

# Toraks travmalı hastalarda intravenöz hasta kontrollü analjezi ile torakal epidural hasta kontrollü analjezinin klinik etkinliğinin karşılaştırılması

## Comparison of clinical effectiveness of thoracic epidural and intravenous patient-controlled analgesia for the treatment of rib fractures pain in intensive care unit

İsmet TOPÇU, Zeynep EKİCİ, Melek SAKARYA

### AMAÇ

Toraks travmalı hastalarda torasik epidural ve sistemik hasta kontrollü analjezi uygulamalarının yoğun bakım tedavi sürecine etkileri geriye dönük olarak araştırıldı.

### GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamızda 1997 ve 2003 yılları arasında yoğun bakım ünitesine (YBÜ) alınan toraks travması sonrası kot kırığı oluşan ve yoğun bakım tedavisi uygulanan olgular değerlendirildi. Üç veya daha çok kot kırığı olan, fentanil ile intravenöz hasta kontrollü analjezi veya bupivakain ve fentanil ile torasik epidural analjezi uygulanan 49 olgu çalışmaya alındı.

### BULGULAR

Gruplar arasındaki yaralanma ağırlık skorunda fark saptanmadı. APACHE II skor değerleri (8,1±1,6 ve 9,2±1,7) ve kırık sayısı ortalamaları (4±1,1 ve 6,8±2,7) torasik epidural uygulanan gruptaki hastalarda daha yüksekti (p<0,05). Torasik epidural analjezi uygulanan hastalarda tedavi süresince 6. saat-ten itibaren anlamlı düzeyde düşük ağrı skorları gözlemlendi (p<0,05). Grupların YBÜ'de kalma süresi (15,6±5,9 ve 12,1±4,4 gün) torasik epidural analjezi grubunda daha kısa olarak saptandı (p<0,05). Gruplar arasında mekanik ventilasyon gereksinimi, pulmoner ve kardiyak komplikasyonlar açısından fark saptanmadı.

### SONUÇ

Üçten fazla kot kırığı olan toraks travmalı olguların yoğun bakım tedavisinde, analjezi amacıyla lokal anestezi ve opioid infüzyonu ile torasik epidural analjezi kullanımının daha etkili analjezi sağlaması ve YBÜ yatış süresini kısaltması nedeniyle daha uygun olacaktır.

**Anahtar Sözcükler:** Bupivakain; fentanil; hasta kontrollü analjezi; toraks travması; torakal epidural analjezi; kot kırıkları/ilaç tedavisi.

### BACKGROUND

The results of thoracic epidural and systemic patient controlled analgesia practice were evaluated retrospectively in patients with thoracic trauma.

### METHODS

Patients who were admitted to the intensive care unit between 1997 and 2003, with a diagnosis of multiple rib fractures related to thoracic trauma were evaluated retrospectively. Data were recorded from 49 patients who met the following criteria; three or more rib fractures, initiation of PCA with I.V. phentanyl or thoracic epidural analgesia with phentanyl and bupivacaine.

### RESULTS

There were no significant differences between the groups concerning injury severity score. APACHE II score (8.1±1.6 and 9.2±1.7) and the number of rib fractures (4±1.1 and 6.8±2.7) were higher in thoracic epidural analgesia group (p<0.05). Pain scores of patients who received thoracic epidural analgesia were significantly lower as from 6th hour during whole therapy (p<0.05). Length of intensive care unit stay (15.6±5.9 and 12.1±4.4 day) was found to be shorter in thoracic epidural analgesia group (p<0.05). There were no differences between the groups regarding mechanical ventilation requirement, pulmonary and cardiac complications.

### CONCLUSION

We suggest that the use of thoracic epidural analgesia with infusion of local anesthetics and opioids are more appropriate as they provide more effective analgesia and shorten length of intensive care unit stay in chest trauma patients with more than three rib fractures who require intensive care.

**Key Words:** Bupivacaine; phentanyl; patient-controlled analgesia; thoracic trauma; thoracic epidural analgesia; rib fractures/drug therapy.

Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı, Manisa.

V. Ulusal Travma ve Acil Cerrahi Kongresinde sözlü bildiri olarak sunulmuştur (16-20 Kasım 2005, Antalya).

Department of Anesthesiology and Reanimation, Medicine Faculty of Celal Bayar University, Manisa, Turkey.

Presented at the 5th Congress of Emergency Surgery (November 16-20, Antalya, Turkey).

İletişim (Correspondence): Dr. İsmet Topçu, Güzelyurt Mah., Ingolstadt Cad., Anadolu Konutları, No: 11, 45030 Manisa, Turkey.  
Tel: +90 - 236 - 232 31 33 / 234 Faks(Fax): +90 - 236 - 237 02 13 e-posta(e-mail): topcuismet@yahoo.com

Ciddi toraks travmalı olgularda çoklu kot kırıkları, yelken göğüs ve pulmoner kontüzyon görülebilir.<sup>[1]</sup> Çoklu kot kırığına bağlı ağrı, travma sonrası oluşan pulmoner hasarı daha da karmaşık hale getirebilir. Yeterli analjezi olmadan derin soluma, öksürme ve solunum fizyoterapisi sağlanamaz ve çoklu kot kırıklı toraks travmalarının en önemli ve yüksek mortalite ile seyreden komplikasyonu olan solunum güçlüğü meydana gelebilir.<sup>[2,3]</sup> Sedasyon uygulamaksızın, hastalara yeterli analjezi sağlanması sayesinde hastaların solunum fizyoterapisi ile çalışması kolaylaşmakta, erken mobilizasyon sağlanmakta ve solunum bakımı daha etkili hale gelmektedir. Sistemik opioidlerle intravenöz (İ.V.) analjezi bu amaçla etkili olarak kullanılmasına karşın solunumu deprese edici etkileri nedeniyle bazı durumlarda uygun olmayabilir.<sup>[4,5]</sup> Epidural yolla uygulanan analjezinin ise kot kırıklı hastalarda tidal volüm, vital kapasite, inspiratuvar güç ve oksijenasyonu iyileştirebildiği bildirilmiştir.<sup>[6,7]</sup>

Bu yazıda, yoğun bakım ünitemizde toraks travması ve çoklu kot kırığı nedeniyle izlenen olgulara uygulanan İ.V. hasta kontrollü analjezi (HKİVA) ve torasik epidural hasta kontrollü analjezi (HKEA) yöntemlerinin analjezik kalite ve morbidite üzerine etkilerinin değerlendirilmesi amaçlandı.

## GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada, Tıp Fakültesi Etik Kurul onayı alınarak 1999-2003 yılları arasında toraks travması ve kot kırığı tanısı ile Anesteziyoloji YBÜ'ne yatırılan 18-70 yaş arası 49 hasta geriye dönük olarak değerlendirildi. Çalışmaya üç veya daha fazla sayıda kot kırığı olan ve en az 24 saat HKİVA veya HKEA uygulanan olgular dahil edildi.

Olguların demografik verileri, travma ve analjezik özellikleri, ağrı skorları, karşılaşılan komplikasyonlar, YBÜ'de kalma süreleri değerlendirildi. Demografik veriler; yaş ve cinsiyet, travma özellikleri, yaralanma ağırlık skoru, APACHE II skoru, kırık kot sayısı, hemotoraks, pnömotoraks ve göğüs tüpü gerekliliğini içerdi.

Epidural kateterler YBÜ'de hastanın kendi yatağında steril şartlarda ve torasik bölgeden (T<sub>5</sub>'ten T<sub>8</sub>'e) ve standart direnç kaybı tekniği ile yerleştirildi. HKİVA için 5 µg/mL fentanil ve HKEA için %0,125 bupivakain + 2 µg/mL fentanil içeren solüsyonlar serum fizyolojik içerisinde hazırlanarak

HKA cihazı (Abbott Pain Management Provider, North Chicago, ABD) ile uygulandı. Her iki grup için HKA cihazı 5 mL bolus doz ve 20 dk kilitli kalma (bazal infüzyon 4 mL/sa, 4 sa limiti yok) ve 10 mL yükleme dozu (aynı solüsyondan) olarak programlandı.

Ağrı skorları her 4 saatte bir yoğun bakım hekimi tarafından değerlendirilip kaydedildi. Hastanın ağrı durumu dinlenmedeki vizüel analog skor (VAS) ile (0=ağrı yok, 10 cm=çok şiddetli, dayanılmaz ağrı) değerlendirildi. Hastanın analjezisi yetersiz (VAS 3 cm üstünde) kalırsa ek olarak 5 mL infüzyon (aynı solüsyondan) uygulandı.

Olgularda tüm tedavi süresince görülen komplikasyonlar; pnömoni, atelektazi, mekanik ventilasyon gereksinimi, kardiyak komplikasyonlar (konjestif kalp yetmezliği, miyokart enfarktı) ve sepsis olarak değerlendirilerek kaydedildi. YBÜ'de kalış süresi (gün); YBÜ'ye alınma zamanından evine veya yataklı bir servis birimine transferine kadar geçen zaman olarak tanımlandı.

İstatistiksel değerlendirmede grupların VAS değerlerinin karşılaştırılmasında Mann-Whitney U-testi kullanıldı. Ortalamaların karşılaştırılmasında Student's t-testi, kullanıldı. Cinsiyetin, komplikasyonların ve travma özelliklerinin karşılaştırılması ise Ki-kare testi ile yapıldı. Veriler ortalama ± standart sapma (ort±SD) olarak verildi. İstatistiksel analizler için 'SPSS for Windows 10.0' kullanıldı (SPSS, Chicago, IL, USA). p değeri 0,05'ten küçük olanlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

## SONUÇLAR

Olguların demografik verileri ve travma ile ilgili yaralanma verileri Tablo 1'de gösterildi. Gruplar arasında yaş, cinsiyet ve yaralanma ağırlık skorları bakımından fark saptanmadı. HKEA grubunda daha çok sayıda kot kırığı ve daha yüksek APACHE II skorları saptandı (p<0,05). Gruplar arasında pulmoner kontüzyon, pnömotoraks, hemotoraks ve göğüs tüpü bulunma yüzdesi bakımından fark görülmüdü.

Olguların 46'sında (%94) travma nedeni motorlu araç kazası iken, HKEA grubunda bulunan üç olguda (%6) neden yüksekten düşme idi.

Grupların analjezik uygulama süresi, mekanik ventilasyon ve yatış süresi verileri Tablo 2'de gös-

**Tablo 1.** Olguların demografik verileri, yoğun bakım ünitesine giriş skorları ve travma özellikleri

	Grup HKİVA (n=27)	Grup HKEA (n=22)	p
Yaş (yıl)	50,2±18,1	47,1±17,7	0,54
Cinsiyet (E / K)	18 / 9	17 / 5	0,53
Yaralanma ağırlık skoru	23,2±4,2	25,6±5,4	0,09
APACHE II	8,1±1,6	9,2±1,7	0,02
Kırık kot sayısı	4±1,1	6,8±2,7	0,0001
Pulmoner kontüzyon (n, %)	13 (48,1)	14 (63,6)	0,38
Hemotoraks (n, %)	12 (44,4)	11 (50)	0,77
Pnömotoraks (n, %)	15 (55,6)	17 (77,3)	0,14
Göğüs tüpü (n, %)	18 (66,7)	17 (77,3)	0,53
Göğüs tüpü süresi (gün)	8,3±4,3	5,5±1,2	0,01

HKİVA: İntravenöz hasta kontrollü analjezi; HKEA: Epidural hasta kontrollü analjezi.

**Tablo 2.** Olguların analjezi, yoğun bakım ünitesi yatış ve mekanik ventilasyon süreleri (ort±SD)

	Grup HKİVA (n=27)	Grup HKEA (n=22)	p
Analjezi süresi (gün)	4±1,5	3,6±1	0,27
YBÜ yatış süresi (gün)	15,6±5,9	12,1±4,4	0,02
Mekanik ventilasyon gereksinimi (n, %)	9 (45)	11 (55)	0,26
Mekanik ventilasyon süresi (gün)	4,3±1,3	3,9±1	0,43

HKİVA: İntravenöz hasta kontrollü analjezi; HKEA: Epidural hasta kontrollü analjezi.

**Tablo 3.** Olgularda görülen komplikasyonlar

	Grup HKİVA (n=27)	Grup HKEA (n=22)	p
Pnömoni (n, %)	10 (37)	4 (18,2)	0,20
Atelektazi (n, %)	8 (29,6)	5 (22,7)	0,26
Kardiyak sorunlar (n, %)	3 (11,5)	3 (15,8)	0,68
Sepsis (n, %)	5 (18,5)	1 (4,5)	0,20

HKİVA: İntravenöz hasta kontrollü analjezi; HKEA: Epidural hasta kontrollü analjezi.

terildi. Analjezi uygulama süresi ve mekanik ventilasyon destek süresi açısından gruplar arasında fark gözlenmezken, YBÜ'de kalma süresi grup HKİVA'da daha uzun bulundu ( $p<0,05$ ).

Analjezi tedavisinin başlangıcından itibaren 96 sa boyunca olguların VAS değerleri karşılaştırıldı ve Şekil 1'de gösterildi. Gruplar arasında başlangıç

ve 6. saat değerleri arasında fark saptanmazken, grup HKEA'da sonraki tüm zamanlarda daha düşük VAS değerleri elde edildi.

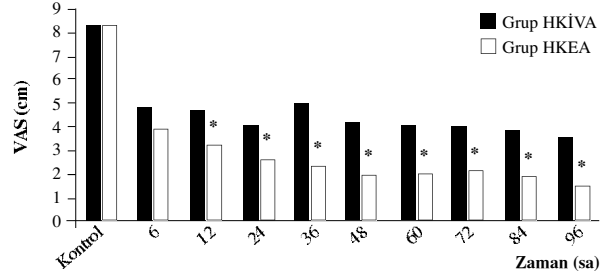
Gruplar arasında pulmoner, kardiyak ve septik komplikasyonlar açısından fark saptanmadı (Tablo 3). Her iki grupta izlenen hastalarda mortalite ile karşılaşılmadı.

## TARTIŞMA

Toraks travması sonrası çoklu kot kırıklarına bağlı ağrı, ventilatuvar fonksiyonda azalmaya ve pulmoner morbiditede artışa neden olabilir.<sup>[2,3]</sup> Travma sonrası pulmoner işlev bozukluğunu azaltan analjezi uygulamaları pulmoner morbiditeyi de azaltabilmektedir.<sup>[8,9]</sup> Bu çalışmada, çoklu kot kırıklı toraks travmalı hastalarda torasik epidural ve sistemik hasta kontrollü analjezi uygulamalarının yoğun bakım tedavi sürecine etkileri geriye dönük araştırıldı. Torasik epidural analjezi uygulanan olgularda daha düşük ağrı skorları ve daha kısa yoğun bakım kalış süreleri gözlemlendi.

Sistemik opioid uygulaması çoklu kot kırıklı olguların ağrı tedavisinde genelde ilk basamak yaklaşım olarak kullanılmaktadır. Mackersie ve arkadaşları<sup>[10]</sup> ileriye dönük yaptıkları çalışmalarında üç veya daha fazla kot kırığı olan 32 hastaya İ.V. sürekli veya lomber epidural fentanil uygulamışlar ve lomber epidural fentanil alan hastalarda maksimal inspiratuvar basınçta, vital kapasitede ve oda havası PaO<sub>2</sub> değerlerinde anlamlı iyileşme olduğunu bildirmişlerdir.<sup>[10]</sup> Bu çalışmada, İ.V. fentanil kullanılan grupta solunum depresyonu ve hipoksemi görüldüğü bildirilmiştir.<sup>[10]</sup> Opioid uygulamasından sonra hipoksemi oluşmasına obstrüktif apne, paradoksal soluma veya derin soluk sayısının azalması gibi çok sayıda faktör etkilemektedir.<sup>[1]</sup> Opioidler aynı zamanda sedasyona, solunum depresyonuna ve öksürük refleksinin baskılanmasına neden olurlar. Solunum depresyonu riski opioidlerin kullanımını sınırlamaktadır. Birçok araştırmacı çoklu kot kırığına bağlı ağrı kontrolünde sistemik opioidlerin yeterli olmadığını ve optimal ağrı kontrolü için rejyonel tekniklere gereksinim olduğunu bildirmişlerdir.<sup>[4,5]</sup> Çalışmamızda da sistemik yolla kullanılan opioid uygulamasıyla torasik epidural yolla uygulamaya göre daha yüksek ağrı skorları gözlemlendi.

Toraks travmalı olgularda epidural analjezinin oldukça etkili analjezi sağladığı ve bu yöntemin sistemik opioidler tarafından oluşturulan etkiye göre daha üstün olduğu bildirilmiştir.<sup>[11-14]</sup> Epidural analjezi ile işlevsel rezidüel kapasitede, dinamik pulmoner kompliyansa ve vital kapasitede artma, azalmış hava yolu direnci ve PaO<sub>2</sub> artışı sağlanır.<sup>[7]</sup> Yüzeysel soluma yerini normal solunuma bırakır ve paradoksal göğüs duvar hareketi azalır.<sup>[13]</sup> Epidural analjezi uygulanan hastalar uyanık haldedir ve ök-



Şekil 1. Grupların VAS değerleri (ort±SD).

(\*)  $p < 0.05$ , grup HKİVA ile karşılaştırıldığında.

sürme yetenekleri korunur, bu sayede göğüs fizyoterapisine uyumları da kolaylaşır.<sup>[12,13]</sup> Bütün bunların sonucu olarak olgularda daha kısa YBÜ ve hastane kalış süresi sağlanabilir.<sup>[15]</sup> Çalışmamızda HKEA grubu hastaların daha fazla sayıda kırık kotları ve daha yüksek APACHE II skorlarının olmasına rağmen HKİVA grubuna göre yatış süreleri daha kısa olarak saptandı. Wu ve arkadaşları<sup>[16]</sup> çalışmalarında bupivakain ve fentanil ile yapılan HKEA ile morfinle yapılan HKİVA'ye göre daha iyi analjezi elde edilmiş ancak YBU kalış süresinde fark gözlenmemiştir.

Torasik epidural analjezi alan hastalarda iyi analjezi ve diyafragmatik fonksiyon sağlanması nedeniyle lomber epidural analjezi uygulamasıyla kıyaslandığında pulmoner morbiditenin daha düşük olduğu bildirilmiştir.<sup>[2,17-20]</sup> Cicala ve arkadaşları<sup>[2]</sup> torasik epidural bupivakain uygulanan hastaların lomber epidural morfin uygulananlara göre vital kapasite ve zorlu ekspiratuvar volümlerinde anlamlı iyileşme olduğunu bildirmişlerdir.<sup>[2]</sup> Proprioseptif afferent yolların stimülasyonu, refleks olarak frenik sinir aktivitesinde azalmayla sonuçlanabilir.<sup>[2,19]</sup> Lokal anesteziklerle torasik epidural analjezi uygulaması, spinal inhibitör refleksi bloke ederek pulmoner fonksiyonu güçlendirir ve geliştirir.<sup>[16]</sup> Lomber epidural analjezi frenik sinir refleks inhibisyonunu bloke edemez ve pulmoner fonksiyonu koruyamaz.<sup>[2,17,18]</sup>

Epidural analjezide sadece lokal anestezik ajanlar ile etkili analjezi sağlanabilir. Ancak otonomik ve motor blok oluşturabilmeleri nedeniyle hipotansiyon, motor güçsüzlük, idrar retansiyonu ve derideki duyuşal bloğa bağlı bası yaraları gibi istenmeyen yan etkilere neden olabilirler.<sup>[21-23]</sup> Epidural uygulanan opioidlerin ise tek başlarına yüksek dozlar-

da kullanıldığında etkin analjezi sağlamalarının yanısıra bulantı, kusma, kaşıntı, idrar retansiyonu ve geç solunum depresyonu gibi yan etkileri vardır.<sup>[24]</sup> Lokal anestezi ve opioid kombinasyonu ile torasik epidural analjezi uygulamasında tek tek uygulandıklarındaki etkilerine göre daha iyi analjezi sağlanmakta ve bu ajanlara ait doza bağımlı yan etkilerde azalma elde edilmektedir.<sup>[16,23,25]</sup> Lokal anestezi ve opioidler spinal seviyede sinerjistik analjezik etkiye sahiptirler.<sup>[26]</sup> Ancak maksimum yararlı etki oranını sağlayan lokal anestezi ve opioid dozu ve konsantrasyonları henüz belirlenmemiştir.<sup>[21]</sup> Moon ve arkadaşları<sup>[14]</sup> torasik travmalı 34 hastada morfinle HKİVA ve bupivakain ve morfin kombinasyonu ile HKEA uygulamasını karşılaştırmış ve epidural analjezinin daha iyi analjezi, daha büyük tidal volümler ve 3. günde maksimum inspiratuvar kuvvetle daha üstün ventilatuvar dinamikler elde ettiklerini bildirmişlerdir. Wiebalck ve arkadaşları<sup>[25]</sup> torakotomili hastalarda hasta kontrollü torasik epidural bupivakain ve sulfentanil kombinasyonunun tek başına bupivakain uygulamasına göre daha etkin ağrı tedavisi oluşturduğunu göstermişlerdir. Çalışmamızda da bupivakain ve fentanil ile yapılan HKEA ile, fentanille yapılan HKİVA'ye göre daha üstün analjezi sağlandı.

Bu çalışmada üç veya daha çok kot kırığı olan hastalar değerlendirilmeye alındı. Çünkü üç veya daha çok kot kırığının artmış mortalite ve uzamış hastane ve YBÜ'de kalım süresi ile ilişkili olduğu bildirilmiştir.<sup>[27,28]</sup> Araştırmamızda bupivakain ve fentanil kombinasyonu ile torasik HKEA analjezi uygulamasında, fentanille HKİVA uygulamasına göre daha kısa yatış süresi saptandı. İyi bir analjezi, yatış süresi ve pulmoner morbidite gibi klinik etkilerin karşılığı olan düşük ağrı skorları ile ölçülmektedir.<sup>[21]</sup> HKEA uygulanan grupta 6. saatten sonraki tüm zaman aralıklarında (analjezinin uygulanmasından sonraki 12-96 saatler) analjezi anlamlı olarak üstün bulundu. Bulgularımız, epidural HKEA alan olguların HKİVA opioid alanlara göre daha az ağrısı olduğu sonucuna varan diğer çalışmalarını desteklemektedir.<sup>[14,16,25,29]</sup>

Hastalarımızda epidural analjeziyle ilişkili herhangi bir komplikasyonla karşılaşılma. Ancak epidural analjezi kullanımının bazı nadir görülen riskleri vardır. Epidural kateter yerleştirilmesi ile bağlantılı olarak postdural baş ağrısı ile sonuçlanan (insidansı yaklaşık %1) dura ponksiyonu, nadiren

nörolojik hasar (<%0,01) ve epidural hematoma (1:150,000) veya epidural apseler görülebilir.<sup>[8]</sup> Torasik epidural kateterle uygulanan lokal anestezi, hipotansiyona neden olan sempatik bloğa ve nadir olarak intratekal (total spinal) veya İ.V. enjeksiyonla (lokal anestezi toksisitesi) sonuçlanabilir.

Üçten fazla kot kırığı olan toraks travmalı yoğun bakım ünitesi olgularının analjezisinde, lokal anestezi ve opioid infüzyonu ile torasik epidural analjezi uygulamasının daha uygun olacağı kanısındayız.

## KAYNAKLAR

1. Karmakar MK, Ho AM. Acute pain management of patients with multiple fractured ribs. *J Trauma* 2003;54:615-25.
2. Cicala RS, Voeller GR, Fox T, Fabian TC, Kudsk K, Mangiante EC. Epidural analgesia in thoracic trauma: effects of lumbar morphine and thoracic bupivacaine on pulmonary function. *Crit Care Med* 1990;18:229-31.
3. Mackersie RC, Shackford SR, Hoyt DB, Karagianes TG. Continuous epidural fentanyl analgesia: ventilatory function improvement with routine use in treatment of blunt chest injury. *J Trauma* 1987;27:1207-12.
4. O'Kelly E, Garry B. Continuous pain relief for multiple fractured ribs. *Br J Anaesth* 1981;53:989-91.
5. Haenel JB, Moore FA, Moore EE, Sauaia A, Read RA, Burch JM. Extraleural bupivacaine for amelioration of multiple rib fracture pain. *J Trauma* 1995;38:22-7.
6. Shulman M, Sandler AN, Bradley JW, Young PS, Brebner J. Postthoracotomy pain and pulmonary function following epidural and systemic morphine. *Anesthesiology* 1984;61:569-75.
7. Dittmann M, Keller R, Wolff G. A rationale for epidural analgesia in the treatment of multiple rib fractures. *Intensive Care Med* 1978;4:193-7.
8. Liu S, Carpenter RL, Neal JM. Epidural anesthesia and analgesia. Their role in postoperative outcome. *Anesthesiology* 1995;82:1474-506.
9. Wisner DH. A stepwise logistic regression analysis of factors affecting morbidity and mortality after thoracic trauma: effect of epidural analgesia. *J Trauma* 1990;30:799-805.
10. Mackersie RC, Karagianes TG, Hoyt DB, Davis JW. Prospective evaluation of epidural and intravenous administration of fentanyl for pain control and restoration of ventilatory function following multiple rib fractures. *J Trauma* 1991;31:443-51.
11. Bulger EM, Edwards T, Klotz P, Jurkovich GJ. Epidural analgesia improves outcome after multiple rib fractures. *Surgery* 2004;136:426-30.
12. Worthley LI. Thoracic epidural in the management of chest trauma. A study of 161 cases. *Intensive Care Med* 1985;11:312-5.

13. Dittmann M, Ferstl A, Wolff G. Epidural analgesia for the treatment of multiple ribfractures. *Eur J Intensive Care Med* 1975;1:71-5.
14. Moon MR, Luchette FA, Gibson SW, Crews J, Sudarshan G, Hurst JM, et al. Prospective, randomized comparison of epidural versus parenteral opioid analgesia in thoracic trauma. *Ann Surg* 1999;229:684-92.
15. Bolliger CT, Van Eeden SF. Treatment of multiple rib fractures. Randomized controlled trial comparing ventilatory with nonventilatory management. *Chest* 1990;97:943-8.
16. Wu CL, Jani ND, Perkins FM, Barquist E. Thoracic epidural analgesia versus intravenous patient-controlled analgesia for the treatment of rib fracture pain after motor vehicle crash. *J Trauma* 1999;47:564-7.
17. Pansard JL, Mankikian B, Bertrand M, Kieffer E, Clergue F, Viars P. Effects of thoracic extradural block on diaphragmatic electrical activity and contractility after upper abdominal surgery. *Anesthesiology* 1993;78:63-71.
18. Fratacci MD, Kimball WR, Wain JC, Kacmarek RM, Polaner DM, Zapol WM. Diaphragmatic shortening after thoracic surgery in humans. Effects of mechanical ventilation and thoracic epidural anesthesia. *Anesthesiology* 1993;79:654-65.
19. Shannon R. Intercostal and abdominal muscle afferent influence on medullary dorsal respiratory group neurons. *Respir Physiol* 1980;39:73-94.
20. Benzon HT, Wong HY, Belavic AM, Goodman I, Mitchell D, Lefheit T, et al. A randomized double-blind comparison of epidural fentanyl infusion versus patient-controlled analgesia with morphine for postthoracotomy pain. *Anesth Analg* 1993;76:316-22.
21. Özcan PE, Şentürk M, Çamcı E, Talu GK, Yücel A, Tuğrul M. Torakotomi yapılan hastalarda preemptif analjezi ile postoperatif analjezinin karşılaştırılması. *Türk Anest Rean Cem Mecmuası* 2001;29:18-22.
22. Niemi G, Breivik H. Epidural fentanyl markedly improves thoracic epidural analgesia in a low-dose infusion of bupivacaine, adrenaline and fentanyl. A randomized, double-blind crossover study with and without fentanyl. *Acta Anaesthesiol Scand* 2001;45:221-32.
23. Badner NH, Bhandari R, Komar WE. Bupivacaine 0.125% improves continuous postoperative epidural fentanyl analgesia after abdominal or thoracic surgery. *Can J Anaesth* 1994;41(5 Pt 1):387-92.
24. Lauretti GR, de Oliveira R, Reis MP, Julião MC, Pereira NL. Study of three different doses of epidural neostigmine coadministered with lidocaine for postoperative analgesia. *Anesthesiology* 1999;90:1534-8.
25. Wiebalck A, Brodner G, Van Aken H. The effects of adding sufentanil to bupivacaine for postoperative patient-controlled epidural analgesia. *Anesth Analg* 1997;85:124-9.
26. Dickenson AH. Spinal cord pharmacology of pain. *Br J Anaesth* 1995;75:193-200.
27. Lee RB, Morris JA, Parker RS. Presence of three or more rib fractures as an indicator of need for interhospital transfer. *J Trauma* 1989;29:795-800.
28. Lee RB, Bass SM, Morris JA, MacKenzie EJ. Three or more rib fractures as an indicator for transfer to a Level I trauma center: a population-based study. *J Trauma* 1990;30:689-94.
29. Cuschieri RJ, Morran CG, Howie JC, McArdle CS. Postoperative pain and pulmonary complications: comparison of three analgesic regimens. *Br J Surg* 1987;72:495-8.