

Dr. Özcan SÖNMEZ^{1,2}, Dr. Bahadır TOPAL^{1,2}, Dr. Yahya GÜVENÇ^{1,2}

¹Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı, İstanbul

²Marmara Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Nörolojik Bilimler Enstitüsü, İstanbul

Derleme / Review

OMURGANIN PRİMER KEMİK TÜMÖRLERİNDE BİYOPSİ TEKNİĞİ VE GİRİŞİMSSEL UYGULAMALAR

BIOPSY TECHNIQUE AND INTERVENTIONAL APPLICATIONS IN PRIMARY BONE TUMORS OF THE SPINE

ÖZ

Omurganın tüm tümörleri içinde primer kemik tümörleri <%10 az yer kaplamaktadır. Göreceli olarak nadir bir hastalık olması sebebiyle omurga cerrahlarının bu hastalara tanı koyması ve tedavilerini yönetmesinde belirlenmiş yolları izlemesi gerekmektedir. Bu yazıda, omurganın primer tümörlerinin büyük bir kısmının tedavi yönetimlerinde izlenmesi gereken basamaklardan ilki olan biyopsi teknikleri hakkında bilgi verilecek, sonrasında ise histopatolojik tanısı ile birlikte hastaya yönelik girişimsel tedavi seçenekleri gözden geçirilecektir.

Biyopsi ile konulan histopatolojik tanı sonrasında hastaya yapılacak işlem kararı pratik uygulamada beyin cerrahı tarafından verilmesine rağmen lenfoma, ewing sarkom gibi bazı tanılar için medikal onkolog ve radyasyon onkoloğu ile birlikte multidisipliner konsey tarafından verilmesi tedavi yönetiminin başarısını artırmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Primer omurga tümörü, Biyopsi, Girişimsel işlemler

ABSTRACT

Primary bone tumors occupy less than 10% of all tumors of the spine. Since it is a relatively rare disease, spine surgeons must follow established paths in diagnosing these patients and managing their treatment. Our aim in this article is to inform about biopsy techniques, which is the first step to be followed in the treatment management of most primary tumors of the spine, and then to present the interventional treatment options for the patient with histopathological diagnosis.

The decision of the procedure to be made on the patient after the histopathological diagnosis made by biopsy is practical. Although it is given by a neurosurgeon in practice, it is given by a medical oncologist and a radiation oncologist together with a multidisciplinary council for the diagnosis of lymphoma and ewing sarcoma, which increases the success of treatment management.

Keywords: Primary spine tumors, Biopsy, Interventional procedures

GİRİŞ

Omurganın tüm tümörleri içinde primer kemik tümörleri < %10 az yer kaplamaktadır. Göreceli olarak nadir bir hastalık olması sebebiyle omurga cerrahlarının bu hastalara tanı koyması ve tedavilerini yönetmesinde belirlenmiş yolları izlemesi gerekmektedir. Bu yazıdaki amacımız omurganın primer tümörlerinin büyük bir kısmının tedavi yönetimlerinde izlenmesi gereken basamaklardan ilki olan

biyopsi teknikleri hakkında bilgilendirmek, sonrasında ise histopatolojik tanısı ile birlikte hastaya yönelik girişimsel tedavi seçeneklerinin neler olduğunu sunmaktır.

BİYOPSİ

Birbirlerinden çok farklı özelliklere sahip heterojen bir grup olan omurganın primer kemik tümörlerinde biyopsi ile tanı koymak önemli bir yer tutmaktadır. Biyopsi sonrası yapılacak

histopatolojik incelemeler ile lezyonun olası davranışı, benign/malign ayrımı, kemoterapi veya radyoterapiye olan duyarlılığı hakkında fikir elde edilebilir. Bütün bu bilgiler ile hastanın fizik muayene ve görüntüleme sonuçları kombine edilerek izlem, konservatif ya da girişimsel işlem kararı ve cerrahi planlama yapılabilmektedir. Biyopsi için perkütan yol izlenebileceği gibi açık biyopsi teknikleri de uygulanabilir.

Perkütan biyopsi tekniği ekonomik ve hasta konforu açısından minimal invazif bir yöntem olmasına rağmen perkütan işlemin kontrendike olduğu durumda açık biyopsi yöntemlerini tercih etmemiz gerekebilir. Bu nedenle biyopsi tekniklerinin endikasyonları ve kontrendikasyonlarının da bilinmesi gerekmektedir.

BIYOPSİ TEKNİKLERİ

Perkütan Biyopsi

Perkütan biyopsi ilk olarak BALL ve ekibi tarafından 1934'te yapıldı. Geleneksel radyologlar tarafından kılavuz görüntüleme eşliğinde ilk bildirilen çalışma 1949'da sunulmuştur. Bunu 1969'da fluoroskopi eşliğinde, 1981'de BT eşliğinde, 1986'da MRG eşliğinde ve 1996'da BT-fluoroskopi kullanımı izledi.

Torakal ve lomber vertebra korpuslarındaki kitlelerde perkütan ve açık biyopsi arasında yapılan çalışmalarda anlamlı fark saptanmamıştır. Servikal kitlelerde perkütan biyopsinin doğruluk oranı yapılan çalışmalara göre diğer seviyelere göre daha düşük saptanmıştır.

Perkütan Biyopsi Kontrendikasyonları

Kanama diatezi/koagülopati/trombositopeni(plt <50.000)

Şüpheli vasküler lezyon

Lezyon etrafında enfeksiyon

Girişimin yapılamayacağı yerler (C1 anterior arkı, dens vb)

Non-koopere hastalar(genel anestezi gerekebilir)

Hamilelik

Cilt enfeksiyonu (ciltten giriş yeri etrafında)

İşlem sırasında gereken medikal ajanlara alerji

Servikal Vertebral Lezyonlar

Anterolateral yaklaşım: Hasta supin pozisyonda C2-7 arasındaki lezyonlarda önerilir. İşlemi yapan kişi karotid arteri ve trakeayı bastırarak iğnenin geçiş yolunu açması gerekir. Bu yöntemle C1 in lateral massındaki lezyonlara da ulaşım sağlanabilir.

Trans-oral yaklaşım: Bu yaklaşımla C1-3 arasındaki lezyonlara etraftaki yapılara zarar vermeden yaklaşılabilir. Damar yapılarını görüntülemek için anjiyografi yapılabilir.

Posterolateral yaklaşım: C4-7 arasındaki lezyonlarda brakial pleksus ve damar yapılarının yaralanması açısından daha güvenli bir yaklaşımdır. Sternokladiomastoid kasının posterioru ile mastoid tipin vertikal ekseninde kesişim noktasından girişim yapılır.

Bu girişimlerde trakea ve vasküler yaralanmalar görülebilir. Transpediküler yaklaşım servikal lezyonlarda nadiren kullanılır.

Torakal ve Lomber Vertebral Lezyonlar

Posterolateral yaklaşım(T&L): hasta prone ya da dekübit pozisyonda transvers prosesin lateralinden (orta hattın 5-7 mm lateralinden) iğne ile girişim yapılır. Eğer kontrendikasyon yoksa torakal bölgede aortadan dolayı ve lomber bölgede vena kava inferiordan dolayı sağ taraftan işlem önerilir.

Transkostovertebral yaklaşım(T): hasta prone ya da lateral pozisyonda transvers prosesin anterioru ve kosta boyundan kostavebral bölgedeki lezyona iğne ile ulaşım sağlanır. İnterkostal sinirlere uzak olduğundan hasta açısından toleransı yüksek olan bir yöntemdir.

Transpediküler yaklaşım(T&L): Hasta prone pozisyonda superior artiküler faset ve transvers prosesin arasından iğne ile girilir ve pedikül takip edilir. Bu yaklaşımda pedikülün lateral ya da medialine taşması sonucu hematoma, tümörün yayılması, spinal kanal enfeksiyonu ve yaralanması gibi riskler vardır.

Transforaminadiskal yaklaşım(T&L): Vertebra'nın konkav yüzeyinin superioru iğnenin girişi yeridir. Vertebra'nın superiomedial parçası bu yaklaşım için uygun değildir.

Transforaminodiskal yaklaşım ve posterolateral yaklaşım karşılaştırıldığında; posterolateral yaklaşımda torakal lezyonlarda plevral yaralanma riski daha fazladır, vertebral korpusun merkezindeki lezyonlara ulaşım daha zordur, medial ve laterale yanlış yönelim konveks yüzeyden dolayı daha kolaydır.

Anterior yaklaşımlar ise lezyon ve abdominal duvar arasındaki uzaklığa bağlı olarak efektif ve doğru bir yaklaşım değildir.

Sakrumdaki Lezyonlar

Sakral lezyonlarda daha çok posterior ve posterolateral yaklaşım tercih edilir. Posterolateral yaklaşımda iğne paraspinal kasları direkt geçerek disk aralığına ya da vertebra

korpusuna ulaşım sağlar, transpediküler yaklaşımda ise iğne vertebral pedinkülü takip ederek vertebra korpusuna ulaşımı sağlar. Biyopsi yapılacak lezyon vertebral korpuslarda ise perkütan transpediküler yaklaşım, lateral vertebra duvarına yakın ise perkütan posterolateral yaklaşım önerilir.

Biyopsi İğnesi Seçimi

Perkütan biyopsi ince iğne ve kalın iğne biyopsisi olarak ikiye ayrılabilir. Kalın iğne biyopsisi lezyondan histolojik örnekler için, ince iğne biyopsisi ise genelde sitolojye örnek sağlamak için yapılır. İdeal iğne lezyondan uygun miktarda örnek alınabilmeli; diğer yandan komplikasyon riski az olacak şekilde seçilmelidir.

Biyopsi iğneleri 8-13 gauge arasında değişen büyüklüktedir. Daha küçük iğneler 15 gauge üstünde genelde servikal lezyonlar için kullanılır. İğne seçiminde pedikül kalınlığı, lezyon yerleşimi, yaklaşımımıza göre kalınlığı seçilmelidir. İğnenin boyutu ve tanı doğruluğu arasında anlamlı fark saptanmamıştır, iğne boyutu arttıkça komplikasyonlar artmaktadır.

Görüntüleme Yöntemleri

USG: Sınırlı kullanım alanı olmakla birlikte, özellikle girişimsel ağrı uygulamaları alanında giderek yaygınlaşmaktadır. Radyasyon maruziyeti olmaması önemli bir avantajdır. Biyopsi için, genelde yüzeysel servikal lezyonlarda kullanılır. Ucuz, hızlı, kolay, non-iyonize bir görüntüleme yöntemidir.

Fluoroskopi: Gerçek zamanlı iğnenin yerleşimini göstermesi, ucuz olması, BT ve MR a göre daha hızlı prosedürü olması gibi avantajları vardır. Yumuşak doku lezyonlarında sınırlı görüntüleme sağlaması dezavantajdır.

BT: Prosedürün uzunluğu ve radyasyon içermesi nedeniyle fluoroskopiye göre dezavantajlıdır. Yumuşak doku ve kemik yapılarının görüntülenmesinde daha iyi olması ve derin yerleşimli lezyonlarda USG'den daha iyi görüntüleme sağlar.

Açık biyopsiye göre daha az invaziv olduğundan dolayı daha popüler bir yöntemdir. Açık biyopsideki enfeksiyon, tümör yayılması, yara iyileşmesi gibi riskleri daha az içerir. Literatürde bu yöntemle yapılmış 430 olguluk bir seride doğruluk oranı %93 olarak bulunmuştur. Aynı çalışmada alınan biyopsi örneklerinden 291 örnekte ikincil bir operasyon düzenlenmiş; 94 üne ise cerrahi tedavi dışında tedaviler düzenlenmiştir, 45 olguda ise tanısız bir sonuç elde edilememiştir.

BT-Fluoroskopi: Retroperitoneal bölgedeki lezyonlar için elverişli bir yöntemdir. Yüksek doz radyasyon içermesi dezavantajdır. (Geleneksel fluoroskopinin dakikada yaydığı radyasyon dozunu saniyede yayar.)

MRG: Diğer görüntüleme yöntemlerine göre multi-plan kesitlerinin oluşu ve yumuşak dokuyu görüntülemeye üstünlüğü (lezyonun yerleşimi boyutu vb), iyot içermeyen kontrast madde kullanılması nedeniyle daha az alerjik reaksiyon göstermesi ve radyasyon olmaması avantajdır. Diğer yöntemlere göre pahalı bir yöntem oluşu dezavantajdır.

Perkütan Biyopsi Komplikasyonları

Akut komplikasyonlar: Transfüzyon gereken vasküler yaralanmalar, nörolojik yapılarda yaralanma, pnomotoraks, biyopsi iğnesinin kırılması, ilaç ilişkili alerji, dural yaralanma, vazovagal reaksiyon.

Geç komplikasyonlar: Tümörün iğnenin geçtiği doğrultuda yayılması, enfeksiyon.

Açık Biyopsi

Bilindiği üzere açık biyopsi maksimum boyutta doku örneği alma imkanı sağladığı için yüksek başarı oranları mevcuttur. Genellikle açık biyopsi başarısız sonuçlanan perkütan biyopsiler sonrasında yapılır ya da seçilmiş hasta gruplarında kullanılır (Primer kemik ve kıkırdak tümör tiplerinden bazıları).

Açık biyopsi insizyonel ve eksizyonel olarak ikiye ayrılır. İnsizyonel biyopside dokuya ulaşıldıktan sonra bir kısmı çıkarılır, eksizyonel biyopside ise patolojik dokunun tamamı çıkarılmaya çalışılır. Eksizyonel biyopsinin kullanım alanı radikal bir cerrahi olduğu için sınırlıdır. Genelde benign ve küçük lezyonlarda hem tanı hem tedavi şansı sunar.

GİRİŞİMSSEL TEKNİKLER

Biyopsi ile konulan histopatolojik tanı sonrasında hastaya yapılacak işlem kararı pratik uygulamada Beyin cerrahisi tarafından verilmesine rağmen lenfoma, ewing sarkom gibi hastalıkların tanılarının koyulması yanında; tedavi planlaması için medikal onkolog ve radyasyon onkoloğu ile birlikte multidisipliner konsey tarafından verilmesi tedavi yönetiminin başarısını artırmaktadır.

Arteryal Embolizasyon

Arteryal embolizasyon işlemi, ameliyat öncesi uygulanarak ameliyat sırasında kanamayı azaltma amacı ile yaygın olarak kullanılmaktadır. Tümör besleyen arterler selektif olarak embolizasyon madde kullanılarak kapatılmaktadır. Özellikle anevrizmal kemik kisti, dev hücreli kemik tümörü ve hemanjiyom gibi primer omurga tümörlerinde, pre-op dönemde kanama kontrolü ve morbiditeyi azaltmak için kullanılmaktadır. Anevrizmal kemik kistinde arteryal embolizasyon ilk basamak tedavi olarak kullanılabilir.

Arteriyel embolizasyon ile kür sağlandığı gösterilen birçok anevrizmal kemik kisti vakası mevcuttur.

Perkütan Radyofrekans Ablasyon

Tümör ablasyonu; tümöral doku yükünü mümkün olduğunca azaltmak için kimyasal veya termal tedavinin doğrudan uygulanmasıdır. Radyofrekans ablasyon sırasında lezyon 60-100 dereceye kadar ısıtılır, bu sayede lezyonda ani protein koagülasyonu, geri dönüşümsüz hücre hasarı ve doku ölümü gerçekleşerek ağrı palyasyonu sağlanabilir. Konservatif tedavi ile analjezi sağlanamaması, radyoterapinin hastaya uygun olmaması ve ya kontrendike olması, nörolojik defisiti ve spinal instabilitesi olmayıp cerrahi düşünülmeyen hastalarda perkütan radyofrekans uygulanabilir. İşlemin kontrendikasyonları ise spinal instabilite, nörolojik defisit, koagülopati ve sistemik enfeksiyondur (25).

Alkol Ablasyon

Alkol ablasyonda, görüntüleme eşliğinde perkütan girilerek lezyona 10-15 ml alkol enjeksiyonu yapılır. Alkol ablasyon özellikle semptomatik hemanjiyom hastalarında uygulanmaktadır (9). Nörolojik defisit ve spinal instabilite durumlarında uygulanması önerilmemekle birlikte, cerrahi düşünülmeyen hastalarda ağrı palyasyonu için uygulanabilmektedir.

İntralezyonel ilaç enjeksiyonu

Özellikle anevrizmal kemik kistinin tedavisinde intralezyonel olarak steroid ve kalsitonin enjeksiyonu kullanılmaktadır. Steroidin tek başına enjekte edilmesi sonrasında anevrizmal kemik kistlerinin büyüdüğüne dair çalışmalar mevcut olduğundan tek başına steroid tedavisi önerilmemektedir (6). Kalsitonin enjeksiyonu ile osteoklastik aktivitenin baskılanıp, yeni kemik yapının oluşması amaçlanmaktadır (23). Literatürde bu iki ajanın bir arada kullanılması ile tedavinin süresinin kıaldığı ve daha olumlu sonuçlar alındığına dair bilgiler mevcuttur (18).

Kriyoablasyon

Bu işlemde tümör dokusu radyolojik görüntüleme eşliğinde yaklaşık -100 dereceye kadar dondurularak yok edilmektedir. Protein koagülasyonu ve hücre membranının devamlılığının bozulması temel mekanizmasıdır. Uzun işlem süresi ve ekipmanın maliyetli oluşu bu tekniğin dezavantajlarıdır (18).

Vertebroplasti/Kifoplasti

Vertebroplastide perkütan yöntem yaklaşımı lezyon içine kemik çimento enjekte edilerek yükseklik kaybının önlenmesi, ağrı palyasyonu ve işlem sırasında oluşan yüksek ısı ile lezyonun ablasyonu amaçlanmaktadır (29). Kifoplastide ise

lezyon içine şişirilebilir bir balon kateter ile girilerek enjekte edilecek çimento için alan açılması sağlanmakta ve böylece vertebra yüksekliğinin eski hâline getirilmesine yardımcı olmaktadır. Vertebroplasti/kifoplasti özellikle ağrı şikayeti olan ve nörolojik defisiti olmayan metastazlarda palyasyon için, agresif hemanjiyom hastalarının tedavisinde kabul görmektedir.

Cerrahi

Medikal ve minimal invazif işlemlere yanıtız veya yetersiz kalan veya instabilite, ağrı, spinal kord basısı olan lezyonlarda küratif veya lezyonun yayılmasını önlemek, hastanın şikayetlerini geçirmek amacı ile cerrahi planlanabilir. Ekstremitte cerrahisinde benzer histopatolojik tümörler için yapılan cerrahide tümör sınırları negatif olarak tümörün çıkarılması hedeflenmektedir. Omurganın primer kemik lezyonlarında intralezyonel, marjinal en-blok, geniş en-blok eksizyon tipleri tanımlanmıştır. İntralezyonel eksizyonlarda tümör, lezyon içine girilerek boşaltılır, bu tip cerrahilerde nüks oranı geride kalabilecek olası tümör hücreleri nedeniyle çok yüksektir. Marjinal en blok rezeksiyonda tümör psödokapsülü ile birlikte tümörün içine girmeden çıkarılırken, geniş en blok rezeksiyonda yine tümörün içine girilmeden ancak tümörün etrafından bir miktar sağlıklı doku ile çıkarılması hedeflenmektedir. Daha önce rezeksiyon girişimi olan tümörlerde en blok rezeksiyon yapılsa dahi nüks etme olasılığı çok yüksektir. Primer omurga tümörlerinde cerrahi evrelemeler, cerrahi planlamada oldukça faydalıdır. Örneğin Enneking evrelemesi tümörün intralezyonel/marjinal ya da geniş en blok çıkarılmasına karar vermekte cerrahlara yardımcı olmaktadır. En-blok rezeksiyon sonrası nörolojik yapıları komşuluk dikkate alınarak cerrahi yaklaşımın belirlenmesi gerekir. En-blok rezeksiyon için 3 temel cerrahi yöntem planlanmış olup bunlar vertebrektomi, sagittal rezeksiyon ve arka eleman rezeksiyonudur. Sınıflamalardan Weinstein-Boriani-Biagini'nin (WBB) tanımladığı WBB sistemi ise primer kemik tümörlerinde bu 3 yöntemden hangisini kullanmanın daha uygun olduğu hakkında cerraha fikir vermektedir. WBB sistemi aksiyel planda vertebrayı 12 eşit bölgeye ayırıp, ayrıca her bir bölge merkezde dışa doğru 5 katmana ayırmaktadır. Bu bölgelerin tutulumuna göre belirli bir cerrahi yaklaşım önerilmektedir.

Kemoterapi

Primer benign kemik tümörlerinde kemoterapinin yeri çok kısıtlıdır. Malign spinal tümörler ya da sistemik yayılım olması durumunda cerrahiye ek olarak kullanılabilir. Vertebralarda gelişen hematolojik kanserler öncelikli olarak kemoterapi ile tedavi edilir (15).

Tablo 1: Radyoterapi için endikasyon ve kontrendikasyonlar

Endikasyonlar	Kontrendikasyonlar
Sınırlı yaşam beklentisi	Radyoterapinin uygun olmadığı bağ doku hastalığı
Hastanın cerrahi istememesi	Sırt üstü yatamama
Açık cerrahiye kontrendikasyon olması	Son 30 gün içinde sistemik tedavi alması
Cerrahi sonrası büyük rezidü kitle	Aynı alana 3 ay içinde RT alınması
Nüks/İkinci cerrahide yüksek riskli hasta	Ciddi ve ilerleyen nörolojik defisit
Tümörün omuriliğe uzaklığı >5 mm	Spinal kanalın >%25 işgali
Tümörün anatomik lokalizasyonu ile ilişkili sorunlar	Spinal instabilite

Radyoterapi

Vücuttaki diğer tümörlerde de olduğu gibi radyoterapinin primer benign spinal tümörlerde yanıt oranları malign tümörlere göre çok düşük seviyedir. İstisnai olarak dev hücreli tümör ve hemanjiyomlarda adjuvan radyoterapinin etkili olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur (12). Yine de çeşitli endikasyonlarla radyoterapi kullanılabilir (Tablo 1). Benign kemik tümörlerine radyasyon tedavinin malign dönüşüme yol açıp açmadığı ile ilgili çeşitli yayınların olmasının yanı sıra bu tümörlerin spinal korda yakın olması ayrı bir sorun teşkil etmektedir. Konvansiyonel radyoterapi alan hastalarda miyelopati riski 54 Gy'de %1, 61 Gy'de %10 dur. Tümörlerin yaş grubunun küçük olması nedeniyle verilecek radyoterapinin ikinci bir maligniteye yol açma olasılığı da göz ardı edilmemelidir. Radyoterapinin primer malign kemik tümörlerindeki yeri ve olası komplikasyonları için tartışmalar devam etmektedir.

SONUÇ

Primer benign kemik tümörleri nadir olması nedeniyle multidisipliner yaklaşım gerektiren tümörlerdir. İyi planlanmamış başarısız girişimlerin hastanın hayat kalitesini düşürüp, morbidite ve hatta mortaliteye neden olabileceği göz önünde tutulmalıdır. Her ne kadar bir kısmı benign tümörler olsa da spinal instabilite, lokal agresif yayılım ve malign dönüşümü olası histopatolojik tipleri mevcut olup yönetimleri ilk tanı aşamasından itibaren multidisipliner olarak planlanması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Acosta FL Jr, Sanai N, Chi JH, et al: Comprehensive management of symptomatic and aggressive vertebral hemangiomas. *Neurosurg Clin N Am* 19:17–29, 2008
- Akhlaghpour S, Tomasian A, Arjmand Shabestari A, et al: Percutaneous osteoid osteoma treatment with combination of radiofrequency and alcohol ablation. *Clin Radiol* 62:268–273, 2007
- Aydınöz Ö, Botanlıoğlu H, Kaynak G, Cantaşdemir M: Spinal biopsi. *J Turk Spinal Surg* 22:315–326, 2011
- Burch S, Hu S, Berven S: Aneurysmal bone cysts of the spine. *Neurosurg Clin N Am* 19:41–47, 2008
- Chan P, Boriani S, Fourney DR et al: An assessment of the reliability of the Enneking and Weinstein-Boriani-Biagini classifications for staging of primary spinal tumors by the spine oncology study group. *Spine* 34(4):384–391, 2009
- Cottalorda J, Kohler R, Chotel F, de Gauzy JS, Lefort G, Louahem D, et al: Recurrence of aneurysmal bone cysts in young children. A multicentre study. *J Pediatr Orthop B* 14:212–218, 2005
- Dubois J, Chigot V, Grimard G, et al: Sclerotherapy in aneurysmal bone cysts in children: A review of 17 cases. *Pediatr Radiol* 33:365–372, 2003
- Gangi A, Alizadeh H, Wong L, et al: Osteoid osteoma: Percutaneous laser ablation and follow-up in 114 patients. *Radiology* 242:293–301, 2007
- Goyal M, Mishra NK, Sharma A, Gaikwad SB, Mohanty BK, Sharma S: Alcohol ablation of symptomatic vertebral hemangiomas. *AJNR Am J Neuroradiol* 20(6):1091–1096, 1999
- Guibaud L, Herbreteau D, Dubois J, et al: Aneurysmal bone cysts: percutaneous embolization with an alcoholic solution of zein—series of 18 cases. *Radiology* 208:369–373, 1998
- Hadjipavlou AG, Kontakis GM, Gaitanis JN, Katonis PG, Lander P, Crow WN: Effectiveness and Pitfalls of Percutaneous Transpedicle Biopsy of the Spine. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 411:54–60, 2003
- Hristov B, Shokek O, Frassica DA: The role of radiation treatment in the contemporary management of bone tumors. *J Natl Compr Canc Netw* 5:456–466, 2007
- Hsu W, Kosztowski TA, Zaidi HA, Dorsi M, Gokaslan ZL, Wolinsky JP: Multidisciplinary management of primary tumors of the vertebral column. *Curr Treat Options Oncol* 10(1-2):107–125, 2009

14. Kathuria S: Interventional options for primary tumors of spine in AOSpine Masters. In: Gökaslan ZL, Boriari S, Fisher CG (eds), Primary Spinal Tumors, Volume 2, New York, 2015:23-49
15. Missenard G, Bouthors C, Fadel E, Court C: Surgical strategies for primary malignant tumors of the thoracic and lumbar spine. *Orthop Traumatol Surg Res* 106(1S):S53-S62, 2020
16. Moser T, Buy X, Goyault G, Tok C, Irani F, Gangi A: Image-guided ablation of bone tumors: Review of current techniques. *Journal de Radiologie* 89(4):461-471, 2008
17. Nourbakhsh A: Percutaneous spine biopsy: A literature review. *Int J Radiol Radiat Oncol* 1(1):023-028, 2015
18. Ohashi M, Ito T, Hirano T, Endo N: Percutaneous intralesional injection of calcitonin and methylprednisolone for treatment of an aneurysmal bone cyst at C-2. *J Neurosurg Pediatr* 2(5):365-369, 2008
19. Peh W: CT-guided percutaneous biopsy of spinal lesions. *Biomedical Imaging and Intervention Journal* 2(3):e25, 2006
20. Reddy KI, Sinnaeve F, Gaston CL, et al: Aneurysmal bone cysts: do simple treatments work? *Clin Orthop Relat Res* 472:1901-1910, 2014
21. Rimondi E, Staals EL, Errani C, Bianchi G, Casadei R, Alberghini M, Mercuri M: Percutaneous CT-guided biopsy of the spine: Results of 430 biopsies. *European Spine Journal* 17(7):975-981, 2008
22. Sucu HK, Bezircioglu H, Çiçek C, Erşahin Y: Computerized tomography-guided percutaneous transforaminodiscal biopsy sampling of vertebral body lesions. *Journal of Neurosurgery Spine* 99(1):51-55, 2003
23. Szendroi M, Antal I, Liszka G, Konya A: Calcitonin therapy of aneurysmal bone cysts. *J Cancer Res Clin Oncol* 119:61-65, 1992
24. Tehranzadeh J, Tao C, Browning CA: Percutaneous needle biopsy of the spine. *Acta Radiologica*, 48(8):860-868, 2007
25. Tomasian A, Wallace AN, Jennings JW: Benign Spine Lesions: Advances in techniques for minimally invasive percutaneous treatment. *AJNR Am J Neuroradiol* 38(5):852-861, 2017
26. Yamazaki T, McLoughlin GS, Patel S, Rhines LD, Fourney DR: Feasibility and safety of en bloc resection for primary spine tumors: A systematic review by the Spine Oncology Study Group. *Spine* 34 Suppl 22:S31-S38, 2009
27. Yao KC, Boriari S, Gokaslan ZL, Sundaresan N: En bloc spondylectomy for spinal metastases: A review of techniques. *Neurosurgical Focus*, 15(5): E6, 2003
28. Yapici F, Akman Y, Albayrak A, Atici Y, Balioglu M, Albayrak A, Kargin D, Akman YE, Erdogan S, Kaygusuz M: A comparison of two techniques: Open and percutaneous biopsies of thoracolumbar vertebral body lesions. *Journal of Craniovertebral Junction and Spine* 6(1):36-39, 2015
29. Yimin Y, Zhiwei R, Wei M, Jha R: Current status of percutaneous vertebroplasty and percutaneous kyphoplasty-a review. *Med Sci Monit* 19:826-836, 2013