

Sakral Yetmezlik Kırıkları; Epidemiyoloji, Klinik, Tanı ve Tedavi

Sacral Insufficiency Fractures; Epidemiology, Clinic, Diagnosis and Treatment

ÖZ

Sakral yetersizlik kırıkları (SYK), osteoporoz, osteopeni, spinal enstrümantasyon gibi faktörlere bağlı olarak özellikle yaşlı popülasyonda görülen patolojidir. Normal fizyolojik yüklenme ile ortaya çıkabilen SYK sakrumdan başlayarak kalçaya yayılan ve palpasyonla artan karakterde bir ağrıdır. Olguların büyük bölümü tanı alamamakta veya çok geç tanı konulmaktadır. X-ray ile tanı konulma olasılığı düşük olup bilgisayarlı tomografi ve manyetik rezonans görüntüleme ile %100'e yakın tanı konulabilir. Hastaların büyük bölümü istirahat, destekleyici sistemler ve analjeziklerle tedavi edilir. Tedaviye dirençli olgularda sakroplasti etkili bir çözümdür. Konulan PMMA'nın oluşturduğu termal etki ve mikrofraktürleri önleyici etkisi ağrıyı azaltmakta sakrumun biyomekanik mukavemetini artırmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Sakroplasti, Sakral yetmezlik kırığı, Sakrum, Bel ağrısı, Osteoporoz, Osteopeni, Spinal enstrüman

ABSTRACT

Sacral insufficiency fractures (SIF) are pathologies seen especially in the elderly population due to factors such as osteoporosis, osteopenia, spinal instrumentation. SIF, which can occur with normal physiological loading, is a pain that starts from the sacrum and spreads to the hip and increases with palpation. Most cases cannot be diagnosed or are diagnosed very late. The probability of diagnosis with X-ray is low, and almost 100% diagnosis can be made with computerized tomography and magnetic resonance imaging. Most patients are treated with rest, supportive systems and analgesics. Sacroplasty is an effective solution in cases resistant to treatment. The thermal effect created by the PMMA and its preventive effect on microfractures reduce pain and increase the biomechanical strength of the sacrum.

Keywords: Sacroplasty, Sacral insufficiency fracture, Sacrum, Low back pain, Osteoporosis, Osteopenia, Spinal instrument

GİRİŞ

Kemik metabolizması ve yeniden şekillendirme kapasitesi, yaşa ve azalan hormon üretimine bağlı olarak azalır; bu durum yorgunluk veya stres kırıklarına sebep olur. Yorgunluk kırıkları; normal elastik dirence sahip kemiğe anormal stres uygulandığında oluşurken, yetersizlik kırıkları ise yetersiz elastik dirence sahip kemiğe fizyolojik stres uygulandığında oluşur. Sakral yetmezlik kırığı (SYK) ilk kez Lourie tarafından tanımlanmıştır (3). SYK olan hastalar yaşlıdır (ortalama 76 ila 88 yaş) ve ağırlıklı olarak kadındır (%80 ila %93) (3,5,31). Hastaların %78'inde osteoporoz belirtileri görülür,

%22'sinde ise önemli miktarda D vitamini eksikliği ile osteopeni görülür. Wolff yasasına göre, kemik yoğunluğu ikiye bölündüğünde kemiğin direnci dört kat azalır. Trabeküler kemiğin azalması, kortikal kemiğin azalmasından daha fazladır. Bu nedenle, gençlerde görülen travma sonrası kırıkların aksine, sakral foraminaller ve sakral kanal etkilenmesi daha nadirdir. Predispozan faktörler; primer ve sekonder osteopeni ve osteoporozdur (%77,6 ve %22,4), kadınlarda görülmeye olasılığı daha yüksektir. Predispozan faktörler arasında; pelvik ışınlama, uzun süreli kortikosteroid tedavisi, romatoid artrit, cushing hastalığı, hiperparatiroidizm, karaciğer sirozu, osteomalazi ve multipl miyelomdur. Spinal enstrümantas-

yon sonrası olguların %1,3-6,1'inde SYK gelişir (11,28,34). Spinal enstrümantasyon uygulanmış hastalarda, bir süre sonra yeni başlayan kalça ve sakral ağrılarda bu olasılık düşünülmelidir. Yaşlılarda sert sakroiliak bağların stabilitesi, sakral ala içindeki osteoporotik trabeküler yapıya üstün gelir. Sakroiliak eklem ve sakrumun lateral kısmı, güçlü bağlarla desteklendiği için kırıklara karşı dirençlidir. Pelvik halka, insan vücudundaki en güçlü ve en büyük osteo-ligament komplekstir. Omurgadan ve üst gövdeden merkezi sakrum üzerinden her iki asetabulaya tekrarlayan dikey yüklenmeye izin verir. Yüksek enerjili travma geçiren hastalarda sakral kırıklar, pelvik halkanın temel taşının ayrılması anlamına gelir. Bunlara sıklıkla hemodinamik instabilite ve nörolojik bozukluklar eşlik eder ve bu durum acil cerrahi stabilizasyon gerektirebilir. Yüksek enerjili travmalarda genellikle ön pelvik halka etkilenir. Bunlarla karşılaştırıldığında, SYK düşük enerjili travmalardan kaynaklanır, örneğin alçak bir pozisyondan, sandalyeden veya yataktan düşme veya basit bir tökezleme ile ortaya çıkabilir. Hastaların büyük bölümü yaşadıkları travmaları hatırlamaz. Kalça veya sakroiliak eklem ankilozları veya kalça endoprotezi yoluyla tek taraflı stres yüklenmesi, ipsilateral ala kırıklarıyla ilişkili görünmektedir (5,18). Yetersizlik kırığının lokalizasyonu; biyomekanik olarak modellenen yürüyüş sırasında stres yükünün pozisyonu ile uyumludur. Osteoporotik kemiğin süngerimsi yoğunluğu, en çok nöral foraminanın hemen lateralinde azalır. Ala'nın ön kortikal kemiği, os sakrumun diğer kısımlarına kıyasla aşırı incelmeye uğramaz. En büyük süngerimsi kemik kaybının olduğu bu alanlar, sakral yetersizlik kırıklarının en sık görüldüğü yerlerdir. Kemik atrofi veya görünür korteks kırığı olmaksızın mikro kırık durumunda bile hareketi önleyici ağrı baskındır. Değişen ağırlık yüklemesi bağlı kırığın içindeki mikro hareket ağrının nedeni olarak yorumlanır.

SAKRAL YETMEZLİK KIRIKLARINDA SINIFLAMA

1964 yılında Judet ve ark. transsakral kırıklarda dahil olmak üzere pelvik yaklaşımları tanımlamak amacıyla bir sınıflandırma sistemi yayınladılar (26). Burgess ve Tile'in pelvik halka kırıklarının sınıflandırma sisteminde, modifiye edilmiş Tile AO Müller sınıflandırmasında sırasıyla; kuvvet iletim yönü, instabilite aralığı, kırıklar ve bağ kopmaları değerlendirildi (3,48). Bu sınıflamalarda kırıkların morfolojisi ve lokalizasyonu önemsizdi, oysa 1988'de Denis tarafından transalar, transforaminal ve santral olmak üzere üç bölgenin tanımlandığı bir sınıflandırma tanıtıldı. Ayrıca transvers, stabil ve stabil olmayan kırıklar ve artan nörolojik lezyon riski ayırt edildi (16).

Roy-Camille sınıflandırma sistemi, sakral kırıkları üst sakrum parçalarının yer değiştirmesine göre 3 farklı türde sınıflandırır. Tip 1 kırık; üst sakrum parçalarının öne doğru eğilmesiyle oluşan fleksiyon kırığıdır. Tip 2 kırık; üst parçanın posterior yer değiştirmesiyle oluşan fleksiyon kırıklarını, tip 3 kırıklar ise; üst parçanın anterior yer değiştirmesiyle oluşan ekstansiyon kırıklarını ifade eder (41). Sakral kırıkların Strange-Vogt ve Lebech sınıflandırması, Roy-Camille sınıflandırmasına benzer; ancak yer değiştirme olmaksızın üst sakrumun tamamen parçalandığı, yer değiştirmemiş, nötr bir kırığı ifade eden tip 4 kırığın eklenmesiyle ayrılır (47).

Bakker ve ark. sınıflaması; daha az mekanik öneme sahip kırıkların ayırt edilmesine ve sakroplasti sırasında nörolojik yapılara doğru olası PMMA sızıntıları için bir risk değerlendirmesine olanak tanır. Ek olarak, laminektomi ve cerrahi stabilizasyona ihtiyaç duyulan instabl kırıkların tanımlanması da mümkündür (6).

Bakker ve ark. sınıflamasında temel parametreler; kortikal kırık ve sakral kemikteki kırıkların morfolojisidir. Tip A1'de (sadece MRI'da görülebilir) ve A2'de, impaksiyon ve eksik kortikal kırık olup, PMMA çimento sızıntısı imkânsızdır (çoğunlukla tedavi bile gerektirmeyen hastalardır) ve kendiliğinden iyileşme olasılığı yüksektir. Tip A3; ala'nın anterolateral kenarının kırığı olup, genellikle sakroplasti ile tedavi edilmek zorundadır; ön korteks yoluyla sınırlı bir sızıntı düşünülebilir. Tip B kırıklar ise tam kırıkları temsil eder: tip B1; bir sızıntı seçeneği olarak ön kortikal kırık, tip B2 sakroiliak ve tip B3 ayrıca intratekal korteks kırığı ile tanımlanmıştır. Son olarak korpus kırıkları sınıflandırılmıştır: tip C1, nörolojik yapılara kortikal sınırın yoktur. Tip C2; nörolojik yapılara kortikal sınırın tutulumu eşlik eder. Bu sınıflandırma, nöral foraminaları içeren ve açık redüksiyon ve fiksasyon gereksinimi sunan, yatay bir lezyonla bağlanan iki sagittal uzantıya sahip kararsız tip C3 kırığı ile sonuçlandırılmıştır (6).

SYK'da ideal sınıflama, bu kırıkların tedavisinde kullanılan sakroplasti için etkinlik ve risk analizini yeterli düzeyde yapabilmelidir. Örneğin Rommens ve ark. tanımladığı sınıflama, morfolojik yönün dikkate alınmaması nedeniyle bu gereklilikleri karşılamamakta, nöral foraminalar gibi tehlike altındaki yapılara daha yakından bakmaya izin vermemektedir (40).

SAKRUM ANATOMİSİ

Sakrum, 18 yaş civarında kaynaşmaya başlayan, 25 ile 33 yaşları arasında tam kaynaşma gösteren 5 omurdan oluşan ters bir üçgendir. Proksimalde lomber omurga, distalde koksis ve lateralde iliak kemiklerle eklenir (14). Üçgen şekli, omurga ve alt ekstremiteler arasında eksenel yük iletimi sağlar. Sakrumun ağırlık taşıyan kısmı S1-S2 segmentlerinden geçer. Sakrumun geometrisi, kaynaşmış enine çıkıntıları, merkezi bir spinal kanalı ve dışbükey bir dorsal lamine yüzeyi temsil eden 2 sakral ala ile çevrili içbükey bir merkezi vertebral gövde ve çıkıntıdan oluşur. Ventral ve dorsal yüzeylerde, sinir yapılarının çıkışı için kanal görevi gören 4 çift foramen bulunur. L5 sinir kökü, sakral ala'nın anterosuperior yüzeyinde ilerler ve onu sakral kırık açısından özellikle riskli hâle getirir. Ventral S1-S4 sinir kökleri foraminallardan süperomedial olarak çıkar ve sakral pleksusu oluşturur, ayrıca S1, S2 ve S3 siyatik sinire katkıda bulunur. Dorsal olarak, sinir kökleri duyuusal iletimden sorumludur ve cluneal sinirleri oluşturur. S1 ve S2 sinir kökleri, foraminallarının daha büyük bir hacmini dolduran daha büyük kalibreleri nedeniyle S3 ve S4 sinir köklerinden daha yüksek bir yaralanma oranı taşır (15).

Sakroiliak (SI) eklem, sakrumun hiyalin kıkırdığı ile iliumun fibro-kıkırdığı arasında oluşan sinovyal bir eklemdir. SI eklemi yükü omurgadan alt ekstremitelere aktarır (14). Vücuttaki en güçlü bağlardan bazıları, sakrumu iliuma bağlayan ön, interosseöz ve arka SI bağları da dahil olmak üzere lumbopelvik stabiliteyi korumaya yarar.

KLİNİK BULGULAR

SYK kendi içinde iki grupta inceleyebiliriz. Primer grubu; osteogenezis imperfekta, postmenopozal osteoporoz, senil osteoporoz, sekonder grubu ise; romatoid artrit, hiperparatroidi, renal osteodistrofi, glukokortikoid tedavisi, diğer endokrin, hematolojik ve herediter hastalıklar oluşturmaktadır (46).

SYK'larında sakrum bölgesinden başlayan alt lomber bölge, kuyruk sokumuna ve kalçaya uzanan bir ağrı görülür. Sakral yetmezliğin derecesi ve yaygınlığı, ek omurga ve pelvis patolojileri ağrı şiddetini belirleyen faktörlerdir. Osteoporozun düzeyi arttıkça ağrı da artış görülebilir. Anterior pelvik halka daha az strese maruz kaldığı için bu bölgenin lezyonundan kaynaklanan ağrı, orta düzeyde analjezik ile kontrol altına alınabilir, ancak sakral kırığın dorsal uyluğa doğru yayılan ağrısı daha ısrarcıdır. Ağrı, sakroiliak eklem üzerindeki baskı ile tetiklenebilir. Uzun süreli medikal tedaviye rağmen sadece birkaç hasta yeterli hareketliliğe ulaşır. Önceden var olan komorbiditelerin alevlenmesinden kaynaklanan kontrol edilemeyen ağrı ve hareketsizliğin bir sonucu olarak hastane içi ölüm oranı yaklaşık %10'dur.

TANI

SYK genellikle düz radyografilerde fark edilmez. Çeşitli çalışmalarda düz grafinin duyarlılığı %5-35 oranında bildirilmiştir (30). Korteks bütünlüğünün sağlam olduğu olguların bilgisayarlı tomografi (BT) ile de tanısı güçtür. Magnetik rezonans görüntüleme (MRG) ile SYK'nın tanısı rahatlıkla konulabilmektedir. MRG yalnızca SYK'nın tanısında değil, aynı zamanda gözden kaçan vertebra kırık veya lomber kanal stenozu gibi diğer ilişkili patolojileri ekarte etmede de yardımcıdır (20-22). MRG'de yağ baskılama sekansta tanı olasılığı %100 iken, bu sekansın kullanılmadığı olguların yaklaşık %58'inde tanı atlanabilmektedir (13,23).

Kemik taraması, SYK'nı tespit etmek için en hassas tekniklerden biridir. Honda işareti olarak bilinen H şeklindeki tutulum SYK için tanısaldır (41). Klasik Honda işareti, sakral ala'nın her ikisinde dikey kırıklar ve sakral gövdeyi içeren bir transvers kırık hattı olduğunda oluşur (38,39). Günümüzde, SPECT/BT SYK'nı teşhis etmek için kullanılabilir (2). Ancak, MRG'nin kolay ulaşılabilir olması, invaziv nükleer radyasyon görüntüleme yöntemlerinin popülaritesini azaltmıştır. Yamauchi ve ark. MRG ve farklı tetkik sonuçları üzerine yaptığı karşılaştırmalı çalışmada; MR, BT ve direk grafi tanı duyarlılığı sırasıyla %100, %94,2 ve %28,5 idi (49).

MRG'da en erken tanı bulgusu sakroiliak eklemlerde genişleme, sakral kanatlarda T1'de hipointens, T2'de hiperintens heterojen yapının görülmesidir. Ayrıca STIR-MR'da kemik iliğinde ödem görülmesi SYK lehine değerlendirilir. Kontrastlı MR'da homojen veya heterojen tutulum olabilir. Kontrast enjeksiyonu özellikle kırık hattının gösterilmesine yardımcı olur (1,47).

Technetium-99m methylene diphosphonate (99mTc-MDP) kemik sintigrafisi SYK'larında sıklıkla pozitifdir (1,42). Buna rağmen sakral neoplazmlar, inflamatuvar hastalıklar ve trav-

ma gibi farklı tanıların ayırımını yapmakta spesifik değildir. Sintigrafide bilateral SYK olan hastaların %40'ında H şekli görülebilir (1,30,38). SYK ile sakral tümörlerin ayırıcı tanısında Fluorodeoxy glucose positron emission tomografisi (FDG-PET) ayırıcı tanıda değerlidir. FDG-PET ile de SYK'nda H görüntüsü gösterilebilir.

TEDAVİ

SYK'larında Buell ve ark.nın tanımladığı tedavi algoritmasında; semptomları şiddetli olmayan kırıklarda, aktivite değişikliği, ağrı kontrolü ve fizik tedavi kullanılarak 6 aya kadar konservatif tedavi yöntemlerinin denenmesini önerir (10). Yeni kırık oluşumu riskini azaltmak için D Vitamini, kalsiyum ve anti-osteoporotik ilaçlar verilebilir. Ancak, cerrahi olmayan tedavi yöntemleri ile semptomların tamamen çözülmesi için 8 haftadan 2 yıla kadar değişen süreye ihtiyaç vardır (17,27,34). Konservatif tedavinin dezavantajı ağrının kronikleşmesi ve daha sonra kronik ağrı yönetimine ihtiyaç duyulmasıdır. Cerrahiye karar verilmeden önce bazı kriterlere ihtiyaç vardır. Cerrahi kararın verilmesinde, bel cerrahisine bağlı gelişmiş SYK, nörolojik defisit, şiddetli ağrı, azalmış aktivite, uzun süreli hareketsizliğe yol açan ağrı gibi bir çok faktör etkilidir. Sagittal dengesizlik ile birlikte lumbosakral kifoz, pelvik insidans-lomber lordoz uyumsuzluğu, lumbosakral bileşkeyi içeren psödoartroz tedavi şeklinin belirlenmesinde önemli radyoloji parametrelerdir (16,28,34,50). Meredith ve ark., anterolistezisin 2 mm'den ve kifotik açılanmanın 5°'den fazla olduğu durumlarda sakral kırıkların konservatif tedavide başarısız olma olasılıklarının arttığını ve Sakrumu içine alan dört seviyenin üstündeki füzyonların sakral yetersiz insidansını önemli derecede artırdığını öne sürmüşlerdir (35). Benzer şekilde, Klineberg ve ark. tarafından yapılan retrospektif bir çalışmada, SYK'na bağlı kronik ağrının kifoz ve anterolistezis riskini artırdığını vurgulamıştır (29). Shin ve ark. literatür incelemesinde, ameliyatla tedavi edilen hastaların çoğunluğu, sakropelvik fiksasyon için kullanılan tekniğe bakılmaksızın semptomların hemen çözüldüğünü bildirmiştir. Bu çalışmada, SYK'nın %65'inin sakropelvik fiksasyonla tedavi edildiğini ve vakaların %94'ünün semptom gerilemesine veya minimal ağrıya yol açtığını göstermektedir. Bu çalışma, SYK için güvenilir bir tedavi olarak operatif fiksasyonu teşvik etmektedir (44).

SYK'nda günümüzde en yaygın kullanılan cerrahi tedavi yöntemi sakroplastidir. Sakroplastisi, konservatif tedaviye alternatif hızlı mobilizasyon ve etkili ağrı tedavisi ile güncel bir cerrahi tedavi seçeneğidir. Bu yöntem aynı zamanda osteoporotik olgularda lumbosakral fiksasyona ek olarak profilaktik uygulanabilir (Şekil 1, 2).

Sakroplastisi; diğer hareketli omurlarda oluşturduğu etkinin aynısını sakrumda oluşturur. İlk kez sakral tümörlerde uygulanmaya başlanan bu yöntem daha sonra SYK'nda da uygulanmaya başlanmıştır. Uygulanan sement termal ve sitotoksik etki ile inflamatuvar mediatörleri bloke ederek mekanik destek ile mikrofraktürleri stabilize ederek ağrıyı azaltır. Bu etkiye rağmen kadavra çalışmalarında sakroplastisi ile enjekte edilen sementin, sakrumun biyomekanik dayanıklılığını artır-

madığı gösterilmiştir (33,34). Aynı zamanda uygulanan sementin miktarı ve lokalizasyonu ile klinik düzelmenin ilişkili olmadığı da bildirilmiştir (32).

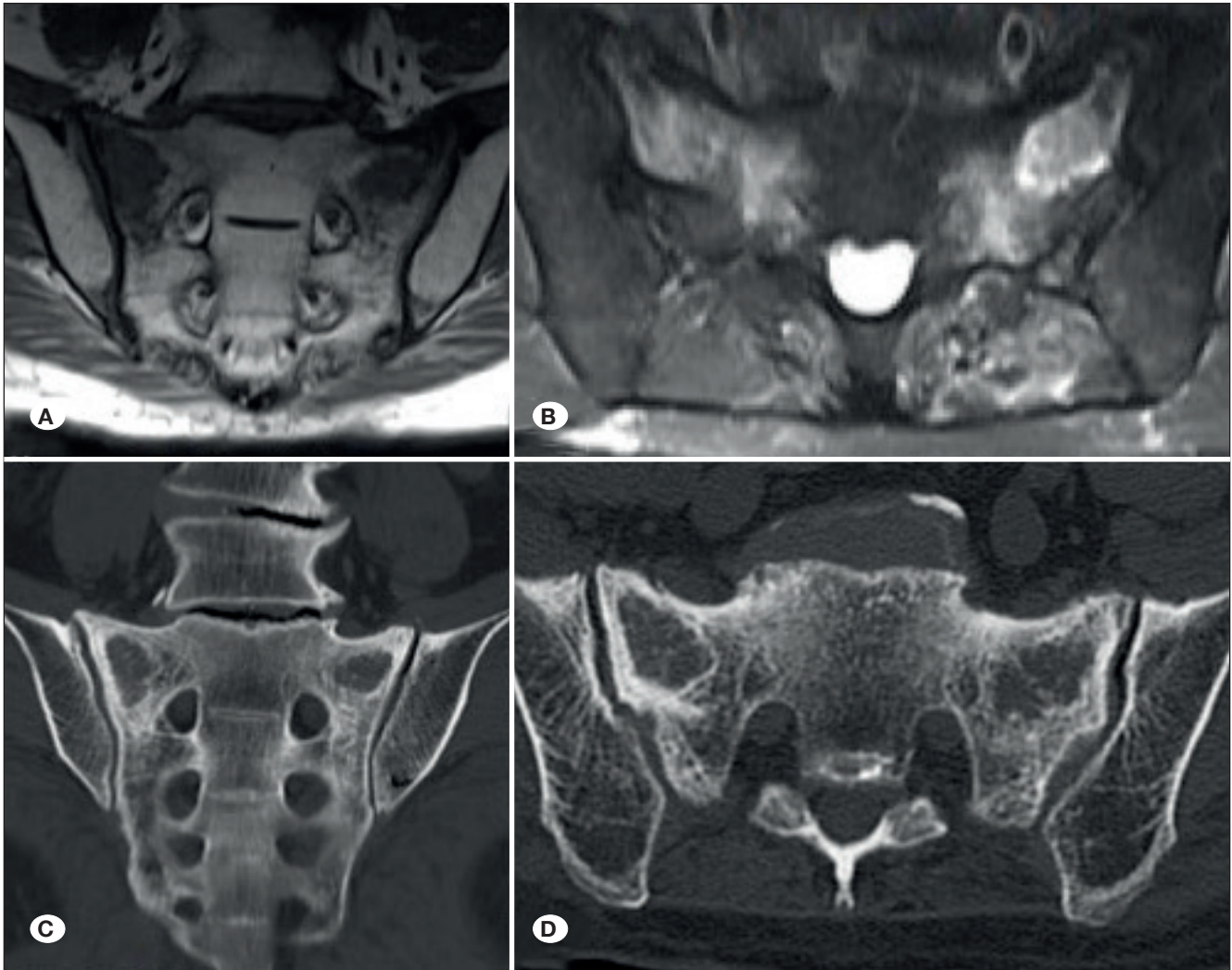
Sakroplasti girişimi için tanımlanmış ortak bir yaklaşım şekli yoktur. Sonuçta bu girişimde amaç uygulanan sementin güvenli bir şekilde sakral ala'ların içerisine enjekte edilmesidir. Bu amaçla peroperatif yardımcı görüntüleme sistemleri kullanılır. En yaygın kullanılan yardımcı görüntüleme sistemi C-arm floroskopidir. Bunun dışında BT navigasyon ve robot-asist sistemler kullanılmaktadır (36). BT-navigasyon ve robot-assist sistemler ile sakroplastinin floroskopiye en önemli üstünlüğü, yüksek güvenilirlik ile en doğru lokalizasyona kanülün yerleştirilmesinin mümkün olmasıdır (8,21,25,34,36,37). Robot-assist sakroplasti çok sınırlı merkezde kullanılan alternatif kılavuz sistemdir. C-arm floroskopi ile birlikte kullanılan bu sistem, yalnız c-arm floroskopiye göre daha düşük radyasyon oranları ve daha güvenli bir girişim şansı tanımaktadır. BT-navigasyona üstünlüğü ise,

gerçek zamanlı görüntülemeye sahip olduğu için sement enjeksiyonu sırasında kaçak riskinin azaltılmasıdır (7,24,25,36).

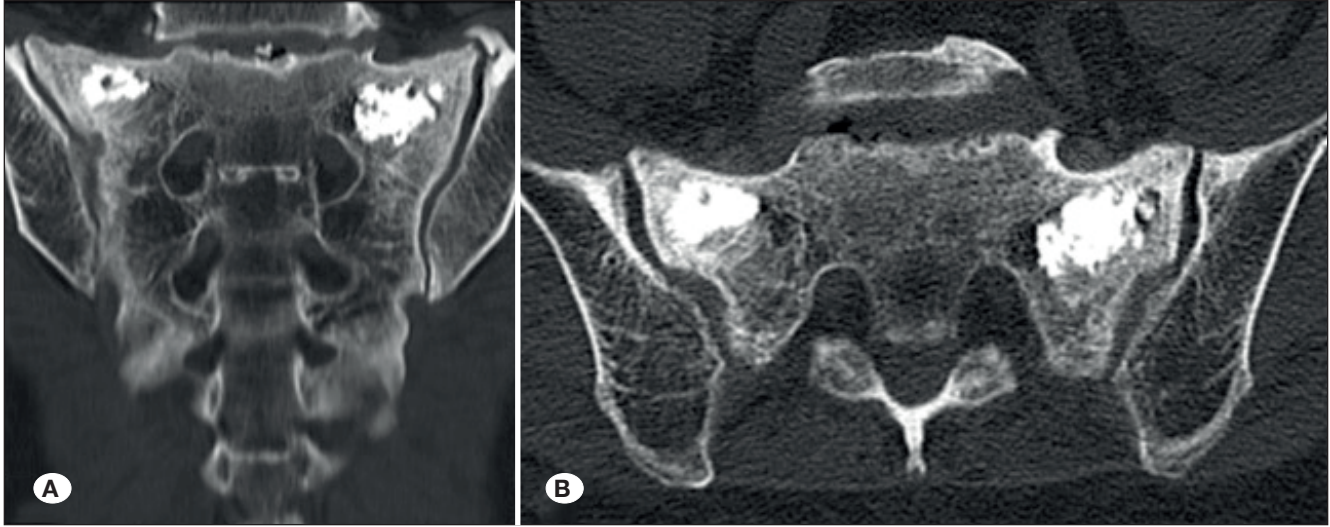
Sakroplastinin en büyük avantajı ağrının hızlı kontrolü ile erken mobilizasyon sağlanmasıdır. Farklı serilerde yayınlanan çalışmalarda postoperatif 24 saat içinde VAS düzeylerinde ortalama 8-9'lardan 1-2'lere gerilediği bildirilmiştir (4,18,19,36).

Komplikasyonlar

Sakroplasti'nin potansiyel komplikasyonları torakolomber vertebroplasti ve kifoplastide olduğu gibi sement kaçağına bağlı; pulmoner emboli, sinir kökü veya spinal kanal basısı ve sement hipersensitivite reaksiyonlarıdır (43,44). Sement kaçağı; sement akışkanlığının fazla olması, sementin fraktür hattına çok yakın verilmesi, kortikal sınırlarda defekt olması ve kanülün yanlış lokalizasyona yerleştirilmesine bağlı gelişebilir. Literatürde sakroplastiye bağlı sement kaçağı oranları %7,4 dolaylarındadır (7,9,23). Bakker sınıflandırmasına göre



Şekil 1: 68 yaşında ileri osteoporozlu bir kadın hastanın pelvis Manyetik Rezonans Görüntüleme ve Bilgisayarlı Tomografisi. (A,B) sakral alar yetmezlik kırığını çevreleyen kemik hipodenslerini gösteren koronal ve aksiyel MR görüntüsü, (C,D) Koronal ve aksiyel bilgisayarlı tomografi görüntüsü.



Şekil 2: Bilateral sakroplasti uygulanan olgunun A) Koronal plan, B) Aksiyel plan bilgisayarlı tomografi görüntüsü.

tip II ve tip III kırıkları gibi kortikal sınırlara uzanan sakral fraktürlerde sement sızıntı riski artmaktadır. Özellikle tip B3, C2 ve C3 kırıklarında, kırık hatlarının nöral foramenlere uzanması nedeniyle sement sızıntısının nöral hasar riskine dikkat edilmelidir (6).

Sement vizkozitesinin azaltılması, kanülün kranikaudal yönde ve lateral doğrultuda yerleştirilmesi nöral foramenlere kaçak riskini önemli ölçüde azaltacaktır. Ancak bu yönelimde sakro-iliak eklemlere kaçak riskini artırabilir (9,45). Girişimin floroskopi eşliğinde yapılması, BT-sakroplasti ile karşılaştırıldığında sement enjeksiyonu aşamasında seri görüntülemeler ile takip edilebilir (21,22). Kifoplastide olduğu gibi balon sakroplastide de sement kaçağı riskinin azalabileceği bildirilmiştir (4).

Uygulanacak Sement Miktarı

Sakroplasti uygulamasında kanül iki farklı doğrultuda yerleştirilebilir. Long aksis yaklaşımında; kanül, kaudal-sefalik doğrultuda sakral ala'ya yerleştirilirken, short aksis yaklaşımında posterior-anterior doğrultuda yerleştirilir. Long aksis yöntemi daha kolay ve doğrudan kırık hattına enjeksiyonun gerçekleştirilmesi nedeniyle daha avantajlıdır (9,45). Ancak sakral foramenlerin penetrasyonu ve sakral alanın veya anterior korteksin zedelenme riski artmaktadır (21,45).

Short-aksis uygulama tekniği ile Long axis uygulama teknikleri arasında uygulanan sement miktarları arasında farklılık görülmektedir. Short aksis tekniğini tercih eden Butler ve ark. her taraf için 4-8 ml PMMA enjekte etmişken, Frey ve ark. 2-5 ml PMMA enjekte etmişlerdir (12,19). Long-axis tekniği kullanan Binaghi ve ark. ise her taraf için 6 ml, Gjertsen ve ark. her sakral taraf için 10 ml PMMA enjekte etmişlerdir (10,22). Bu çalışmalarda uygulanan PMMA miktarı ile VAS düzelmesi arasında herhangi bir karşılaştırma olmamasına rağmen literatürdeki veriler karşılaştırdığında sonuçlarda anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür (37).

SONUÇ

SYK'nda tanı ya hiç konulamamakta ya da gecikmektedir. Diğer omurga kırıkları gibi osteoporoz hastalarında ve spinan enstrümantasyondan sonra sakral yetmezlik kırığı riski artmaktadır. Tetikleyici bir faktör olmadan başlayan kalça ya da sakral bölge ağrılarında SYK'ları akla gelmelidir. Hızlı tanı aracı olarak BT, kesin tanı için ise MR kullanılabilir. Destekleme, fizik tedavi ve ağrı kontrolü dahil olmak üzere cerrahi olmayan tedavi birçok olguda rahatlamaya yol açabilir. Ancak bulgular konservatif tedavilere rağmen 6-8 haftada düzelmiyorsa sakroplasti düşünülmelidir. Lomber enstrümantasyona bağlı gelişen SYK'larında ise spinopelvik fiksasyon veya sakroplasti uygulanabilir.

KAYNAKLAR

1. Abe H, Nakamura M, Takahashi S, Maruoka S, Ogawa Y, Sakamoto K: Radiation-induced insufficiency fractures of the pelvis: Evaluation with 99mTc-methylene diphosphonate scintigraphy. AJR Am J Roentgenol 158:599-602, 1992
2. Al-Faham Z, Rydberg JN, Oliver Wong CY: Use of SPECT/CT with 99mTc-MDP bone scintigraphy to diagnose sacral insufficiency fracture. J Nucl Med Technol 42:240-241, 2014
3. Alnaib M, Waters S, Shanshal Y, Caplan N, Jones S, St Clair Gibson A, Kader D: Combined pubic rami and sacral osteoporotic fractures: A prospective study. J Orthop Traumatol 13:97-103, 2012
4. Andresen R, Radmer S, Kamusella P, Wissgott C, Banzer J, Schober HC: Individual approaches adapted to the course of the fracture in CT-assisted balloon sacroplasty for the treatment of insufficiency fractures of the sacrum. J Bone 02:508, 2012
5. Aretxabala I, Fraiz E, Pérez-Ruiz F, Ríos G, Calabozo M, Alonso-Ruiz A: Sacral insufficiency fractures. High association with pubic rami fractures. Clin Rheumatol 19:399-401, 2000

6. Bakker G, Hattingen J, Stuetzer H, Isenberg J: Sacral insufficiency fractures: How to classify? J Korean Neurosurg Soc 61:258-266, 2018
7. Barber SM, Livingston AD, Cech DA: Sacral radiculopathy due to cement leakage from percutaneous sacroplasty, successfully treated with surgical decompression Case report. J Neurosurg Spine 18:524-528, 2013
8. Barzilay Y, Schroeder JE, Hiller N, Siner G, Hasharoni A, Safran O, Liebergall M, Itshayek E, Kaplan L: Robot-assisted vertebral body augmentation a radiation reduction tool. Spine 39:153-157, 2014
9. Bastian JD, Keel MJ, Heini PF, Seidel U, Benneker LM: Complications related to cement leakage in sacroplasty. Acta Orthop Belg 78:100-105, 2012
10. Binaghi S, Guntern D, Schnyder P, Theumann N: A new, easy, fast, and safe method for CT-guided sacroplasty. Eur Radiol 16:2875-2878, 2006
11. Buell TJ, Yener U, Wang TR, Buchholz AL, Yen CP, Shaffrey ME, Shaffrey CI, Smith JS: Sacral insufficiency fractures after lumbosacral arthrodesis: Salvage lumbopelvic fixation and a proposed management algorithm. J Neurosurg Spine 33:225-236, 2020
12. Butler CL, Give CA, Michel SJ, Tibbs P: Percutaneous sacroplasty for the treatment of sacral insufficiency fractures. AJR 184:1956-1959, 2005
13. Byun WM, Jang HW, Kim SW, Jang SH, Ahn SH, Ahn MW: Diffusion-weighted MRI of sacral insufficiency fractures: Comparison with metastases of the sacrum. Spine 32:E820-824, 2007
14. Cheng JS, Song JK: Anatomy of the sacrum. Neurosurg Focus 15:E3, 2003
15. Cooper KL, Beabout JW, Swee RG: Insufficiency fractures of the sacrum. Radiology 156:15-20, 1985
16. Denis F, Davis S, Comfort T: Sacral fractures: An important problem. Retrospective analysis of 236 cases. Clin Orthop Relat Res 227:67-81, 1988
17. Elias WJ, Shaffrey ME, Whitehill R: Sacral stress fracture following lumbosacral arthrodesis: Case illustration. J Neurosurg 97:148-149, 2002
18. Fourny DR, Prabhu SS, Cohen ZR, Gokaslan ZL, Rhines LD: Early sacral stress fracture after reduction of spondylolisthesis and lumbosacral fixation: Case report. Neurosurgery 50:1041-1044, 2002
19. Frey ME, DePalma M, Cifu D, Bhagia SM, Carne W, Daitch JS: Percutaneous sacroplasty for osteoporotic sacral insufficiency fractures: A prospective, multicenter study, observational pilot study. Spine J 8:367-373, 2008
20. Garant M: Sacroplasty: A new treatment for sacral insufficiency fracture. J Vasc Interv Radiol 13:1265-1267, 2002
21. Gibbs WN, Doshi A: Sacral fractures and sacroplasty. Neuroimaging Clin N Am 29:515-527, 2019
22. Gjertsen Ø, Schellhorn T, Nakstad PH: Fluoroscopy-guided sacroplasty: Special focus on preoperative planning from three-dimensional computed tomography. Acta Radiol 9:1043-1048, 2008
23. Hak DJ, Baran S, Stahel P: Sacral fractures: Current strategies in diagnosis and management. Orthopedics 32:752-757, 2009
24. Heini PF, Orlor R: Kyphoplasty for treatment of osteoporotic vertebral fractures. Eur Spine J 13:184-192, 2004
25. Heron J, Connell DA, James SL: CT-guided sacroplasty for the treatment of sacral insufficiency fractures. Clin Radiol 62:1094-1100, 2007
26. Judet R, Judet J, Letournel E: Fractures of the acetabulum: Classification and surgical approaches for open reduction. J Bone Joint Surg Am 46:1615-1646, 1964
27. Kanberoglu K, Kantarci F, Cebi D, Yilmaz MH, Kurugoglu S, Bilici A, Koyuncu H: Magnetic resonance imaging in osteomalacic insufficiency fractures of the pelvis. Clin Radiol 60:105-111, 2005
28. Khan MH, Smith PN, Kang JD: Sacral insufficiency fractures following multilevel instrumented spinal fusion: Case report. Spine 30:E484-E488, 2005
29. Klineberg E, McHenry T, Bellabarba C, Wagner T, Chapman J: Sacral insufficiency fractures caudal to instrumented posterior lumbosacral arthrodesis. Spine 33:1806-1811, 2008
30. Krestan C, Hojreh A: Imaging of insufficiency fractures. Eur J Radiol 71:398-405, 2009
31. Lassus J, Tulikoura I, Konttinen YT, Salo J, Santavirta S: Bone stress injuries of the lower extremity: A review. Acta Orthop Scand 73:359-368, 2002
32. Lourie H: Spontaneous osteoporotic fracture of the sacrum. An unrecognized syndrome of the elderly. JAMA 248:715-717, 1982
33. Maldinez M, Nunes P, Thouant P, Bertaut A, Lemogne B, Ricolfi F, Comby PO: Outcomes associated with functional mobility and pain amelioration in 49 patients after sacroplasty: A single-center study. World Neurosurg 194:123453, 2025
34. Mears SC, Sutter EG, Wall SJ, Rose DM, Belkoff SM: Biomechanical comparison of three methods of sacral fracture fixation in osteoporotic bone. Spine 35:392-395, 2010
35. Meredith DS, Taher F, Cammisa FP Jr, Girardi FP: Incidence, diagnosis, and management of sacral fractures following multilevel spinal arthrodesis. Spine J 13:1464-1469, 2013
36. Onen MR, Simsek M, Naderi S: Robotic-assisted sacroplasty: A case report. Turk Neurosurg 24:574-578, 2014
37. Onen MR, Yuvruk E, Naderi S: Reliability and effectiveness of percutaneous sacroplasty in sacral insufficiency fractures. J Clin Neurosci 22:1601-1608, 2015
38. Ortiz AO, Brook AL: Sacroplasty. Tech Vasc Interv Radiol 12:51-63, 2009
39. Peh WC, Khong PL, Yin Y, Ho WY, Evans NS, Gilula LA, Yeung HW, Davies AM: Imaging of pelvic insufficiency fractures. Radiographics 16:335-348, 1996
40. Rommens PM, Hofmann A: Comprehensive classification of fragility fractures of the pelvic ring: Recommendations for surgical treatment. Injury 44:1733-1744, 2013

41. Roy-Camille R, Saillant G, Gagna G, Mazel C: Transverse fracture of the upper sacrum. Suicidal jumper's fracture. *Spine* 10:838-845, 1985
42. Schneider R, Yacovone J, Ghelman B: Unsuspected sacral fractures: Detection by radionuclide bone scanning. *AJR Am J Roentgenol* 144:337-341, 1985
43. Shapiro S, Abel T, Purvines S: Surgical removal of epidural and intradural polymethylmethacrylate extravasation complicating percutaneous vertebroplasty for an osteoporotic lumbar compression fracture: Case report. *J Neurosurg* 98:90-92, 2003
44. Shin CP, Mascarenhas LD, Holderread BM, Awad M, Botros D, Avramis I, Syed I, Rizkalla JM: Treatment for sacral insufficiency fractures: A systematic review. *J Orthop* 34:116-122, 2022
45. Smith DK, Dix JE: Percutaneous sacroplasty: Long axis injection technique. *Am J Roentgenol* 186:1252-1255, 2006
46. Soubrier M, Dubost JJ, Boisgard S, Sauvezie B, Gaillard P, Michel JL, Ristori JM: Insufficiency fracture: A survey of 60 cases and review of the literature. *Joint Bone Spine* 70:209-218, 2003
47. Strange-Vognsen HH, Lebech A: An unusual type of fracture in the upper sacrum. *J Orthop Trauma* 5:200-203, 1991
48. Tile M: Acute pelvic fractures: I. Causation and classification. *J Am Acad Orthop Surg* 4:143-151, 1996
49. Yamauchi T, Sharma S, Chandra S, Tanaka M, Fujiwara Y, Arataki S, Sharma A, Yokoyama Y, Oomori T, Kanamaru A, Masuda S, Shimizu N, Torigoe K, Honda O: Superiority of MRI for evaluation of sacral insufficiency fracture. *J Clin Med* 11:4968, 2022
50. Yoder K, Bartsokas J, Averell K, McBride E, Long C, Cook C: Risk factors associated with sacral stress fractures: A systematic review. *J Man Manip Ther* 23:75-83, 2015