

Murat ULUTAŞ¹ , **Mehmet SEÇER²** ¹Sanko Üniversitesi, Nöroşirürji Anabilim Dalı, Gaziantep, Türkiye²Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Nöroşirürji Anabilim Dalı, Antalya, Türkiye

✉ memetsecer@gmail.com

Derleme / Review

Geliş tarihi: 20.06.2025

Kabul tarihi: 05.08.2025

Sakrum Kırıklarında Cerrahi Tedavi: Hangi Hastada Hangi Teknik?

Surgical Treatment of Sacral Fractures: Which Technique for Which Patient?

ÖZ

Sakrum kırıkları, genellikle yüksek enerjili travmalar sonucunda meydana gelmektedir. Bu kırıklar, sıklıkla gözden kaçmakta ve geç tespit edilmektedir, bu da ciddi komplikasyonlara yol açabilmektedir. Sakral kırıkların tanısında en yaygın nedenler arasında yüksekte düşme, trafik kazaları ve ezilme travmaları bulunmaktadır. Sakral fraktürlerin tanımlanması, tedavinin algoritmasının ve cerrahi endikasyonların belirlenmesi açısından çeşitli sınıflandırma ve değerlendirme sistemleri geliştirilmiş olup bunlardan Denis ve AO spine sınıflamaları genel kabul görmüş sınıflamalardır. Sakral kırıkların cerrahi tedavisi; hastanın fonksiyonel durumu ve ağrısının düzeltilmesi için kritik bir rol oynamaktadır. Günümüzde cerrahi yöntemlerin seçimi, kırığın tipi, hastanın genel sağlık durumu ve kırığın etkilediği nöral dokuların değerlendirilmesine göre değişkenlik gösterir. Cerrahi müdahale ile hedeflenen sonuçlar arasında kemik stabilitesinin sağlanması, nöral dekompresyon ve ağrının azaltılması bulunmaktadır. Nöral doku yaralanmalarının eşlik ettiği sakral travmalarda cerrahi seçenek önceliklidir ve erken tanı ve uygun tedavi ile nörolojik iyileşme sağlanabilir. Ancak mevcut literatürde, sakrum kırıklarının tedavisine yönelik kanıtların genel gücü zayıf kalmaktadır. Tedavi önerileri, hastanın klinik durumuna göre özelleştirilmelidir.

Anahtar Sözcükler: Sakrum fraktürü, Konservatif, Cerrahi, Tedavi**ABSTRACT**

Sacral fractures usually occur as a result of high-energy trauma. These fractures are often overlooked and detected late, which can lead to serious complications. The most common causes of sacral fractures include falls from heights, traffic accidents, and crush injuries. Various classification and evaluation systems have been developed for the diagnosis of sacral fractures, the determination of the treatment algorithm, and surgical indications. Among these, the Denis and AO spine classifications are widely accepted classifications. Surgical treatment of sacral fractures plays a critical role in improving the patient's functional status and pain relief. Currently, the choice of surgical methods varies depending on the type of fracture, the patient's general health status, and the evaluation of the neural tissues affected by the fracture. The goals of surgical intervention include achieving bone stability, neural decompression, and reduce pain. In sacral trauma cases accompanied by neural tissue injuries, surgical options are prioritized, and neurological recovery can be achieved with early diagnosis and appropriate treatment. However, the overall strength of evidence for the treatment of sacral fractures remains weak in the current literature. Treatment recommendations should be customized according to the patient's clinical condition.

Keywords: Sacral Fracture, Conservative, Surgery, Treatment

GİRİŞ

Yapısal olarak sakrum, iyi gelişmiş ligamentöz bağlantılar ve osseöz mimari temelinde vertebral kolon ile posterior pelvik halka arasında ara bağlantıyı sağlar ve sakrumun eğimi, tüm omurga kolonunun hizalanması için temel oluşturur. Sakrum kırıkları, büyük bir travmanın etkisi altında veya çeşitli metabolik hastalıklara bağlı olarak yetmezlik kırığı şeklinde meydana gelir. Sakrum yaralanmaları tarihsel olarak omurga travması alanında büyük ölçüde göz ardı edilen veya gözden kaçan bir konu olmuştur. Sakral kırıkların önde gelen nedenleri yüksekten düşme, motorlu taşıt kazaları ve ezilme travmalarıdır (6). Tüm pelvis kırıklarının da %45 oranında sakrum kırığı eşlik edebilmektedir. İzole kırıkları yaklaşık %5 oranındadır ve genellikle doğrudan darbe veya sakrum üzerine düşme sonucu oluşur (1). Multitравmalı hastalarda sakrum kırıklarının tanısı rahatlıkla atlanabilmekte ve tüm sakral kırıkların yaklaşık %30'u geç tespit edilmektedir (6,21). Lumbosakral pleksusun sakrum ile yakın komşuluğu nedeniyle ile sakral kırıkların %25'inde nöral yaralanma eşlik edebilmektedir (6).

SAKRUM KIRIKLARINDA SINIFLAMA

Özellikle travmatik omurga yaralanmalarının da oluşturulan sınıflamalar, tedavi algoritmasını belirleme de oldukça fayda sağlamaktadır. Sakral fraktürler için de çeşitli sınıflandırma şemaları ve değerlendirme sistemleri geliştirilmiştir (6,13,23,27,35). 1945'ten bu yana önerilen çeşitli sınıflandırma yaklaşımları biyomekanik, anatomik veya nörolojik hususları kullanmıştır. Büyük ölçüde, Bonnin, Huittinen, Pennal, Schmidek, Sabiston ve diğerleri tarafından önerilen sınıflandırma sistemlerinin yerini, belirli alt tipler ve nörolojik yaralanmalar için eklenen alt sınıflandırmalarla birlikte AO sistemi ve Denis sistemi almıştır. (1,6,16,19,23,27,31,35). Çeşitli sınıflandırma sistemleri sakral yaralanmaların değerlendirilmesi, tedavisi ve prognozu için faydalı olsa da genellikle multitравmalı bu hastaları, travmanın genel yönetim ilkeleri ile yönetilmesi gerekir. Aktif ve hayatı tehdit eden kanama varlığı, açık kırık, nörolojik yaralanma, visseral organ yaralanması ve hastanın genel tıbbi durumu gibi eşlik eden değişkenler sakral fraktürün seyrini ve prognozunu büyük ölçüde etkileyeceğinden mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır.

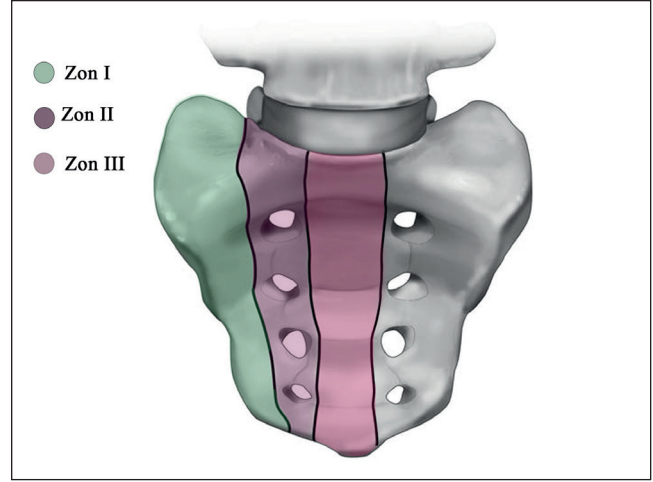
Denis Sınıflaması; Denis ve arkadaşlarının (6) sınıflaması ile sakrum, nöral foramenler merkeze alınarak üç bölgeye ayrılır (Şekil 1).

Zon 1 kırıkları, fraktür hattı nöral foramenlerin lateralinden;

Zon 2 kırıkları, nöral foramenlerin içinden;

Zon 3 kırıkları spinal kanaldan geçer.

Denis sınıflamasına göre fraktür hattı, nörolojik defisitlerin bir belirleyicisi olarak düşünülmüştür. Zon 1 kırıkları en yaygın olanıdır (kırıkların %50'si) ve vakaların %6'sında siyatik sinir veya L5 sinir kökü defisiti ile sonuçlanmıştır. Zon 2 kırıkları ikinci en yaygın paterndir (kırıkların %34'ü) ve yaralanmaların %28'inde tek taraflı L5, S1 veya S2 sinir kök hasarı eşlik edebilir. Makaslama hareket kabiliyeti olabilen zon 2 kırıkları



Şekil 1: Denis'in sakral fraktür sınıflandırması(6): Zon I; fraktür hattı tamamen sakral foramenlerin lateralindedir. Zon II; fraktür hattı sakral foramenleri içine alacak şekilde uzanır ancak spinal kanala uzanmaz. Zon III; fraktür hattı foramenin medialinde bulunur ve spinal kanal boyunca uzanır.

oldukça instabilidir ve kaynamama ve kötü fonksiyonel sonuç riski yüksektir; stabil zon 2 yaralanmalarından ayırt edilmelidirler. Zon 3 kırıkları en yüksek oranda nörolojik defisit ile ilişkilidir ve hastaların %76'sında bağırsak, mesane ve cinsel işlev bozukluğu ortaya çıkar (6).

Roy-Camille ve ark. (22) ile Strange-Vognsen ve Lebech (28) Denis zon 3 yaralanmalarının transvers fraktürünü, sakral cisim fraktürü ve translasyon tipine göre tiplendirmişlerdir (Tablo I) (Şekil 2).

Tip I fraktür; en az şiddetli kırıklardır ve minimal veya hiç translasyon olmadan sadece kifoza sahiptir.

Tip II fraktür; kifoza ve tam olmayan anterior sakral translasyonla birlikte görülür.

Tip III fraktür; tam sakral translasyonla birlikte kifoza sahiptir.

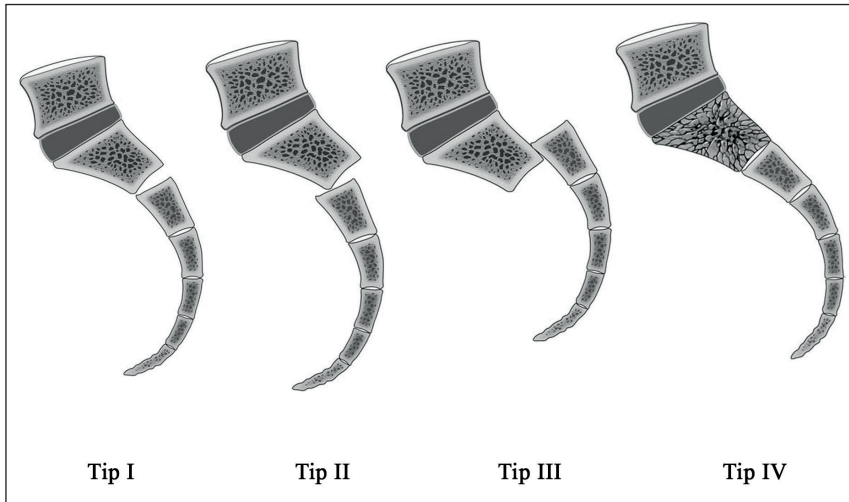
Daha sonra Strange-Vognsen (28) tarafından üst segmentin segmental parçalanmasından oluşan tip IV yaralanma eklenmiştir. Tip IV, daha sık S1 vertebra gövdesinde gözlenen patlama fraktürüdür. S1-3 segmentlerini içeren transvers fraktürler, S4 ve altındakilere kıyasla daha yüksek mesane disfonksiyonu gibi nörolojik hasar prevalansına sahip olma eğilimindedir (35).

Isler Sınıflaması (13), lumbosakral bileşkesini içine alan sakrum kırıklarıdır ve kırığın lumbosakral faset eklemlerine göre konumuna göre ayırt edilmesini önermiştir. Bu sınıflama, ana kırık hattının L5-S1 fasetine göre konumunu, lumbopelvik ayrışmayı ve lumbosakral sublüksasyonu en iyi şekilde tanımlamaktadır (Şekil 3).

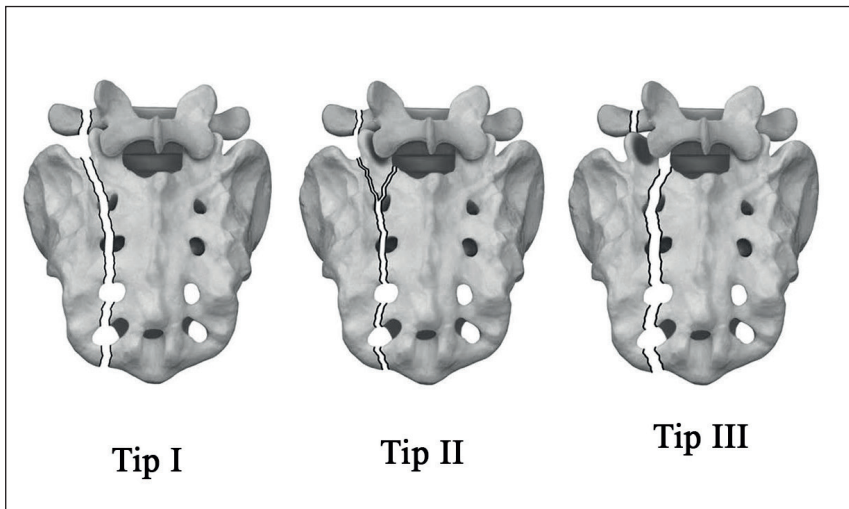
Isler tip I, sakrumdan geçer ve L5-S1 fasetinin lateralindedir; bu kırıkların lumbosakral stabiliteyi etkilemesi olası değildir, ancak pelvik halka stabilitesini etkileyebilirler.

Tablo I: Sakrum Fraktürlerinin Denis ve Roy-Camille ile Strange-Vognsen ve Lebech Sınıflaması

I. Bölge	Sakral foramenlerin ve santral kanalın korunduğu kanat kırıkları		
II. Bölge	Sakral foramenleri çaprazlayan vertikal kırık		
III. Bölge	Sakral kanalı çaprazlayan kırıklardır, 2 şekilde olabilir.		
	Vertikal	Sıklıkla pelvis halka kırıkları ile birliktelik gösterir.	
	Transvers (Nadirdir ve yüksek enerjili kırıklardır)	Tip I	Minimal veya hiç translasyon olmadan sadece kifoz vardır.
		Tip II	Kifoz ve tam olmayan anterior sakral translasyon.
		Tip III	Tam sakral deplasmanla birlikte kifoz
		Tip IV	Patlama kırığı



Şekil 2: Roy-Camille (22) ile Strange-Vognsen (28) tarafından tanımlanan Denis bölge 3 kırıklarının alt sınıflandırması: Tip I yaralanmalar; açılıdır ancak translasyon veya kifoz yoktur. Sakrumun basit fleksiyon deformitesidir. Tip II yaralanmalar; açılanmaya bağlı kifoz ve tam olmayan translasyon vardır. Açı ve fleksiyon ve translasyonel deformite söz konusudur. Tip III yaralanmalarda; sakrum da tam translasyonel yer değiştirme görülür. Tip IV yaralanmalar; aksiyel yüklenme sonucu sakral vertebra korpusunda patlama fraktürü vardır.



Şekil 3: Isler sınıflaması (13): Sakrum ve lumbosakral bileşiği içeren fraktürler için kullanılan sınıflandırma sistemidir. Tip I fraktür: L5-S1 faset ekleminin lateralinde yer alır ve pelvik halka stabilitesini etkileyebilir. Tip II fraktür: L5-S1 faset eklemini içine alır ve dislokasyona neden olarak nöral doku yaralanmaları ile sonuçlanabilir. Tip III fraktürler: L5-S1 faset medialinde uzanarak spinal kanalı içine alır ve her zaman instabildir.

Isler tip II, sakrumdan ve L5-S1 fasetinden geçer; lumbosakral bileşkenin ekstraartiküler kırıkları ve fasetin yer değiştirmesi ile eklemler dislokasyonu olarak ayırt edilebilirler.

Isler tip III, kırıklar sakrum boyunca meydana gelir ve L5-S1 fasetin medialinde nöral arkı geçer. Bu kırıklar önemli ölçüde

instabiliteye yol açabilir; bilateral olduklarında, stabilizasyon gerektiren lumbosakral ayrışmaya neden olabilirler.

Son olarak AO grubu (16,35), sakrokoksigal yaralanmaları Tip A, posterior pelvik halka yaralanmalarını Tip B, spino-pelvik yaralanmaları Tip C olarak tanımlayan bir sistem

önermiştir (Şekil 4). Bu sisteme göre fraktür ve doku hasarına göre yapılan puanlama ile tedavi algoritması belirlenmiştir. Buna göre, Associated AO Spine Injury Score (AOSIS) 1 veya 2 olan kırıkların konservatif tedavi edilmesi, AOSIS 5 veya daha yüksek olanların ise cerrahi tedavi edilmesi önerilir. AOSIS skoru 3 ve 4 olan kırıklar için, kırıkla birlikte ön pelvik halka yaralanması (M3 değişken) bulunmadıkça, ilk olarak cerrahi olmayan tedavi denenmesi önerilebilir ancak cerrahın tedavi tercihinine göre de değişebilir (Tablo II).

Tedavi Seçenekleri ve Stratejiler

Sakrum kırıkları genellikle yüksek enerjili yaralanmalardır ve travmatik yaralanmanın zamanında teşhisi ve yeterli resüsitasyon ile öncelikle hastanın hayati fonksiyonları desteklenmelidir.

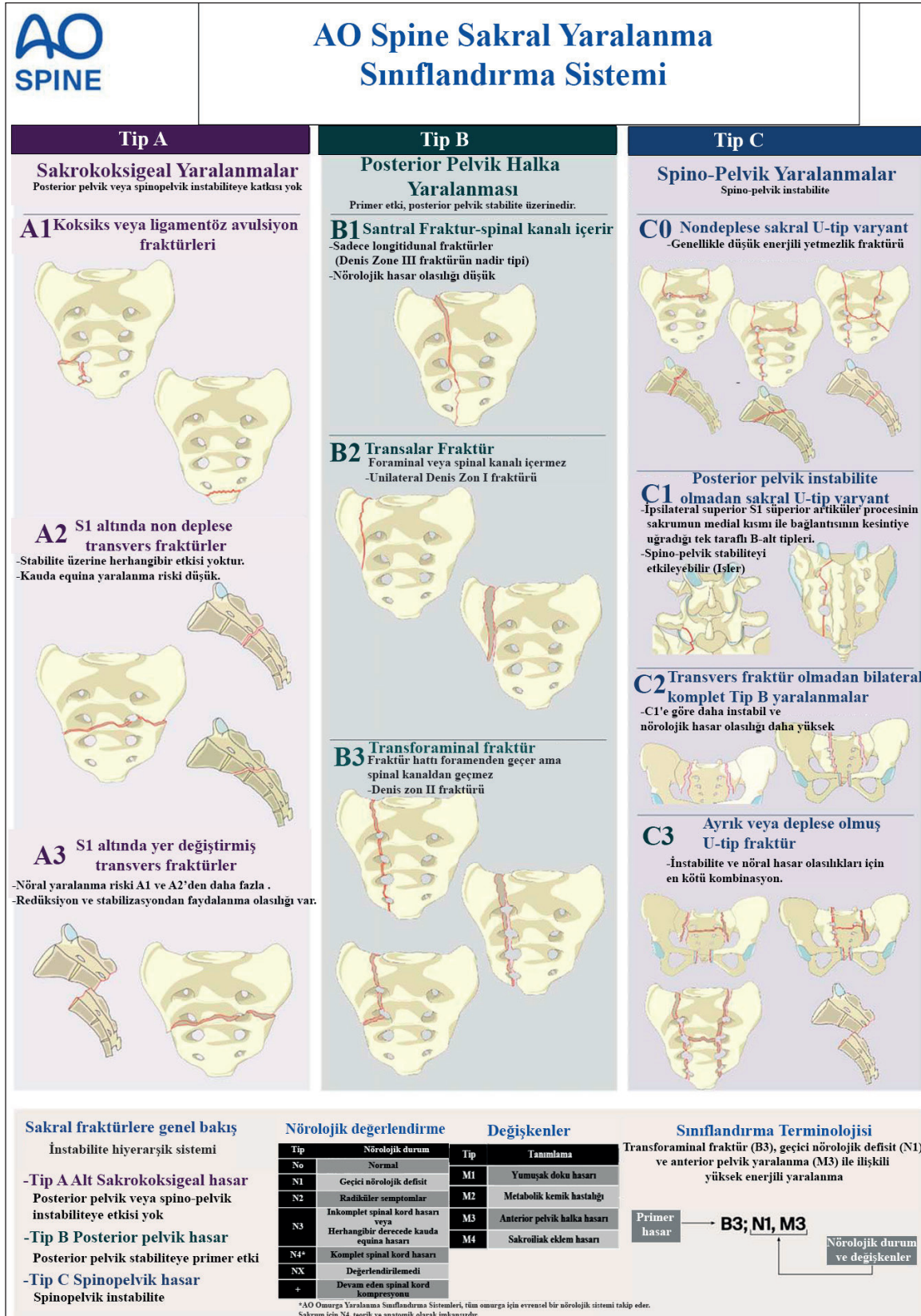
Sakral kırık tedavisi için karar verme, görüntüleme ve travma resüsitasyon algoritmalarındaki ilerlemelerle birlikte son

yıllarda çok faktörlü bir sürece dönüşmüştür. Tipik olarak, nörolojik yaralanması olan ve kapalı yöntemlerle redükte edilemeyen majör sakral veya posterior pelvik halka kırığı deplasmanı olan hastalar için cerrahi tedavi önerilmiştir. Ağır nöral yaralanma, yüksek dereceli sakral kırığı olan hastaların %40'ında meydana geldiği tanımlanmıştır (12). Hasta yaşı, kemik kalitesi, komorbiditeler, genel vücut yaralanması ve hemodinamik stabilitenin yanı sıra ligament bütünlüğü de karar verme algoritmasına dahil edilmesi gereken başlıca değişkenlerdir.

Tedavi seçeneklerini belirlemeden önce sakral kırıklar aşağıdaki dört genel klinik tabloya göre sınıflandırılmalıdır: 1) eşlik eden stabil veya stabil olmayan pelvis yaralanması olanlar, 2) eşlik eden lumbosakral faset yaralanması olanlar, 3) eşlik eden lumbosakral dislokasyonu olanlar ve 4) nörolojik yaralanma ve kalıcı kauda ekina veya omurilik yaralanması olanlar.

Tablo II: The Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO) Spine Sakral Fraktürlerin Associated AO Spine Injury Score (AOSIS) ile Puanlama Sistemi ve Tedavi Algoritması (16,35). AOSIS 1 veya 2 olan fraktürler konservatif, AOSIS 5 veya daha yüksek puana sahip fraktürler ise cerrahi tedavi edilmesi önerilir. AOSIS skoru 3 ve 4 olan fraktürler için karar, cerrahın tedavi tercihinine bağlıdır.

AO Spine Sakral Omurga Yaralanma Sınıflandırma Sistemi		
Tip-A Alt sakrokoksigeal yaralanmalar		AOSIS
A1	Koksigeal veya kompresyon kırıkları ile ligamentöz avülsiyon kırıkları	0
A2	Sakroiliak eklem altında deplase olmamış transvers kırıklar	1
A3	Sakroiliak eklem altında deplase olmuş transvers kırıklar	3
Tip-B Posterior pelvik yaralanmalar		
B1	Spinal kanalı içine alan santral fraktür	2
B2	Transsalar fraktür (foramen veya santral kanaldan geçmez)	2
B3	Transforaminal fraktür (foramenden geçen ancak santral kanaldan geçmeyen kırık)	3
Tip-C Spinopelvik yaralanmalar		
C0	Nondeplase sakral U-tip varyant	2
C1	Posterior pelvik instabilite olmadan sakral U-tip varyant	3
C2	Transvers fraktür olmadan bilateral komplet tip B yaralanmalar	5
C3	Ayrılmış U-tip sakral fraktür	6
N- Nörolojik durum		
N0	Nörolojik defisit yok	0
N1	Geçici nörolojik defisit	1
N2	Radiküler semptomlar	2
N3	İnkomplet spinal kord hasarı veya herhangi bir derecede kauda equina yaralanması	4
N4	Komplet spinal kord hasarı	3
M- Değişkenler		
M1	Yumuşak doku yaralanması	0
M2	Metabolik kemik hastalığı	0
M3	Anterior pelvik halka yaralanması	1
M4	Sakroiliak eklem yaralanması	2



Şekil 4: The Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO) Spine (16,35) Sakral klasifikasyon sistemi ve tedavi algoritmasına yardımcı planlama sistemi.

1. Pelvik yaralanmalarının eşlik ettiği sakral kırıklar:

Pelvisin kemik ve ligamentöz yapılarının instabilite derecesi değerlendirilmelidir. Pelvisin posterior arkının bütünlüğünün bozulmasına bağlı olarak pelviste önemli bir instabilite mevcutsa, iskelet traksiyonu, eksternal fiksasyon veya pelvik klemp ile pelvisin geçici olarak redüksiyonu sağlanabilmelidir. Pelvis stabilizasyonu ile kırığın redüksiyonu ve kan kaybının en aza indirmek için pelvik hacmi azaltmak hedeflenmelidir. Gerekirse anjiyografik embolizasyon ile kanama kontrolü seçenekler arasında düşünülmelidir (30,31,34).

2. Lumbosakral faset eklem yaralanması ile görülen sakral kırıklar:

Lumbosakral bileşke yaralanmalarını stabil olmayan sakral kırıklarla birlikte sınıflandırılması Isler tarafından tanımlanmıştır (5). Lumbosakral bileşke yaralanmalarının L5-S1 faset eklem medialinden veya doğrudan faset içinden geçen vertikal, transforaminal sakral kırıklarla ilişkili olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, lumbosakral bileşke yaralanmalarının hemipelvis dislokasyonu ile de ilişkili olduğunu belirtmiştir. Bu tip lezyonlar, vertikal instabil sakral kırıkların %38'inde ve rotatuar instabilite gösteren sakral kırıkların %3,5'inde gözlenmiştir. Transforaminal sakral kırık vakalarında, özellikle de bu kırıklar yer değiştirmişse, lumbosakral yaralanmalardan şüphelenilmelidir. Bu gibi durumlarda lumbosakral bileşke, bilgisayarlı tomografi ile değerlendirilmelidir. Instabilite veya lumbosakral faset dislokasyonu varlığında cerrahi fiksasyon gerekir (4,18).

3. Lumbosakral dislokasyonun eşlik ettiği sakral kırıklar

Lumbosakral travmatik spondilolistezis olarak da adlandırılan lumbosakral dislokasyon oldukça nadir görülen, yüksek enerjili travma sonucu oluşan ve genellikle ölümcül bir travmadır (36). Klinik olarak lezyon, sakrumun anterioruna kaymış disloke bir lomber omurga ile karakterizedir. Lezyon, L5-S1 faset eklemlerinin bilateral dislokasyonları veya sakrumu geçen bir kırık hattı ile ortaya çıkabilir. Bildirilen her vakada, lezyon L5'in S1 üzerinden anterior pitozu söz konusudur. Lumbosakral dislokasyon nadir ve atipik olduğundan ilk değerlendirme sırasında tanı konamayabilir. Nork ve ark. 13 hastadan oluşan serilerinde, kırıklar perkütan vida fiksasyonu ile insitu stabilize edilmiştir; nörolojik defisiti olan dokuz hasta dekompresyon yapılmadan tedavi edilmiştir. Sadece iki hastada kalıcı nörolojik defisit görülmüştür (17). Bu yaralanma paternine ilişkin daha yeni bir çalışma da sakrumu katmadan aksiyel iskeletin doğrudan pelvise stabilizasyonu önerilmiştir (37).

4. Nörolojik Yaralanma veya Kompresyonun Eşlik Ettiği Sakral Kırıklar

Nöral doku yaralanmasının sakral travmaya eşlik etmesi tedavi seçeneklerini değiştirebilir. Tam kauda ekuina kesisi vakalarında, dekompresyon ve stabilizasyon, inkomplet veya sağlam nörolojik fonksiyon vakaları kadar yüz güldürücü değildir. Denis ve ark. nöral yaralanması olan hastalarda 2 haftadan fazla gecikmelerin kötü sonuçlandığını bildirmiştir (6).

Sakral kırıklar için cerrahi tedavi, nöral yapıların dekompresyonu ve stabilizasyon prosedürleri olarak ayrılabilir:

1. Dekompresyon

Nöral elemanları kemik basısından veya açılanma gerilimden kurtarmayı amaçlar. Dekompresyon teknikleri sınırlı veya geniş laminektomi ve/veya foraminotomi ve ventral spinal kanal dekompresyonu olarak ayrılabilir. (6, 27,31,34). Nörolojik defisitler, inkomplet mono radikülopatiden kauda ekuinanın tam kesisine kadar değişebilir (1,6,7,9,10,12,14,15,27). Transvers sakral kırıklarda kök kesisi prevalansı %35'tir (14). Sakral köklerin, kırık parçaların yer değiştirmesine ve açılanmasına bağlı olarak sıkışabilir, kontüzyona uğrayabilir veya kesiye neden olabilir.

Dekompresyon ameliyatı için mutlak bir endikasyon olmadığı gibi dekompresyon sonrası sonuçlar da mutlak değildir. Ancak, sakral kırıkları takiben nörolojik defisiti olan hastalarda, kırık iyileşmesinden sonra sakral sinir köklerinin dekompresyonu, epinöral fibrozis ve spinal kanal ve foramenlerdeki skarlaşmanın artması nedeniyle daha zor olacaktır (6,38). Bu nedenle, nöral elemanların dekompresyonu, daha fazla yaralanma olasılığını en aza indirmek için tercihen erken, ilk 24 ila 72 saat içinde yapılması önerilmektedir (6,27,38).

Alar fragmanın yukarı ve posteriora doğru yer değiştirmesi ile L5 kökünün gerilmesi veya L5'in transvers proçesine doğru ezmesiyle sıkışabilir. Düşük ayağı olan hastalarda cerrahisiz veya gecikmiş cerrahi tedavisinin sonuçları oldukça kötüdür (6). Fountain ve ark. yer değiştirmiş transvers sakral kırıkları ve nörolojik yaralanması olan hastaların posterior sakral laminektomi ve dekompresyondan fayda görebileceğini ortaya koymuştur (8). Tedaviden bağımsız olarak %80'lik genel iyileşme göz önüne alındığında, cerrahi dekompresyonun gerçek sonuçları belirsizdir. Hastalar iyileşme eğilimindedir, ancak bunun dekompresyonun etkisi mi yoksa doğal süreç mi olduğu bilinmemektedir (27).

2. Stabilizasyon

Sakral kırıkların cerrahi stabilizasyonu genellikle dekompresyon ile yapılır çünkü dekompresyonun kendisi instabilitenin artmasına neden olabilir. Geniş bir nöral dekompresyonla birlikte, sakrumun stabilizasyonu için endikasyonlar arasında stabil olmayan bir pelvik halka ve risk altında nöral dokular bulunur.

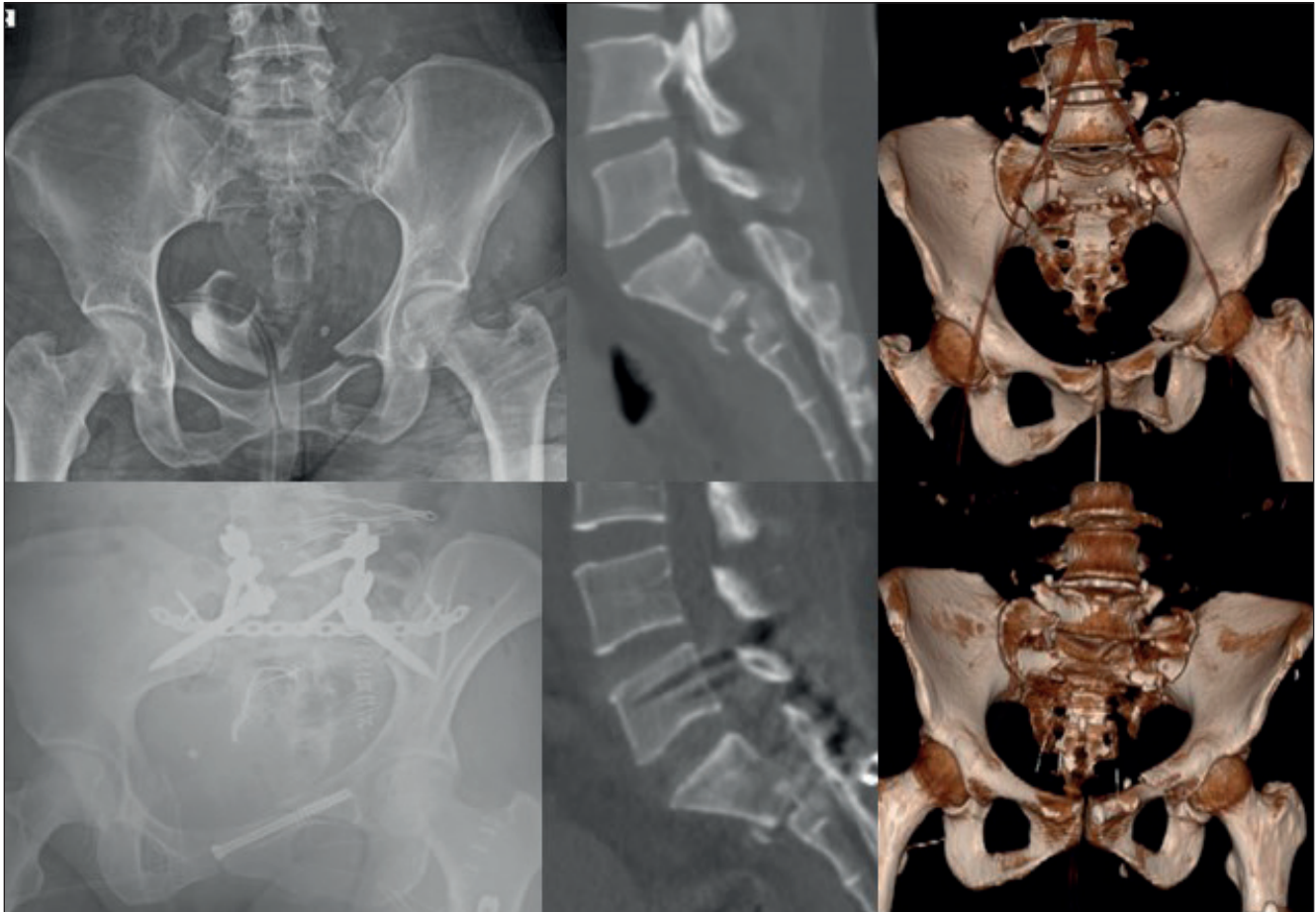
Stabilizasyon teknikleri; 1-Doğrudan redüksiyon ve ilio-sakral fiksasyon, 2-Lumbopelvik fiksasyon ile lumbosakral vertebraların fiksasyon ve redüksiyonu, 3-Distal sakrumun rezeksiyonu olarak sayılabilir (2,5). Stabil olmayan sakrum kırıkları ile birlikte olan anterior pelvik kırıkları da genellikle anterior pelvik fiksasyon ile tedavi edilir. Sakrum kırıklarında dekompresyona ek olarak ilio-sakral fiksasyon, lumbopelvik fiksasyon veya ikisinin kombinasyonu sıklıkla kullanılmaktadır. En stabil biyomekanik yapı, kırık redüksiyonunu kolaylaştırmak için longitudinal rodlar ve transvers konnektörlerle bağlanan lomber pedikül vidaları ve iliak vidaları içerir. Bu yaklaşım ayrıca sinir köklerinin tam dekompresyonuna izin verir ve sakroiliak vida fiksasyonu ile artırılacak redük-

siyona yardımcı olabilir. Lumbosakral kırık yaralanmaları ve lumbosakral disk bozulması için L5-S1 füzyonu yapılabilir (22). Segmental lumbopelvik fiksasyonun çift sakroiliak vida konstrüksiyonlarına kıyasla önemli ölçüde daha iyi rijidite sağladığı gösterilmiştir (29) (Şekil 5), başka bir çalışmada da vertikal olarak instabil zon I ve II kırıkları olan 34 hastada lumbopelvik fiksasyonun başarılı sonuçlarını bildirilmiştir (24-26).

Spinopelvik dislokasyonun eşlik etmediği Denis I. ve II. bölge stabil kırıklar başlangıçta konservatif olarak tedaviye başlanabilir. Ancak geçmeyen ağrı, spinopelvik dislokasyonun olması veya kemik fragmanın sinir köküne bası yapması durumunda dekompresyon ve stabilizasyon amaçlı uygun cerrahi girişimlerden biri uygulanabilir (2,5,7,14,16,27,32,33). Bu hastalar için genellikle posterior yaklaşım ile ilio-sakral veya spinopelvik dislokasyon varlığı durumunda ise lumboiliak stabilizasyon uygulanır. Denis III. bölge kırıkları santral kanalı çaprazlayan kırıklar olduğu için nörolojik defisit oluşma olasılığı en yüksek tiptir. Sakrumu kanal hizasından vertikal çaprazlayan bu instabil kırıklar için dekompresyon ihtiyacı olsa da olmasa da lumboiliak enstrümantasyon ile stabilizasyon uygulanmalıdır.

Cerrahi stabilizasyon gerektiren sakral kırığı olan hastada, öncelikle anterior pelvik halka bütünlüğünün dikkatlice değerlendirilmesi gerekir. Pelvisin anterior kısmının stabilitesi plaklama, retrograd pubik vidalar veya simfizis pubisin eksternal fiksasyonu yoluyla artırılarak, sakrumun posterior elemanlara stabilitesi daha fazla sağlanabilir. Anterior pelvik halkanın sabitlenmesi, prone pozisyon da posterior cerrahi sırasında pelvik halka için de koruma sağlar. Hangi sakral stabilizasyon seçeneğinin kullanılacağına karar vermek sadece biyomekanik ihtiyaca ve kemik fragmanların yer değiştirme derecesine değil, aynı zamanda yumuşak dokuların durumuna ve toleranslarına da bağlıdır. İdeal sabitleme sistemi, posterior sakral cilt altı yağ dokusunun ince olması nedeni ile ciltten dışarı çıkmasını ve yumuşak doku hasarını önlemek için düşük profile sahip implantların tercih edilmesi önerilmektedir (34).

Sakral fraktürlerin cerrahisinde perkütan yöntemler de düşünülebilir. Orijinal olarak sakroiliak eklem yaralanmaları için tasarlanan perkütan sakroiliak vidalar, vertikal posterior pelvik kırıkları ve sakral bozulmayı tedavi etmek için kullanışlıdır (10). Horizontal sakral kırıklar sakroiliak vida yerleştirme ile aynı düzlemde yer aldığından, perkütan sakroiliak vida fik-



Şekil 5: 44 y, K, yüksekten düşme sakrum; (Isler tip 2, AO Spine C3 fraktür) ve isciüm pubis fraktürü olan olgunun; Preop ve Post-op radyolojik görüntüleri.

sasyonuna pek uygun değildir. Vidalar, hasta yüzüstü veya sırtüstü pozisyondayken floroskopi altında perkütan olarak yerleştirilebilir. Vidaların yerleştirilmesi büyük ölçüde floroskopik görüntülemeye bağlıdır. Bu vidaların güvenliği birçok klinik çalışmada vurgulanmıştır (17,21). Nork ve ark. tarafından Denis zon III, Roy-Camille alt tipleri 1 ve 2 yaralanmaları olan ve önemli nörolojik defisiti olmayan 13 hastadan oluşan seride perkütan sakroiliak vida fiksasyonunun başarılı sonuçları bildirilmiştir (17). Perkütan girişimlerde nörovasküler veya gastrointestinal yapıların yaralanması nadir bir komplikasyon olarak bildirilmiş ancak kırık redüksiyonunun kaybı veya kötü redüksiyon daha yaygındır. Lateral radyograflerde sakral alar ve üst sakral segment eğimindeki değişkenlik, perkütan iliosakral vidaların hatalı yerleştirilmesine ve nöral doku yaralanmalarına yol açabilir. Routt ve ark. lateral radyograflerde anterior “güvenli bölgeler” tanımlamışlardır. Buna ek olarak, perkütan sakroiliak vidalar anormal geçişli lumbosakral anatomisi (lumbalizasyon ve sakralizasyon) olan hastalarda veya kapalı redüksiyonun mümkün olmadığı durumlarda kontrendike olarak düşünülmüştür (20).

Sakrum kırıklarının cerrahi tedavisinde füzyon %85-90 arasındadır. Diğer taraftan enfeksiyon, implant yetmezliği, psödoartroz gelişimi ve bunlara bağlı reoperasyon başlıca komplikasyonlardır (2,5,14).

Sakral Kırıkların Tedavisinde Kanıtların Gözden Geçirilmesi:

Sakral kırıkları yönetmekle ilgili önemli üç sorunun yanıtı literatür derlemesi ile araştırılmıştır (14);

1. Cerrahi veya cerrahi olmayan tedavinin nörolojik iyileşme üzerindeki etkisi nedir?

Stabil olmayan sakral kırığı olan hastalarda nöral yaralanmaların en büyük etkisi mesane, bağırsak, sfinkter, cinsel, duysal ve motor işlev üzerine olduğu görülmektedir. Genel olarak, nörolojik dekompresyon prosedürlerinin cerrahi serilerde %85'e varan nörolojik iyileşme oranlarıyla sonuçlandığı bildirilmiştir. Bununla birlikte, %72'ye varan oranlarla, ameliyatsız tedavi edilen hastalarda da nörolojik iyileşme belgelenmiştir (7,11,29,32,33). Cerrahi dekompresyonla tedavi edilen bağırsak ve mesane kontrol kaybı olan 5 hastanın hepsinde iyileşme veya düzelleme görülürken, ameliyatsız tedavi edilen 3 hastada iyileşme görülmemiştir (6).

Gibbons ve arkadaşlarının retrospektif çalışmasında (9), cerrahi tedavi uygulanan beş hastadan dördünün nörolojik semptomlarının düzeldiğini belirlemişlerdir. Buna karşılık, nörolojik durumu değişmeyen üç hastadan sadece biri cerrahi tedavi görmüştür. Schmidek ve ark. (27), bağırsak ve mesane kontrol kaybı olan 15 hastadan 11'inin cerrahi müdahale ile iyileştiğini, ameliyatsız tedavi edilen dört hastanın ise daha az derecede iyileştiğini bildirmiştir. Bu bulgular, cerrahi müdahalenin nörolojik iyileşme üzerindeki potansiyel etkisini vurgulamaktadır. Genel olarak sakral kırığa bağlı nöral doku yaralanma varlığında, nörolojik iyileşme açısından cerrahinin üstünlüğü öne çıkmaktadır.

2. Yaralanma sonrası erken müdahalenin (2 haftadan az), gecikmiş cerrahiyle (2 hafta sonra) karşılaştırıldığında nörolojik

sonuçları iyileştirdiğini veya kötüleştirmedini destekleyen kanıtlar var mı?

Yapısal olarak ilgili kas-iskelet sistemi travması olan hastaların erken stabilizasyonu ve mobilizasyonu, iyileşme sürecinin önemli faktörlerden biri olmuştur. Benzer şekilde, nöral dokuların erken dekompresyonu kavramı, omurilik yaralanmasının tedavisinde temel bir ilke olmaya devam etmektedir. Ancak bu konsept, sakral kırığı olan hastalar için bazı sınırlamalarla uygulanabilir. Müdahalenin zamanlamasıyla ilgili hasta sağkalımı veya fonksiyonel iyileşme sonuçlarını tartışan 6 çalışmada toplam 260 hasta tespit edilmiştir.

Erken müdahale, nöral dokuların dekompresyonu için yaralanmadan sonraki 24 saat içinde yapılan müdahaleyi ifade ederken, geç müdahale ise travma sonrası 3 aydan önce yapılan müdahaleyi tanımlamaktadır. Bu tür zamanlamalar, tedavi sürecinin etkinliğini ve hastanın iyileşme sürecini önemli ölçüde etkileyebilir. Denis'in serisinde, nöral yaralanması olan 51 hastada “kırık iyileşmesinden önce” ve “kırık iyileşmesinden sonra” şeklinde belirsiz bir ayrım dışında erken ve geç müdahale tanımlanmamıştır (6). Ancak yazarlar, geç müdahale ile hayal kırıklığı yaratan sonuçları açıkça tanımlamış ve bu gözlemin altında yatan neden olarak perinöral fibrozisi göstermiştir. Chiu ve ark., müdahalenin zamanlaması <7 gün ve >7 gün olarak ayırmışlardır. Hastaların 22'sinde lumbosakral plexus yaralanması olduğu bildirilen 65 yüksek dereceli sakral kırıklı seriyi sunmuşlardır. Transiliak rodlar kullanılarak yapılan perkütan stabilizasyonda, 22 hastanın 12'sinin iyileşmediği gösterilmiştir. Ne yazık ki, nörolojik sonuçları nöral kanal dekompresyonunun kalitesi veya müdahale zamanlaması ile ilişkilendirmek için herhangi bir karşılaştırmada bulunulmamış. Yazarlar, doğrulanmamış bir sonuç skorlama sistemi kullanarak kendi tedavi yöntemleriyle %65 oranında tatmin edici sonuç bildirmişlerdir (3).

Genel olarak, hasta resüsitasyonunun tamamlanmasını takiben erken cerrahi müdahale güvenli kabul edilmektedir.

3. Cerrahi tedavinin konservatif tedaviye üstünlüğünü gösteren kanıtlar var mıdır? Bir tedavi yöntemi diğerlerinden üstün müdür?

Cerrahi ve konservatif tedaviye atıfta bulunulan yedi çalışmada toplam 500 hasta değerlendirilmiştir. Bu çalışmaların hiçbirinde, hastaların nörolojik durumuna özel olarak atıfta bulunarak cerrahi ve cerrahi olmayan bir karşılaştırma yapılmamıştır.

SONUÇ

Sakrum kırıkları kolaylıkla gözden kaçabilmekte ve geç fark edildiğinden dolayı yetersiz tedavisi ağırlı deformiteye ve ilerleyici nörolojik fonksiyon kaybına yol açabilmektedir. Bu kırıklar düz radyografi ile sıklıkla gözden kaçır; bu nedenle pelvik halka travmasından şüphelenildiğinde bilgisayarlı tomografi, nörolojik defisit varlığında nöral kompresyonu değerlendirmek için manyetik rezonans ile görüntüleme mutlaka yapılmalıdır. Sakral kırıkların tedavisinde, cerrahi ve cerrahi olmayan yöntemler bulunmaktadır. Cerrahi tedavi, nöral yapıların dekompresyonu ve stabilizasyonu amaçlar.

Dekompresyon teknikleri, laminektomi ve foraminotomi gibi yöntemleri içerir. Nörolojik yaralanma, özellikle Denis zon 3 kırıklarında yaygındır. Nörolojik defisit varlığında stabil bir hastada erken cerrahi dekompresyon düşünülmelidir. Epinöral fibrozis gelişme potansiyeli nedeniyle, erken dekompresyon (ilk 24 ila 72 saat içinde) daha fazla yaralanma olasılığını en aza indirmek için daha etkili olabilir. Çoğu vakada, erken dekompresyona kırık stabilizasyonu eşlik etmeli, böylece kırık yer değiştirmesi nedeniyle sekonder nöral doku hasar riski ortadan kaldırılmalıdır. Cerrahi stabilizasyon seçenekleri arasında, anterior pelvik halka stabilizasyonu, posterior pelvik halka bileşenlerinin redüksiyonu, iliosakral, lumbosakral ve lumbopelvik stabilizasyonlar yer alır. Lumbopelvik fiksasyon en yüksek stabilizeyi sağlar ve anatomik redüksiyon, fiksasyon stabilitesinin sağlanmasında muhtemelen tek başına en önemli değişkendir.

Tedavi kararları, hastanın genel durumu ve eşlik eden yaralanmalara bağlı olarak şekillenir. Sakral kırıkların tedavisinde, yaralanmanın stabil olup olmadığı, lumbosakral faset yaralanması veya dislokasyon gibi durumlar dikkate alınmalıdır. Pelvik yaralanmaların varlığında, pelvisin stabilizasyonu ve kanama kontrolü sağlanmalıdır. Ayrıca, nörolojik defisit varlığında veya nöral doku bası şüphesinde cerrahi dekompresyon düşünülmelidir. Cerrahi tedavi ile nörolojik iyileşme sağlandığı bildirilmiş olsa bile ikna edici kanıta dayalı veri sunulamamıştır. Ancak nöral doku hasarı veya nörolojik defisit varlığında erken cerrahi yapılmalıdır. Sonuç olarak, sakrum kırıkların tanı ve tedavisi, yeni görüntüleme teknikleri ve gelişen cerrahi yöntemlerle önemli ölçüde değişmiştir. Ancak mevcut literatürde, sakrum kırıkların tedavisine yönelik kanıtların genel gücü zayıf kalmaktadır. Tedavi önerileri, hastanın klinik tablosuna göre özelleştirilmelidir.

KAYNAKLAR

- Bonnin JG: Sacral fractures and injuries to the cauda equina. *J Bone Joint Surg Br* 27:113-127, 1945
- Bydon M, Fredrickson V, De la Garza-Ramos R, Li Y, Lehman RA Jr, Trost GR, Gokaslan ZL: Sacral fractures. *Neurosurg Focus* 37:E12, 2014
- Chiu FY, Chuang TY, Lo WH: Treatment of unstable pelvic fractures: Use of a transiliac sacral rod for posterior lesions and an external fixator for anterior lesions. *J Trauma* 57:141-144, 2004
- Connolly PJ, Esses SI, Heggeness MH, Cook SS: Unilateral facet dislocation of the lumbosacral junction. *Spine* 17:1244-1248, 1992
- Dalbayrak S, Yaman O, Ayten M, Yılmaz M, Ozer AF: Surgical treatment in sacral fractures and traumatic spinopelvic instabilities. *Turk Neurosurg* 24:498-505, 2014
- Denis F, Davis S, Comfort T: Sacral fractures: An important problem. Retrospective analysis of 236 cases. *Clin Orthop Relat Res* 227:67-81, 1988
- Fisher RG: Sacral fracture with compression of cauda equina: Surgical treatment. *J Trauma* 28:1678-1680, 1988
- 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
- Gibbons KJ, Soloniuk DS, Razack N: Neurological injury and patterns of sacral fractures. *J Neurosurg* 72:889-893, 1990
- 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:S30-36, 2006
- Hatem SF, West OC: Vertical fracture of the central sacral canal: Plane and simple. *J Trauma* 40:138-140, 1996
- Huittinen VM: Lumbosacral nerve injury in fracture of the pelvis. A postmortem radiographic and patho-anatomical study. *Acta Chir Scand Suppl* 429:3-43, 1972
- Isler B: Lumbosacral lesions associated with pelvic ring injuries. *J Orthop Trauma* 4:1-6, 1990
- Jens R, Chapman CB, Schildhauer TA, Sasso RC, Vaccaro AR: Sacral fractures. In: Vaccaro AR, Fehlings MG, Dvorak MF, (eds), *Spine and Spinal Cord Trauma: Evidence-Based Management*. New York • Stuttgart: Thieme, 2011:462-471
- Kabak S, Halici M, Tuncel M, Avsarogullari L, Baktir A, Basturk M: Functional outcome of open reduction and internal fixation for completely unstable pelvic ring fractures (type C): A report of 40 cases. *J Orthop Trauma* 17:555-562, 2003
- Lee Y, Lambrechts M, Narayanan R, Bransford R, Benneker L, Schnake K, Öner C, Canseco JA, Kepler CK, Schroeder GD, Vaccaro AR; AO Spine Sacral Classification Group Members: The surgical algorithm for the AO spine sacral injury classification system. *Spine* 49:165-173, 2024
- 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
- Oransky M, Gasparini G: Associated lumbosacral junction injuries (LSJIs) in pelvic fractures. *J Orthop Trauma* 11:509-512, 1997
- Pennal GF, Tile M, Waddell JP, Garside H: Pelvic disruption: Assessment and classification. *Clin Orthop Relat Res* 151:12-21, 1980
- Routt ML Jr, Nork SE, Mills WJ: Percutaneous fixation of pelvic ring disruptions. *Clin Orthop Relat Res* 375:15-29, 2000
- 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
- Roy-Camille R, Saillant G, Gagna G, Mazel C: Transverse fracture of the upper sacrum. Suicidal jumper's fracture. *Spine* 10:838-845, 1985
- Sabiston CP, Wing PC: Sacral fractures: Classification and neurologic implications. *J Trauma* 26:1113-1115, 1986
- Schildhauer TA, Josten C, Muhr G: Triangular osteosynthesis of vertically unstable sacrum fractures: A new concept allowing early weight-bearing. *J Orthop Trauma* 12:307-314, 1998

25. Schildhauer TA, Ledoux WR, Chapman JR, Henley MB, Tencer AF, Routt ML Jr: Triangular osteosynthesis and iliosacral screw fixation for unstable sacral fractures: A cadaveric and biomechanical evaluation under cyclic loads. *J Orthop Trauma* 17:22-31, 2003
26. Schildhauer TA, McCulloch P, Chapman JR, Mann FA: Anatomic and radiographic considerations for placement of transiliac screws in lumbopelvic fixations. *J Spinal Disord Tech* 15:199-205, 2002
27. Schmidek HH, Smith DA, Kristiansen TK: Sacral fractures. *Neurosurgery* 15:735-746, 1984
28. Strange-Vognsen HH, Lebech A: An unusual type of fracture in the upper sacrum. *J Orthop Trauma* 5:200-203, 1991
29. Suzuki T, Shindo M, Soma K, Minehara H, Nakamura K, Uchino M, Itoman M: Long-term functional outcome after unstable pelvic ring fracture. *J Trauma* 63:884-888, 2007
30. Tile M: Pelvic ring fractures: Should they be fixed? *J Bone Joint Surg Br* 70:1-12, 1988
31. Tile M: The management of unstable injuries of the pelvic ring. *J Bone Joint Surg Br* 81:941-943, 1999
32. Tötterman A, Glott T, Madsen JE, Roise O: Unstable sacral fractures: Associated injuries and morbidity at 1 year. *Spine* 31:E628-635, 2006
33. Tötterman A, Glott T, Søberg HL, Madsen JE, Roise O: Pelvic trauma with displaced sacral fractures: Functional outcome at one year. *Spine* 32:1437-1443, 2007
34. 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
35. Vaccaro AR, Schroeder GD, Divi SN, Kepler CK, Kleweno CP, Krieg JC, Wilson JR, Holstein JH, Kurd MF, Firoozabadi R, Vialle LR, Oner FC, Kandziora F, Chapman JR, Schnake KJ, Benneker LM, Dvorak MF, Rajasekaran S, Vialle EN, Joaquim AF, El-Sharkawi MM, Dhakal GR, Popescu EC, Kanna RM, Muijs SPJ, Tee JW, Bellabarba C: Description and reliability of the AOSpine sacral classification system. *J Bone Joint Surg Am* 102:1454-1463, 2020
36. 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
37. Vresilovic EJ, Mehta S, Placide R, Milam RA 4th: Traumatic spondylopelvic dissociation. A report of two cases. *J Bone Joint Surg Am* 87:1098-1103, 2005
38. Zelle BA, Gruen GS, Hunt T, Speth SR: Sacral fractures with neurological injury: Is early decompression beneficial? *Int Orthop* 28:244-251, 2004