

Pnömooperitonun Plazma Potasyumu Üzerine Etkisi

İ. Şener DEMİROLUK¹, Ziya SALİHOĞLU¹, Pervin BOZKURT¹, Yıldız KÖSE¹, Metin ERTEM²

Istanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi ¹Anesteziyoloji ve Reanimasyon, ²Genel Cerrahi Anabilim Dalı, İstanbul

Özet

Amaç: Çalışmamızın amacı, laparoskopi sırasında pnömooperitonun plazma potasyum düzeyi üzerine etkisini araştırmaktır.

Gereç ve Yöntem: Çalışmamıza 90 laparoskopik cerrahi olgusu alındı. Mekanik ventilasyon uygulandı. Ventilasyon parametreleri çalışma süresince sabit tutuldu. İntraabdominal basınç 12 mmHg'nın üzerine çıkarılmadı. Potasyum ve kan gazı değerleri için arter kan örnekleri; pnömooperiton öncesi (kontrol) (1), pnömooperitonun 20. dakika (2) ve 60. dakikalarında (3) ve ekstübasyon sonunda (4) alındı. Eş zamanlı olarak kalp atım hızı ve kan basınçları kaydedildi.

Bulgular: Potasyum seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı yükselme saptandı (Sırası ile 3.49 ± 0.6 , 3.63 ± 0.6 , 3.75 ± 0.6 ve 3.69 ± 0.6). Kan basınçlarında ve kalp atım hızında pnömooperiton öncesi dönemde, indüksiyon öncesi döneme göre azalma görüldü. Kan basıncı değerleri pnömooperiton ile normal değerlerine ulaştı. Kalp atım hızı ameliyat süresince düşük kaldı. Operasyon süresince PaCO₂ yükselme ve pH düşüş eğilimindeydi.

Sonuç: Laparoskopik olgularda kan gazı ve elektrolitler, özellikle potasyum izlenmelidir.

Anahtar sözcükler: Laparoskopik cerrahi, pnömooperiton, hiperkapni, potasyum

Endoskopik Laparoskopik & Minimal İnvaziv Cerrahi Dergisi 2004; 11(1): 29-34

Summary

Effect of pneumoperitoneum on plasma potassium

Objective: The purpose of this study is to find out the impacts of pneumoperitoneum on plasma potassium levels during laparoscopy.

Materials and Methods: Ninety patients undergoing laparoscopy were included in this study. Mechanic ventilation was performed. Ventilation parameters kept constant throughout the study. The intraabdominal pressure was not allowed to rise above 12 mmHg. Blood gasses samples for potassium and blood gases were collected at four time periods; before pneumoperitoneum (1), at the 20. minute of pneumoperitoneum (2), at the 60. minute of pneumoperitoneum (3) and after extubation (4). Systolic, diastolic pressure and heart rate were recorded simultaneously.

Results: The statistically significant increase in potassium level was determined. (3.49 ± 0.6 , 3.63 ± 0.6 , 3.75 ± 0.6 and 3.69 ± 0.6 respectively). Before the pneumoperitoneum heart rate, systolic and diastolic pressure was decreased. With the pneumoperitoneum systolic and diastolic pressure turn to normal except heart rate. Heart rate was decreased throughout the operation. The PaCO₂ showed an increase and pH had a decrease trend during operation.

Conclusion: Blood gases and electrolytes (especially potassium) must be monitored in the laparoscopic cases.

Key words: Laparoscopic surgery, pneumoperitoneum, hypercapnia, potassium

Turkish Journal of Endoscopic-Laparoscopic & Minimally Invasive Surgery 2004; 11(1): 29-34

Giriş

Laparoskopik cerrahi son yıllarda teknik alandaki gelişmelere paralel olarak daha sık ve çeşitli olgularda kullanılmaktadır. Bu durum daha yaşlı ve problemlı hastalarda laparoskopinin uygulanması ve sürenin uzaması gibi durumlarla karşılaşmasını sağlar.¹

Laparoskopik işlemin uygulanması için basınçlı bir gaz, en sık olarak da karbondioksit kullanılmaktadır. Karbondioksit ile oluşturulan yapay pnömoperiton ve buna bağlı olarak meydana getirilen intraabdominal basınç artışının ve karbondioksit absorpsiyonunun kardiyovasküler ve solunum sistemi üzerinde oluşturacağı fizyopatolojik değişikliklerinin bilinmesi, laparoskopik girişim sırasında oluşabilecek komplikasyonların önceden tahmin edilmesi ve önlem alınması açısından önemlidir.² Pnömoperiton sırasında insuffle edilen karbondioksit'in peritoneal kaviteden kana absorpsiyonu yanında, artmış intraperitoneal basınç etkisi ile akciğer kompliyansının ve fonksiyonel rezidüel kapasitenin azalması kanda karbondioksit artışına neden olur.³ Ventilasyon parametreleri ayarlanmaz ise hiperkapni ve buna bağlı solunumsal asidoz kaçınılmazdır.⁴ Solunumsal asidozun derecesi pnömoperitonun süresi ile yakın ilişkilidir. Peritoneal kaviteden karbondioksit absorpsiyonunun neden olduğu asidozun, hücre içi potasyumun plazmaya yönelmesi sonucu hiperkalemi gelişebildiği ileri sürülmektedir.⁵

Çalışmamızın amacı pnömoperitonun plazma potasyum seviyeleri üzerindeki etkisini araştırmaktır.

Gereç ve Yöntem

Bu çalışma etik kuruldan gerekli izin ve hastalardan onay alındıktan sonra, genel cerrahi ameliyathanesinde yapıldı. Laparoskopik girişim planlanan, ASA I-II grubuna dahil 90 erişkin olgu çalışmaya alındı. Akut veya kronik herhangi bir akciğer, böbrek, metabolik, endokrin hastalığı olan, asit-baz dengesi ve elektrolit bozukluğu yaratacak bir ilaç kullanan olgular çalışmaya dahil edilmedi. Olgulara operasyon süresince potasyum içeren sıvılar ve plazma potasyum düzeyini arttırabilecek herhangi bir ilaç verilmedi.

Ameliyathaneye alınan olgulara, el sırtından i.v. damaryolu yerleştirilmesini takiben %0.9 NaCl infüzyonu başlandı. Premedikasyon olarak midazolam 0.015 mg/kg iv olarak verildi. Ameliyat öncesi Allen testi uygulandıktan sonra, lokal anestezi ile radyal artere 20G kanül yerleştirildi. Anestezi indüksiyonu propofol 2 mg/kg, fentanil 2 mg/kg ile sağlandı. 0.5 mg/kg atrakuryum'u takiben tüm olgulara 7.5 mm kafli trakeal tüp ile trakeal intübasyon uygulandı. İnhalasyon anesteziği olarak %0.5-1 volümde verilen izofluran kullanıldı. Ameliyat sırasında gerektiğinde 1 µg/kg fentanil ve 0.1 mg/kg atrakuryum tekrarlandı.

Anestezi idamesinde FiO₂; % 50, oksijen ve hava karışımı; 3/5 L/dk, tidal volüm; 10 ml/kg, solunum frekansı; 10/dk olacak şekilde Drager sulla 808 V anestezi solunum cihazı ile mekanik ventilasyon uygulandı. Ventilasyon parametreleri çalışma süresince sabit tutuldu. Karbondioksit basıncı 60 mmHg'ya kadar yükselmesine izin verilerek, bu değere ulaştığı veya daha yüksek olduğu zaman ventilasyon parametrelerinin değiştirilmesi planlandı. Laparoskopik insuflatör cihazı ile 2 L/dk akım ile CO₂ pnömoperitonu oluşturuldu. İntraabdominal basınç operasyon süresince 12 mmHg değerinde sabit tutuldu. Hastalarda operasyon süresince Millenia (Millenia, Orlando, USA) monitörü ile elektrokardiyografi (EKG), kalp atım hızı, sistolik, diyastolik arter basıncı, periferik oksijen saturasyonu (SpO₂) ve end tidal karbondioksit (EtCO₂) değerleri kaydedildi.

Arter kan gazı örnekleri, pnömoperiton öncesi (kontrol),¹ pnömoperitondan 20 dakika sonra,² pnömoperitondan 60 dakika sonra³ ve ekstübasyon sonrası⁴ olmak üzere dört dönemde alındı. Arter kan gazları ve elektrolitler Ciba Corning 890 kan gazı cihazında değerlendirildi. Derlenme odasına alınan olgular daha sonra cerrahi servislerine gönderildiler.

Elde edilen verilerin istatistiksel analizinde ANOVA "Repeated measures analysis", ile post-hoc Tukey - Kramer "multiple comparisons" testleri kullanıldı. Değerler ortalama ± standart sapma olarak verildi. p< 0.05 değerleri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

α ; 0.05 ve β ; %80 değerleri ile "power analysis" yapıldığında PaCO₂'de 5 mmHg "difference" ve 4.9 standart sapma ile çalışmaya alınması gereken minimum hasta sayısı 8 olarak belirlendi. PaCO₂'de 10 mmHg değişim potasyumda 0.4 artışa sebep olur.⁶ Bu nedenle daha fazla artışın metabolik olduğu düşünüldü. Aynı α ve β değerleri ile potasyum için "power analysis" yapıldığında 0.3 "difference" ve 0.6 standart sapma ile çalışmamıza dahil edilecek minimum hasta sayısı 32 olarak belirlendi.

Tablo 1Hemodinamik değerler (ortalama \pm standart sapma)

Dönemler	SAB (mmHg)	DAB (mmHg)	KAH (vuru/dk.)
İndüksiyon öncesi	132.9 \pm 18.1	81.4 \pm 10.8	83.7 \pm 13.03
İnsuflasyon öncesi (kontrol)	117.7 \pm 15.8*	74.04 \pm 12.6*	79.03 \pm 12.5*
İnsuflasyonun 20. dk	137.4 \pm 19.9	86.01 \pm 13.3	77.3 \pm 12.01*
İnsuflasyonun 60. dk	127.5 \pm 18.05	79.7 \pm 14.09	77.2 \pm 13.03*
Ekstübasyon sonu	131.7 \pm 21.5	79.02 \pm 13.8	76.7 \pm 13.8*

İndüksiyon öncesi döneme göre istatistiksel anlamlı (P<0.05)

SAB: Sistolik arter basıncı, DAB: Diyastolik arter basıncı, KAH: kalp atım hızı

Bulgular

Çalışmamıza laparoskopik cerrahi uygulanacak 45.3 \pm 12.3 yaşlarında, 71.6 \pm 12.03 kilogram ağırlığında 90 olgu (65 kadın, 25 erkek) dahil edildi. Operasyon süreleri ortalama 83.9 \pm 18.6 dakika olarak bulundu.

Hemodinamik değerlerden arter basınçları ve kalp atım hızında, dönemler arasında %20'den fazla bir değişiklik görülmedi. Pnömooperiton öncesi dönemde sistolik ve diyastolik arter basınçları ile kalp atım hızında, anestezi etkisi ile indüksiyon öncesi döneme göre istatistiksel olarak anlamlı azalma görüldü. Sistolik ve diyastolik arter basınçları pnömooperiton etkisi ile yükselerek, indüksiyon öncesi değerlerine ulaştı. Kalp atım hızı ise tüm dönemlerde indüksiyon öncesi döneme göre anlamlı düşük bulundu. Hiçbir olguda aritmi görülmedi (Tablo 1).

Operasyon süresince PaCO₂ kontrol dönemine göre yükselme eğiliminde, pH ise kontrol dönemine göre düşüş eğilimindeydi.

Serum potasyum seviyesinde 20. ve 60. dakikalarda kontrol dönemine göre istatistiksel olarak anlamlı yükselme görülmesine rağmen kliniğe yansıyacak düzeyde değildi (Tablo 2, Grafik 1, 2, 3).

Tartışma

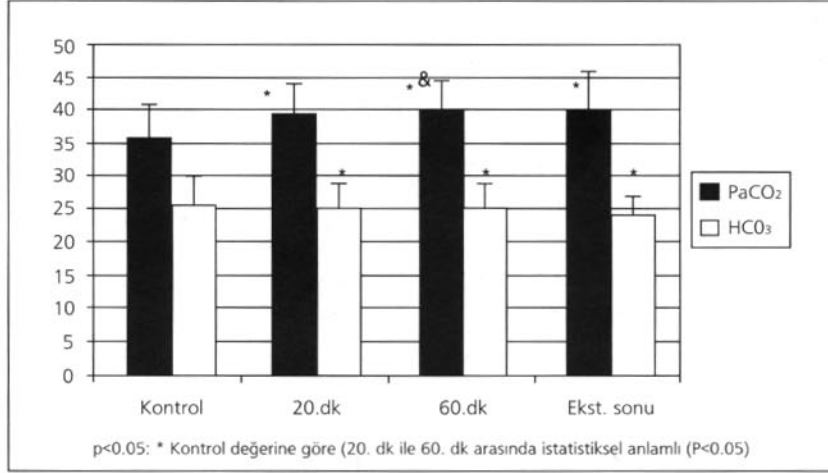
Laparoskopik cerrahinin en önemli özelliği basınçlı bir gaz ile pnömooperiton oluşturulmasıdır. Bu işlem için yüksek erirililikte olması, yanıcı olmaması, olabilecek embolilerin sıklığı ve şiddetini azalttığı için karbondioksit kullanılmaktadır.¹ Pnömooperiton oluşturmak amacı ile karbondioksit'in yüksek basınçlı insuflasyonu solunumsal, hemodinamik ve asid-baz dengesinde değişikliklere yol açarak ameliyat sırasında istenmeyen durumlara yol açabilir.^{2,3,7,8} Pnömooperiton'da karbondioksit gazı kullanıldığında görülen PaCO₂ yükselmesinin N₂O ve diğer gazlar kullanıldığında görülmemesi, bu yükselmenin esas mekanizmasının karbondioksitin peritoneal kaviteden kana direk diffüzyona bağlı olduğunu gösterir.⁹⁻¹¹ Solunum parametreleri operasyon süresince ayarlanmazsa sabit dakika hacmi ile ventilasyonda hiperkarbi ve solunumsal asidoz gelişmesi kaçınılmazdır.¹²

El-Minavi ve ark.¹³ yaptıkları çalışmalarında pnömooperitonda karbondioksit kullanıldığında pH'da düşme ile birlikte PaCO₂'de bariz bir yükselme tespit etmişlerdi. HCO₃ düzeyinde ise anlamlı değişiklik bulunmamış olması bu olayın kar-

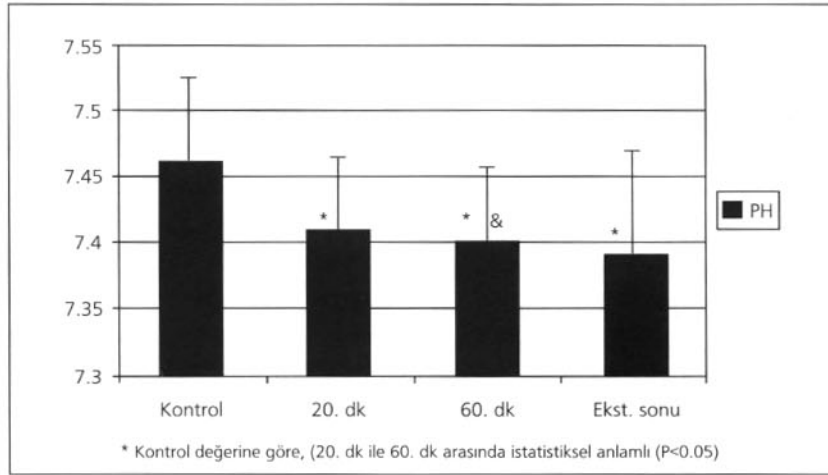
Tablo 2Potasyum ve kan gazı değerleri (ortalama \pm standart sapma)

Dönemler	Potasyum	pH	PaCO ₂	HCO ₃	PaO ₂
Pnömooperiton öncesi (kontrol)	3.49 \pm 0.6	7.46 \pm 0.06	35.93 \pm 4.9	25.5 \pm 3.8	171.3 \pm 43.1
Pnömooperiton 20. dk.	3.63 \pm 0.6*	7.41 \pm 0.05*	39.38 \pm 4.9*	24.9 \pm 3.6*	164.5 \pm 40.7
Pnömooperiton 60. dk.	3.75 \pm 0.6*	7.41 \pm 0.05*	40.38 \pm 4*	24.5 \pm 3.3*	163.2 \pm 39.6
Ekstübasyon sonu	3.69 \pm 0.6*	7.39 \pm 0.08*	40.5 \pm 6.3*	23.9 \pm 2.9*	160.4 \pm 47.8

P<0.05: (*) Kontrol değerine göre, (-20. dk ile 60. dk arasında istatistiksel anlamlı (P<0.05))



Grafik 1
Dönemler arası PaCO₂ (mmHg) ve HCO₃⁻ (mmol/L)
(ortalama ± standart sapma)

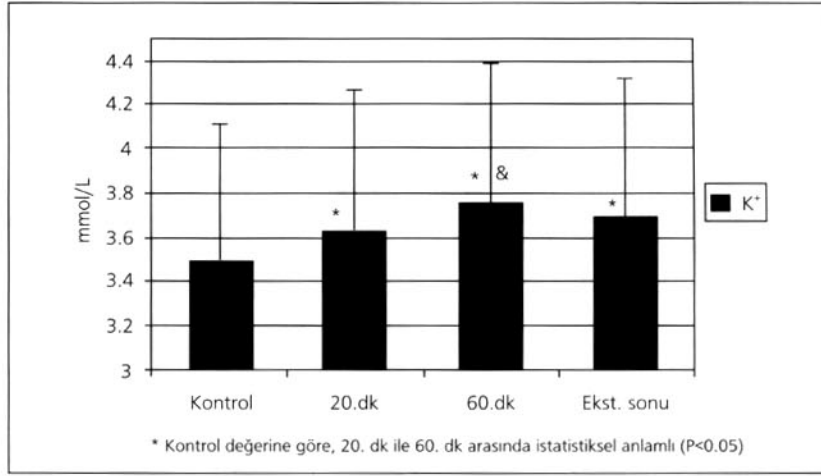


Grafik 2
Dönemler arası pH (ortalama ± standart sapma)

bondioksite bağlı solunumsal bir olay olduğunu göstermektedir. Mango ve ark.¹⁰ laparoskopik kollektomi operasyonunda volüm kontrollü ventilasyon uygulanan hastalarda intraperitoneal karbondioksit insuflasyonuna bağlı olarak PaCO₂'de anlamlı bir artma ve pH'ta ise azalma olduğunu bildirmişler. Çalışmamızda bu çalışmalara benzer şekilde insuflasyonun ilk 20. dakikasında kontrol dönemine göre PaCO₂'de anlamlı bir artış, pH'ta ise anlamlı bir azalma görüldü. Bu dönemde HCO₃⁻ düzeyinde anlamlı bir azalma görüldü. İnsuflasyonun 60. dakikasında PaCO₂'de hem kontrol, hem de 20. dakikadaki değere göre anlamlı bir artış gö-

rüldü. pH değerinde ise hem kontrol hem de 20. dakikadaki değere göre anlamlı azalma görüldü. HCO₃⁻ düzeyinde de 20. dakikadaki değere göre anlamlı bir fark görülmedi. Biz çalışmamızda özellikle insuflasyonun ilk 20 dakikasında gelişen asidozun, PaCO₂ artışına bağlı solunumsal bir asidoz olduğu görüşündeyiz. HCO₃⁻ düzeylerinde meydana gelen azalma solunumsal asidozun kompensasyonu olabileceği gibi, bazı çalışmacıların söylediği gibi periferik perfüzyonun azalmasına bağlı olarak gelişen metabolik asidozun da belirtisi olabilir.¹⁴

Peritoneal kaviteden karbondioksit absorbsiyonunun neden olduğu asidoz sonucu hücre içi po-



Grafik 3

Dönemler arası potasyum (K⁺) (ortalama ± standart sapma)

tasyumun plazmaya yönelmesine bağlı hiperkalemi gelişebildiği iddia edilmektedir.⁵ Ekstrasellüler asidoz yada asidemi, hidrojen iyonlarının hücrel tamponlanması sonucu potasyumun hücre içinden dışarı akımı ile hiperkalemi oluşturur.^{15,16} Ayrıca intraabdominal basınç artışı sonucu gelişen abdominal duvar iskemisi ve peritoneal CO₂ insuflasyonunu yarattığı lokal intrasellüler asidoz plazma potasyum seviyesinde artışa neden olabilir.^{5,16} Pearson ve ark.⁵ domuzlarda yaptıkları bir çalışmada CO₂ insuflasyonundan 2-3 saat sonra hiperkalemi ile uyumlu EKG değişiklikleri ile birlikte, plazma potasyum konsantrasyonunda bir artış gözlemlenmiştir. Hassan ve ark.⁷ laparoskopi sırasında serum potasyum seviyeleri ile PaCO₂ arasında bir ilişki olduğunu ve PaCO₂'deki yükselmeye paralel olarak serum potasyum düzeyinde klinik olarak anlamsız ve EKG değişikliği oluşturmayan yükselmeler saptamışlardır. PaCO₂ ile serum potasyum seviyeleri arasında, hiperkapninin çok küçük değişiklikleriyle bile bağlantılı bir ilişki olduğunu ileri sürmüşlerdir. PaCO₂'deki 10 mmHg artışı için serum potasyum düzeyinde 0.4 meq L⁻¹'lik artış tespit edilmiş ve serum potasyum seviyesi ile PaCO₂ arasında ilişki olduğunu gösterilmiştir.⁶ Uzamış pnömooperitonda, özellikle yaşlı hastalarda klinik ve istatistiksel bir anlam taşımayan çok hafif bir potasyum yükselmesi saptamışlardır.

Çalışmamızda yukarıdaki yazarların sonuçlarına benzer olarak, pnömooperiton sonrası dönemde hi-

perkapniye uyumlu olarak potasyum düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı yükselme saptandı. Potasyum düzeyindeki yükselme kliniğe uyumlu değildi ve hiçbir hastada EKG değişikliği ve aritmi saptanmadı.

Bizim çalışmamızda pnömooperiton ortalama süresi yaklaşık 88 dakika sürdü ve ölçümler 20. ve 60. dakikalarda yapıldı. Pnömooperitonun uzun sürmemesi ve intraabdominal basınç 12 mmHg ile sınırlandırılmasına rağmen plazma potasyum düzeyi anlamlı olarak yükseldi. Uzun süren ve yüksek basınç uygulanan pnömooperitonyum sırasında plazma potasyum düzeyleri daha belirgin olarak yükselebilir. Potasyum tutucu diüretik, dijital kullanan, böbrek fonksiyonları bozuk olan hastalarda potasyum düzeyi tehlikeli düzeylere ulaşabilir ve klinik olarak problem oluşturabilir.

Karbondioksit pnömooperitonu sırasında PaCO₂'deki artışa bağlı potasyum değişiklikleri dikkatli olarak izlenmeli ve ventilasyon parametreleri buna uygun ayarlanmalıdır. Pozisyon değişikliği ve intraabdominal basınç sınırlandırılmalıdır.

Kaynaklar

1. Lister DR, Rudston-Brown B, Warriner CB, McEwen J, Chan M, Walley KR. Carbon dioxide absorption is not linearly related to intraperitoneal carbon dioxide insufflation pressure in pigs. *Anesthesiology* 1994; 80: 129-36.
2. Salihoglu Z, Demiroglu S, Cakmakkaya S, Gorgun E, Kose Y. Influence of the patient positioning on respiratory

- mechanics during pneumoperitoneum. *Middle East J Anesthesiol* 2002; 16: 521-8.
3. Bozkurt P, Kaya G, Yeker Y, et al. Arterial carbon dioxide markedly increases during diagnostic laparoscopy in portal hypertensive children. *Anesth Analg* 2002; 95: 1236-40.
 4. Iwasaka H, Miyakawa H, Yamamoto H, Kitano T, Taniguchi K, Honda N. Respiratory mechanics and arterial blood gases during and after laparoscopic cholecystectomy. *Can J Anaesth* 1996; 43: 129-33.
 5. Pearson MR, Sander ML. Hyperkalemia associated with prolonged insufflation of carbon dioxide into the peritoneal cavity. *Br J Anaesth* 1994; 72: 602-4.
 6. Edwards R, Winnie AP, Ramamurthy S. Acute hypocapnic hypokalemia: an iatrogenic anaesthetic complication. *Anesth Analg* 1977; 56: 786-92.
 7. Hassan H, Gjessing J, Tomlin PJ. Hypercapnia and hyperkalemia. *Anaesthesia* 1979; 34: 897-89.
 8. Kocoglu H, Goksu S, Erbagcı A, Pirbudak L, Yuksek MS, Oner U. Arterial blood gases in extraperitoneal laparoscopic ureterocystopexy. *Int J Urol* 2002; 9: 422-6.
 9. Ivankovich AD, Miletich DJ, Albrecht RF, et al. Cardiovascular effects of intraperitoneal insufflation with carbon dioxide and nitrous oxide in the dog. *Anesthesiology* 1975; 42: 281-7.
 10. Magno R, Medegard A, Bengtsson R, Tronstad SE. Acid-base balance during laparoscopy. The effects of intraperitoneal insufflation of carbondioxide and nitrous oxide on acid-base balance during controlled ventilation. *Acta Obstet Gynecol Scand* 1979; 58: 81-5.
 11. Leighton T, Pianim N, Liu SY, Kono M, Klein S, Bongard F. Effectors of hypercarbia during experimental pneumoperitoneum. *Am Surg* 1992; 58: 717-21.
 12. Kazama T, Ikeda K, Kato T, Kikura M. Carbon dioxide output in laparoscopic cholecystectomy. *Br J Anaesth* 1996; 76: 530-5.
 13. El-Minavi MF, Wahbi O, El-Bagouri IS, Sharawi M, El-Mallah SY. Physiologic changes during CO₂ and N₂O pneumoperitoneum in diagnostic laparoscopy. A Comparative study. *J Reprod Med* 1981; 26: 338-46.
 14. Critchley LA, Critchley JA, Gin T. Haemodynamic changes in patients undergoing laparoscopic cholecystectomy: measurements by transthoracic electrical bioimpedance. *Br J Anaesth* 1993; 70: 681-3.
 15. Mandal AK. Hypokalemia and hyperkalemia. *Med Clin North Am* 1997; 81: 611-39.
 16. Vaughan RS. Potassium in the perioperative period. *Br J Anaesth* 1991; 67: 194-200.