



Torakolomber patlama kırıklarının pedikül vidası ve laminar kanca kombine tespiti ile tedavisi

Burak KAYMAZ¹, Gökhan DEMİRKIRAN², Mehmet AYVAZ²,
İbrahim AKEL³, Emre ACAROĞLU⁴, Ahmet ALANAY⁵

¹Çanakkale 18 Mart Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Çanakkale;

²Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Ankara;

³İzmir Kent Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, İzmir;

⁴Ankara Omurga Merkezi, Ankara;

⁵Acibadem Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, İstanbul

Amaç: Bu çalışmanın amacı torakolomber patlama kırıklarının cerrahi tedavisinde kullanılan pedikül vidası-laminar kanca (PS-LH; pedicle screw-laminar hook) tespitinin orta dönem sonuçlarını incelemektir.

Çalışma planı: Çalışmada 1996 ile 2006 yılları arasında torakolomber patlama kırığı nedeniyle PS-LH ile tedavi edilen 19 hasta (12 erkek, 7 kadın; ortalama yaş: 34.4, dağılım: 19-57) değerlendirildi. Bu hastalardan en az 2 yıllık takibi olan 17'si (11 erkek, 6 kadın) çalışmaya alındı. Lokal kifoz açısı (LKA) ve anterior vertebra yüksekliği (AVH; anterior vertebral height) ölçümleri yapılarak radyolojik değerlendirme yapıldı. Hastaların ortalama 81 (dağılım: 38-122) ay takip edilirken, bunlardan 15'inin takibi 5 yıldan fazla bir zamanda tamamlandı.

Bulgular: Cerrahi öncesi vertebra yükseklik kaybı ve LKA'lar, sırasıyla, %41.2 (dağılım: %29-%64) ve 16.8° (dağılım: 5°-36°) iken, bu değerlerin cerrahi sonrası %16.3 (dağılım: %0-%44) ve -1.2°'ye (dağılım: -17°-10°) düzeldiği görüldü. İkinci yıl takibinde, vertebra yüksekliği ve LKA'daki ortalama düzeltim kaybı, sırasıyla, %1.8±7.9 ve 4.3±7.1 derece iken, 2. ve 5. yıllar arasındaki ortalama kayıp ise, sırasıyla, %1.8±4.5 ve 0.5±1.5 idi. Lokal kifoz açısındaki düzeltim kaybı anlamlı iken (p=0.023), vertebra yükseklik kaybı anlamlı değildi (p=0.360). Beş hastada 5 dereceden daha fazla düzeltim kaybı gözlemlendi. İkinci ve 5. yıl değerleri karşılaştırıldığında ise, vertebra yükseklik kaybı ve LKA düzeltim kaybında anlamlı bir farklılık saptanmadı (sırasıyla, p=0.147 ve p=0.205). Cerrahi öncesi değerlerle kıyaslandığında ise hem 2. hem de 5. yıl değerlerinin belirgin olarak daha iyi olduğu görüldü (p<0.001). Son takiplerinde SF-36 anketi yapılan 15 hastanın sonuçları Türk toplumunun değerleriyle benzer bulundu.

Çıkarımlar: Lokal kifotik deformitede PS-LH tespiti ile belirgin düzelme sağlanabildiği saptandı. Üst ve alt pedikül vidalarının sublaminar kancalarla desteklenmesi düzeltim kaybını tam olarak önleyemekteyse de, 5 yıllık süreçte stabilize olduğu ve hastaların kliniğinde herhangi bir problem yaratmadığı gözlemlenmiştir.

Anahtar sözcükler: Lokal kifoz; pedikül vidası-laminar kanca; torakolomber patlama kırığı; vertebral yükseklik.

Yazışma adresi: Dr. Burak Kaymaz, Çanakkale 18 Mart Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Çanakkale.

Tel: +90 286 – 218 05 65 e-posta: kaymaz23@yahoo.com

Başvuru tarihi: 06.02.2013 **Kabul tarihi:** 20.01.2014

©2014 Türk Ortopedi ve Travmatoloji Derneği

Bu yazının çevrimiçi İngilizce versiyonu

www.aott.org.tr adresinde

doi: 10.3944/AOTT.2014.3201

Karekod (Quick Response Code)



Torakolomber patlama kırıklarının tedavi yöntemi üzerinde henüz bir fikir birliği yoktur. Cerrahi tedavide amaç, normal spinal anatominin restorasyonu, redüksiyonun korunması, nörolojik yapıların dekompresyonu, erken mobilizasyon ve olabildiğince çok sayıda hareketli segmentin korunmasıdır. Posterior kısa segment pedikül tespit ile kifotik deformitede başlangıçta belirgin düzelme sağlanabilmekte ve daha fazla mobil segment korunabilmekteyse de, takipte başarısızlık oranının arttığı bilinmektedir. De Peretti ve ark.'nın^[1] 1994 tarihli çalışmasında, kısa segment enstrümantasyonun bir modifikasyonu olan pedikül vidası-laminar kanca (PS-LH; pedicle screw-laminar hook) kombinasyonu tarif edilmiştir. Bu teknikle stabilite artırılırken, alt ekstremitedeki mobil segmentler korunabilmektedir. Yazarlar, 2 yıllık takiplerde belirgin düzeltim kaybı olmadığını ve radyolojik sonuçların mükemmel olduğunu bildirmişlerdir.^[2] Bununla birlikte, daha sonra özellikle Avrupa'da popüler olan bu teknik ile ilgili uzun dönem sonuçları bildiren bir çalışma bulunmamaktadır.

Bu çalışmanın amacı, torakolomber patlama kırıklarının cerrahi tedavisinde kullanılan PS-LH kombinasyonunun orta dönem sonuçlarını değerlendirmektir.

Hastalar ve yöntem

Çalışmamızda, 1996 ile 2006 yılları arasında tek seviye torakolomber patlama kırığı nedeniyle tedavi edilen hastalar incelendi. Cerrahi uygulanan ve en az 2 yıllık medikal ve radyolojik takipleri olan hastalar çalışmaya dahil edildi. Kırıklar AO sınıflamasına göre sınıflandırıldı. Bütün hastalara posterior ligamentöz kompleks değerlendirmesi için MR (T1, T2 ve STIR) görüntülemesi yapılmıştı. Posterior ligamentöz kompleks yaralanması olan Tip B kırıklı hastalar çalışmaya alınırken, konservatif tedavi edilen Tip A kırıklı hastalar ve kombine veya uzun segment enstrümantasyonla tedavi edilen Tip C kırıklı hastalar çalışmaya dışı bırakıldı. Bu inceleme sonrası, posterior PS-LH kombinasyonu ile tedavi edilen ve ortalama yaşı 34.4 (dağılım: 19-57) olan 19 (12 erkek, 7 kadın) hasta mevcuttu. Bu hastalardan 2 yıldan daha uzun takipleri olan 17'si (11 erkek, 6 kadın) çalışmaya katıldı. Ortalama takip süresi 81 (dağılım: 38-122) ay idi. On beş hastanın 5 yıldan daha uzun takipleri vardı.

Yaralanma nedenleri incelendiğinde, 12 hastanın yüksekte düşme, 2 hastanın merdivenlerden kayarak düşme, 5 hastanın ise trafik kazası nedeniyle yaralanmış olduğu görüldü. Eşlik eden ek yaralanmalara bakıldığında, 7 hastada kalkaneus kırığı, 4 hastada tibia kırığı ve 6 hastada ise pelvis kırığı olduğu görüldü. Beş hastada T12, 11 hastada L1 ve 3 hastada L2 vertebralarda kırık mevcuttu. Bütün hastalar nörolojik olarak intaktı ve Frankel E sınıfı olarak derecelendirildi.

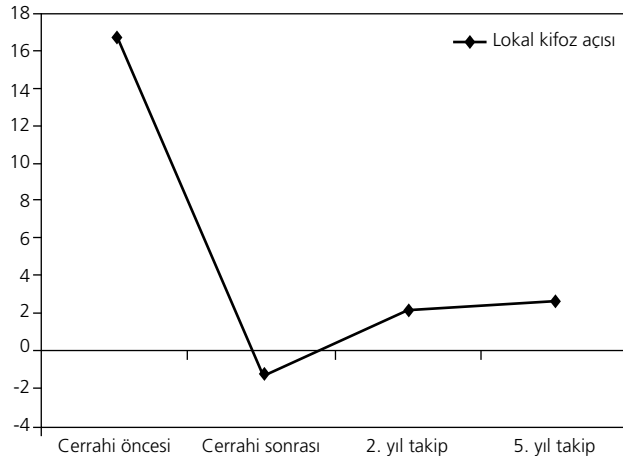
Cerrahiler yaralanma sonrası ortalama 52 saatte (dağılım: 10 saat-9 gün) gerçekleştirildi. Cerrahi teknik olarak posterior orta hat insizyonu ile girilerek kırık vertebranın bir alt ve bir üst seviyesine pedikül vidası ve laminar kanca yerleştirildi. Lordotik kontur verilen rodlar yardımıyla kırık redüksiyonu ve uygulanan distraksiyonla vertebral yüksekliğin kazanılması sağlandı (Şekil 1). Kansellöz allogreft kullanılarak enstrümantasyonlu segmentlere posterolateral füzyon uygulandı. Hiçbir hastada dekompresif laminektomi ihtiyacı olmadı. Cerrahi



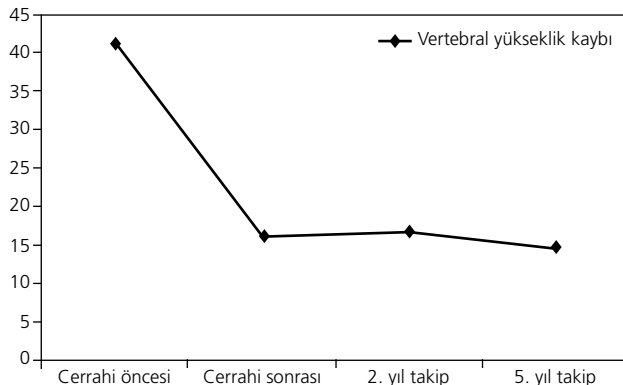
Şekil 1. Pedikül vida-laminar kanca kombinasyonu ile tedavi edilen L2 patlama kırığı olan hastanın cerrahi öncesi (a) ön-arka ve yan radyografileri, (b) aksiyel tomografi görüntüsü, (c) sagittal manyetik rezonans görüntüsü ve (d, e) cerrahi sonrası ön-arka ve yan radyografileri.

sonrası hastalar kısıtlama yapılmaksızın ayağa kaldırıldı ve herhangi bir breys kullanmadı.

Bütün hastalara hastanemize başvurduğunda ön-arka ve yan omurga grafileri çekildi. Ek radyolojik değerlendirme olarak cerrahi öncesi ve sonrası bilgisayarlı tomografi (BT) ve/veya manyetik rezonans görüntüleme (MRG) yapıldı. Cerrahi öncesi, cerrahi sonrası erken dönem, 2. ve 5. yıl takiplerinde çekilen radyolojik ön-arka ve yan vertebra grafileri ile anterior vertebral yükseklik (AVH; anterior vertebral height) kaybı ve lokal kifoz açısı (LKA) ölçümleri yapıldı. Lokal kifoz açısı kırık seviyenin bir üstündeki vertebranın üst uç plağı ile kırık vertebranın alt uç plağı arasındaki açı ölçülerek hesaplandı. AVH kayıp yüzdesi ise kırık vertebranın anterior duvar yüksekliğinin komşu alt ve üst vertebraların anterior duvar yüksekliklerinin ortalamasına bölünmesi ile bulundu. Düzeltim kaybı 2. yıl ve son takiplerde çekilen grafiler değerlendirilerek hesaplandı. Bütün grafiler bağımsız bir araştırmacı tarafından değerlendirildi. Son takipte, 15 hasta SF-36 anketi ile değerlendirildi.



Şekil 2. Cerrahi öncesi, cerrahi sonrası erken dönem, 2. ve 5. yıl takiplerinde lokal kifoz açısı.



Şekil 3. Cerrahi öncesi, cerrahi sonrası erken dönem, 2. ve 5. yıl takiplerinde vertebral yükseklik kaybı.

İstatistiksel analizde radyografik parametreler arasındaki değişimlerin karşılaştırılması ikili t-testi, farklı parametreler arasındaki değişimlerin karşılaştırılması ise korelasyon katsayısı (R) ile yapıldı. 0.05'ten düşük p değerleri anlamlı kabul edildi.

Bulgular

Cerrahi öncesi vertebra yükseklik kaybı ve LKA'ları sırasıyla %41.2 (dağılım: %29-%64) ve 16.8° (dağılım: 5°-36°) iken, bu değerlerin cerrahi sonrası %16,3 (dağılım: %0-%44) ve -1.2°'ye (dağılım: -17°-10°) düzeldiği görüldü. İkinci yıl takibinde vertebra yüksekliği ve LKA'daki ortalama düzeltim kaybı, sırasıyla, %1.8±7.9 ve 4.3±7.1 derece iken, 2. ve 5. yıllar arasındaki ortalama düzeltim kaybı ise, sırasıyla, %-1.8±4.5 ve 0.5±1.5 idi. Cerrahi sonrası erken dönem ve 2. yıl takipleri karşılaştırıldığında, LKA'daki düzeltim kaybı anlamlı iken (p=0.023), vertebra yükseklik kaybı anlamlı değildi (p=0.360). Beş hastada 5 ile 10 derece arasında düzeltim kaybı gözlemlendi. İkinci ve 5. yıl değerleri karşılaştırıldığında ise vertebra yükseklik kaybı ve LKA düzeltim kaybında anlamlı bir farklılık saptanmadı (sırasıyla, p=0.147 ve p=0.205). Cerrahi öncesi değerlerle kıyaslandığında, hem 2. hem de 5. yıl değerlerinin belirgin olarak daha iyi olduğu görüldü (p<0.001).

Ortalama hastanede kalış süresi 9.8 (dağılım: 5-21) gün idi. Hastaların hiçbirisinde cerrahi sonrası ve takiplerinde nörolojik bir sorun yaşanmadı. Hiçbir hastada enstrümantasyonda başarısızlık, klinik veya radyolojik kaynamama veya psödoartroz saptanmadı. İki hastada debridman ve antibiyotik ile tedavi edilen yüzeysel enfeksiyon gelişti. Bu hastalardan birinde enfeksiyon 18. ayda tekrarlayınca implantlar çıkartılmak zorunda kaldı. Bu işlem sonrası hastada düzeltim kaybı olmadan enfeksiyon tedavi edilebildi. SF-36 anketinde fiziksel fonksiyon değerleri 42.74±4.63, mental sağlık değerleri ise 51.1±4.28 olarak bulundu. Bu değerlerin Türk toplumunun geneli ile uyumlu olduğu görüldü.^[3]

Bütün hastalar cerrahiden memnundu ve aynı durumla karşılaşmaları halinde yine cerrahiye tercih edeceklerini belirttiler. Aktif olarak çalışan hasta sayısı 12 idi ve bu hastaların hepsi işlerine dönebilmişti. Ev hanımı olan 3 kişi ise eski aktivite seviyesine ulaşabildiklerini belirttiler.

Tartışma

Torakolomber patlama kırıklarının tedavisi tartışılır ve tedavi yöntemi üzerinde henüz bir fikir birliği yoktur. Transpediküler vidaların kullanıma girmesiyle birlikte posterior tespit, kırık tedavisinde oldukça popüler bir

yöntem olarak kullanılmaktadır. Kırık vertebranın bir alt ve bir üst segmentini içeren kısa segment tespit daha fazla sayıda hareketli segmenti koruduğundan, uzun segment enstrümantasyona göre avantaj sağlamaktadır.

Bununla birlikte, birçok cerrah zaman içinde redüksiyon kaybı ve başarısızlıkla karşılaşmıştır. Harrington kanca ve rod tespitinde minör dizilim değişikliklerine neden olabilecek in vivo streslerin daha rijit Cotrel-Dubousset pedikül vida sisteminde de başarısızlığa neden olabileceği düşünülmektedir. Başarısızlık kriteri olarak 10° veya daha fazla düzeltim kaybı ve/veya implant yetmezliği kabul edildiğinde, birçok çalışmada %40 ila 45 oranında başarısızlık bildirilmiştir.^[4-10] Bu başarısızlığın temel nedeni olarak yüksekliği geri kazanılan kırık vertebranın içindeki geniş kemik defekti düşünülmüştür.

Kısa segment enstrümantasyonla görülen yüksek orandaki başarısızlık nedeniyle biyomekanik olarak daha sağlam olabilecek tespit alternatifleri aranmaya başlamıştır. Bazı cerrahlar anterior redüksiyon ve strut greftleme ya da kafes kullanarak zayıf anterior kolonu rekonstrükte etmeyi tercih etmişlerdir.^[11-13] Bazı cerrahlar ise, tek posterior cerrahiye göre daha fazla komplikasyon görülmesine rağmen daha agresif bir yöntem olan anterior ve posterior cerrahiye birlikte yapmayı tercih etmişlerdir.^[13-15] Daniaux ise kısa segment enstrümantasyonla birlikte anterior vertebra cisminin transpediküler greftlenmesini önermiştir.^[16] Bununla birlikte, başka araştırmacılar bu yöntemle ilgili 2° ile 10° arasında düzeltim kaybı bildirmiş ve greft dikkatli bir şekilde yerleştirilmediği takdirde doğurabileceği tehlikeli komplikasyonlara dikkat çekmiştir.^[4,9,17,18]

De Peretti ve ark.,^[1,2] pedikül vidalarına binen yükü azaltmak ve aynı zamanda füzyon seviyesini azaltmak için kısa segment enstrümantasyonun laminar kancalarla güçlendirilmesini önermiştir. Yazarlar, 34 hastalık serilerinde, ortalama LKA'nın cerrahi ile 19.2°'den 0.2°'ye gerilediğini, takipte sadece 2.5°'lik düzeltim kaybı görüldüğünü ve sadece bir vida kırılması ile karşılaştıklarını bildirmişlerdir. Bu modifiye tekniğin temel prensibi, burulma yükünün çapraz bağlarla, kompresif yüklenmenin ise pedikül vidaları ile karşılanması esasına dayanmaktadır. Vida çıkmasına neden olabilecek fleksiyon yüklenmesi ise temel olarak kancalarla desteklenmektedir. Kadavra çalışmaları da laminar kancaların fleksiyon, ekstansiyon, yan eğilme ve burulma yüklerinde enstrümantasyonun dayanıklılığını arttırdığını göstermektedir.

Leduc ve ark.^[19] da tek seviye torakolomber patlama kırığı geçirmiş ve PS-LH kombinasyonu ile tedavi edilmiş 25 hastayı retrospektif olarak değerlendirmişlerdir. Yazarlar, minimum 1 yıllık (ortalama: 2.9±1.5 yıl) takipleri olan hastaların cerrahi öncesi vertebra yükseklik

kaybı ve LKA'larının %35 ve 19°'den cerrahi sonrasında %10 ve 12°'ye düzeldiğini bildirmişlerdir. Hastaların son takiplerinde ortalama düzeltim kaybı, sırasıyla, %2 ve 4° olarak görülmüştür. Bu seride görülen düzeltim kaybı bizim serimize yakın olsa da, düzeltim miktarı çalışmamızdan daha az bulunmuştur.

Teknik de Peretti ve ark.^[2] tarafından 1996'da popülerleştirilmiş ve tatminkar sonuçlar yayınlanmış olsa da, literatürde orta ve uzun dönem sonuçlarla ilgili bir veri bulunmamaktadır. Biz de kliniğimizde daha önce transpediküler greftleme ile birlikte kısa segment enstrümantasyon yaptığımız hastalarda başarılı sonuçlar alamadığımız için bu tekniği kullanmaya başladık.^[4] Çalışmamızda 1996 ile 2006 yılları arasında patlama kırığı nedeniyle tedavi edilmiş hasta serisi incelenmiştir. Nörolojik defisiti bulunmayan patlama kırığı olan hastalar konservatif veya cerrahi yaklaşım ile tedavi edilmiştir. AO Tip A3.3 kırıklı hastalar 3 aylık alçı ile tedavi edilmiş ve başarılı sonuçlar alınmıştır.^[20] Diğer taraftan, AO Tip B kırıklı hastalar PS-LH kombinasyonu ile tedavi edilmiştir. Sonuçlarımız klinik ve radyolojik olarak tatminkar bulunmuştur. Bizim çalışmamızın^[4] da aralarında bulunduğu diğer kısa segment serilerine göre PS-LH kombinasyonunun radyolojik sonuçlarının daha iyi olduğu görülmektedir. Çalışmada hiçbir hastada 10° veya üzerinde düzeltim kaybı veya implant yetmezliği görülmemiştir. Halbuki kısa segment enstrümantasyon serilerinde %50'lere varan başarısızlık oranları bildirilmiştir.^[4-10] Bununla birlikte, çalışmamızda, sagittal planda ilk 2 yıl içinde belirgin bir düzeltim kaybı görülmüştür. Ortalama 4.3° düzeltim kaybı olmasına rağmen klinik sonuçların iyi olması, hafif kifotik deformitenin hasta memnuniyetini çok fazla etkilemediği fikrini akla getirmektedir. Anterior veya geniş füzyon uygulanan serilere kıyasla daha az komplikasyon oranları da bu tekniğin bir avantajı olarak görülmektedir.^[11-15]

Birçok farklı tipte patlama kırıkları olan ve nörolojik durumları farklılık gösteren hasta serilerinin aksine, çalışmamızda nörolojik defisiti olmayan aynı tip torakolomber kırıklı hastalar standart bir cerrahi yaklaşımla tedavi edilmiştir. Bu da çalışmamızın bir artısı olarak görülmektedir.

Sonuçlarımız, AO Tip B patlama kırıklarının posterior PS-LH kombinasyonu ile herhangi bir implant yetersizliği veya klinik öneme sahip rezidüel kifoz göstermeden radyolojik ve klinik olarak tatminkar sonuçlarla tedavi edilebileceğini göstermektedir. Bu enstrümantasyon türü patlama kırıklarının tedavisinde kullanılacak alternatif bir yöntemdir.

Çıkar örtüşmesi: Çıkar örtüşmesi bulunmadığı belirtilmiştir.

Kaynaklar

1. de Peretti F, Cambas PM, Puch JM, Nasr ZG, Lovet J, Argenson C. Modular construction (2 HS-1 SH), using Cotrel-Dubousset's universal instrumentation for comminuted fractures of the thoracolumbar junction. Comparison with various other constructions. [Article in French] *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1994;80:205-16. [Abstract]
2. de Peretti F, Hovorka I, Cambas PM, Nasr JM, Argenson C. Short device fixation and early mobilization for burst fractures of the thoracolumbar junction. *Eur Spine J* 1996;5:112-20.
3. Demiral Y, Ergor G, Unal B, Semin S, Akvardar Y, Kivircik B, et al. Normative data and discriminative properties of short form 36 (SF-36) in Turkish urban population. *BMC Public Health* 2006;6:247.
4. Alanay A, Acaroglu E, Yazici M, Oznur A, Surat A. Short-segment pedicle instrumentation of thoracolumbar burst fractures: does transpedicular intracorporeal grafting prevent early failure? *Spine* 2001;26:213-7.
5. McLain RF, Sparling E, Benson DR. Early failure of short-segment pedicle instrumentation for thoracolumbar fractures. A preliminary report. *J Bone Joint Surg Am* 1993;75:162-7.
6. Sasso RC, Cotler HB. Posterior instrumentation and fusion for unstable fractures and fracture-dislocations of the thoracic and lumbar spine. A comparative study of three fixation devices in 70 patients. *Spine* 1993;18:450-60.
7. Speth MJ, Oner FC, Kadic MA, de Klerk LW, Verbout AJ. Recurrent kyphosis after posterior stabilization of thoracolumbar fractures. 24 cases treated with a Dick internal fixator followed for 1.5-4 years. *Acta Orthop Scand* 1995;66:406-10.
8. Kramer DL, Rodgers WB, Mansfield FL. Transpedicular instrumentation and short-segment fusion of thoracolumbar fractures: a prospective study using a single instrumentation system. *J Orthop Trauma* 1995;9:499-506.
9. Knop C, Fabian HF, Bastian L, Blauth M. Late results of thoracolumbar fractures after posterior instrumentation and transpedicular bone grafting. *Spine* 2001;26:88-99.
10. Tezeren G, Kuru I. Posterior fixation of thoracolumbar burst fracture: short-segment pedicle fixation versus long-segment instrumentation. *J Spinal Disord Tech* 2005;18:485-8.
11. Wiggins GC, Rauzzino MJ, Shaffrey CI, Nockels RP, Whitehill R, Alden TD, et al. A new technique for the surgical management of unstable thoracolumbar burst fractures: a modification of the anterior approach and an outcome comparison to traditional methods. *Neurosurg Focus* 1999;7(1):e3.
12. Finkelstein JA, Chapman JR, Mirza S. Anterior cortical allograft in thoracolumbar fractures. *J Spinal Disord* 1999;12:424-9.
13. Machino M, Yukawa Y, Ito K, Nakashima H, Kato F. Posterior/anterior combined surgery for thoracolumbar burst fractures-posterior instrumentation with pedicle screws and laminar hooks, anterior decompression and strut grafting. *Spinal Cord* 2011;49:573-9.
14. Been HD, Bouma GJ. Comparison of two types of surgery for thoraco-lumbar burst fractures: combined anterior and posterior stabilisation vs. posterior instrumentation only. *Acta Neurochir (Wien)* 1999;141:349-57.
15. P Oprel P, Tuinebreijer WE, Patka P, den Hartog D. Combined anterior-posterior surgery versus posterior surgery for thoracolumbar burst fractures: a systematic review of the literature. *Open Orthop J* 2010;4:93-100.
16. Daniaux H. Transpedicular repositioning and spongionoplasty in fractures of the vertebral bodies of the lower thoracic and lumbar spine. [Article in German] *Unfallchirurg* 1986;89:197-213. [Abstract]
17. Knop C, Bastian L, Lange U, Blauth M. Transpedicular fusion of the thoraco-lumbar junction. Clinical, radiographic and CT results. [Article in German] *Orthopade* 1999;28:703-13.
18. Knop C, Fabian HF, Bastian L, Rosenthal H, Lange U, Zdichavsky M, et al. Fate of the transpedicular intervertebral bone graft after posterior stabilisation of thoracolumbar fractures. *Eur Spine J* 2002;11:251-7.
19. Leduc S, Mac-Thiong JM, Maurais G, Jodoin A. Posterior pedicle screw fixation with supplemental laminar hook fixation for the treatment of thoracolumbar burst fractures. *Can J Surg* 2008;51:35-40.
20. Alanay A, Yazici M, Acaroglu E, Turhan E, Cila A, Surat A. Course of nonsurgical management of burst fractures with intact posterior ligamentous complex: an MRI study. *Spine* 2004;29:2425-31.