

Çocukluk Çağı Omurga Yaralanmaları Pediatric Spinal Trauma

Muharrem YAZICI

Hacettepe Üniversitesi Hacettepe Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

Özet

Çocukluk çağı omurga yaralanmaları, oluş nedenleri, anatomik yerleşimleri, klinik ve radyolojik özellikleri, uygulanan tedavi yaklaşımları ve prognozları açısından erişkinden çok önemli farklılıklar gösterirler. Ciddi bir travmaya maruz kalmış bir çocukta, ilk muayene sırasında klinik ve radyolojik olarak bir patoloji saptanmamış olsa bile, muayene belirli aralıklarla tekrarlanmalıdır. Tedavide genel olarak konservatif yaklaşımlar tercih edilir. Ancak, özellikle uç plakların yaralandığı olgularda, kırık sonrası omurga dizilimi normal olsa da yıllar içinde deformite gelişebilir. Spinal kord basısı ve nörolojik defisiti olan hastalarla, kırık sonrası belirgin deformitesi ve uç plak yaralanması olan hastalarda cerrahi tedavi seçeneği değerlendirilmelidir. *Türk Fiz Tıp Rehab Derg 2008; 54 Özel Sayı 2: 55-8.*

Anahtar Kelimeler: Çocukluk çağı, omurga, yaralanma

Summary

Pediatric spinal injuries, although rare, constitute an important cause of morbidity and mortality. Mechanisms of injury, clinical and radiological presentation as well as treatment methods may differ from adults in the growing spine. Examination should be repeated in a child who has severe trauma even though no clinical and radiological abnormalities are detected at the first examination. Conservative approaches are generally preferred. Surgical treatment options should be considered for patients who have spinal cord compression associated with a neurologic deficit, and/or significant deformity associated with end-plate damage. Secondary deformities may develop during the follow-up period if end-plates are injured. *Turk J Phys Med Rehab 2008; 54 Suppl 2: 55-8.*

Key Words: Childhood, spine, injury

Epidemiyoloji

Çocukluk çağında görülen kas-iskelet sistemi yaralanmalarının yaklaşık %2-3'ü omurga ve omuriliği etkiler. Tüm çocuk omurga yaralanmalarının %39'unun servikal bölgede, özellikle C1-2 segmentinde hasara yol açtığı bilinmektedir. Üst servikal yaralanma oranı erişkin servikal travmalar içinde %16 olarak bildirilirken, bu oranın çocukluk çağında %70'lere ulaşması dikkat çekicidir (1-4).

Çocuk omurga yaralanma sıklığının özellikle iki yaş döneminde yoğunlaştığı, 5 yaşından küçük ve 10 yaşından büyük çocukların bu tür yaralanmalara daha yatkın olduğu gözlenmektedir (2,3).

Omurga çevresinde yoğunlaşan şiddetli bir travmaya maruz kalmış ve kemik yapılarında hasar oluşmuş çocukların %20'sinde omurilik ve/veya kökler de zarar görür ve değişik düzeylerde nörolojik defisit kırığa eşlik eder. Yaralanmaların üçte birinde birden çok omurga kırılmıştır. Vakaların büyük çoğunluğunda komşu omurlar yaralanırken, %4,2 vakada birbirinden uzak omurlar yaralanmış olabilir (2).

Etiyoloji

Etyolojik olarak, yeni doğan ve süt çocukluğu döneminde çocuk suistimali ön planda yer alırken, okul çağında motorlu araç kazaları, düşmeler ve spor yaralanmaları öne geçer. Trafik kazaları, ergenlik çağı omurga yaralanmalarının en sık nedenidir.

Çocuk-erişkin omurga yaralanmaları arasındaki temel farklar

Çocukluk döneminde ligamentler daha elastik yapıdadır. Omurgayı çevreleyen kas kütlesi hacim olarak daha küçük, kuvvet olarak daha zayıftır. İntervertebral disklerin su içeriği, erişkin yaşlara göre daha fazladır. Endokondral kemikleşme henüz tamamlanmamış ve omurların önemli bir kısmı halen kıkırdak yapısındadır. Anatomik olarak, iskelet gelişimi tamamlanmamış çocukların faset eklemleri daha horizontal bir yönelime sahiptir. Kemik ve yumuşak doku morfolojisi ile ilgili bu farklılıklar nedeniyle, çocuk omurgasının daha hareketli ve daha esnek olduğunu söylemek yanlış olmaz. Bu esneklik sayesinde, omurgaya yönelen kuvvetle-

rin önemli bir kısmı, kemik bütünlüğünün bozulmasına neden olmadan savuşturulabilir. Yine bu esnek yapı sayesinde yükler bir noktada yoğunlaşmayıp, omurganın değişik segmentleri tarafından karşılanabilir. Bu yapısal farklılıklar, çocuklara özel bazı yaralanma tiplerinin ortaya çıkmasına neden olur (çoklu kompresyon kırıkları, posterior limbüs kırıkları veya SCIWORA gibi). Çocukluk çağında travma sonrası ortaya çıkan kemik deformitelerinin belirli sınırlar dahilinde kendiliğinden düzelebildiği iyi bilinen bir özelliktir. Remodeling adı verilen bu sürecin, omurga kırıkları sonrası da etkin olduğu gösterilmiştir. Yine eşlik eden nörolojik defisitlerin kendiliğinden iyileşme potansiyeli, erişkinlerle karşılaştırıldığında anlamlı derecede yüksektir (5,6).

Erişkinle kıyaslandığında oransal olarak çok büyük kafatası, servikal bölgeyi travmalara açık ve hassas bir bölge haline getirir. Servikal bölge yaralanmaları özellikle kafatası-omurga bileşkesinde yoğunlaşır (2).

Oluş mekanizması

Omurgaya yönelmiş bir kuvvet, öncelikle kemik içindeki sıvıların yer değiştirmesine ve kemiğin en esnek bölgesi olan uç plakların deformasyonuna yol açar. Kuvvetin şiddeti bu deformasyonla soğurulabilecek düzeyde ise, kuvvet ortadan kalktıktan sonra kemik eski şeklini alır. Daha şiddetli güçler karşısında kemiğin sıvı içeriği(kan) omurga dışına kaçar. Esnekliğini yitiren omur, elastik deformasyon yeteneğini kaybederek kırılma eğilimi gösterir ve bütünlüğünü koruyamaz. İstirahat halinde elastik bir yapıya sahip olan diskler, akut yüklenmeler karşısında bir anda sertleşerek uç plakların şekil değiştirmesine izin vermeyen katı yapılar haline gelir ve kemiğin bu bölgeden kızılmasını kolaylaştırır.

Sınıflandırma

Omurga yaklaşık 8 yaşından sonra radyolojik olarak erişkin görünümü alır. Ergen çocukların yaralanmalarını, tanı ve tedavi açısından erişkin gibi değerlendirmek yanlış olmaz. Daha küçük yaş grubu yaralanmalarını tanımlamak için geliştirilmiş özel bir sınıflandırma olmamakla birlikte, kırıkları oluş mekanizmalarına göre tanımlamak en sık tercih edilen yöntemdir (1,2,7).

1. Fleksiyon (çökme) yaralanmaları

En sık torakal, daha az sıklıkla torakolumbar ve lumbal bölgelerde görülür. Çökme miktarı genellikle omurga yüksekliğinin %20'sini aşmaz. Birden çok seviyeyi etkileme olasılığı yüksektir. Çökme çoğu kez sadece ön kolonla sınırlıdır ve ön kolonun %50 oranında çökmesine rağmen arka kolon sağlam kalabilir. En sık üst uç plak etkilenir.

10 yaşından küçük çocuklarda çökme nedeniyle yitirilmiş omurga yüksekliği zamanla kazanılabilir (sagittal plan). Ancak koronal açılışmalar (skolyoz) kendiliğinden düzelmez. Yine uç plakların kırıklarında düzelleme olasılığı çok azdır. Konservatif tedavinin kırık sonrası omurga büyümesi üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada (8), kırık sonrası açılışma miktarı ve hastanın iskelet gelişim evresi ile kendiliğinden düzelleme potansiyeli arasında doğrudan bir ilişki olduğu görülmüştür. Ön kolonda 10 dereceden fazla çökmeler Risser'i 2 olan bir çocukta kendiliğinden düzelebilenken, Risser 3 ve üzeri çocuklarda aynı miktarda çökmenin konservatif tedavi ile düzelmeye beklenmemelidir. Bu çalışmada lateral çökmelerin hiçbir şekilde düzellemediği; omurun simetrik olarak yassılaştığı (vertebra plana) yaralanmalarda, kaybedilen yüksekliğe, küçük çocuklarda (Risser 1 veya 2) zamanla geri kazanılabildiği görülmüştür.

Çökme tipi omur yaralanmaları, komplikasyon oranı düşük, iyileşme oranı yüksek, genel olarak masum kırıklar olarak kabul edilebilirlerdir. Ancak yakın yıllarda yapılan çalışmada, çökme

kırığı tanısıyla takip edilen çocukların yaralanmadan en az 1 yıl sonraki MRG görüntülerinde yaklaşık %50 oranında disk dejenerasyonu ve çocukların %6'sında uç plak hasarı olduğu gözlenmiştir (9). Kısa süreli takibe rağmen bu hastaların 2'sinde ciddi klinik yakınmalar da vardır. Az sayıda hasta içeren bu çalışmanın sonuçları, tedavi yaklaşımını değiştirmese de, bu hastaların daha yakından izlenmesini zorunlu kılmaktadır.

2. Patlama (burst) tipi aksiyel yaralanmalar

Erişkinde görülen benzeri yaralanmalara göre daha benign seyirlidir. Uç plakların ciddi derecede yaralandığı durumlarda büyüme duraklaması nedeniyle geç dönemde kifoz gelişir. Kifoz gelişme olasılığı ve kifozun şiddeti, omurganın gelecekteki büyüme kapasitesiyle ilişkilidir. Kalıcı deformiteye rağmen fonksiyonel kapasite genellikle olumsuz etkilenmez.

3. Fleksiyon-distraksiyon tipi (emniyet kemeri) yaralanmalar

Erişkinde farklı olarak daha çok lumbal bölgenin ortalarında görülür. Trafik kazası geçirmiş ve gastrointestinal sistemi hasar görmüş çocuklarda bu tip omurga yaralanması görülme olasılığı yüksektir.

4. Kırıklı çıkıklar

Genellikle torakolumbar bileşkede ve oldukça nadir görülür. Nörolojik yaralanma olasılığı çok yüksek olmakla birlikte, çocuklarda tam çikiğe rağmen nöral doku korunmuş olabilir.

Klinik

Spinöz prosesler üstünde hassasiyet ve basamaklanma saptanabilir. Çocukların kas örtüsü ve yağ dokusu ince olduğu için, muayene bulgusu çoğu kez pozitifdir. Vakaların yarıya yakınına iç organ yaralanmasının eşlik edeceği unutulmamalıdır. Gerek nörolojik, gerekse abdomino-pelvik muayene sık aralıklarla tekrarlanmalı, ilk başvuru sırasındaki muayene bulgularıyla yetinilmemelidir. Çocuğun uyarılması ile ağlamaya başlaması duyunun sağlam olduğu şeklinde yorumlanmamalı, ekstremitelerin refleks çekilmesi veya sıçrayıcı bir hareketle fleksiyon postürüne geçiş, istemli hareketlerle karıştırılmamalıdır.

Ayırıcı tanı

Konjenital vertebra anomalileri, infeksiyona ve neoplazmlara ikincil şekil bozuklukları, metabolik hastalıkların neden olduğu deformiteler, Scheuermann hastalığı ayırıcı tanıda mutlaka düşünülmelidir.

Görüntüleme

Direk grafi altın standarttır. Ancak bu yaş grubunda kemikleşmenin tamamlanmamış olduğu hatırdan çıkartılmamalı, radyolojik bulguların yorumlanması aşamasında bu özellik dikkate alınmalıdır. İki veya gereği halinde üç boyutlu BT incelemesi, ciddi yaralanması olan tüm çocuklarda yapılmalıdır. Geçmiş yıllarda konvansiyonel tomografi sıklıkla kullanılırken, modern görüntüleme yöntemlerinin geliştirilmesiyle kullanım sıklığı çok azalmıştır. Omurga yaralanmalarının tanısında her geçen daha yaygın bir kullanım alanı bulan MRG, özellikle çocukluk çağı yaralanmalarında rutin olarak kullanılmaktadır. Ciddi yaralanmalarda, direk grafi-lerden sonra BT yerine MRG istemek daha gerçekçi bir yaklaşımdır (10). Bu yöntemle sadece kas-iskelet sistemine ait sorunların değil, nöral yapıyı ilgilendiren yaralanmaların da aynı zamanda görüntülenebilmesi önemli bir avantajdır. Ancak, arka elemanlar az miktarda ilik içerdiği için MRG ile iyi görüntü elde edilemeyeceği, bu bölgenin kemik yaralanmaları için BT kullanımının daha güvenilir sonuçlar vereceği unutulmamalıdır (3). Yine arka elemanların stres kırıklarında (istmik spondilolistezis) sintigrafi ile erken tanı koymak mümkün olur.

Çocukluk Çağına Özgü Yaralanma Tipleri

A. Uç plak kırıkları

Uzun kemiklerin büyüme plağı yaralanmalarına benzer. Kırık hattı hipertrofik tabakadadır. Annulus fibrosis genellikle sağlamdır. Apofizden küçük bir kemik parçası koparak ayrılır (Salter-Harris 2). Ayrıntılı inceleme yapılmayan bazı vakalarda kırık hattı gözden kaçırılarak, yaralanma yanlışlıkla SCIWORA olarak değerlendirilebilir. Sıklıkla lomber bölgeyi ilgilendirir ve en çok L4'ün alt plağında görülür. Çoğu vakada yaralanma öncesi bu bölgede bir Schmorl nodülü vardır. Bu nodül nedeniyle uç plak makaslama kuvvetlerine karşı daha hassas hale gelmiştir. Disk hernisi ile karıştırılabilir. MRG ile vakaların %33'ü, direk grafiyle %20'si teşhis edilebilirken, miyelo-BT %100 hassasiyete sahiptir.

B. Nörosantral bileşke kırıkları

Erişkindeki pedikül kırığının eşdeğeridir ve en iyi BT ile görülebilmektedir.

C. Schmorl nodülleri

Omur cisminin en zayıf noktası olan uç plağın devamlılığının bozulmasıyla diskin kemik içine doğru yer değiştirmesidir. En sık T8-L1 omurları arasında görülür. Oluşumu için tek bir travmatik yüklenme (özellikle aksiyel planda) yeterlidir (11).

D. SCIWORA (Spinal cord injuries without radiologic abnormalities) (12,13)

MRG öncesi döneme ait bir tanıdır. Son yıllarda ismin değiştirilerek SCIWORA (Spinal cord injuries without plain radiologic abnormalities) kısaltmasının kullanımı önerilmiştir. Ciddi nörolojik hasar olduğu halde, kemik ve çevre yumuşak dokulardaki yaralanmanın, X ışını kullanılan görüntüleme yöntemleri ile gösterilemediği klinik durumları tanımlar. Direk grafide bulgu vermeyen ligament yırtılmaları veya kırıkta kopmaları MRG ile kolaylıkla gösterilebilir. Ancak kemik-yumuşak doku devamlılığının korunduğu olgularda MRG de negatif olabilir.

Çocukluk çağında görülen travmatik omurilik yaralanmalarının %16-19'unu oluşturur. Bu oran erişkinde sadece %2'dir. Süt çocukluğu döneminde omurganın kemik ve yumuşak doku kısmı yaklaşık 5 cm kadar esneyebilir. Oysa bu miktar omurilik için 1 cm.den daha azdır. Bu nedenle 1 ila 5 cm arasındaki esnemeler, kemik ve yumuşak doku tarafından rahatlıkla tolere edilebilirken, aynı miktarda esneme halinde omurilikte kopmalar kaçınılmazdır. Son zamanlarda oluş mekanizmasını açıklamak için esneme teorisi yerine, gizli instabilite tablodan sorumlu olabileceği iddia edilmişse de, bu teori kanıtlanamamıştır. SCIWORA'ların %44'ünde tam kord lezyonu vardır. Oysa kemik patolojisi gösterilebilenlerde tam lezyon olasılığı %33 olarak bildirilmiştir. Bu farklılık, kemik bütünlüğün bozulmasıyla, stresin hızla boşalması ve nöral dokuya yansıyan kuvvetin azalmasıyla açıklanabilir.

SCIWORA'larda en sık lezyon servikotorasik bileşkededir ve servikal lezyonların prognozu daha kötüdür. SCIWORA tanısı koyabilmek için diğer muhtemel paralizi nedenlerinin bertaraf edilmiş olması şarttır. Hiperekstansiyon, fleksiyon, tekrarlayan fleksiyon ve ekstansiyon, longitudinal distraksiyon veya ezilme mekanizmalarından herhangi biriyle meydana gelebilir. Lezyonlar çoğu kez tüm omurilik fonksiyonlarının yitimi şeklindeyse de kısmi lezyonlar da görülebilir. Yaş küçüldükçe nöral yaralanmanın şiddeti artar. Semptomlar hemen çıkabileceği gibi, vakaların yarısına yakınında 30 dakika ile 4 gün sonra da başlayabilir (ortalama 1,2 gün).

Sekonder SCIWORA

Kas spazmı ile maskelenen gizli instabilite veya kısmi instabilitenin tam hale gelmesi ile omurilik lezyonlarının şiddeti zamanla artabilir.

Tekrarlayan SCIWORA

Olay anında gizli bir instabilitenin geliştiği ve gerekli tedavinin yeterli süre uygulanmadığı vakalarda, ilk travma epizodundan belirli bir süre sonra daha hafif bir kuvvetle yeni nörolojik semptomların ortaya çıkması halidir (6).

E. Çocuk suistimali

Çocukluk çağında görülen travmatik omurilik/kök lezyonlarının %3'ünde suistimal söz konusudur. Dayak sonrası ölen çocukların %25'inde vertebra kırığı saptanmıştır. Çoğunlukla T11-L3 arası vertebralara etkilenir. Üst uç plağın ön kenarında kırıkla birlikte çökme görülür. Sintigrafi aşıkâr olmayan kompresyon kırıklarını göstermede etkin bir yöntem olarak kullanılabilir. Travma öyküsü ile getirilen ve direk grafide omurgada çentiklenme (notching) saptanan çocuklar, nörolojik bulguları olmasa da dikkatli ve tekrar tekrar muayene edilmelidir.

Tedavi

Uygun yöntemin belirlenmesinde kullanılacak temel ölçüt stabilitedir. Erişkin için oldukça iyi tanımlanmış stabilite ölçütlerinin aynıyla çocuklara uygulanmasının ne derece doğru bir yaklaşım olduğu konusu tartışmalıdır. Varolan büyüme potansiyeli nedeniyle Denis'in mekanik instabilite kavramını değerlendirirken sadece anı değil, zaman eksenindeki olası değişimi de dikkate almak gerekir. Uç plaklarda hasara neden olmuş kırıklar, erken dönemde sorun yaratmasa bile, omur cisminin büyümesini duraklatabilir ve yıllar içinde kifoz artışına neden olabilirler (14).

Çocukluk çağında konservatif tedaviye uyum daha iyidir. Ancak instabilite yaratmış ve ciddi deformiteye neden olmuş kırıklarda cerrahi olasılık göz ardı edilemez. Cerrahi tedavinin hemen daima füzyonla birlikte uygulanma zorunluluğu, ameliyat bölgesinde iyatrojenik büyüme duraklamasına neden olmaktadır. Son yıllarda yeniden popüler olmaya başlayan füzyonsuz enstrumanasyon yöntemlerinin etkin bir biçimde kullanılacağı alanlardan biri de çocuk omurga yaralanmalarıdır. Cerrahi tedavinin amacı sadece instabiliteyi gidermek ise, öncelikle posterior yaklaşım tercih edilmelidir. Nöral yapılar üzerindeki basının kaldırılması gereği varsa, posterolateral veya anterior yaklaşımlar da gündeme gelebilir.

Komplikasyonlar

Travma geçirmiş 28.692 çocuk hastanın incelendiği bir çalışmada (15), 6 vakada derin ven trombozu, 2 vakada pulmoner emboli (PE) geliştiği, emboli gelişen iki çocuğun da omurilik yaralanmalı olduğu bildirilmiştir. PE sıklığı genel çocuk travmaları için %0,000069 iken, oran omurilik yaralanmalarında %1.85'e çıkar. Bu yüksek oranlara rağmen tüm omurilik yaralanmalı çocuklara derin ven trombozu profilaksisi uygulama gereği halen tartışmalıdır. Bu hastalardaki embolinin alt ekstremitelerden çok kalpten kaynaklandığı bilinmekte ve eşlik eden kalp sorunları olan çocuklar için mutlak surette profilaksi yapılması tavsiye edilmektedir.

Omurilik yaralanmalarından sonra gelişebilecek bir diğer komplikasyon siringomiyelidir. Siringomiyeli ilk 1-2 ay içinde gelişebileceği gibi, 10-20 yıl sonra da belirebilir. Travma sonrası elde edilen MRG, daha sonraki takipler açısından da yararlıdır.

Akut kırık sonrası gelişen deformite dışında zaman içinde yeni deformiteler ortaya çıkabilir veya varolan deformite artabilir. Deformitenin nedeni, kronik instabilite veya omurların büyü-

me plaklarının asimetrik zedelenmesi olabileceği gibi, omurilik yaralanmasına ikincil paralizan kollapslar da olabilir. Erken dönemde uygulanan laminektomiler de başlı başına bir deformite nedenidir. Omurilik yaralanmalı hastalarda geç deformite gelişme olasılığı %85-100 arasında değişir. Deformite sıklık ve şiddeti ile paralizinin gelişme yaşı arasında ters ilişki vardır. Hızlı büyüme döneminden önceki yaralanmaların %97'si deformiteye neden olurken, büyük çocuklardaki bu oran %52'dir (16,17). Lezyon seviyesi ile deformite gelişim olasılığı ve şiddeti arasındaki ilişki açık değildir. Ancak geç deformitelerin büyük çoğunluğu cerrahi tedavi gerektirir.

Kaynaklar

1. Akbarnia B, Pediatric Spine Fractures. Orthop Clin N Am 1999;30:521-36.
2. Hadley MN, Zabramski JM, Browner CM, Rekate H, Sonntag VK. Pediatric spinal trauma. Review of 122 cases of spinal cord and vertebral injuries. J Neurosurg 1988;68:18-24.
3. Roche C, Carty H. Spinal trauma in children. Pediatr Radiol 2001;31:677-700.
4. Hedequist D. Pediatric Spine Trauma, in Orthopedic Knowledge Update: Pediatrics 3, M.F. Abel, Editor. 2006, AAOS: Rosemont, IL 2006.
5. Yazıcı M, Alanay A, Aksoy MC, Acaroglu RE, Surat A. Traumatic L1-L2 dislocation without fracture in a 6-year-old girl: Incomplete neurological deficit and total recovery. Spine 1999;24:1532-5.
6. Dearolf WW 3rd, Betz RR, Vogel LC, Levin J, Clancy M, Steel HH. Scoliosis in pediatric spinal cord-injured patients. J Pediatr Orthop 1990;10:214-8.
7. Wang MY, Hoh DJ, Leary SP, Griffith P, McComb JG. High rates of neurological improvement following severe traumatic pediatric spinal cord injury. Spine 2004;29(13):1493-7.
8. Clark P, Letts M. Trauma to the thoracic and lumbar spine in the adolescent. Can J Surg 2001;44:337-45.
9. Poulouen JC, Kassis B, Glorion C, Langlais J. Vertebral growth after thoracic or lumbar fracture of the spine in children. J Pediatr Orthop 1997;17:115-20.
10. Kerttula LI, Serlo WS, Tervonen OA, Paakko EL, Vanharanta HV. Post-traumatic findings of the spine after earlier vertebral fracture in young patients: clinical and MRI study. Spine 2000;25:1104-8.
11. Sledge JB, Allred D, Hyman J. Use of magnetic resonance imaging in evaluating injuries to the pediatric thoracolumbar spine. J Pediatr Orthop 2001;21:288-93.
12. Fahey V, Opeskin K, Silberstein M, Anderson R, Briggs C. The pathogenesis of Schmorl's nodes in relation to acute trauma. An autopsy study. Spine 1998;23:2272-5.
13. Pang D, Wilberger JE Jr. Spinal cord injury without radiographic abnormalities in children. J Neurosurg 1982;57:114-29.
14. Bosch PP, Vogt MT, Ward T. Pediatric spinal cord injury without radiographic abnormality (SCIWORA). The absence of occult instability and lack of indication for bracing. Spine 2002;27:2788-800.
15. McBride WJ, Gadowski GR, Keller MS, Vane DW. Pulmonary embolism in pediatric trauma patients. J Trauma 1994;37:913-5.
16. Lancourt JE, Dickson JH, Carter RE. Paralytic spinal deformity following traumatic spinal-cord injury in children and adolescents. J Bone Joint Surg 1981;63A:47-53.