacık içerir ($[SID^+]$, HCO_3^- ve A^-). Elektronötraliyenin gereği olarak $[SID^+]$ daima bikarbonat buffer iyon konsantrasyonu $[HCO_3^-]$ ile nonvolatil buffer iyon konsantrasyonunun $[A^-]$ toplamına eşittir ($[SID^+]-[HCO_3^-]-[A^-]=0$). Bu denklem Stewart'ın belirttiği denklemden ($[SID^+]-[HCO_3^-]-[A^-]-[CO_3^{2-}]-[OH^-]+[H^+]=0$) farklıdır. Stewart'ın denklemindeki faktörlerin büyüklüklerindeki aşırı farklılıklar nedeniyle Constable'ın denkleminde çok daha gelişmiş değildir. Ayrıca Constable¹, $[CO_3^{2-}]$, $[OH^-]$ ve $[H^+]$ miktarlarının pH'nın belirlenmesinde önemli olmadığı belirtmiştir. Ona göre kolaylaştırılmış güçlü iyon modelinde üç bağımsız değişken ($[SID^+]$, pCO_2 ve $[A_{tot}]$) ve üç sabit değer (Ka, K_1 , S) ile pH'nın logaritmik bir denklemle hesap edilmesi mümkün olacaktır.

Asit-baz bozukluğu bulunan kritik durumlu hastalar üzerinde Stewart'ın yaklaşımı, geleneksel H-H denklemi ile karşılaştırılmış ve plazma bikarbonat konsantrasyonunun tahmini için çok faydalı olmadığı

belirlenmiştir¹¹. Buna rağmen, yine kritik hasta insanlarda ölçülemeyen iyonların metabolik asidozise etkisinin, ölçülebilen iyonlardan daha fazla olduğu aynı araştırmacılar tarafından belirlenmiştir¹². Fencl ve ark.⁴ hipokloremi ve/veya hipoproteinemi tarafından oluşturulan nonrespiratorik (metabolik) alkalozisli kritik hastalarda asit-baz dengesinin değerlendirilmesinde plazma proteinleri konsantrasyonlarının da göz önüne alınması gerekliliğini vurgulamışlardır. Sıvı desteği ile (Laktatlı ringer solüsyonu) genel anestezi altında domuzlarda cerrahi işlemlerden önce ve sonra kan asit-baz dengesini tespit etmek ve Stewart tarafından tavsiye edilen metodun geçerliliğini ve klinik uygulamalar için doğruluğunu belirlemek amacıyla bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada bahsi geçen yaklaşımın asit baz dengesinin klinik değerlendirilmesinde mükemmel bir kalitatif yapı olduğu ortaya konulmuştur¹³.

Veteriner hekimlikte klinik asit baz dengesinin değerlendirilmesi amacıyla strong iyon yaklaşımı içerisinde kullanılan $[A_{tot}]$ ve Ka sabitesi invivo olarak at plazmasında² ve sığır plazmasında⁷ ortaya konulmuştur. Güçlü iyon yaklaşımı içerisinde $[SID^+]$ ve $[A_{tot}]$ için hayvanlarda tür spesifik değerler klinik ortamlarında yeterince belirlenmemiştir.

Bu çalışmada, sağlıklı sığırlardan hesaplanan $[SID^+]$, $[A_{tot}]$ ve pCO_2 değerlerinin belirlenmesi ve bu değişkenlerden yola çıkarak kolaylaştırılmış güçlü iyon modeline göre hesaplanan pH değerleri ile aynı hayvanlardan kangazları cihazı ile ölçülen pH değerlerinin karşılaştırılması yapılarak bu değerler arasındaki farklılıkların belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca basitleştirilmiş güçlü iyon modelinin veteriner hekimlik açısından klinik uygulamalardaki doğruluğunun belirlenmesine çalışılmıştır.

MATERYAL ve METOT

Materyal: Çalışmada ortalama 1.5 yaşında, montofon melezi toplam 10 adet (6 erkek ve 4 dişi) sağlıklı sığır kullanıldı. Çalışma materyali Kafkas Üniversitesi Araştırma ve Uygulama çiftliğinden temin edildi.

Metot: Bütün hayvanların vena jugularislerinden heparinli (5 ve 10 ml) kan örnekleri alındı. Plastik enjektöre alınan heparinli kan (5 ml) örnekleri 10 dk içerisinde kan gazları cihazında (Chiron Diagnostics, Rapidlab 248, UK) işlenerek pH, pCO_2 , ve HCO_3^- değerleri girilen vücut ısısı değerlerine göre saptandı. Diğer heparinli kan örnekleri (10 ml) 3000 devirde 10 dk santrifüj edilerek plazmaları çıkartıldı. Plazmalar ana-

liz işlemlerine kadar -20 °C de derin dondurucuda saklandı. Bu numunelerden TP, Alb, Na, K ve Cl konsantrasyonları spektrofotometre (Olympus AU 5240) cihazı ile ölçüldü.

Hesaplamalar: Ölçülen inorganik güçlü iyon farkı $[SID^+] = (Na^+K) - (Cl)$ formülü ile hesaplandı. Zayıf asitlerin toplam plazma konsantrasyonu mEq/L olarak Constable² tarafından tanımlandığı gibi, çalışmadaki hayvanlardan elde edilen sığır albümininden ve albümin üzerindeki her bir dissosiyasyon grubu (imidazol, α -amino, H_2PO_4 ve R-COO⁻) tarafından oluşturulan net yüklerinin toplamından aşağıdaki formülle ayrı ayrı hesaplanarak elde edilen değerlerin genel toplamı belirlendi. Tanford¹⁴ tarafından belirtildiği gibi, kabul edilen $[albümin] = \text{çalışmadan elde edilen her bir buzağının albümini (g/dl), albüminin molekül ağırlığı} = 65.000; [phosphate] = 1.29 \text{ mmol/L}$ olarak alındı.

İmidazol için örnek: $[HA]_{imidazole} = (\text{albuminin net valansı, eq/M}) \times (\text{albümündeki imidazole gibi dissosiyasyon grubunun oranı}) \times (\text{pH 7.4'de } [HA] \text{daki imidazole grubunun oranı}) \times (\text{albümin miktarı, mmol/l})$.

$$[A_{tot}] = \sum [HA] + \sum [A^-]$$

$[A_{tot}]$ 'un total proteinle hesaplamasında kullanılan formülde ($[A_{tot}] = \text{Sabit değer} \times \text{Total protein}$) yukarıda elde edilen $[A_{tot}]$ değeri yerine konulduktan sonra sığırlar için $[A_{tot}]$ sabit değeri de elde edildi.

pH'nın hesaplanması için $pK_a = 7.06$ sabitesi Constable²'a göre alınarak elde edilen değerler aşağıdaki formüle konulduktan sonra hesaplanan pH değeri tüm hayvanlar için belirlendi.

$$pH = pK_a - \log \left[\frac{[A_{tot}]}{[SID^+ - HCO_3^-]} - 1 \right]$$

BULGULAR

Çalışmadaki sığırların ortalama total protein, albümin Na, K ve Cl konsantrasyonları ve standart sapmaları tablo 1'de verilmiştir. Elde edilen değerler sığırlar için belirtilen normal referans değerleri arasında bulunmuştur.

Çalışmada sığırlardan elde edilen ortalama $pCO_2 = 45.2 \pm 7.6 \text{ mmHg}$ ve $HCO_{3act} = 26.5 \pm 3.2 \text{ mmol/L}$ olarak belirlenmiştir. Vücut sıcaklığı ortalaması $38.7 \pm$

0.2°C bulunmuştur. Tablo 2'de hesaplamalar sonucu tüm sığırlardan elde edilen ölçülen $[SID^+]$, $[A_{tot}]$ konsantrasyonu ve $[A_{tot}]$ sabitleri verilmiştir. Ölçülen $[SID^+]$ değeri 41.7 ile 50.4 mEq/L arasında bulunurken, $[A_{tot}]$ konsantrasyonu ise 14.57 ile 19.79 mEq/L değerleri arasında bulunmuştur.

Tablo 1. Çalışma hayvanlarına ait ortalama plazma total protein, albumin, sodyum, potasyum ve klor konsantrasyonları ve standart sapmaları.

Table 1. The average plasma total protein, albumin, sodium, potassium, chlor concentrations and standart deviations of study animals.

Materyal	T. protein (g/dl)	Albumin (g/dl)	Sodyum (mmol/L)	Potasyum (mmol/L)	Potasyum (mmol/L)
Sağlıklı sığır (n=10), $\bar{x} \pm SD$	7.7 \pm 0.3	3.9 \pm 0.4	138.5 \pm 62.4	4.57 \pm 0.4	98.1 \pm 13.4

Tablo 2. Her bir sığırın ölçülen $[SID^+]$, $[A_{tot}]$ ve $[A_{tot}]$ katsayıları değerleri.

Table 2. Measured $[SID^+]$, $[A_{tot}]$ and $[A_{tot}]$ constant values of each bovine.

Hayvan No	Ölçülen $[SID^+]$ (mEq/L)	$[A_{tot}]$ (mEq/L) Konsantrasyonu	$[A_{tot}]$ Katsayısı
1	44.60	16.43	2.19
2	43.40	17.55	2.22
3	50.40	19.04	2.35
4	41.70	16.43	2.22
5	41.90	17.92	2.45
6	48.00	19.79	2.47
7	46.10	16.43	2.25
8	44.40	19.41	2.42
9	44.90	17.49	2.26
10	44.60	14.57	1.86
$\bar{X} \pm SD$	45.0 \pm 2.6	17.5 \pm 1.6	2.27 \pm 0.17

SID: güçlü iyon farkı, $[A_{tot}]$: açucu olmayan zayıf asitlerin toplam konsantrasyonu

Tablo 3. Hesaplanan pH ve ölçülen pH'nın bireysel verileri.

Table 3. The individual values of calculated yH and measured pH.

Hayvan No	Hesaplanan pH	Ölçülen pH
1	8.24	7.39
2	8.66	7.37
3	8.06	7.33
4	8.66	7.36
5	9.06	7.40
6	7.86	7.37
7	8.36	7.45
8	8.26	7.41
9	8.26	7.42
10	7.36	7.42
$\bar{X} \pm SD$	8.28 \pm 0.47	7.40 \pm 0.03

Tablo 3'de kolaylaştırılmış güçlü iyon modeline göre hesaplanan pH ile kan gazları cihazında ölçülen aynı hayvanların pH değerleri verilmiştir. Hesaplanan pH değerleri 7.36 ile 9.06 arasında değişkenlik gösterirken, ölçülen pH 7.33 ile 7.45 değerleri arasında değişmiştir.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Strong iyon modeli karışık asit baz bozukluklarına yeni ve mekanistik bir yaklaşım getirmektedir. Bu modeli oluşturan üç bağımsız değişkenden biri olan ölçülen $[SID^+]$ değeri bu çalışmada, 41.7-50.4 mEq/L değerleri arasında ve ortalama 45 ± 2.6 mEq/L olarak hesaplanmıştır. Bu değer sığırlarda normal kabul edilen 38-46 mEq/L^{1,6} değerleri ile uyumlu bulunmuştur. Buna rağmen tamamen geçerli bir $[SID^+]$ değerinin elde edilmesi oldukça güçtür. Çünkü, bu değer plazmadaki tüm güçlü iyonların tanımlanmasını ve ölçümünü gerekli kılar. Fakat bunlardan özellikle güçlü organik anyonların (laktat, b-OH butyrate, acetoacetate and sulfate) ölçülmesi çoğu zaman zordur. Bu durum güçlü iyon yaklaşımının başlıca dezavantajlarından birisidir^{2,6,7}. Bu nedenle diğer çalışmalarda da belirtildiği gibi ölçülen veya tahmin edilen $[SID^+]$ terimi diğer güçlü organik anyonlar ölçülemediği durumlarda tercih edilmelidir². Biz de bu çalışmamızda ölçülen $[SID^+]$ terimini kullandık. Elde edilen değer, diğer sağlıklı hayvan plazmasından elde edilen değerlere paralel olmakla birlikte ölçülen veya tahmin edilen $[SID^+]$ terimi asit baz düzensizliği bulunan hasta sığırlar için hatalı bir değerlendirmedir. Hasta hayvanlarda laktat ve güçlü organik anyonların plazma değerleri değişeceği için, bu durum hasta sığırlarda asit baz dengesinin teşhis ve tedavisindeki klinik uygulamaları sınırlı bir hale getirir⁷. Genellikle ölçülen $[SID^+]$ değeri hesaplanırken laktat değerinden de faydalanılmaktadır. Sağlıklı sığırlarda kan laktat düzeyleri çok düşük miktarlardadır (0.56-2.22 mmol/L). Vücut sıvılarındaki iyonların büyük çoğunluğunu Na, K ve Cl oluşturduğu için $[SID^+]$ in başlıca belirleyicileri bu üç iyondur⁵. Bu nedenle çalışmamızda $[SID^+]$ değeri hesaplanırken laktat düzeyleri göz önüne alınmamıştır.

Bu çalışmada sağlıklı sığırlardan elde edilen $[A_{tot}]$ değeri, hayvanlardan elde edilen ortalama albumin değerine (3.99 ± 0.4) göre hesaplanarak ortalama 17.51 ± 1.6 mEq/L ($14.57-19.78$ mEq/L) bulunmuştur. Stewart insan plazmasında $[A_{tot}]$ değerini 19 veya 30 mEq/L bulurken, köpeklerdeki bu değer 15 veya 16 mEq/L olduğu yine araştırmacılar tarafından belirlenmiştir¹. Constable² at plazmasında $[A_{tot}]$ değerini ise 15 ± 3.1 mEq/L olduğunu ortaya koymuştur. Bizim ça-

lışmamızdan elde ettiğimiz $[A_{tot}]$ değerlerinin de yine bir çalışmada⁷ sığır plazmasından elde edilen $[A_{tot}]$ sınır değerleri (12.1-32.9 mM/L) arasında olduğu görülmektedir. Bu araştırmacılar $[A_{tot}]$ değerini belirlerken total proteini 2.4 sabit sayısının çarpımıyla elde etmişlerdir ($[A_{tot}] = 2.4 \times [\text{total protein, g/dl}]$). Fakat bu formüldeki sabite at plazmasına göre yapılan çalışmalarda 2.2 olarak bulunmuş ve diğer evcil hayvanlardaki değerler hesaplanıncaya kadar bu değer kullanılabileceği belirtilmiştir^{2,15}. Bizim bulgularımıza göre sığırlar için elde ettiğimiz $[A_{tot}]$ değeri ve çalışma hayvanlarından elde edilen total protein değerleri bu formülasyonda yerine konulduğunda elde edilen katsayı ortalama 2.27 ± 0.17 (1.86-2.47) olarak bulunmuştur. Bu değer Constable² ve Staempfli'nin¹⁵ at plazmasından invivo şartlarda elde ettikleri değerle tamamen paralellik göstermektedir.

Çalışmamızda hesaplanan $[SID^+]$ ve $[A_{tot}]$ değerleri Constable² tarafından belirtilen pH formülünde değerler yerine konulduğunda ve pKa değeri 7.06 alınarak hesaplanan pH değerlerinin oldukça anlamsız olduğu dikkati çekmiştir. Constable⁷ güçlü iyon yaklaşımına göre plazma pH sınır sağlıklı hayvanların değerleri göz önüne alındığında doğru sonuç vermeyeceğini belirtmiştir. Henderson-Hasselbach denkleminde göre daha karmaşık ve kompleks matematik formüllerinin kullanılması nedeniyle sıklıkla deney ve hesaplama hatalarının oluşması doğaldır. Bu durumların, güçlü iyon modelinin önemli bir dezavantajı olduğu diğer araştırmacılar tarafından da belirtilmektedir^{1,6}.

Bu çalışmanın en önemli sonucu sağlıklı sığırlardan elde edilen albumin değerlerine göre hesaplanan $[A_{tot}]$ değeri belirlenerek, bu değer total protein değeri ile hesaplanmasında kullanılan çarpım katsayısının sığırlar için de 2.27 olduğudur^{2,15}. Bu sayede $[A_{tot}]$ değeri total protein konsantrasyonu (g/dl) bilindiği takdirde sığırlar için de kolayca hesaplanabilir.

Güçlü iyon yaklaşımına ait tür-spesifik veriler ve asit-baz bozukluğu bulunan hasta sığır ve buzağular üzerinde bu modelin araştırıldığı detaylı kontrollü çalışmalar oldukça sınırlıdır. Durward³ pediatrik hastalarda konvansiyonel pCO_2 /bikarbonat yaklaşımı ile birlikte Stewart'ın fizikokimyasal teorisinin birlikte değerlendirilebileceğini belirtmiştir. Ayrıca Frischmeyer¹³ domuzlar üzerinde Stewart'ın formüllerinin geçerliliğini araştırdığı bir çalışmada elde ettiği bulguların Stewart'ın teorisini desteklediğini bulmuştur. Rutin veteriner klinik uygulamalarda strong iyon modeli ge-

leneksel yaklaşımın yerini almamıştır. Buna rağmen kolayca $[SID^+]$ ve $[A_{tot}]$ değerlerinin hesaplanması metabolik asit-baz bozukluğu olan hayvanlarda faydalı bir yaklaşım sağlaması mümkündür. Özellikle buzağların enteritis ve/veya pnömoni vakalarında oluşan asit-baz dengesi bozukluklarında mekanizmanın belirlenmesi tedavi prosedürleri ve prognoz açısından önemlidir. Bu nedenle bahsi geçen durumlarda güçlü iyon modelinin iki parametresi olan $[SID^+]$ ve $[A_{tot}]$ değerlerinin hesaplandığı kontrollü çalışmalara ihtiyaç vardır.

Asit-baz bozukluklarına çok yeni bir yaklaşım olan, kolaylaştırılmış güçlü iyon modelinin özellikle sodyum, potasyum, klor, laktat ve plazma protein konsantrasyonları değişen hasta hayvanların klinik asit-baz bozukluğuna yaklaşımda yenilik getireceği açıktır. Bu sayede teşhis ve tedavi prosedürlerinin daha gerçekçi klinik uygulamalara yol açacağı görüşünü paylaşmaktayız.

KAYNAKLAR

- 1 **Constable PD:** Clinical assesment of acid-base status, strong ion difference theory. *Vet Clin North Am: Food Anim Pract*, 15, 447-471, 1999.
- 2 **Constable PD:** A simplified strong ion model for acid-base equilibria: application to horse plasma. *J Appl Physiol*, 83, 297-311, 1997.
- 3 **Durward A, Murdoch I:** Understanding acid-base balance. *Current Pediatrics*, 13, 513-519, 2003.
- 4 **Fencil V, Rossing TH:** Acid-base disorders in critical care medicine. *Ann Rev Med*, 40, 17-29, 1989.
- 5 **Carlson GP:** Fluid, Electrolyte, and Acid-Base Balance. Ed. Kaneko JJ, *Clinical Biochemistry of domestic animals*, pp 485-516, Academic Press, California, USA, 1997.
- 6 **Constable PD:** Clinical assesment of acid-base status: comparison of the Henderson-Hasselbach and Strong Ion Approaches. *Vet Clin Pathol*, 29, 115-128, 2000.
- 7 **Constable PD:** Calculation of variables describing plasma nonvolatile weak acids for use in the strong ion approach to acid-base balance in cattle. *Am J Vet Res*, 63, 482-490, 2002.
- 8 **Alfaro V, Pesquero J, Palacios L:** Acid-base disturbance during hemorrhage in rats: significant role of strong inorganic ions. *J Appl Physiol*, 86, 1617-1625, 1999.
- 9 **Wilkes P:** Hypoproteinemia, strong-ion difference, and acid-base status in critically patients, *J Appl Physiol*, 84, 1740-1748, 1998.
- 10 **Stewart PA:** Modern quantitative acid-base chemistry. *Can. J. Physiol. Pharmacol*, 61, 1444-1461, 1983.
- 11 **Story DA, Poustie S, Bellomo R:** Comparison of three methods to estimate plasma bicarbonate in critically ill patients: Henderson-Hasselbach, enzymatic, and strong-ion-gap, *Anaesth Intensive Care*, 29, 585-590, 2001
- 12 **Story DA, Poustie S, Bellomo R:** Estimating unmeasured anions in critically ill patients: Anion-gap, base deficit, and strong-ion-gap, *Anaesthesia*, 57, 1102-1133, 2002.
- 13 **Frischmeyer KJ, Moon PF:** Evaluation of quantitative acid-basebalance and determination of unidentified anions in swine.

Am J Vet Res, 55, 1153-1157, 1994.

- 14 **Tanford C, Swanson SA, Shore WS:** Hydrogen ion equilibria of bovine serum albumin. *J Am Chem Soc*, 77, 6414-6421, 1955.
- 15 **Staempfli HR, Misiaszek S, Lumsden JH:** The weak acid concentration Atot and dissociation constant KA of plasma proteins in race horses. *Eq Vet J Suppl*, 30, 438-442, 1999.

Yazışma adresi (Correspondence address)

Yrd.Doç.Dr. Vehbi GÜNEŞ
Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi
İç Hastalıkları Anabilim Dalı, 36100 KARS, TÜRKİYE
Tel: +90 474 24246801-1278
Fax: +90 474 2426853
e-mail: gunesvehbi@hotmail.com