

Oligürük olmayan prematüre yenidoğanlarda serum potasyum düzeyleri ile hiperpotasemi ve C-peptid ilişkisi

Serum potassium values in non-oliguric premature infants and the association of hyperkalemia with C-peptid levels

Oktay Kırçuval(*), Betül Acunaş(**), Ülfet Vatansever(***), Özer Pala(**)

Özet

Amaç: Oligürisi olmayan, farklı gebelik yaşı ve doğum ağırlığına sahip prematüre yenidoğanların serum potasyum düzeylerini belirlemek ve hiperpotasemi patogeneğinde olası etken olarak öne sürülen ancak bilgilerimize göre daha önce çalışılmayan insülin veya serum C-peptid düzeyleri arasındaki ilişkiyi incelemek

Yöntem: 60 prematüre yenidoğan gebelik haftasına göre iki (Grup I; <31 hafta, Grup II; >32 hafta), doğum ağırlığına göre üç alt gruba ayrılarak (Grup A; <1000 gr, Grup B; 1000-1500 gr, Grup C; >1500 gr) 5 gün boyunca potasyum değerleri ile ilk 72 saatteki serum C-peptid değerleri 24 saatlik aralarla ölçüldü. Serum potasyum düzeylerine göre de vakalar iki alt grupta (Grup X; ≥ 6.7 mEq/L, Grup Y; < 6.7 mEq/L) incelendi.

Bulgular: Serum potasyum düzeyi, Grup I'de ilk 3 örnekte Grup II'ye göre, Grup A'da 2., 3. ve 4. örnekte Grup B ve C'ye göre belirgin yüksek idi ve potasyum düzeyleri ile gebelik yaşı ve doğum ağırlığı arasında negatif korelasyon vardı. Serum C-peptid düzeyleri açısından hiperpotasemik ve normopotasemik gruplar arasında farklılık saptanmadı.

Sonuç: Önceki yayınlarla uyumlu olarak yaşamın ilk 3 gününde doğum ağırlığı <1000 gr ve gebelik haftası <31 hafta olan prematüre yenidoğanlarda potasyum değerlerinin anlamlı derecede yüksek olduğu, sonra farklılığın kaybolduğu, yaşamın ilk günlerinde oligüri olmaksızın ortaya çıkan hiperpotaseminin oluşumunda insülini temsil eden C-peptidin rolü olmadığı saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: *prematüre, ileri derece düşük doğum ağırlıklı bebek, non-oligürük hiperpotasemi, insülin, C-peptid.*

Summary

Objective: To determine serum potassium levels in non-oliguric premature infants belonging to different gestational age and birthweight groups and to investigate a possible association of non-oliguric hyperkalemia with serum insulin or C-peptide levels proposed as a factor involved in the pathogenesis of hyperkalemia but to our knowledge have not been evaluated before

Methods: 60 premature infants were divided into 2 groups according to gestational week (Group 1 <32 wks; Group 2 >32 wks) and three subgroups in terms of birth weight (Group A < 1000gr; Group B: 1000-1500 gr; Group C> 1500 gr). Serum potassium levels were measured for 5 days and serum C-peptide levels were obtained with 24 hours intervals during the first 72 hours. The cases were divided into two subgroups according to serum potassium levels. (Group X ≥ 6.7 mEq/L; Group Y < 6.7mEq/L).

Results: Serum potassium values of the first three samples were significantly higher in Group 1 compared to Group 2 and of

(*) Edirne Devlet Hastanesi, Uzm.Dr.

(**) Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı, Prof.Dr.

(***) Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı, Yrd.Doç.Dr.

Yazışma adresi: Prof Dr Betül Acunaş, Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları ABD, 22030-Edirne
Tel: 0. 284. 2357641, Fax: 0. 284. 2357652, E-mail: bacunas@hotmail.com

the second, third and fourth samples in Group A vs Group B and C. There was a negative correlation between potassium levels and gestational age and birth weight. There were no differences between hyperkalemic and normokalemic groups in terms of serum C-peptide values.

Conclusion: In accordance with previous reports, during the first three days of life serum potassium values were significantly higher in infants with a gestational age of < 31 weeks and birthweight of < 1000 gr compared to those in other groups and this difference disappeared thereafter and nonoliguric hyperkalemia occurring in the first three days of life in premature and very low birth infants was not related to serum C-peptide values representing insulin levels.

Key words: premature, very low birth weight neonates, non-oliguric hyperkalemia, insulin, C-peptide

Giriş

Yenidoğan dönemindeki hiperpotasemi, en sık ileri derecede prematürite, oligüri, perinatal asfiksi, septik şok ve intraventriküler kanama ile ilişkili olarak ortaya çıkmakta (1) ve yaşamı tehdit edici aritmiler ile ölüme neden olabilmektedir (2).

Günümüzde ise, ileri derecede düşük doğum ağırlıklı yenidoğanların yaşama oranının artması ile oligüri olmaksızın ve uygun sıvı elektrolit tedavisine rağmen gelişen ve yaşamın ilk günlerinde ortaya çıkan hiperpotasemi önemli bir problem haline gelmiştir (3).

Doğumdan sonraki ilk 12-48 saat içinde yenidoğanların çoğunda serum potasyum düzeyleri zirveye ulaşmış ve 6.7 mEq/L düzeyini aşmıştır (3). Bu durum glomerüler filtrasyon oranında düşüklük, intrasellüler pH azalması, sodyum-potasyum-ATPaz ($\text{Na}^+\text{-K}^+\text{ATPaz}$) enzim aktivitesindeki belirgin azalma ve artmış hemoliz ile açıklanmaya çalışılmıştır. Özellikle son yıllarda yapılan çalışmalar, oluşan hiperpotaseminin azalmış $\text{Na}^+\text{-K}^+\text{ATPaz}$ enzim aktivitesi sonucu intrasellüler alandan ekstrasellüler alana K^+ geçişinin artışı sonucu olduğuna işaret etmektedir. Bu pompanın aktivitesindeki azalma, immatürite ile açıklanabileceği gibi pompaya etkili aldosteron, insülin gibi hormonların etkileri sorumlu tutulmaktadır (3-6). İnsülinin etkisi K^+ u hücre içine sokma yönündedir. İnsülinin plazma yarılanma ömrü kısadır. Endojen insülin üretimini gösteren, insülin ile eşit ekimolar miktarda salınan ve yarılanma ömrü insülinin 4-5 katı olan C-peptid'in (connecting peptid) insülin düzeyini yansıtacağı öne sürülmektedir (7,8).

Çalışmanın amacı, oligürisi olmayan, farklı gebelik yaşı ve doğum tartısına sahip prematüre yenidoğanların serum potasyum düzeylerini belirlemek ve hiperpotasemi patogeneğinde olası etken olarak öne sürülen ancak bilgilerimize göre daha önce çalışılmayan insülinin endojen üretimini gösteren serum C-peptid düzeyleri arasındaki ilişkinin incelenmesidir.

Materyal ve Metod

Bu çalışma Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı Yenidoğan Ünitesinde izlenen prematüre bebekler üzerinde gerçekleştirildi.

Çalışma Grupları

Çalışma grubuna, gebelik haftası 37 6/7 haftanın altında olan prematüre yenidoğanlar alındı. Majör konjenital anomalisi, renal ya da kalp yetersizliği, diüretik ya da inotropik ilaç kullanımı, asfiksi bulguları, intrakranial kanaması, asidozu olan, 20 ml/kg'dan fazla kan transfüzyonu yapılan ve 24 saatten büyük vakalar çalışma dışı bırakıldılar. Tüm vakaların, saatlik idrar çıkışının 1 ml/kg/saat üzerinde olması esas alındı.

Gebelik yaşı tayininde son adet tarihi (SAT) ve/veya Ballard yöntemi kullanıldı. Prematüre yenidoğanlar, gebelik haftalarına göre 32 haftadan büyük ve 31 6/7 günden küçük olmak üzere iki gruba ayrıldılar. Doğum ağırlıklarına göre ise 1000gr'ın altında, 1000-1500 gr arasında ve 1500-2500 gr arasında olacak şekilde üç gruba ayrıldılar. Çalışma sonucunda, serum potasyum düzeyleri değer-

lendirilerek herhangi bir ölçümde 6.7 mEq/L'yi aşan vakalar hiperpotasemik (HP) kabul edildi.

Olgu İzlemi

Çalışma boyunca her yenidoğanın sıvı ve elektrolit ihtiyacı damar yolundan karşılandı. İntravenöz sıvının içeriği ve oranı yenidoğan bakım ünitesi esaslarına göre ünite görevlilerince ayarlandı. Başlangıçta İV. dekstroz çözeltisine Na⁺ ve K⁺ eklenmedi. Destek Na⁺, serum Na⁺ değeri 140mEq/L altına indiğinde, K⁺ desteği ise serum K⁺ değeri 4mEq/L altına indiğinde eklendi. İzlenen tüm olguların saatlik idrar çıkışı 1ml/kg/saat'ten fazla idi. Bu değerlerin altındaki oligürik bebekler çalışma dışı bırakıldı.

Elektrolit Çalışması

Tüm gruplardaki olgulardan, ilk 5 gün içerisinde K⁺ düzeyleri ölçüldü. Bu amaçla alınan ilk örneği (K₀), Hastanemiz Kadın Hastalıkları ve Doğum servisinde doğumu gerçekleştiren olguların kordon kanı veya ilk 12 saat içerisinde çevre hastanelerden servisimize sevk edilen olguların periferik arter ya da veninden alınan kanları oluşturuyordu. Daha sonra yaşamın 24. (K₁), 48. (K₂), 72. (K₃), 96. (K₄) ve 120. (K₅) saatlerinde arteriyel yada venöz yoldan alınan non-hemolize kanda potasyum konsantrasyonu "mikroprocessor-controlled analyzer" prensibi ile ölçüldü.

C-Peptid Çalışması

Hastanemizde doğan vakaların kordon kanı, sevk edilen vakaların ise santral arter yada venöz kanı ilk C-peptid örneği olarak çalışıldı (C₁). Yaşamın 48. ve 72. saatlerinde (C₂, C₃) alınan yaklaşık 3 ml arteriyel ya da venöz kan örnekleri derin dondurucuda -70°C'de saklandı. "Solid-faz Chemiluminescent Enzim Immunoassay" yöntemi ile IMMULITE[®], C-peptide (DPC Diagnostic Corporation, Los Angeles) kit'i kullanılarak C-peptid konsantrasyonu ölçüldü.

İstatistiksel Değerlendirme

Gebelik haftası, doğum ağırlığı ve serum potasyum düzeylerine göre ayrılan grupların verileri istatistiksel olarak karşılaştırıldı. İki parametre arasındaki ilişkiyi ortaya koymada "Spearman Korelasyon Testi" kullanıldı. Vaka sayısının birbirine yakın olduğu grupların ortalamalarının karşılaştırılmasında Student "t" testi ile çalışıldı. Grup sayısının 2'den fazla olduğu grupların ortalamalarının karşılaştırılmasında "Kruskal- Wallis Testi" kullanıldı. Vaka sayısı birbirinden oldukça farklı olan grupların ortalamalarının karşılaştırılmasında "Mann Whitney U Testi" ile çalışıldı. Değerler, ortalama ± standart sapma (SD) olarak verildi. % ile belirtilen oranların karşılaştırılmasında "Ki-kare (λ^2)" testi kullanıldı. İstatistiksel veriler "p" değeri 0.05'in altında (p<0.05) olması halinde anlamlı kabul edildi.

Bulgular

Gebelik haftasına (Grup 1: <32 hafta; Grup 2: >32 hafta), doğum ağırlıklarına (Grup A: doğum tartısı < 1000gr; Grup B: 1000-1499gr; Grup C: 1500-2500gr) ve serum K⁺ düzeylerine göre (Grup X: serum K⁺ düzeyi herhangi bir ölçümde >6.7mEq/L; Grup Y: <6.7mEq/L) oluşturulan grupların demografik özellikleri Tablo I'de gösterilmiştir. Bu grupların 5 gün boyunca elde edilen serum K⁺ ve C-peptid değerleri ile, K düzeyine göre oluşturulan grupların C-peptid düzeyleri Tablo IIa ve IIb'de verilmiştir.

I) Olguların gebelik haftasına göre gruplandırılarak verilerin incelenmesi

Gebelik haftasına göre ayrılan iki grubun birbiri ile yapılan istatistiksel karşılaştırılmasında K₀, K₁, K₂, C₂, C₃ değerleri ve doğum tartısı açısından aralarında anlamlı fark bulundu. Hem K⁺ değerleri hem de C-peptid değerleri gebelik haftası küçük olan bebeklerde anlamlı şekilde yüksekti (K₀ p=0.027, K₁ p=0.018, K₂ p=0.026, C₂ p=0.028, C₃ p=0.032). Tüm olguların çalışma süresince alınan K⁺ ve C-peptid düzeyleri ortalamalarının, gebelik haftası ile korelasyonu incelendi. Buna göre K₀,

K1, K2, C2 ve C3 değerleri gebelik haftası ile korele idi. Korelasyon; K0, K1, K2, C2 ve C3 değerleri için negatif bulundu. Anlamli bulunan parametrelerin korelasyon katsayıları şu şekildedir: K0 r = -0.40 K1 r = -0.63 , K2 r = -0.46 , C2 r = -0.32 , C3 r = -0.31

II) Olguların doğum ağırlıklarına göre gruplandırılarak verilerin incelenmesi

Doğum ağırlığına göre oluşturulan grupların birbirleri ile olan istatistiksel karşılaştırılmasında K1, K2, K3 ve gebelik haftaları açısından anlamlı farklılık saptandı. Buna göre; K1: p=0.015 Grup A vs B ve C; K2: p=0.03 Grup A vs B ve C; K3: p=0.035 Grup A vs C ; Gebelik haftası: p=0.042 Grup A vs B ve C.

Tüm olguların çalışma süresince alınan K⁺ ve C-peptid düzeyleri ortalamalarının, doğum ağırlığı ile korelasyonu incelendi. Buna göre K1 ve K2 doğum ağırlığı ile negatif korelasyon gösteriyordu (K1 için r = -0.43, K2 için r = -0.44)

III) Olguların serum potasyum düzeylerine göre gruplandırılarak incelenmesi

Bu iki grubun gebelik haftası, doğum ağırlığı ve C-peptid değerleri istatistiksel olarak karşılaştırıldığında; gebelik haftası ve doğum ağırlığı açısından iki grup arasında anlamlı fark bulunurken (p<0.05), C-peptid düzeyleri için iki grup arasında anlamlı fark saptanmadı. Gebelik haftasına ve doğum ağırlığına göre oluşturulan grupların serum K⁺

düzeyleri ilk 48 saat içinde en yüksek seviyelere çıkıp, 48-72. saatlerde düşmeye başladı ve 4. günde sabit düzeylerde seyretti (Şekil 1a ve 1b).

Tartışma

Çeşitli yayınlarda, doğum ağırlığı 1000 gr'dan daha düşük olan yenidoğanların %30-50'sinde hiperpotasemi görülebileceği rapor edilmiştir (4,9,10). Lorenz ve ark.'nın (3) çalışmasında 31 prematüre yenidoğanın 11'inde hiperpotasemi (%35.4) gözlenmiştir. Çalışmamızda daha geniş bir doğum ağırlığı aralığı (700-2500 gr) söz konusuydu ve bunların 11 tanesi 1000 gr'ın altında prematüre yenidoğanı kapsıyordu. 11 vakanın 4'ü hiperpotasemik değerlere sahipti (%36.3) ve diğer çalışmalarla uyumlu idi.

Serum K⁺ düzeyleri ile gebelik yaşı ve doğum ağırlığı arasındaki ilişkiyi incelediğimizde, serum K⁺ düzeyinin gebelik yaşı ve doğum ağırlığı ile ters ilişkili olduğunu tespit ettik. Sato ve ark. (5) benzer olarak intrasellüler sıvı (İSS) ile ekstrasellüler sıvı (ESS) arasındaki K⁺ kaymasında gebelik yaşı ve postnatal yaşla ters bir ilişki olduğunu kaydettik. Lorenz ve ark. (3) ile Gruskay ve ark. (9) ise hiperpotasemik ve normopotasemik yenidoğanlar arasında gebelik yaşı açısından fark bulamadılar. Çalışma grubumuzun gebelik yaşı ve doğum ağırlığı dağılımı Sato ve ark.'nın (5) çalışması ile daha

Tablo I: Gebelik haftasına, doğum ağırlıklarına ve Serum K⁺ düzeylerine göre oluşturulan grupların demografik özellikleri.

	Grup I (n = 27)	Grup II (n = 33)	Grup A (n=11)	Grup B (n=22)	Grup C (n=27)	Grup X (n = 10)	Grup Y (n = 50)
Erkek Cinsiyet (%)	13 (48)	19 (58)	4 (36)	10 (45)	18 (67)	7 (70)	25 (50)
Doğum Ağırlığı (gr)*	1092.9 ± 241	1693.9 ± 391	878 ± 92	1197.2±120	1830 ± 313	1159 ± 305	1476 ± 454
<1000						4 (%40)	7 (%14)
1000-15000						3 (%30)	19 (%38)
>1500						3 (%30)	24 (%48)
Gebelik Yaşı (hafta)*	29.8 ± 1	33.6 ± 1.6	29 ± 1	31 ± 1	33 ± 2	29.7 ± 1.6	32.3 ± 2.2
Gebelik yaşına göre doğum ağırlığı (%)							
AGA	20 (74)	26 (79)	5 (45)	17 (77)	24 (89)	7 (70)	39 (78)
SGA	7 (26)	7 (21)	6 (55)	5 (23)	3 (11)	3 (30)	11 (22)

*ortalama değer ± SD

çok uyumlu kabul edilebilir. Adı geçen diğer araştırmacıların vakaları 1000 gr'ın altındaki bebeklerle sınırlıydı.

Çalışmamızda, serum K⁺ düzeyinin seyri incelendiğinde, serum K⁺u önce yükseliyor, 3. güne kadar yüksek seviyelerde seyrediyor, 4. gün düşüyor ve sabit kalıyordu. Serum K⁺unun yaşamın ilk 5 günkü seyri hem hiperpotasemik hem de normopotasemik gruplarda benzerdi. Her iki grupta da serum potasyumu zirve değerleri 24. saatte elde edildi.

Lorenz ve ark. (3) 1000gr'ın altında 31 yenidoğan üzerinde yaptıkları çalışmada da serum K⁺ düzeyinin genel seyri incelendiğinde, normopotasemik ve hiperpotasemik grup arasındaki değişim kalıbı birbirine benzerlik gösteriyordu. Serum K⁺u önce yükseliyor (dışardan K⁺ alımı yokluğuna rağmen), sonra düşüyor ve yaşamın 4. günü civarında sabit kalıyordu.

Neden bazı yenidoğanlarda hiperpotasemi geliyor, bazılarında ise gelişmiyor? Yıllar boyunca çe-

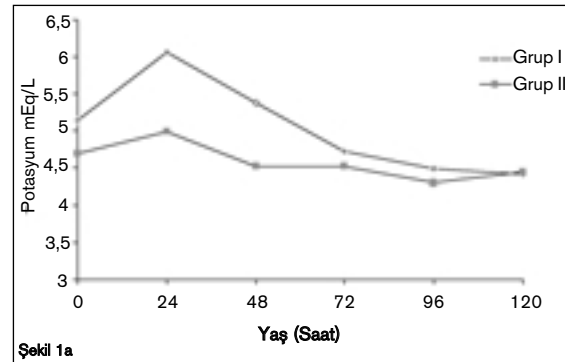
Tablo II: Gebelik haftası (a) ve doğum ağırlığına (b) göre oluşturulan grupların Na⁺, K⁺ ve C-peptid değerleri ile serum K⁺ düzeylerine göre oluşturulan grupların (c) C-peptid değerleri.

a)	Grup I (n = 27)	Grup II (n = 33)	p	b)	Grup A (n=11)	Grup B (n=22)	Grup C (n=27)	p
K0 (mEq/L)*	5.14 ± 0.84	4.68 ± 0.56	0.027	5.09±1.01	4.81±0.63	4.89±0.70	NS	
K1 (mEq/L)*	6.07± 0.88	4.99 ± 0.69	0.018	6.19±0.8	5.34±0.92	5.27±0.90	0.01	
K2 (mEq/L)*	5.37 ± 0.99 c	4.52 ± 0.62	0.026	5.76±1.08	4.86±0.86	4.56±0.59	0.03	
K3 (mEq/L)*	4.72 ± 0.69	4.52 ± 0.64	NS	4.99±0.65	4.65±0.60	4.41±0.66	0.03	
K4 (mEq/L)*	4.48 ± 0.44	4.29 ± 0.73	NS	4.56±0.52	4.38±0.74	4.30±0.53	NS	
K5 (mEq/L)*	4.40 ± 0.59	4.44 ± 0.62	NS	4.29±0.74	4.35±0.52	4.53±0.61	NS	
C1 (ng/ml)*	2.17 ± 1.51	1.70 ± 1.13	NS	1.72 ± 1.60	2.0 ± 1.24	1.94 ± 1.33	NS	
C2 (ng/ml)*	2.37 ± 1.23	1.55 ± 0.76	0.028	1.95 ± 1.35	2.09 ± 0.9	1.75 ± 1.07	NS	
C3 (ng/ml)*	2.26 ± 1.32	1.49 ± 0.68	0.032	2.04 ± 1.23	1.80 ± 0.8	1.79 ± 1.23	NS	

*ortalama değer ± SD

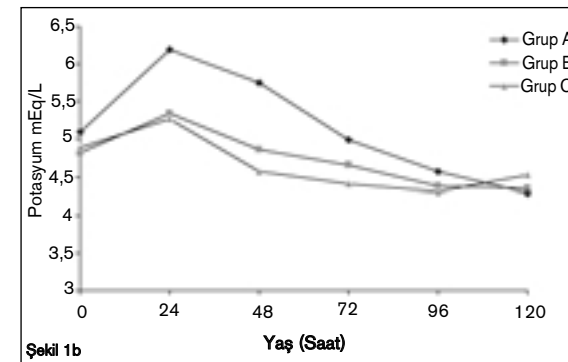
c)	Grup X (n=10)	Grup Y (n=50)
C1*(ng/ml)	1.64±1.42	1.98±1.32
C2*(ng/ml)	2.07±1.26	1.88±1.04
C3*(ng/ml)	2.0±1.07	1.81±1.10

*ortalama değer ± SD



Şekil 1a

şitli araştırmacılar bu soruya değişik yanıtlar aradılar. İlk olarak böbrek glomerüler ve tübüler fonksiyon yetersizliği ile beraber aldosterona düşük tübüler yanıt öne sürüldü (9, 11). Daha sonraki çalışmalarda K⁺un İSS'den ESS'ye kaydığı ve muhtemel nedenin bu olduğuna işaret edildi (6). Bu kaymaya yol açan faktörler arasında asit-baz den-



Şekil 1b

Şekil 1: Gebelik haftasına (a) ve doğum ağırlığına (b) göre oluşturulan grupların 5 gün boyunca ölçülen serum potasyum düzeyleri.

gesi değişiklikleri, vücut sıvı yoğunluğu değişiklikleri, insülin, aldosteron ve katekolaminler gibi hormonlar ve diyetle K^+ alımı sayılabilir (12, 13). Son zamanlarda, K^+ 'un İSS'den ESS'ye kayması Na^+K^+ATPaz pompasındaki yetersizlik sonucu gerçekleştiği geniş çevrelerce de kabul görmüştür (10). Biz, 'acaba pompa yetersizliği ile pompaya etkili hormonlardan insülinin arasında bir ilişki var mı?' sorusuna yanıt aradık. Bu konuda günümüzde kısıtlı sayıda bulunan yayında (14) pompa yetersizliği insülin eksikliği ile açıklanmaya çalışılmışsa da, bilgilerimize ve ulaşabildiğimiz kaynaklara göre bu varsayımdan öteye gitmemiş olup, bunu kanıtlayan klinik bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada ise hiperpotasemik ve normopotasemik grup arasında C-peptid düzeyleri açısından fark saptamadık, hiperpotasemik grupta C-peptid, dolayısıyla insülin düzeyleri beklenildiği gibi düşük değildi. Hatta, nonoligürik hiperpotasemi riski fazla olan ileri derecede düşük doğum ağırlıklı prematürelere C-peptid düzeyleri diğer olgulardan daha yüksek seviyelerde seyretti.

Çalışmamızda, gebelik yaşı ile C-peptid arasında negatif korelasyon mevcuttu. Özellikle 48. ve 72. saatlerde ölçülen C-peptid düzeyleri 32 haftadan küçük prematürelere anlamlı şekilde daha yüksekti. Öte yandan doğum ağırlığı ile C-peptid düzeyleri arasında ilişki belirleyemedik. Oysa literatürde bir çalışmada C-peptid ve gebelik yaşı arasında bir korelasyon bulunamazken (15), diğer çalışmalarda kordon kanı insülin ve C-peptid düzeyleri ile doğum ağırlığı arasında pozitif korelasyon saptanmış (16, 17), başka bir çalışmada ise bizimki ile uyumlu kabul edebileceğimiz şekilde doğum ağırlığı ile insülin düzeyleri arasında direkt bir ilişki olmadığı öne sürülmüştür (18). Ayrıca insülin ile C-peptid değerlerinin arasında anlamlı benzerliğe dayanılarak C-peptidin insülin yerine kullanılabilecek bir parametre olduğu onaylanmıştır.

Sonuç olarak, bu çalışmada non-oligürik hiperpotaseminin gebelik yaşı ve doğum ağırlığı ile arasında negatif korelasyon ilişkisi olduğu literatürle uyumlu olarak belirlenmişse de, C-peptid ile hiperpotasemi arasında bir ilişki saptanamamıştır. Non-

oligürik hiperpotaseminin tek bir nedene bağlanamayacağı ve çok faktörlü düşünülmesi gerektiği kanısına varılmıştır.

Kaynaklar

1. Angelopoulous M, Leitz H, Lambert G, Mac-Gilvray. Invitro analysis of the Na-K ATPase activity in neonatal and adult red blood cells. *Biol Neonate* 1996; 69:140-5.
2. Shortland D, Trounce JQ, Levene MI. Hyperkalemia, cardiac arrhythmias, and cerebral lesion in high risk neonates. *Arch Dis Child* 1987; 62: 1139-43.
3. Lorenz JM, Kleinman LI, Markarian K. Potassium metabolism in extremely low birth weight infants in the first week of life. *J Pediatr* 1997; 131: 81-6.
4. Shaffer SG, Kilbride HW, Hayen LK, Meade VM, Warady BA. Hyperkalemia in very low birth weight infants. *J Pediatr* 1992; 121: 275-9.
5. Sato K, Kondo T, Iwao H, Honda S, Ueda K. Internal potassium shift in premature infants: cause of nonoliguric hyperkalemia. *J Pediatr* 1995; 126: 109-13.
6. Sato K, Kondo T, Iwao H, Honda S, Ueda K. Sodium and potassium in red blood cells of premature infants during the first few days: risk of hyperkalemia. *Acta Paediatr Scand* 1991; 80: 899-904.
7. Steiner DF. On the role of the proinsulin C-peptide. *Diabetes (suppl. 1)* 1978; 27: 145-8.
8. Faber OK, Kehlet H, Madsbad S, Binder C. Kinetics of human C-peptide in man. *Diabetes (suppl. 1)* 1978; 27: 207-9.
9. Gruskay J, Costarino AT, Polin RA, Baumgart S. Nonoliguric hyperkalemia in the premature infant weighing less than 1000 grams. *J Pediatr* 1988; 113: 381-6.
10. Stefano JL, Norman ME, Morales MC, Goplerud JM, Mishra OP, Papadopoulos MD. Decreased erythrocyte Na-K ATPase activity as-

- sociated with cellular potassium loss in extremely low birth weight infants with nonoliguric hyperkalemia. *J Pediatr* 1993; 122 : 276-84.
11. Brion LP, Schwartz GJ, Campbell D, Fleischman AR. Early hyperkalemia in very low birth-weight infants in the absence of oliguria. *Arc Dis Child* 1989; 64: 270-82.
 12. Leslie GI, Carman G, Arnold JD. Early neonatal hyperkalemia in the extremely premature newborn infant. *J Pediatr Child Health* 1990; 26: 58-61.
 13. Cox M: Potassium homeostasis. *Med Clin North Ame* 1981; 65: 363-84.
 14. Goldman SL, Hirata T. Attenuated Response to Insulin in Very Low Birthweight Infants. *Pediatr Res* 1980; 14: 50-3.
 15. Knip M, Puukka R, Lautala P, Leppilampi M, Puukka M. Basal insulin secretion and erythrocyte insulin binding in preterm and term newborn infants. *Biol Neonate* 1983; 43: 172-80.
 16. Verhaeghe J, Van Bree R, Van Herck E, Laureys J, Bouillon R, Van Assche F.A. C-peptide, insulin-like growth factors I and II, and insulin-like growth factor binding protein-1 in umbilical cord serum: correlations with birth weight. *Am J Obstet Gynaecol* 1993; 169: 89-97.
 17. Stanley KP, Fraser RB, Milner M, Bruce C. Cord insulin and C-peptide - distribution in an unselected population. *Br J Obstet Gynaecol* 1992; 99: 512-5.
 18. Salardi S, Orsini LF, Cacciari E et. al. Growth hormone, insulin-like growth factor I, insulin and C-peptide during human fetal life: In utero study. *Clin End* 1991; 34: 187-90.