

Derleme / Review

SAKRUM KIRIKLARINDA CERRAHİ TEDAVİ

SURGICAL TREATMENT in SACRAL FRACTURES

ÖZ

Nadir görülen sakrum kırıklarının yönetimi; sakrumun kompleks anatomik yapısı, sakrum kırıklarının tanı zorluğu, tedavisindeki teknik zorluklar nedeniyle güçtür. Tanı, sınıflandırma ve tedavi üzerine bugüne kadar yayımlanmış Level 1 veya 2 destekleyici literatür çok azdır ve sakral kırıkların cerrahi tedavisinin uzun dönem sonuçları ile ilgili yeterli bilgi bulunmamaktadır. Sakrum kırıklarının tedavi planlamasında eşlik eden pelvik halka kırığı, lumbosakral faset yaralanması, lumbosakral dislokasyon ve nörolojik yaralanma olup olmadığı önemlidir. Cerrahi girişim nörolojik defisiti, lumbosakral instabilitesi olan hastalarda nöral dekompresyon ve stabilizasyon amacıyla yapılmalıdır. Başlangıç değerlendirmesinde dikkat öncelikle aktif ve hayatı tehdit edebilecek kanama varlığına, açık kırıklara, nörolojik hasara, iskelet yaralanmasının paternine ve stabilitesine yöneltilmeli; travmanın şiddetine bağlı sistemik hasar ve hastanın genel medikal durumu göz önüne alınmalıdır. Sakral kırıkların genellikle kompleks hâlde pelvik halka kırıkları, sinir kökü yaralanmaları, kauda equina sendromu ve spinal segmentlerin direkt ve indirekt hasarları ile bir arada bulunabileceği unutulmamalıdır.

Anahtar Sözcükler: Sakrum kırıkları, Tedavi, Cerrahi

ABSTRACT

Sacral fractures are rare entities and the management of sacral fractures are yet challenging with the complex anatomical structure of sacrum, diagnostic problems, technical difficulties in the treatment. There is very little Level 1 or 2 supportive literature published to date on diagnosis, classification and treatment. Also, the information about the long-term results of surgical treatment of sacral fractures is inadequate. The treatment plan has to include exploration of whether there is concomitant pelvic ring fracture, lumbosacral facet injury, lumbosacral dislocation and neurological injury is important. Surgical intervention should be performed in patients with neurological deficits and lumbosacral instability for goals of neural decompression and stabilization. In initial evaluation, attention should be directed primarily to the presence of active and life-threatening bleeding, open fractures, neurological damage, and the pattern and stability of skeletal injury. Systemic damage due to the severity of the trauma and the general medical condition of the patient should be considered. It should be kept in mind that sacral fractures can often coexist with complex pelvic ring fractures, nerve root injuries, cauda equina syndrome, and direct and indirect damage to the spinal segments.

Keywords: Sacral fractures, Treatment, Surgery

GİRİŞ

Sakrum kırıklarının yönetimi; sakrumun kompleks anatomik yapısı, tanı zorluğu ve tedavisindeki teknik zorluklar nedeniyle güçtür. Ayrıca nadir görülmesi nedeniyle sıklıkla

atlanır ve/veya yanlış tanı alır; dolayısıyla doğru şekilde tedavi edilemez (19). Bu karmaşıklığa ek olarak tanı, sınıflandırma ve tedavi üzerine sınıf 1 veya 2 düzeyinde literatür bilgisi sınırlıdır. Bu nedenle tedavi genellikle olgu bazında belirlenir.

Sakrum kırıklarının tedavi planlamasında eşlik eden pelvik halka kırığı, lumbosakral faset yaralanması, lumbosakral dislokasyon ve nörolojik yaralanma olup olmadığı önemlidir. Cerrahi girişim nörolojik defisiti, lumbosakral instabilitesi olan hastalarda nöral dekompresyon ve stabilizasyon amacıyla yapılmalıdır (7). Cerrahi karar alınırken hayatı tehdit eden kanama varlığı, sakrum kırığının açık kırık olup olmadığı, hastanın diğer sistemik yaralanmaları ve genel tıbbi durumu dikkate alınmalıdır.

DEKOMPRESYON

Sakral yaralanma sonrası oluşan nörolojik defisitler, monoradikülopatiden kauda ekuinanın tam transeksiyonuna kadar değişebilir (26). Transvers sakrum kırıklarına %35 oranında kök hasarlanmaları eşlik etmektedir (7,15). Sakral kökler; kırık fragmanların deplasman veya angulasyonu sonucu ya da direkt kemik fragmanlara bağlı basılanabilir, kontüze olabilir ya da aşırı traksiyona uğrayabilir. Dekompresyon, bu nedenle indirekt yolla fraktürün redüksiyonu ile veya direkt yolla laminektomi veya fokal foraminotomi uygulanarak yapılabilir. İzole dekompresyon, transeksiyona veya avusiyona uğramış köklerde kullanışlı değildir (15).

Dekompresyon için kesin cerrahi endikasyonlar veya mutlak cerrahi sonuçlar bulunmamaktadır. Bununla birlikte, nörolojik defisiti bulunan hastalarda sakral kırığın iyileşmesinden sonra, epidural fibrozis ve santral kanal ve foraminalarda artmış skarlaşma nedeniyle sakral sinir kökü dekompresyonunun zorlaştığı bildirilmiştir (36). Bu nedenle nöral elemanların dekompresyonu tercihen erken olarak (ilk 24-72 saatte) yapılması ve daha ileri hasarların önlenmesi açısından önerilmektedir (25,36). Düşük ayak mevcut olan olgularda cerrahisiz takip veya geç cerrahi uygulanmasının sonuçlarının olguların %75'inde kötü olduğu bildirilmiştir (9). L5 kökü sakrum seviyesinde anatomik olarak kanalın dışında seyretse de, alar fragmanın süperior veya posterior migrasyonunda, tuzaklanabilir, gerilebilir veya L5 transvers prosesine karşı sıkışmasına neden olabilir. Nörolojik hasarı bulunan deplase transvers sakral fraktürlü hastaların posterior sakral laminektomi ve dekompresyondan fayda gördüğü bir çalışmada gösterilmiştir (10). Bu çalışmada, nörojenik mesaneli 6 hastanın 5'inde tomografide kemik indentasyonu gözlenmiş; laminektomi ve dekompresyonu takiben 4-6 ay içerisinde kademeli olarak düzelme olduğu vurgulanmıştır (10). Tedavi şekli göz önüne alınmaksızın genel iyileşme yüzdesi %80 olarak verilir ancak; iyileşme eğiliminin doğal seyre bağlı olup olmadığı veya cerrahi dekompresyon sonucu ortaya çıkıp çıkmadığı kesin olmadığından, dekompresyonun kesin sonuçları net değildir (25).

STABİLİZASYON

Sakral fraktürlerde stabilizasyonun kritik noktası lumbosakral eklem çatısının yeniden oluşturulmasıdır. Sıklıkla dekompresyon ile stabilizasyon birlikte uygulanır. Bu yaklaşımın gerekçesi dekompresyon uygulanmış sakral fraktürlerde, dekompresyon sonrasında artmış instabiliteye neden olabilmesidir. Sakral stabilizasyon, geniş nöral dekompresyon varlığı, instabil pelvik halka varlığı ve bası altında/tuzaklanmış yumuşak dokular mevcut ise genellikle prosedüre ilave olarak uygulanır. Anterior pelvik fiksasyon, sakroiliak vidalama, direkt sakral fiksasyon ve lumbopelvik fiksasyon kullanılan stabilizasyon yöntemleridir (15).

Stabilizasyon uygulanacak hastalarda öncelikle anterior pelvik halka bütünlüğünde herhangi bir bozulma olup olmadığına dikkat edilmelidir. Retrograd pubik vidalama veya simfizis pubis ile sakrum da dahil olmak üzere posterior elemanların eksternal fiksasyonu ve pelvis anterior kısmının plaklama ile stabilizasyonun artırılması daha güçlü bir stabilizasyon sağlayabilecektir. Anterior pelvik halkanın sabitlenmesi ayrıca, prone pozisyonadaki cerrahi esnasında pelvik halka için koruma sağlamaktadır (15).

Sakral stabilizasyon yönteminin seçiminde hem biyomekanik tablo ve deplasman derecesi, hem de yumuşak dokuların durumu ve toleransı rol oynar. İdeal fiksasyon sistemi, yumuşak doku tuzaklanmasını ve cilt hasarını engellemek açısından düşük profilli olmalı hem de biyomekanik olarak stabil bir yapı oluşturabilmelidir (30). Çoğu sakral fraktürün tedavisinde perkutan metotlar önerilmektedir (15).

Sakroiliak vidalar esas kullanım amacı, sakroiliak eklem yaralanmalarıdır. Sakral ayrışma ve vertikal posterior pelvik kırıkların tedavisinde sakroiliak vidalar kullanılmaktadır (12). Çünkü horizontal sakral fraktürler, sakroiliak vida yerleşim yerleri ile aynı plandadır ve sakroiliak vida fiksasyona daha az uygundur. Hasta supin veya prone pozisyonunda iken floroskopi altında perkutan uygulama mümkündür. Vida yerleşimi çoğunlukla floroskopik görüntülemeye bağlıdır. Bu tip vidaların güvenliği çoklu klinik çalışmalarla ortaya konulmuştur (16,20,23).

Redüksiyonun kaybedilmesi veya yanlış redüksiyon daha yaygın ortaya çıkabilen, nörovasküler veya gastrointestinal yaralanma nadir görülen bir komplikasyondur. Foraminal bası oluşabileceği göz önüne alınarak, kompresyondan kaçınılmalıdır. Lateral radyografilerde, sakral slope ve sakral alar anatomide oldukça fazla varyasyon gösterilmiştir. Bu nedenle iliosakral vida yerleşimi esnasında oluşabilecek sapmalar, nörolojik hasara neden olabilmektedir. Bununla birlikte bir çalışmada lateral radyografilerde anterior "güvenli alanlar" tanımlanmış bulunmaktadır (22). Ek olarak,

anomalili transisyonel lumbosakral anatomili hastalarda veya kapalı redüksiyonun mümkün olmadığı hastalarda perkütan sakroiliak vidalar kontrendikedir. En stabil biyomekanik yapı; kırığın redüksiyonunu kolaylaştıran ve korse kullanılmaksızın erken ambulasyona izin verecek şekilde rodler ve ara bağlantı ile sabitlenmiş lumbal pedikül vidaları ve iliak vidaların birlikte kullanılmasıdır. Lumbosakral disk hasarı ve kırıklarda L5-S1 füzyon eklenebilir (18,24).

Sakral Fraktüre Eşlik Eden Pelvik Halka Kırığı

Sakrum kırıkları genellikle pelvik halka kırıkları ile beraber görülür. Bu kırıklarda %30'a varan oranlarda instabilite gözlenmektedir (15). Pelvik osseöz ve ligamentöz yapılarda instabilitenin derecesi değerlendirilmelidir. Pelvis posterior arkının bütünlüğünün bozulmasına bağlı belirgin instabilite varlığında eksternal pelvik redüksiyon gerebilmektedir. Pelvik eksternal fiksasyonun amacı pelvik volümün azaltılması ile kan kaybının azaltılması ve kırığın redüksiyonudur. Kanamalı vasküler yapıların anjiyografik embolizasyonu da ilave olarak uygulanabilir. Genellikle, nörolojik olarak intakt ve sınırlı yumuşak doku hasarı olan hastalar açısından en iyi tedavi seçeneği, cerrahi olmaksızın konservatif yöntem olarak kabul edilir. Konservatif tedavinin sonuçları net değildir. Literatürde cerrahi uygulanan ve uygulanmayan tedavi modalitelerini karşılaştıran az sayıda çalışma mevcuttur (28,30).

Sakral Fraktüre Eşlik Eden Lumbosakral Faset Yaralanması

İlk tanımlamalara göre, lumbosakral geçiş bölgesinin yaralanmaları, vertikal medial veya direkt S1 artiküler proçesine uzanan transforaminal sakral kırıklarla ilişkilidir (13). Lumbosakral geçiş zonu yaralanmaları hemipelvis dislokasyonu ile ilişkilendirilmiştir. Bu tip lezyonlar, vertikal instabil sakral kırıkların %38'inde ve rotatuar instabilite gösteren sakral kırıkların %3,5'unda gösterilmiştir (13).

Transforaminal sakral kırık varlığında, özellikle deplasman var ise lumbosakral yaralanma aranmalıdır. Bu tip olgularda lumbosakral geçiş zonu uygun bir tomografi taraması ile değerlendirilmelidir (17). İnstabilite veya lumbosakral kaset dislokasyonu varsa cerrahi fiksasyon mutlak gereklidir (6). Cerrahi sonuçlarla ilgili anlamlı veri bulunmasa da, tedavi edilmemiş lumbosakral kaset yaralanmaları, semptomatik bulgu veren rezidü kaset uyumsuzluğuna neden olabilir (6,17).

Sakral Fraktüre Eşlik Eden Lumbosakral Dislokasyon

Lumbosakral dislokasyon sıklıkla fataldir. Lumbosakral

travmatik spondilolistezis olarak da isimlendirilir ve şimdiye kadar sadece 30 olgu bildirilmiştir (34). Klinik olarak, disloke lomber kolonun saktum anteriora doğru kayması ile karakterizedir. Bilateral L5-S1 faset eklem dislokasyonunda veya sakrumu çaprazlayan bir kırık hattı varlığında ortaya çıkabilir ve aynı eklemlerde kırık ile dislokasyonlarla ilişkilidir. Raporlanan her olguda L5 anteriora doğru S1 üzerinde yer değiştirmiştir. Birbirinden farklı ve yüksek enerjili mekanizmalar sorumlu tutulmaktadır (15). Başlangıç tedavisi esnasında dikkat edilmesi gereken nokta, genellikle genel durumu kötü hastalarda nadir bir tablo olan lumbosakral dislokasyon fark edilmeyebilir. Cerrahi tedavi seçenekleri konusunda kesin tanımlamalar bulunmamaktadır (34). Spondiloolvlik disosiasyon (U-şekilli sakral fraktürler olarak da bilinir) bu yaralanmalar ile ilişkilendirilen bir antite olup tedavisi aynı derecede zordur. Bu yaralanmalarda genellikle saktum lomber omurgalar ve pelvisten ayrılır. Genellikle yüksek enerjili travmalar sonucu oluşurlar ve çoğunlukla mortaldirler. Bu yaralanmalar ile ilgili bildirilen en geniş seri 13 vaka ile bildirilmiştir (16). Kırıklar in situ perkütan vida fiksasyon ile stabilize edilmiş; nörolojik defisiti olan 9 hastada, foraminal ya da santral kanal basısı bulunmadığından dekompresyon yapılmamıştır. Sadece 2 hastada devam eden nörolojik defisit izlendiği belirtilmiştir (16). Modifiye Galveston prosedürü de dahil olmak üzere diğer teknikler de bu nadir antitede kullanım açısından tanımlanmıştır (1,2,27,31-33). Daha yeni bir çalışmada, aksiyal iskeletin direkt olarak pelvise fikre edilmesi ile sakrumun bypass edilmesini temel alan tedavi yöntemini önermektedir (35).

Sakral Fraktüre Eşlik Eden Nörolojik Hasar ve Devam Eden Bası Etkisi

Nörolojik durum tedavinin şeklini belirler (15). İnkomp-let veya intakt nörolojik tablo varlığında cerrahi tedavi ile dekompresyon ve iskeletin stabilizasyonu, tam kauda equina kesisine göre daha büyük önem taşır. Sakral kırıkların cerrahi tedavi endikasyonları arasında, nöral basının objektif bulgusu olarak nörolojik defisit varlığı, yumuşak doku yaralanması ile birlikte olan kırıklar ve geniş posterior lumbosakral ayrışma varlığıdır (30). Posterior yumuşak dokuların kalitesi operasyon kararını etkileyecektir. Sakrumun stabilize edilmesinin rehabilitasyonu kolaylaştıracağı ve erken mobilizasyona olanak verebileceği çoklu yaralanmaları mevcut hastalar da göreceli bir cerrahi endikasyon teşkil etmektedir. Kırığın stabilize edilmesi, lumbosakral dizilimin yeniden sağlanması, nörolojik tablonun düzelmesi, yeterli yumuşak doku örtüsü oluşturabilme ve genel morbiditenin azalması, sakrumun cerrahi fiksasyonunun amaçları arasında sayılabilir (30). Sakral kırıkların cerrahi

fiksasyonu; erken mobilizasyona imkan tanıyan bir stabilizasyon ve lokal nörovasküler yapıların korunmasını ve pelvik ağrının azalmasını sağlar (4,21). Stabil olmayan zon 1 ve zon 2 kırığı olan 60 hastanın incelendiği bir çalışmada, yaralanma sonrası 5 günden uzun geç dönem cerrahi, kapalı redüksiyonun daha başarısız olması ve kötü sonuçla ilişkilendirilmiştir (20). Bir başka çalışmada, nörolojik hasarı olan hastalarda 2 haftayı geçen geç dönem cerrahi uygulamalar da olumsuz sonuçlar ile rapor edilmiştir (9). Cerrahi zamanlama; hastanın tıbbi durumuna, Morel-Lavallee lezyonu varlığına, cerrahi kabul edip etmeme durumuna, cerrahin yeteneği ve pratiğine ve planlanan cerrahinin tipine dayandırılmalıdır (15). Hasta preoperatif süreçte cerrahiye uygun değil ise bu tip bir cerrahi müdahale aşırı kan kaybına, yumuşak dokularda bozulmaya ve enfeksiyona neden olabilmektedir (14).

Sakral Yetmezlik Kırıkları

Nadir bir antitedir. 55 yaşın üzerindeki kadın popülasyonun %1'inde görülür (15). Tipik olarak kasık ağrısı, alt lomber bölge ağrısı veya kalça ağrısı izlenir. Hastaların dörtte birinde birden fazla bölgede ağrısı bulunur. Çoğu hastada ağrı, hastayı yürüyemez hâle getirecek kadar ciddidir. Genellikle, hastaların travma öyküsü yoktur veya varolan travma düşük enerjilidir (11,29). Yetmezlik kırıklarının en yaygın nedeni, postmenapozal osteoporozdur. En yaygın fiziki bulgular, bel ağrısı veya kasık hassasiyeti ile kısıtlı kalça hareketidir. Nörolojik defisit nadir görülür. Klinik değerlendirme genellikle tanıya yetersiz kalır. Görüntüleme sakral yetmezlik kırıklarında önemli rol oynar. Kemik sintigrafi ve MRG tercih edilebilen modalitelerdendir. Kemik taramada H bulgusu diagnostik olarak kabul edilir ancak genellikle bulunmaz (3). MRG, kırığın tesbiti kemik iliği ve yumuşak doku ödemi gibi değişikliklere hassastır. Özellikle koroner planda alınacak STIR sekanslı görüntüler tanı koydurucudur.

Tedavi konservatiftir. Yatak istirahati, kilo alınımının durdurulması, kilo verme ve ağrı için basit analjezikler kullanılabilir. Semptomatik iyileşme başladıktan sonra kademeli egzersizler başlanabilir. Prognoz genellikle iyidir. İyileşme yaklaşık 4 aylık sürede beklenir. Bu kırıkların çoğu, cerrahi tedavi olmaksızın belirgin olarak iyileşir. Görüntüleme eşliğinde sakroplastisi ve kifoplastisi de tanımlanmıştır (5,8).

SONUÇ

Sakral kırıkların cerrahi tedavisinin uzun dönem sonuçları ile ilgili yeterli bilgi bulunmamaktadır. Füzyon genellikle başarılıysa da ağrı kalıcı olabilir (2). Başlangıç değerlendirmesinde dikkat öncelikle aktif ve hayatı tehdit

edebilecek kanama varlığına, açık kırıklara, nörolojik hasara, iskelet yaralanmasının paternine ve stabilitesine yöneltilmeli; travmanın şiddetine bağlı sistemik hasar ve hastanın genel medikal durumu göz önüne alınmalıdır. Sakral kırıkların genellikle kompleks hâlde pelvik halka kırıkları, sinir kökü yaralanmaları, kauda equina sendromu ve spinal segmentlerin direkt ve indirekt hasarları ile bir arada bulunabileceği unutulmamalıdır.

KAYNAKLAR

1. Barsa P, Buchvald P, Suchomel P, Lukas R: Traumatic spondylolisthesis of L5-S1 [Czech]. Acta Chir Orthop Traumatol Cech 70:121-125, 2003
2. Bents RT, France JC, Glover JM, Kaylor KL: Traumatic spondylopelvic dissociation: A case report and literature review. Spine 21:1814-1819, 1996
3. Blake SP, Connors AM: Sacral insufficiency fracture. Br J Radiol 77:891-896, 2004
4. Browner BD, Cole JD, Graham JM, Bondurant FJ, Nunchuck-Burns SK, Colter HB: Delayed posterior internal fixation of unstable pelvic fractures. J Trauma 27:998-1006, 1987
5. Butler CL, Given CA II, Michel SJ, Tibbs PA: Percutaneous sacroplasty for the treatment of sacral insufficiency fractures. AJR Am J Roentgenol 184:1956-1959, 2005
6. Connolly PJ, Esses SI, Heggeness MH, Cook SS: Unilateral facet dislocation of the lumbosacral junction. Spine 17:1244-1248, 1992
7. Dalbayrak S, Yaman O, Ayten M, Yılmaz M, Özer AF: Surgical treatment in sacral fractures and traumatic spinopelvic instabilities. Turk Neurosurg 24(4):498-505, 2014
8. Deen HG, Nottmeier EW: Balloon kyphoplasty for treatment of sacral insufficiency fractures: Report of three cases. Neurosurg Focus 18:e7, 2005
9. Denis F, Davis S, Comfort T: Sacral fractures: An important problem. Retrospective analysis of 236 cases. Clin Orthop Relat Res 227:67-81, 1988
10. Fountain SS, Hamilton RD, Jameson RM: Transverse fractures of the sacrum: A report of six cases. J Bone Joint Surg Am 59:486-489, 1977
11. Gotis-Graham I, McGuigan L, Diamond T, Portek I, Quinn R, Sturgess A, Tulloch R: Sacral insufficiency fractures in the elderly. J Bone Joint Surg Br 76:882-886, 1994
12. Griffin DR, Starr AJ, Reinert CM, Jones AL, Whitlock S: Vertically unstable pelvic fractures fixed with percutaneous iliosacral screws: Does posterior injury pattern predict fixation failure? J Orthop Trauma 20 Suppl 1: S30-S36, 2006
13. Isler B: Lumbosacral lesions associated with pelvic ring injuries. J Orthop Trauma 4:1-6, 1990

14. Kellam JF, McMurtry RY, Paley D, Tile M: The unstable pelvic fracture: Operative treatment. *Orthop Clin North Am* 18:25-41, 1987
15. Mehta S, Auerbach JD, Born CT, Chin KR: Sacral fractures. *J Am Acad Orthop Surg* 14(12):656-665, 2006
16. Nork SE, Jones CB, Harding SP, Mirza SK, Routt ML Jr: Percutaneous stabilization of U-shaped sacral fractures using iliosacral screws: Technique and early results. *J Orthop Trauma* 15:238-246, 2001
17. Oransky M, Gasparini G: Associated lumbosacral junction injuries (LSJIs) in pelvic fractures. *J Orthop Trauma* 11:509-512, 1997
18. Pohlemann T, Angst M, Schneider E, Ganz R, Tscherne H: Fixation of transforaminal sacrum fractures: A biomechanical study. *J Orthop Trauma* 7:107-117, 1993
19. Rodrigues-Pinto R, Kurd MF, Schroeder GD, Kepler CK, Krieg JC, Holstein JH, Bellabarba C, Firoozabadi R, Oner FC, Kandziora F, Dvorak MF, Kleweno CP, Vialle LR, Rajasekaran S, Schnake KJ, Vaccaro AR: Sacral fractures and associated injuries. *Global Spine J* 7(7):609-616, 2017
20. Routt ML Jr, Nork SE, Mills WJ: Percutaneous fixation of pelvic ring disruptions. *Clin Orthop Relat Res* 375:15-29, 2000
21. Routt ML Jr, Simonian PT: Closed reduction and percutaneous skeletal fixation of sacral fractures. *Clin Orthop Relat Res* 329:121-128, 1996
22. Routt ML Jr, Simonian PT, Agnew SG, Mann FA: Radiographic recognition of the sacral alar slope for optimal placement of iliosacral screws: A cadaveric and clinical study. *J Orthop Trauma* 10:171-177, 1996
23. Routt ML Jr, Simonian PT, Swiontkowski MF: Stabilization of pelvic ring disruptions. *Orthop Clin North Am* 28:369-388, 1997
24. Roy-Camille R, Saillant G, Gagna G, Mazel C: Transverse fracture of the upper sacrum: Suicidal jumper's fracture. *Spine* 10:838-845, 1985
25. Schmidek HH, Smith DA, Kristiansen TK: Sacral fractures. *Neurosurgery* 15:735-746, 1984
26. Schnaid E, Eisenstein SM, Drummond-Webb J: Delayed post-traumatic cauda equina compression syndrome. *J Trauma* 25:1099-1101, 1985
27. Singh AK, Fleetcroft JP: Bilateral fracture-dislocation of the sacrum. *Injury* 20:301-303, 1989
28. Tile M: Pelvic ring fractures: Should they be fixed? *J Bone Joint Surg Br* 70:1-12, 1988
29. Weber M, Hasler P, Gerber H: Insufficiency fractures of the sacrum: Twenty cases and review of the literature. *Spine* 18:2507-2512, 1993
30. Vaccaro AR, Kim DH, Brodke DS, Harris M, Chapman JR, Schildhauer T, Routt ML, Sasso RC: Diagnosis and management of sacral spine fractures. *Instr Course Lect* 53:375-385, 2004
31. Van Savage JG, Dahners LE, Renner JB, Baker CC: Fracture-dislocation of the lumbosacral spine: Case report and review of the literature. *J Trauma* 33:779-784, 1992
32. Veras del Monte LM, Bago J: Traumatic lumbosacral dislocation. *Spine* 25:756-759, 2000
33. Verlaan JJ, Oner FC, DhertWJ, Verbout AJ: Traumatic lumbosacral dislocation: Case report. *Spine* 26:1942-1944, 2001
34. Vialle R, Wolff S, Pauthier F, Coudert X, Laumonier F, Lortat-Jacob A, Massin P: Traumatic lumbosacral dislocation: Four cases and review of literature. *Clin Orthop Relat Res* 419:91-97, 2004
35. Vresilovic EJ, Mehta S, Placide R, Milam RA IV: Traumatic spondylopelvic dissociation: A report of two cases. *J Bone Joint Surg Am* 87:1098-1103, 2005
36. Zelle BA, Gruen GS, Hunt T, Speth SR: Sacral fractures with neurological injury: Is early decompression beneficial? *Int Orthop* 28:244-251, 2004