

KLİNİK ÇALIŞMA

Sırtüstü ve Yüzüstü Pozisyonda Uygulanan Total İntravenöz Anestezi ve İnhalasyon Anestezisinin İntraabdominal Basınç Üzerine Etkisi

The Effects of Total Intravenous Anesthesia and Inhalational Anesthesia on Intra-abdominal Pressure in the Supine and Prone Positions

Dilek MEMİŞ, Alparslan TURAN, Beyhan KARAMANLIOĞLU, Sayım EMET, Zafer PAMUKÇU

Amaç: Sırtüstü ve yüzüstü pozisyonları verilerek ameliyat edilen olgularda, total intravenöz anestezi ve inhalasyon sevofluran anestezisinin intraabdominal basınç, kardiyovasküler ve solunum sistemlerine etkileri karşılaştırıldı.

Çalışma Planı: Çalışmaya, lomber diskektomi ameliyatı geçirecek ASA I-II 30 olgu (17 erkek, 13 kadın; ort. yaş 50; dağılım 35-70) total intravenöz anestezi (grup I, n=15) ve sevofluran anestezisi (grup II, n=15) uygulanmak üzere rastgele iki gruba ayrıldı. Grup I'de, intravenöz olarak uygulanan alfentanil ve propofol ile sağlanan induksiyondan sonra entübasyon atrakuryum ile gerçekleştirildi. Anestezinin idamesinde ise alfentanil ve 10 dakikalık sürelerle azalan dozlarda propofol infüzyon şeklinde kullanıldı. Grup II'de, intravenöz propofol ile sağlanan induksiyondan sonra atrakuryum ile entübasyon gerçekleştirildi. Anestezi sürekliliği sevofluran ile sağlandı. Olguların sırtüstü pozisyonda anestezi induksiyonundan önce ve hemen sonra; yüzüstü pozisyonuna çevrildikten hemen sonra, ameliyat boyunca her 30 dakikada bir ve sırtüstü pozisyonda ekstübasyondan hemen sonra intraabdominal basınç, arter basıncı, kalp atım hızı, periferik oksijen saturasyonu, end-tidal CO₂ basıncı ölçülerek kaydedildi.

Bulgular: İki grup arasında bütün ölçüm zamanlarında, intraabdominal basınç, hemodinamik ve solunum parametre değerleri arasında anlamlı farklılık bulunmadı.

Sonuç: Her iki pozisyonda uygulanan total intravenöz anestezi ve sevofluran anestezisinin, intraabdominal basınç ile hemodinamik ve solunum parametrelerinde değişiklik oluşturmadığı belirlendi.

Anahtar Sözcükler: Anestezi, inhalasyon; kardiyak output; kalp hızı; hemodinamik prosesler/fizyoloji; basınç; yüzüstü pozisyonu/fizyoloji; solunum mekanikleri/fizyoloji; sırtüstü pozisyonu/fizyoloji.

Objectives: We compared the effects of total intravenous anesthesia and inhalational anesthesia with sevoflurane on intra-abdominal pressure and cardiovascular and respiratory systems in patients undergoing surgery in the supine and prone positions.

Study Design: Thirty ASA I-II patients (17 males, 13 females; mean age 50 years; range 35 to 70 years) undergoing elective lumbar discectomy were randomly assigned to total intravenous anesthesia (group I, n=15) and inhalational anesthesia with sevoflurane (group II, n=15). In group I, after anesthesia induction with intravenous alfentanil and propofol, intubation was performed with atracurium. Anesthesia was maintained with alfentanil and decreasing doses of propofol. In group II, induction was obtained with intravenous propofol, intubation with atracurium, and maintenance with sevoflurane. Intra-abdominal pressure, arterial pressures, heart rate, peripheral oxygen saturation, and end-tidal CO₂ were monitored and recorded in the supine position before and after anesthesia induction, immediately after turning to the prone position, every 30 minutes throughout the operation, and immediately after extubation in the supine position.

Results: At all times of monitoring, no significant differences were found between the two groups with respect to intra-abdominal pressure, hemodynamic and respiratory parameters.

Conclusion: Total intravenous anesthesia and sevoflurane anesthesia do not appear to affect intra-abdominal pressure, hemodynamic and respiratory parameters in both positions.

Key Words: Anesthesia, inhalation; cardiac output; heart rate; hemodynamic processes/physiology; pressure; prone position/physiology; respiratory mechanics/physiology; supine position/physiology.

Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı, (Memiş, Doç. Dr.; Turan, Yrd. Doç. Dr.; Karamanlioğlu, Pamukçu, Prof. Dr.; Emet Asist. Dr).

İletişim adresi: Dr. Dilek Memiş, Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı, 22030 Edirne.

Tel: 0284 - 235 76 41 / 3039 Faks: 0284 - 235 80 96 e-posta: dilmemis@mynet.com

Ameliyat sırasında ilgili bölgeye yaklaşımın kolaylaştırılması, kanamayı azaltmak ve mide içeriğinin aspirasyonunu önlemek gibi nedenlerle hastalara çeşitli pozisyonlar verilebilir. Verilen pozisyon bir yandan bu açıdan yarar sağlarken, solunum, dolaşım ve sinir sistemini de etkilemektedir.^[1] Uyanık, sağlıklı bir kişide, pozisyon değişikliğinden sonra kan basıncı ve doku perfüzyonu hızla regüle edilirken, anesteziğin miyokard ve beyin sapındaki etkileriyle bu regülasyon bozulmaktadır. Bozulma, anesteziğin cinsi, konsantrasyonu ve pozisyon değişikliğinin şekli ile ilişkilidir.^[1]

Genel anesteziğin doza bağlı olarak miyokardiyal kontraktibilitiyi baskılar. Klasik olarak, anestezi altında fonksiyonel rezidüel kapasite (FRK) azalır. Bu azalma, sırtüstü pozisyonunda oturur pozisyona göre %15-20 oranındadır ve hemen indüksiyonu takiben gelişir, ilerleyici değildir. Fonksiyonel rezidüel kapasite yüzüstü pozisyonunda, sırtüstü pozisyonundan belirgin olarak daha fazla bulunmuştur; ancak, yine de oturur pozisyondan daha azdır. Sevofluranın kardiyovasküler sisteme (KVS) olumsuz etkileri az iken, total intravenöz anestezi (TİVA) kullanılan propofol KVS'yi baskılar; kardiyak output ve sistemik vasküler direnç azalması ile kan basıncını düşürür. Sırtüstü pozisyonunun KVS üzerine istenmeyen önemli bir etkisinin olmadığı ileri sürülmüştür.^[1-4]

İntraabdominal basınç (İAB) kavramı ilk kez Marey ve Burt'un İAB'nin solunum sistemine etkilerini incelediği çalışmalarında tanımlanmıştır.^[5] İntraabdominal basıncın 20 mmHg'nin üstüne çıkması durumunda, bu basınç artışından KVS, solunum, renal ve merkezi sinir sistemlerinin olumsuz yönde etkilendiği bildirilmiştir.^[5-7]

Pozisyonların ve anesteziğin KVS ve solunum sistemi ile İAB üzerine etkilerinin karmaşık olduğunu göz önüne alarak, çalışmamızda sırtüstü veya yüzüstü pozisyonu verilen hastalarda TİVA ve sevofluran anesteziinin İAB, ortalama arter basıncı (OAB), kalp atım hızı (KAH), periferik oksijen saturasyonu (SpO₂) ve end-tidal CO₂ (ETCO₂) basıncı üzerine etkilerini araştırdık ve anestezi pratiğinde hangisinin tercih edilebileceğini belirlemeye çalıştık.

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmaya Hastane Etik Kurulu ve hasta onayı alınarak, ASA I-II sınıfına giren, obez olmayan, lomber diskektomi ameliyatı olacak 30 olgu (17 erkek, 13 kadın; ort. yaş 50; dağılım 35-70) alındı. Hipertansif, merkezi sinir sistemi, kardiyak, karaciğer veya böbrek rahatsızlığı olan olgular çalışma dışında tutuldu. Olgular zarf çekme yöntemine göre rastgele 15 kişilik iki gruba ayrıldı. Premedikasyon amacıyla ameliyattan 45 dakika önce 0.15 mg.kg⁻¹ midazolam ve 0.01 mg.kg⁻¹ atropin intramusküler olarak uygulandı. Ameliyat odasına alınan olgulara, uygun bir antekübital venden 20 G intravenöz (İV) kanülle damar yolu açılarak kristalloid infüzyonuna başlandı ve OAB, KAH, SpO₂, monitörizasyonu (Dräger Cato PM 8040, Lübeck, Almanya) yapıldı. Bütün olgulara transüretal kateter takıldı. İntraabdominal basıncı ölçmek için mesane içi basıncının ölçülmesinde kullanılan yöntemden yararlanıldı. Bu yöntemle transüretal bir kateterin ucuna üç yollu bir musluk bağlandı ve mesaneye 60 ml serum fizyolojik (SF) verildi. Üç yollu musluğun bir ucu mesane kateterine, diğer ucu idrar torbasına, üçüncü ucu ise İAB'yi ölçen bir transdüsere (Abbott, Monitoring Kit Transpac® IV, Sligo, İrlanda) bağlanarak olgular monitörize edildi. Ölçüm yapılmadığında üç yollu musluğun transdüsere yolu kapatıldı. Her iki grupta da her ölçümden önce, mesanede kalan idrar boşaltıldı, daha sonra 20 ml SF verildi ve üç yollu musluğun idrar torbası musluğu kapatıldı; bundan sonra transdüsere yardımıyla İAB ölçüldü. Böylece, iki grupta da mesane içindeki sıvı hacminin her ölçüm öncesinde standart olması sağlandı. Ölçüm sırasında simfiz pubis sıfır noktası olarak kabul edildi.

Total intravenöz anestezi uygulanan grup I'e 25 µg.kg⁻¹ İV alfentanil ve 2 mg.kg⁻¹ İV propofol ile sağlanan anestezi indüksiyonundan sonra 0.5 mg.kg⁻¹ İV atrakuryum ile entübasyon gerçekleştirildi. Anestezi idamesinde ise infüzyon pompaları ile (Abbott infüzyon pompası, Donegal, İrlanda) 0.5 µg.kg⁻¹ dk⁻¹ alfentanil, 10 dakikalık sürelerle azalan dozlarda 10-8-6 mg.kg⁻¹ sa⁻¹ propofol infüzyon olarak kullanıldı. Kas gevşemesi 0.2 mg.kg⁻¹ İV atrakuryum ile sürdürüldü.

Sevofluran anestezisi uygulanan grup II'ye 2 mg/kg⁻¹ İV propofol ile sağlanan anestezi indüksiyonundan sonra 0.5 mg.kg⁻¹ İV atrakuryum ile entübasyon gerçekleştirildi ve 25 µg.kg⁻¹ İV alfentanil uygulandı. Anestezi sürekliliği %50 O₂, %50 N₂O ve %2-2.5 sevofluran ile sağlandı.

Her iki grupta da entübasyon gerçekleştirildikten hemen sonra olguların ETCO₂ basıncı ölçülerek kaydedildi. Genel anestezi için (Dräger Cato PM 8040, Lübeck, Almanya) anestezi cihazı kullanıldı. Mekanik ventilasyon parametreleri olarak, tidal volüm 7-8 ml.kg⁻¹, solunum sayısı 12-14 dk, havayolu basıncı 25 cmH₂O, I/E: 1/2 uygulandı. Olgular yüzüstü pozisyonuna getirildikten sonra başları yan tarafa çevrildi; karın ve göğüs bölgesinde herhangi bir kısıtlama yaratmayacak şekilde göğüs ve karın bölgesi yükseltildi. Cerrahi işlem bittikten sonra tekrar sırtüstü pozisyonuna döndürülen olgular deküritize edilerek ekstübe edildi.

Olguların anestezi indüksiyonundan önce ve hemen sonra, yüzüstü pozisyonuna çevrildikten hemen sonra, ameliyat boyunca her 30 dakikada bir, iki saat boyunca sırtüstü pozisyonunda, ekstübasyondan hemen sonra İAB, OAB, KAH, SpO₂; indüksiyon öncesi ve ekstübasyondan hemen sonra hariç aynı pozisyon ve sürelerde ETCO₂ basıncı ölçülerek kaydedildi.

İstatistiksel analizler, demografik veriler, İAB, OAB, KAH, SpO₂, ETCO₂ basıncının değerlendirilmesi bağımsız gruplarda Student t-testi ile, grupların kendi içinde karşılaştırmaları varyans analizi (ANOVA) ile değerlendirildi. Bu değerler aritmetik ortalama ve standart sapma şeklinde belirtildi (ort.±SD) > p<0.05 anlamlı, p<0.01 ileri derecede anlamlı olarak kabul edildi.

BULGULAR

Olgular ile ilgili demografik ve anestezi verileri Tablo 1'de gösterildi. Gruplar arasında anlamlı farklılık saptanmadı.

Olguların anestezi indüksiyonundan önce ve hemen sonra, yüzüstü pozisyonuna çevrildikten hemen sonra, ameliyat boyunca her 30 dakikada bir ve sırtüstü pozisyonunda ekstübasyondan hemen sonra İAB, OAB, KAH, SpO₂, ETCO₂ basıncı değerleri karşılaştırıldığında grup-

lar arasında ve kendi içindeki değerlendirmelerde anlamlı farklılık saptanmadı (Tablo 2).

TARTIŞMA

Birçok hastada indüksiyondan hemen sonra pozisyon değişikliği yapılmaktadır, bu değişiklikler birçok sistemi özellikle KVS ve solunum sistemini olumsuz etkilemektedir.^[1]

Sırtüstü pozisyonunun dolaşım ve solunum sistemi üzerinde istenmeyen belirgin bir etkisi olmadığı bildirilmiştir.^[1,2] Klasik olarak, anestezi altında FRK %15-20 oranında azalır. Normalde ekspiryum sonunda ekspiratuvar kaslar tamamen gevşek, inspiratuvar kaslar ise hafif gergindir. Anestezi indüksiyonundan sonra inspiratuvar kasların tonusu kaybolurken, abdominal ekspiratuvar kaslarda ekspiryum sonunda bir tonus artışı olur. Bu da intraabdominal basınç artışı ile diyaframı yukarı iter. Fonksiyonel rezidüel kapasite, abdominal içeriğin diyaframa basınç yaparak sefale itmesi sonucu göğüs kompliyansını azaltır. Ayrıca, vücut ağırlığının karın duvarına yüklenmesi sonucu diyafram hareketleri sınırlanır; karın içi basıncın artması venöz dönüşü güçleştirir. Ancak, omuz ve pelvis hizasına yastık yerleştirilerek karnın serbest hareketi sağlanır.^[8] Eğer karnın serbest hareketi sağlanmamışsa, yüzüstü pozisyonda İAB artar. Intraabdominal basıncın yükselmesi kardiyak outputu düşürmekte ve doku kanlanmasını azaltmaktadır. Bu basıncın toraksa iletilmesi ve diyaframın elavasyonu ile diastol sonu hacmi düşer; İAB'nin artması kalbe venöz dönüşü azaltarak kardiyak outputu, dolayısıyla arteriyel kan basıncını azaltır.^[1,5,9,10]

Kompansatuvar otonomik mekanizmaların anestezik ajanların etkisi ile baskılanmış olması ve kas tonusunun anestezi altında kaybolması

Tablo 1. Olguların demografik ve anestezi verileri (ort±SD)

	Grup I (n=15)	Grup II (n=15)
Cinsiyet (erkek/kadın)	8/7	9/6
Ort. yaş	51±13	49±12
Vücut ağırlığı (kg)	67±10	71±9
Anestezi süresi (dk)	140±19	142±16.45

Tablo 2. İntraabdominal basınç, ortalama arter basıncı, kalp atım hızı ve periferik oksijen satürasyonu ve end-tidal CO₂ basınç değerleri (ort±SD)

	Grup	İndüksiyondan		Yüzüstü pozisyonundan				Ekstübasyondan	
		önce	sonra	hemen sonra	30 dk sonra	60 dk sonra	90 dk sonra	120 dk sonra	hemen sonra
İAB (mm/Hg)	I	6.6±2.5	6.6±3.5	7.4±1.4	7.0±2.7	7.1±2.4	7.1±2.5	6.9±2.9	7.6±1.5
	II	6.8±1.4	7.0±1.2	7.3±2.2	7.1±2.1	7.0±1.9	7.0±2.1	7.0±3.1	7.3±3.4
OAB (mm/Hg)	I	94.5±3.99	9.3±3.68	91.0±4.28	89.07±1.64	91.1±2.64	92.1±6.64	91.1±1.64	94.1±2.584
	II	97.2±5.02	94.1±4.32	90.0±3.9	89.0±3.25	89.0±4.25	90.0±3.29	90.0±3.35	93.6±4.25
KAH (atım/dk)	I	96.5±6.71	97.9±5.11	90.4±4.04	93.5±4.45	91.5±4.18	90.8±4.14	92.5±4.45	95.52±2.18
	II	98.6±4.45	95.7±3.91	91.3±3.66	92.4±3.05	89.5±1.50	92.3±1.96	91.9±3.05	94.6±93.50
SpO ₂ (%)	I	98.7±0.46	98.6±0.46	98.7±0.49	98.9±0.77	98.8±0.57	98.7±0.49	98.9±0.73	98.8±0.55
	II	98.7±0.49	98.7±0.49	98.8±0.57	98.8±0.77	98.9±0.77	98.8±0.67	98.8±0.57	98.9±0.76
ETCO ₂ (mmHg)	I	-	34.4±1.90	35.0±1.73	34.5±1.49	34.1±1.97	35.3±1.63	34.4±1.48	-
	II	-	34.7±1.85	34.7±1.79	35.1±1.67	34.6±2.0	34.8±1.87	35.1±1.73	-

İAB: İntraabdominal basınç; OAB: Ortalama arter basıncı; KAH: Kalp atım hızı; SPO₂: Periferik oksijen satürasyonu; ETCO₂: End-tidal CO₂.

nedeniyle sırtüstü pozisyonundan yüzüstü pozisyonuna geçişte bazı solunum sorunları ortaya çıkabilir; vücut ağırlığının hepsini taşıyan karın duvarı diyafram hareketinin zorlanmasına ve tidal volümün sınırlanmasına neden olur, FRK azalır. Anestezi indüksiyonundan ve kas gevşemesinden sonra diyaframın ekspirasyon sonu pozisyonu sırtüstü pozisyonunda değişmezken, yüzüstü pozisyonunda anlamlı olarak sefale doğru volüm şifti olduğu belirlenmiştir. Eğer hastanın abdominal boşluğu iyi düzenlenirse FRK kaybı yüzüstü pozisyonunda sırtüstü pozisyonuna göre daha azdır.^[1-4,11]

Sevofluran, kardiyovasküler ve solunum sistemine istenmeyen etkileri daha az olan bir inhalasyon ajanıdır. Propofol uygulaması ile KVS'nin baskılandığı ve sonuçta sistolik ve diastolik arter basıncının kontrollere göre %25-30 oranında azaldığı, KAH'de düşme gözlemlendiği bildirilmiştir.^[1]

Çalışmamızda, herhangi bir akciğer hasarı olmayan, sadece cerrahi nedenlerle sırtüstü ve yüzüstü pozisyonu verdiğimiz olgularda, TİVA ve sevofluran anestezisinin İAB, hemodinamik ve solunumsal parametre değerleri üzerine etkili olup olmadığını araştırdık. Bu amaçla, sırtüstü pozisyondan yüzüstü pozisyonuna çevirdiğimiz

olgularda karın ve göğüs bölgesini yastık kullanarak rahatlattıktan sonra İAB ölçtüğümüzde herhangi bir artış saptamadık; bunun yanı sıra bu uygulamanın hemodinamik ve solunumsal parametreler üzerine olumsuz etkisi bulunmadığını belirledik.

Yokoyama ve ark.^[12] lomber spinal cerrahi nedeniyle yüzüstü pozisyonuna çevrilen ve halotan anestezisi uygulanan hastalarda kardiyak indekste anlamlı azalma bulunduğunu belirlerken, hemodinamik parametrelerde değişiklik olmadığını saptamışlardır. Toyota ve Amaki^[13] cerrahi nedenlerle yüzüstü pozisyonu verilen olgularda kardiyak değişiklikleri transözofajeal ekokardiografi ile değerlendirmişler; inferior vena kavaya bası nedeniyle venöz dönüşün azaldığını, intratorasik basıncın artmasına bağlı olarak sol ventrikül kompliyansının azaldığını saptamışlardır.

Genel anestezi altında paralize hastalarda yapılan çalışmalarda, Pelosi ve ark.^[4] yüzüstü pozisyonunun solunum mekaniklerini hafif derecede etkilediğini, FRK'yi iyileştirdiğini ve arteriyel oksijen basıncını artırdığını; ancak, arteriyel karbon dioksit basıncını değiştirmedini saptamışlardır. Besler ve ark.nun^[14] çalışmalarında ise yüzüstü pozisyonunda arteriyel kar-

bon dioksit ve end-tidal CO₂ basıncının, ventile edilen havanın artmasına ve artmış nondependent alana bağlı olarak anlamlı şekilde azaldığı belirlenmiştir. Pelosi ve ark.^[15] akciğer hasarı bulunan hastaları yüzüstü pozisyonuna çevirdiklerinde, oksijenizasyonun düzeldiğini ve üriner sonda yardımıyla ölçtükleri İAB'de belirgin artış olmadığını saptamışlardır.

Sonuç olarak, sırtüstü ve yüzüstü pozisyonunda uygulanan TİVA ve sevofluran anestezisinin İAB ile hemodinamik ve solunumsal parametrelerde önemli değişiklikler oluşturmadığını belirledik. Bu önçalışmanın, daha yüksek ASA sınıfına giren ve daha fazla sayıda olguda sürdürülmesi gerektiğini düşünüyoruz.

KAYNAKLAR

1. Kayhan Z. Klinik anestezi. 2. baskı. İstanbul: Logos Yayıncılık; 1997.
2. Morgan GE, Mikhail MS, editors. Clinical anesthesiology. 2nd ed. Stamford: Appleton & Lange; 1996.
3. Barash PG, Cullen BF, Stoelting RK, editors. Handbook of clinical anesthesia. 3rd ed. Philadelphia: J. B. Lippincott; 1991.
4. Pelosi P, Croci M, Calappi E, Mulazzi D, Cerisara M, Vercesi P, et al. Prone positioning improves pulmonary function in obese patients during general anesthesia. *Anesth Analg* 1996;83:578-83.
5. Konan A, Yorgancı K. İntraabdominal basınç artışı ve abdominal kompartman sendromu. *Yoğun Bakım Dergisi* 2001;1:106-13.
6. Meldrum DR, Moore FA, Moore EE, Franciose RJ, Sauaia A, Burch JM. Prospective characterization and selective management of the abdominal compartment syndrome. *Am J Surg* 1997;174:667-72.
7. Saggi BH, Sugerman HJ, Ivatury RR, Bloomfield GL. Abdominal compartment syndrome. *J Trauma* 1998; 45:597-609.
8. Karamanloğlu B. Genel anestezide pozisyonun solunum etkileri. In: XXXIV. Türk Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kongresi (Özet Kitabı); 25-29 Ekim 2000; Kuşadası, Türkiye: 2000. s. 49-66.
9. Yavuz Y, Ronning K, Lyng O, Marvik R, Gronbech JE. Effect of increased intraabdominal pressure on cardiac output and tissue blood flow assessed by color-labeled microspheres in the pig. *Surg Endosc* 2001;15:149-55.
10. Wachsberg RH. Narrowing of the upper abdominal inferior vena cava in patients with elevated intraabdominal pressure: sonographic observations. *J Ultrasound Med* 2000;19:217-22.
11. Kraye S, Rehder K, Vettermann J, Didier EP, Ritman EL. Position and motion of the human diaphragm during anesthesia-paralysis. *Anesthesiology* 1989;70: 891-8.
12. Yokoyama M, Ueda W, Hirakawa M, Yamamoto H. Hemodynamic effect of the prone position during anesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand* 1991;35:741-4.
13. Toyota S, Amaki Y. Hemodynamic evaluation of the prone position by transesophageal echocardiography. *J Clin Anesth* 1998;10:32-5.
14. Besler MP, Orhon ZN, Bilginer N, Meydan B, Çelik M. The effects of supine positioning on PaCO₂, PETCO₂, PAW values and Pa-ETCO₂ gradient during general anaesthesia. *Eur J Anaesthesiol* 2000; Suppl 19:A132.
15. Pelosi P, Tubiolo D, Mascheroni D, Vicardi P, Crotti S, Valenza F, et al. Effects of the prone position on respiratory mechanics and gas exchange during acute lung injury. *Am J Respir Crit Care Med* 1998; 157:387-93.