



Laparoskopik Cerrahi Sırasında Tesadüfen Saptanan Diyafragma Hernili Hastada Anestezi Yönetimi

Anaesthesia Management of a Patient with Incidentally Diagnosed Diaphragmatic Hernia During Laparoscopic Surgery

Mehtap Özdemir, Pınar Yonca Yanlı, Şenay Göksu Tomruk, Nurten Bakan

Ümraniye Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği, İstanbul, Türkiye

Diyafragma hernisi genellikle kalıtsal olmakla birlikte daha nadiren travmatik olup asemptomatik kalabilir. Bu sunuda 14 yıl önce geçirdiği travmaya bağlı diyafragma hernisi gelişen, ancak tanısı rektum kanseri (Ca) ameliyatı sırasında tesadüfen konulan olgunun anestezi yönetimini sunmayı amaçladık. Rektum Ca nedeniyle laparoskopik cerrahi planlanan olgumuzun (53 yaş, 56 kg, 165 cm, American Society of Anaesthesiologist (ASA)-II erkek hasta) öyküsünde 14 yıl önce geçirilmiş yüksekten düşme anamnezi vardı. Hastanın preoperatif olarak çekilen akciğer grafisinde sağ diyafragmada hafif elevasyon dışında özelliği yoktu. Anestezi induksiyonu yapıldıktan sonra sevofluran ve O₂/N₂O ile anestezi idamesine devam edildi. Hasta daha sonra 30° Trendelenburg pozisyonuna alındı. Cerrahi ekip tarafından trokarlar yerleştirildiğinde diyafragmanın sağ yarısını kapsayan, karaciğer tarafından kapatılan geniş bir herni görüldü. Hastada herhangi bir hemodinamik veya solunumsal bozukluğa neden olmadığı için, ameliyata laparoskopik olarak, ancak düşük basınçla (12 mmHg) devam edilmesine karar verildi. Ameliyat sırasında hemodinamisi istikrarlı seyreden, solunumsal komplikasyonu olmayan hasta, girişim sonunda monitörize takip edilmek üzere genel cerrahi servisine gönderildi. Travmatik diyafragma hernileri akut dönemden uzun süre sonra tesadüfen saptanabilir. Bizim olgumuzda da laparoskopik cerrahi sırasında saptandı. Ameliyat uygun ve dikkatli hemodinamik takip ve düşük intraabdominal basınçla hastanın hemodinamik ve solunumsal değerleri bozulmadan inhalasyon anestezisi altında sorunsuz bir şekilde sonuçlandırıldı.

Anahtar Kelimeler: Travmatik diyafragma hernisi, anestezi, genel, oksijen, azot protoksit

Diaphragmatic hernia is usually congenital. However, it is rarely traumatic and can stay asymptomatic. In this report, we aimed to present the anaesthetic management of a patient with diaphragmatic hernia due to previous trauma (14 years ago), which was diagnosed incidentally during surgery for rectal cancer. The patient (53 years, 56 kg, 165 cm, American Society of Anaesthesiologist (ASA) II), to whom laparoscopic surgery was planned because of rectal cancer, had a history of falling from a height 14 years ago. Preoperatively, the patient did not have any sign except small right diaphragmatic elevation on the chest x-ray. After induction, maintenance of anaesthesia was continued with sevoflurane and O₂/N₂O. The patient was given a 30° Trendelenburg position. When the trochars were inserted by the surgeon, the diaphragmatic hernia was seen on the right part of the diaphragm, which was hidden by the liver. The surgery was continued laparoscopically but with low pressure (12 mmHg), because the patient did not have any haemodynamic and respiratory instability. The patient, who had stable haemodynamic parameters and no respiratory complications during the operation, was transferred to the ward for monitored care. Traumatic diaphragmatic hernias can be detected incidentally after a long period of acute event. In our case, it was diagnosed during laparoscopic surgery. The surgery was completed with appropriate and careful haemodynamic monitoring and low intra-abdominal pressure under inhalational anaesthesia without any impairment in the patient's haemodynamic and respiratory parameters.

Key Words: Traumatic diaphragmatic hernia, anaesthesia, general, oxygen, nitrous oxide

Giriş

Diyafragma, en önemli solunum kasıdır (1). Diyafragma üzerinde bir defekt sonucu ortaya çıkan diyafragma hernileri, kalıtsal veya kazanılmış olabilirler. Kazanılmış grupta yer alan travmatik diyafragma hernileri, künt travma olgularının %0,8-%1,6'sında saptanmaktadır (2). Genellikle travmayı izleyen erken dönemde hastanede kalış sürecinde saptanmaktadır. Ancak posttravmatik dönemde başka organ yaralanmalarının olması, klinik ve görüntüleme bulgularının olmaması nedeniyle maskelenip fark edilemeyebilir. Hasta taburcu olduktan sonra normal hayatına sorunsuz bir şekilde devam edebilir ve diyafragma hernisine neden olan travma unutulabilir (3). Literatürde kısıtlı sayıda da olsa travmadan 20 yıl sonrasında tesadüfen saptanan vaka bulunmaktadır (4).

Bu olgu sunumunda 14 yıl önce yüksekte düşme öyküsü bulunan ve laparoskopik Rektum Ca operasyonu sırasında, diyafragma hernisi tesadüfen saptanan olgunun anestezi yönetimini paylaşmayı amaçladık.

Olgu Sunumu

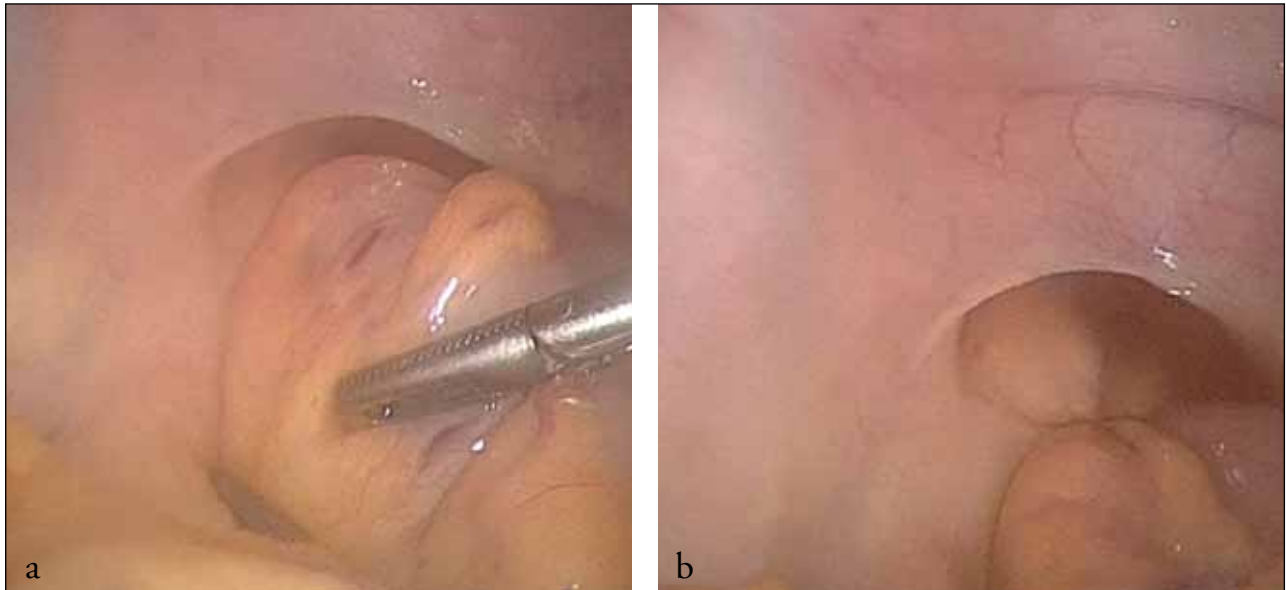
Rektum kanseri tanısıyla "Low anterior rezeksiyon ve loop ileostomi" planlanan 53 yaşında, 56 kg, 165 cm ve American Society of Anaesthesiologist (ASA) II erkek hastanın, preoperatif anestezi değerlendirmesinde rutin laboratuvar değerleri ve elektrokardiyografisi (EKG) normaldi. Dinlemekle sağ akciğer (AC) sesleri azalmış, AC grafsinde sağ diyafragma eleve idi. Yapılan göğüs hastalıkları konsültasyonunda; sağ AC alt zonlarında ral (+), solunum fonksiyon testinde (SFT) FVC: %66, FEV₁: %67, Maksimum Expiratuar Flow (MEF): %65 bulunarak, kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOAH) ve akut bronşit tanısı konuldu. Tedavide Sefuroksim Sodyum (Multi-sef) 750 mg i.v, Salbutamol (Ventolin) inhaler neb. 4 x 1, Flutikazon Propiyonat (Flixotide) 2 x 1, Asetilsistein (Asist) amp 2 x 1 intravenöz (iv) başlanıp 1 hafta sonra kontrol önerildi. İkinci göğüs hastalıkları konsültasyonunda dinleme bulguları düzelen hastanın, SFT değerlerinde FVC: %88, FEV₁: %85, MEF: %76 bulunarak, ameliyata alınabileceği belirtildi ve peroperatif bronkodilatör tedaviye devamı önerildi.

Ameliyat kararı verilip, hasta onamını takiben ameliyathaneye alınan olgumuza rutin monitorizasyon; arter basıncı (TA), elektrokardiyografi, periferik oksijen saturasyonu (SpO₂), end tidal karbondioksit (ETCO₂), bispektral analiz (BİS) yapıldı (Drager Infinity Delta, Telford, PA, USA). Hastaya sol el üstünden intravenöz kanülasyon yapılarak %0.9 sodyum klorür 4 mL kg⁻¹ h⁻¹ infüzyonu başlandı. Anestezi induksiyonunda, iv 2 mg midazolamı takiben, tiyopental sodyum 480 mg, rokuronyum bromür 0,6 mg kg⁻¹, morfin HCl 3 mg yapılarak orotrakeal entübe edildi. İdamesinde sevofluran %1,0 ve O₂-N₂O, %50-

%50 başlandı. Anestezi cihazıyla (Drager Fabius Plus, Telford, PA, USA), tidal volüm: 7 mL kg⁻¹, frekans: 10 dk⁻¹ parametreleriyle, volüm kontrollü ventilasyon (VCV) uygulandı. Hava yolu basıncının üst limiti 35 cmH₂O olarak belirlendi. Hastaya 0,05 µg kg⁻¹ dk⁻¹ remifentanil (Ultiva™ inj 1 mg vial, GlaxoSmithKline, Belgium) infüzyonu, infüzyon pompası (Body Guard 323 Multi Therapy Ambulatory Infusion Pump, B. Braun, Melsungen, Germany) ile başlandı. Girişimin uzun süreli olacağı düşünülerek hemodinamik parametrelerin dikkatle izlenebilmesi amacıyla sol radial arter kanülasyonu (20 G arterial catheter-Bio-flon, Hayrana, India) yapıp invazif arter basıncı, sol brakial ven kateterizasyonu (Cavafix Certo 375 B. Braun, Melsungen, Germany) yapılarak santral ven basıncı (SVB) monitörize edildi.

Daha sonra hasta 30° trendelenburg pozisyonuna alındı. Cerrahi ekip tarafından trokarlar yerleştirilerek, 14 mmHg ile batın içi CO₂ insüflasyonu yapıldıktan sonra inspeksiyona başlandı. Diyafragmanın sağ yarısını kapsayan ve karaciğerin 1/2'si tarafından kapatılan geniş bir herni görüldü (Resim 1a, b). Bu dönemde hastanın TA: 104/67 mmHg, KAH: 73 atım dk⁻¹, SpO₂: %100, ETCO₂: 25 mmHg ve hemodinamisi stabildi. Cerrahi ekiple yapılan konsültasyon sonrası hastanın herhangi bir hemodinamik ve solunumsal bozukluğu olmadığı için ameliyata laparoskopik olarak ancak düşük basınçla (12 mmHg) devam edilmesine karar verildi. Mevcut girişim süresinin uzun olacağı ve hastanın genel durumu (malignite) düşünülerek diyafragma hernisine müdahale edilmeme kararı alındı.

Hastanın bundan sonraki hemodinamik takipleri TA: 120-97 / 87-62 mmHg, KAH: 64-68 atım dk⁻¹, SpO₂: %99-100, ETCO₂: 28-32 mmHg, BİS: 39-43 arasında seyretti. Arter kan gazı (AKG) değerleri, solunum parametreleri ve SVB titizlikle takip edildi. Yedinci saatte trendelenburg pozisyonu düzeltilip supin pozisyona alınan hastaya, toplam



Resim 1. a, b. Diyafragma hernisinin intraoperatif görünümü

4500 mL kristalloid, 1000 mL kolloid sıvı verildi. Toplam idrar: 1000 mL, kanama: 70 mL idi. Trendelenburg öncesi SVB: 12 cmH₂O, sonrasında ise 17-19 cmH₂O olarak ölçüldü. Anestezi sonlandırılmadan 30 dk önce Tramadol HCl (Contramal, Abdi İbrahim, İstanbul) 100 mg iv, tenoksikam (Oksamen, Mustafa Nevzat, İstanbul) flakon iv ile ağrı tedavisi yapıldı. Ameliyat bitiminde ekstübe edilen hasta derlenme odasında 2 saat monitörize (TA:150 / 86 mmHg, KAH: 81 dk⁻¹ SPO₂: %97) takip edildi. Ağrı tedavisi için ek olarak parasetamol (perfalgan, Bristol Myers Squibb, New York, USA) flk 1g iv yapıldı. Salbutamol inhaler uygulandı. Derlenme odasından TA: 145/80 mmHg, KAH: 78 atım dk⁻¹, SPO₂: %96 (Oda havasında) değerleri ile monitörize takip edilmek üzere genel cerrahi servisine gönderildi.

Postoperatif 1. günde cerrahi servisinde yaptığımız kontrolde, hastanın genel durumu iyi, hemodinamisi normal sınırlarda ve stabildi, ağrısı yoktu. Oda havasında alınan AKG değerleri, pH: 7,37, PO₂: 69,3 mmHg, PCO₂: 38,3 mmHg, SO₂: 95,2, K: 3,2 mmol L⁻¹, Na: 134 mmol L⁻¹, Ca: 4,05 mmol L⁻¹, Cl: 115 mmol L⁻¹, glukoz: 179 mmol L⁻¹, HCO₃: 22,4 mmol L⁻¹, laktat: 17 mmol L⁻¹, base excess (BE): -2,3 mmol L⁻¹ idi. Karaciğer ve böbrek fonksiyon testleri normal sınırlardaydı. Hasta postoperatif 5. günde sorunsuz olarak taburcu edildi.

Tartışma

Diyafragma göğüs ve karın boşluğunu ayıran en büyük solunum kasıdır. Diyafragma hernileri, kalıtsal ve kazanılmış olmak üzere ikiye ayrılır. Kalıtsal diyafragma hernileri embriyo döneminde gelişen bir defekte bağlı olurken, daha nadir görülen kazanılmış defekler, %74 oranda travmaya bağlı olarak ortaya çıkmaktadır (5). Travmaya bağlı olanların arasında ise sağ hemidiyafragma yaralanmaları sol hemidiyafragma yaralanmalarına göre daha nadir görülmekte olup, tüm diyafragma travmalarının %35'ini oluşturmaktadır (6). Bu tür yaralanmalarda, karaciğerin bir koruyucu yastık etkisi oluşturup tanı konulmasını geciktirdiği belirtilmektedir (7). O nedenle yüksekte düşme öyküsü olan hastalarda diyafragma yaralanmaları geç olarak saptanabilmekte ve tanısı %41,3 oranda laparotomi, torakotomi veya otopsi sırasında tesadüfen konulmaktadır (8). Bizim olgumuzda da travmatik diyafragma hernisi 14 yıl asemptomatik olarak kalmış, laparoskopik sırasında tesadüfen saptanmıştır.

Travmatik diafragma hernilerinde, dispne, takipne, öksürük, göğüs veya karın ağrısı, gibi nonspesifik semptomlar görülebilir (1). Hastada acil cerrahi gerektirecek başka bir patoloji yoksa, diyafragma rüptürünün cerrahi tamiri, daha sonra yapılmak üzere ertelenebilir (9). Bizim olgumuzun da rektum ca ameliyatına girene kadar diyafragma hernisini düşündürecek herhangi bir semptomu bulunmamıştı. Ayrıca rektum ca girişim süresinin uzun olması ve hastanın daha sonra ileostomi kapatılması için tekrar ameliyat olacağı düşünüldükçe, diyafragma hernisi tamirinin ilk ameliyat sırasında yapılmamasına karar verildi.

Laparoskopik cerrahi, eskiden açık cerrahi gerektiren prosedürler için gittikçe artan oranlarda kullanılmaktadır (10). Bu sırada hastalar derin trendelenburg pozisyonuna (>30°) alınabilmekte ve pnömoperiton yapılabilmektedir. Pnömoperiton ile intraabdominal basıncın 12 mmHg seviyesinin üzerine çıktığı durumlarda AC kompliyansının azaldığı, tepe inspirasyon basıncının arttığı belirtilmiştir. Solunumsal parametrelerde görülen bu değişikliğin trendelenburg pozisyonunun derecesinden çok pnömoperiton ile ilişkili olduğu ifade edilmiştir (11). Genç (<45), orta yaşlı (45-64) ve yaşlı (>64) olmak üzere 3 grubun karşılaştırıldığı bir çalışmada, pnömoperiton ve derin trendelenburg yapılmadan önceki PaO₂ ve PaCO₂ değerlerinde, genç ve yaşlı gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmuştur. Gençlerde PaO₂ değeri yaşlı gruptaki hastalardan daha yüksek, PaCO₂ değeri ise daha düşük olarak ölçülmüştür. Yaşa bağlı akciğerdeki amfizematöz değişikliklerin bu duruma neden olduğu belirtilmiştir. Havayolu için üst basınç limitinin 35 cmH₂O, ETCO₂ değerinin 4-4,67 kPa arasında tutulduğu çalışmada, işlem süresince mekanik ventilasyon parametrelerinin ETCO₂ değerine göre dikkatle ayarlanması gerektiği belirtilmiştir (12). Bizim olgumuzda da mekanik ventilasyon için hava yolu üst basınç limiti 35 cmH₂O olarak kabul edilmiştir.

Bugüne kadar yapılan çalışmalarda, derin trendelenburg pozisyonu ve karbondioksit (CO₂) insüflasyonunun KAH ve ortalama arter basıncında (OAB) artış yaptığı bildirilmiştir (13). Kolesistektomi ve histerektominin tersine, laparoskopik kolon cerrahisi uzun anestezi ve cerrahi süresi gerektirmektedir (14). Uzun süreli pnömoperitonun kardiyovasküler sistem üzerine etkileri kısa süreli laparoskopik cerrahilerde gözlenenden farklı olmaktadır (15). İntraabdominal basıncın 20 cmH₂O seviyesine kadar kullanıldığı çalışmalarda, CO₂'un arttığı veya değişmediği yönünde yayınlar bulunmaktadır (16). Falabella ve ark. (17) 170 dakika insüflasyon süresi boyunca, 45°derin trendelenburg pozisyonuna alınan hastalarda kalp debisinde (CO) hafif fakat anlamlı olmayan artış, trendelenburg-pnömoperiton başlangıcında ise CO'ta hafif ama önemli olmayan azalma saptamışlardır (Supine pozisyon CO: 5,3 L min⁻¹ trendelenburg sonrası CO: 5,9 L min⁻¹, pnömoperiton sonrası CO: 4,9 L min⁻¹). Klopfenstein ve ark.'nın (18) çalışmasında da, uzun süreli pnömoperiton ile laparoskopik kolon cerrahisi geçiren hastalarda OAB ve KAH anlamlı artarken, arter pH ve baz açığı istikrarlı ve normal sınırlarda seyretmiştir. ETCO₂ ve PaCO₂ değerleri arasında ise devamlı olmayan ve girişim süresi uzadıkça güvenilirliği azalan bir korelasyon saptanmıştır. Laparoskopik sigmoidektomi olgularında yapılan bir çalışmada, uzun süren laparoskopik cerrahilerde CO₂ insüflasyonu ve intraabdominal basınç artışının, plazma laktat düzeyi artışına ve arter pH düşüklüğüne neden olduğu işaret edilmiştir. Bu çalışmada pnömoperiton süresi 220-255 dakika olarak bildirilmiştir (19). Bizim olgumuzda ise pnömoperiton süresi 420 dakika olup bu süre boyunca hastamızın ayarlanan ventilasyon paramet-

Tablo 1. AKG ve hemodinamik değerler

	pH	pO ₂	pCO ₂	SpO ₂ (%)	HCO ₃	KAH	TA
Peroperatif 1. saat	7,37	157 mmHg	40 mmHg	99	23,5 mmol L ⁻¹	73/dk	104/67 mmHg
Peroperatif 3. saat	7,3	152 mmHg	44 mmHg	99	20,6 mmol L ⁻¹	62/dk	97/62 mmHg
Peroperatif 7. saat	7,33	172 mmHg	40,5 mmHg	99	21 mmol L ⁻¹	68/dk	120/87 mmHg
Postoperatif 1. gün	7,37	69,3 mmHg	38,3 mmHg	99	22,4 mmol L ⁻¹	83/dk	127/81 mmHg

AKG: arter kan gazı; KAH: kalp atım hızı; TA: tansiyon arteriyel

releri ile hemodinamik ve solunumsal değerleri fizyolojik sınırlarda seyretmiştir. Girişim süresince bakılan arter kan gazı değerleri de normal sınırlardaydı (Tablo 1).

Laparoskopik cerrahide yüksek konsantrasyonlarda (%60) uygulanan nitroz oksitin kardiyovasküler sistemi uyardığını ve uzun süreli devam eden gaz inhalasyonuyla bu uyarının giderek azaldığını saptayan çalışmalar yanında, %50-60 N₂O'nin 2-10 saat uygulanmasının akciğer, karaciğer, beyin ve periferik sinirler üzerine olumsuz etkisinin bulunmadığını gösteren yayınlar da mevcuttur (20, 21). Bu nedenle biz de peroperatif dönemde hemodinamik ve solunum parametrelerini dikkatli takip ederek anestezi uygulamamızda N₂O/O₂ kullandık. Uyguladığımız 8 saat 25 dakikalık anestezi süresince olgumuzda kardiyovasküler sistem ile ilgili bir problem olmadı. Postoperatif bakılan karaciğer ve böbrek fonksiyon testleri de normal sınırlardaydı.

Sonuç

Girişim süresinin uzunluğu, trendelenburg pozisyonu ve insüflasyon gibi anestezi açısından olumsuzluk yaratacak koşullara ilaveten, tesadüfen saptanan diyafragma hernisi de anestezi yönetimini güçleştirebilmektedir. Bizim olgumuzda olduğu gibi asemptomatik olup intraoperatif tanı konan diyafragma hernili vakalarda; uzun süreli laparoskopik cerrahi girişimler, yakın hemodinamik ve AKG takibi ile düşük basınç ve uygun ventilatör ayarlarıyla N₂O kullanılarak başarılı bir şekilde gerçekleştirilebilir düşüncesindeyiz.

Hasta Onamı: Yazılı hasta onamı bu olguya katılan hastadan alınmıştır.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir - M.Ö.; Tasarım - M.Ö., P.Y.Y.; Denetleme - N.B.; Kaynaklar - M.Ö., P.Y.Y.; Malzemeler - M.Ö.; Veri toplama ve/veya işlemesi - M.Ö.; Analiz ve/veya yorum - M.Ö., P.Y.Y., Ş.G.T.; Literatür taraması - M.Ö., P.Y.Y.; Yazıyı yazan - M.Ö., P.Y.Y., Ş.G.T.; Eleştirel İnceleme - N.B.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Finansal Destek: Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir.

Informed Consent: Written informed consent was obtained from patient who participated in this case.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Cocept - M.Ö.; Design - M.Ö., P.Y.Y.; Supervision - N.B.; Funding - M.Ö., P.Y.Y.; Materials - M.Ö.; Data Collection and/or Processing - M.Ö.; Analysis and/or Interpretation - M.Ö., P.Y.Y., Ş.G.T.; Literature Review - M.Ö., P.Y.Y.; Writer - M.Ö., P.Y.Y., Ş.G.T.; Critical Review - N.B.

Conflict of Interest: No conflict of interest was declared by the authors.

Financial Disclosure: The authors declared that this study has received no financial support.

Kaynaklar

- Hwang SW, Kim HY, Byun JH. Management of patients with traumatic rupture of the diaphragm. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg* 2011; 44: 348-54. [CrossRef]
- Mansor KA. Trauma to the diafragma. *Chest Surg Clin N Am* 1997; 7: 373-83.
- Carter BN, Giuseffi J, Felson B. Traumatic diaphragmatic hernia. *Am J Roentgenol Radium Ther* 1951; 65: 56-72.
- Shreck GL, Toalson TW. Delayed presentation of traumatic rupture of the diaphragm. *J Okla State Med Assoc* 2003; 96: 181-3.
- Kuppasamy A, Ramanathan G, Gurusamy J, Ramamoorthy B, Parasakthi K. Delayed diagnosis of traumatic diaphragmatic rupture with herniation of the liver: a case report. *Ulusal Travma ve Acil Cerrahi Derg* 2012; 18: 175-7. [CrossRef]
- Chunghtai T, Ali S, Sharkey P, Lins M, Rizoli S. Update on managing diaphragmatic rupture in Blunt trauma: a review of 208 consecutive cases. *Can J Surg* 2009; 52: 177-81.
- Boulanger BR, Milzman DP, Rosati C, Rodriguez A. A comparison of right and left blunt traumatic diaphragmatic rupture. *J Trauma* 1993; 35: 255-60. [CrossRef]
- Dwari AK, Mandal A, Das SK, Sarkar S. Delayed presentation of traumatic diaphragmatic rupture with herniation of the left kidney and bowel loops. *Case Rep Pulmonol* 2013; 2013: 814632.
- Bergeron E, Clas D, Ratte S, Beauchamp G, Denis R, Evans D, et al. Impact of deferred treatment of blunt diaphragmatic rupture: a 15-year experience in six trauma centers in Quebec. *J Trauma* 2002; 52: 633-40. [CrossRef]
- McKernan JB, Laws HL. Laparoscopic repair of inguinal hernias using a totally extraperitoneal prosthetic approach. *Surg Endosc* 1993; 7: 26-8. [CrossRef]
- Rauh R, Hemmerling TM, Rist M, Jacobi KE. Influence of pneumoperitoneum and patient positioning on respiratory system compliance. *J Clin Anesth* 2001; 13: 361-5. [CrossRef]
- Takahata O, Kunisawa T, Nagashima M, Mamiya K, Sakurai K, Fujita S, et al. Effect of age on pulmonary gas exchange

- during laparoscopy in the Trendelenburg lithotomy position. *Acta Anaesthesiol Scand* 2007; 51: 687-92. [\[CrossRef\]](#)
13. Hirvonen EA, Nuutinen LS, Kauko M. Hemodynamic changes due to Trendelenburg positioning and pneumoperitoneum during laparoscopic hysterectomy. *Acta Anaesthesiol Scand* 1995; 39: 949-55. [\[CrossRef\]](#)
 14. Darzi A, Hill AD, Henry M, Guillou PJ, Monson JR. Laparoscopic assisted surgery of the colon. Operative technique. *Endosc Surg Allied Technol* 1993; 1: 13-5.
 15. Wittgen CM, Andrus CH, Fitzgerald SD, Baudendistel LJ, Dahms TE, Kaminski DL. Analysis of the hemodynamic and ventilatory effects of laparoscopic cholecystectomy. *Arch Surg* 1991; 126: 997-1000. [\[CrossRef\]](#)
 16. Cunningham AJ. Anesthetic implications of laparoscopic surgery. *Yale Journal of Biology and Medicine* 1998; 71: 551-78.
 17. Falabella A, Moore-Jeffries E, Sullivan MJ, Nelson R, Lew M. Cardiac function during steep Trendelenburg position and CO₂ pneumoperitoneum for robotic assisted prostatectomy: a trans-oesophageal Doppler probe study. *Int J Med Robotics Comput Assist Surg* 2007; 3: 312-31. [\[CrossRef\]](#)
 18. Klopfenstein CE, Schiffer E, Pastor CM, Beaussier M, Francis K, Soravia C, et al. Laparoscopic colon surgery: unreliability of end-tidal CO₂ monitoring. *Acta Anaesthesiol Scand* 2008; 52: 700-7. [\[CrossRef\]](#)
 19. Taura P, Lopez A, Lacy AM, Anglada T, Beltran J, Fernandez-Cruz L, et al. Prolonged pneumoperitoneum at 15 mmHg causes lactic acidosis. *Srg Endosc* 1998; 12: 198-201. [\[CrossRef\]](#)
 20. Kawamura R, Stanley TH, English JB, Hill GE, Liu WS, Webster LR. Cardiovascular responses to nitrous oxide exposure for two hours in man. *Anesth Analg* 1980; 59: 93-9. [\[CrossRef\]](#)
 21. Lampe G, Wauk LZ, Donegan JH, Pitts LH, Jackler RK, Litt LL. Effect on outcome of prolonged exposure of patients to nitrous oxide. *Anesth Analg* 1990; 71: 586-90. [\[CrossRef\]](#)