

Ortopedik Hastalıklar ve Travmalar: Tanı, Değerlendirme Ve Tedavi Yaklaşımları

Editör
AHMET NADİR AYDEMİR



BİDGE Yayınları

**Ortopedik Hastalıklar ve Travmalar: Tanı, Değerlendirme Ve
Tedavi Yaklaşımları**

Editör: AHMET NADİR AYDEMİR

ISBN: 978-625-8673-57-9

1. Baskı

Sayfa Düzeni: Gözde YÜCEL

Yayınlama Tarihi: 2025-12-25

BİDGE Yayınları

Bu eserin bütün hakları saklıdır. Kaynak gösterilerek tanıtım için yapılacak kısa alıntılar dışında yayıncının ve editörün yazılı izni olmaksızın hiçbir yolla çoğaltılamaz.

Sertifika No: 71374

Yayın hakları © BİDGE Yayınları

www.bidgeyayinlari.com.tr - bidgeyayinlari@gmail.com

Krc Bilişim Ticaret ve Organizasyon Ltd. Şti.

Güzeltepe Mahallesi Abidin Daver Sokak Sefer Apartmanı No: 7/9 Çankaya /
Ankara



İÇİNDEKİLER

OSTEOİD OSTEOMA	1
-----------------------	---

AHMET NADİR AYDEMİR

ERİŞKİN DİSTAL RADİUS KIRIKLARI	15
---------------------------------------	----

EDA YILDIRIM

KALKANEAL KONJESTİF SENDROM: NADİR GÖRÜLEN BİR TOPUK AĞRISI NEDENİ VE TEDAVİ YAKLAŞIMI	44
---	----

OĞULCAN ÖZKAN, TAYFUN AMAN, TUHAN KURTULMUŞ, OSMAN YÜKSEL YAVUZ

DİZ OSTEOARTRİTİ DEĞERLENDİRİLMESİ VE CERRAHİ KARARIN VERİLMESİNDE ORTORÖNTGENOGRAM İLE YÜKLENMEDE DİZ İKİ YÖN GRAFİLERİNİN KIYASLANMASI	59
---	----

YUSUF DEMİR, SERCAN OKTAR, HUBEYB ÜNAL, UĞUR KEREM ZOROĞLU, ÖMER

STRES KIRIKLARI	64
-----------------------	----

MUSTAFA TOKER

DEVELOPMENTAL DYSPLASIA OF THE HIP	80
--	----

AHMET AYBAR

BÖLÜM 1

OSTEOİD OSTEOMA

AHMET NADİR AYDEMİR¹

Giriş

Osteoid osteoma, kemik dokusundan köken alan, iyi huylu ancak ağrılı seyreden bir tümör türüdür (1). Genç erişkinlerde sıkça görülen bu lezyon, özellikle geceleri artan ve non-steroid anti-inflamatuar ilaçlarla azalan karakterdeki ağrıyla öne çıkar (2). Bu semptomatik özellikler, osteoid osteomanın klinik tanısında kritik rol oynamakla birlikte, atipik lokalizasyonlarda atipik sunumlar gösterebilmektedir (3). Bu durum, osteoid osteomanın ayırıcı tanısında, özellikle enfeksiyöz süreçler ve malign tümörler gibi diğer kemik lezyonlarından ayrımında zorluklara yol açabilmektedir (4).

Osteoid osteomanın etiyolojisi tam olarak anlaşılamamakla birlikte, lezyonun vasküler ve sinirsel bileşenleri içeren karmaşık bir yapısı olduğu bilinmektedir. Bu karmaşık yapı, lezyonun özellikle ağrı mekanizmaları üzerindeki etkilerini açıklayan nörovasküler etkileşimlerin önemli rol oynadığını düşündürmektedir (5). Bu benign tümör, genellikle uzun kemiklerin metafiz veya diyafiz

¹ Doçent Doktor, Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve travmatoloji, Orcid: 0000-0002-3095-4935

bölgelerinde görülse de, kranial kemikler ve omurga gibi atipik lokalizasyonlarda da ortaya çıkabilir (6,7). Osteoid osteomalar, tüm kemik tümörlerinin %3'ünü ve tüm benign lezyonların %10-12'sini oluşturarak, genellikle 10-20 yaş aralığındaki genç bireylerde semptomatik hale gelir (2,8). Bu tümörler erkek çocuklarda kız çocuklara göre yaklaşık iki kat daha sık görülmekle birlikte, hemen hemen her kemikte rapor edilmiştir (9). Bu tümörlerin boyutları genellikle 1.5 cm'nin altında olup, tipik olarak merkezi bir nidus, yani vaskülarize osteoid ve olgunlaşmamış kemik dokusu içeren, çevresinde sklerotik bir reaksiyon zonu ile karakterizedir (10).

Osteoid osteomaların klinik bulguları, genellikle geceleri şiddetlenen ve aspirin gibi non-steroid anti-inflamatuar ilaçlara iyi yanıt veren lokalize ağrı ile karakterizedir (2,11). Bu ağrı paterni, özellikle istirahat halindeki ağrıya karşı non-steroid anti-inflamatuar ilaçların etkinliği, osteoid osteomanın varlığına güçlü bir şekilde işaret edebilir (3). Ancak, atipik lokalizasyonlarda, özellikle eklem içi veya spinal bölgelerde yerleşim gösteren osteoid osteomalar, ağrıya ek olarak sinir sıkışması veya eklem disfonksiyonu gibi farklı semptomlarla da kendini gösterebilir (3). Nadiren de olsa, osteoid osteomalar tamamen ağrısız seyredebilir; bu durum, özellikle lezyonun kalın bir yumuşak doku tabakası ile örtülü olduğu ve periosteal reaksiyonun belirgin olmadığı vakalarda görülebilir (4,12).

Fizik muayenede, lezyon bölgesinde lokal ısı artışı, hassasiyet veya palpe edilebilir bir şişlik saptanabilir; ancak bu bulgular her zaman belirgin olmayabilir (4). Bazı nadir yüzeysel lezyonlarda lokalize şişlik ve ısı artışı gözlemlenebilirken (12), hastaların büyük çoğunluğunda lokal ısı artışı veya hiperemiye rastlanmaz (4). Ancak, atipik lokalizasyonlarda, özellikle eklem içi yerleşimli osteoid osteomalarda, eklem efüzyonu veya sinovyal kalınlaşma gibi bulgular ortaya çıkabilir (12). Çocuk popülasyonunda ise, lezyonun büyüme plaklarına yakınlığı,

etkilenen ekstremitede uzunluk farkı gibi ikincil deformitelere yol açabilmektedir.

Radyolojik değerlendirme, osteoid osteomanın tanısında temel bir adımdır ve bu lezyonun karakteristik özelliklerini ortaya koymak için çeşitli görüntüleme yöntemleri kullanılır. Konvansiyonel radyografi, osteoartiküler ağrının ilk basamak değerlendirmesinde, özellikle osteoid osteoma şüphesi durumunda yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir (2). Tipik bir radyografik görüntüde, lezyonun etrafında yoğun sklerotik bir reaksiyonla çevrili, genellikle yuvarlak veya oval radyolusent bir nidus görülür (6). Bu nidusun boyutu genellikle 1.5 cm'yi aşmaz ve bu karakteristik görünüm, osteoid osteomanın radyografik tanısında kritik bir bulgudur (13). Ancak, lezyonun atipik lokalizasyonu veya nidusun küçük boyutu nedeniyle bazen konvansiyonel grafilerde net bir şekilde görülemeyebilir, bu da ek görüntüleme modalitelerine ihtiyaç doğurur (14). Bu durumlarda, bilgisayarlı tomografi nidusu ve çevresindeki sklerotik reaksiyonu detaylı bir şekilde göstererek osteoid osteomanın teşhisinde altın standart olarak kabul edilmektedir (14,15). Bilgisayarlı tomografi ayrıca kemiğin 3 boyutlu genişlemesini, doku matriksinin bileşimini ve kortikal reaksiyonu değerlendirmek için de oldukça yararlıdır (3). Manyetik rezonans görüntüleme, osteoid osteoma tanısında tamamlayıcı bir rol oynar ve özellikle yumuşak doku komponentlerinin değerlendirilmesinde, çevre doku reaksiyonlarının ve ilişkili ödemin gösterilmesinde faydalıdır (2). Manyetik rezonans görüntüleme, özellikle eklem içi yerleşimli lezyonlarda sinoviyal efüzyon veya kemik iliği ödemi gibi ikincil değişiklikleri değerlendirmede de değerli bilgiler sağlayabilir (9,16). Sintigrafi günümüzde pratikte daha az kullanılmaktadır, osteoid osteomada yüksek metabolik aktiviteye bağlı olarak izotop tutulumunun arttığını gösteren hassas bir yöntemdir ve konvansiyonel radyografilerde belirgin olmayan lezyonların saptanmasında yardımcı olabilir (12). Ancak, tümörün

spesifik anatomik lokalizasyonunu ve internal yapısını gösterme yeteneği sınırlı olduğundan, BT ve MRG gibi diğer modalitelerle birlikte kullanılması tanısai doğruluğu artırır (17). Ultrasonografi nadiren tercih edilir özellikle yüzeysel yerleşimli osteoid osteomalarda, nidusun vasküler yapısını ve çevre yumuşak doku reaksiyonlarını dinamik olarak değerlendirme potansiyeli sunarak, invaziv olmayan bir tanı aracı olarak değer kazanmaktadır.

Biyopsi genellikle osteoid osteoma tanısında zorunlu olmamakla birlikte, radyolojik ve klinik bulguların tipik olmadığı veya malignite potansiyeli taşıyan diğer kemik lezyonlarından ayırt edilemediği durumlarda tanısai kesinlik sağlamak amacıyla yapılabilir (12,18). Ancak, biyopsi alınırken özellikle nidusun merkezi kısmının örneklenmesi, histopatolojik tanının doğruluğu için büyük önem taşır; zira sadece periferik sklerotik kemik dokusunun örneklenmesi yanlış negatif sonuçlara yol açabilir (19). Histopatolojik incelemede, nidus içerisinde düzensiz trabeküllerden oluşan osteoid ve yeni oluşmuş kemik dokusu ile birlikte, aralarında bol vaskülarize bağ dokusu ve osteoblastik aktivite gözlenir. Bu histopatolojik görünüm, osteoid osteomanın karakteristiğini yansıtırken, bazen osteoblastoma gibi diğer benign kemik tümörleriyle ayırıcı tanıda zorluklar yaşanabilir (6). Bu nedenle, biyopsi sonuçlarının radyolojik ve klinik bulgularla birlikte değerlendirilmesi, doğru tanıya ulaşmada önemlidir (20,21). Ayırıcı tanıda, özellikle enfeksiyöz süreçler, stres kırıkları ve diğer benign kemik tümörleri (örneğin osteoblastoma, kronik osteomyelit) akılda tutulmalıdır (22).

Osteoid osteoma tedavisinde temel amaç, ağır semptomlarını gidermek ve lezyonun kendisini ortadan kaldırmaktır. Bu hedefe ulaşmada konservatif yaklaşımlar, minimal invaziv perkütan teknikler ve cerrahi eksizyon gibi çeşitli tedavi modaliteleri bulunmaktadır (3). Tedavi seçimi, lezyonun büyüklüğu, lokalizasyonu, hastanın yaşı ve semptomlarının şiddeti gibi

faktörlere bağılı olarak kişiselleştirilir. Konservatif tedavi, genellikle non-steroidal anti-inflamatuar ilaçlarla semptomatik kontrol sağlamayı amaçlar ve özellikle semptomların hafif olduğu veya cerrahi müdahalenin riskli olabileceği durumlarda tercih edilebilir. Ancak, uzun süreli ilaç kullanımının potansiyel yan etkileri ve lezyonun kendiliğinden gerileme olasılığının düşük olması nedeniyle, çoğu vakada daha kesin çözümler sunan invaziv yöntemlere başvurulmaktadır.

Cerrahi rezeksiyon, osteoid osteomanın tedavisinde uzun yıllardır altın standart olarak kabul edilmiş olup, semptomların hızlı ve kalıcı olarak giderilmesinde etkili bir yöntemdir. Bu yöntem, nidusun tamamen çıkarılmasını içerir ve özellikle perkütan yöntemlerin uygulanamadığı veya başarısız olduğu durumlarda, derin yerleşimli veya eklem yüzeyine yakın lezyonlarda tercih edilmektedir. Açık rezeksiyonun en önemli avantajı, nodülün doğrudan görselleştirilerek tamamen çıkarılması ve böylece rekürrens riskinin minimize edilmesidir (23,24). Ancak, cerrahi rezeksiyon, çevresel sağlıklı kemik dokusunda gereksiz kayba neden olabilen ve postoperatif dönemde daha uzun iyileşme süreleri gerektiren daha invaziv bir yaklaşımdır (25). Bu durum, özellikle yük taşıyan kemiklerde patolojik kırık riskini artırabilir ve bu nedenle alçı immobilizasyonu veya profilaktik internal fiksasyon gibi ek önlemler gerektirebilir (12).

Burr down tekniği ile osteoid osteomanın tedavisinde, klasik cerrahi rezeksiyona kıyasla daha minimal invaziv bir yaklaşımla nidusun çıkarılması hedeflenir. Bu teknikte, yüksek devirli bir matkap (burr) kullanılarak nidus ve çevresindeki reaktif kemik dokusu dikkatlice çıkarılır, bu da çevre dokulara verilen hasarı en aza indirir (26). Bu yöntem, cerrahi rezeksiyona göre daha küçük insizyon ile yapıldığı için hastanın iyileşme sürecini daha hızlı, fonksiyonel sonuçları daha iyi, komplikasyon oranı daha azdır. Ancak, bu teknik nidusun tam olarak çıkarıldığından emin olmak

için intraoperatif görüntüleme rehberliği gerektirebilir ve özellikle derin veya erişimi zor bölgelerdeki lezyonlar için sınırlamalar taşıyabilir (27).

Minimal invaziv yöntemler arasında radyofrekans ablasyon, osteoid osteoma tedavisinde giderek daha yaygın olarak kullanılmaktadır ve cerrahi rezeksiyona alternatif bir seçenek sunmaktadır. Radyofrekans ablasyon, yüksek frekanslı radyodalgalar kullanarak nidus bölgesinde ısı artışı sağlamak suretiyle tümör hücrelerini nekroza uğratar ve bu sayede ağrıyı etkili bir şekilde azaltır (28). Bu yöntemin başlıca avantajları arasında, daha kısa hastanede kalış süresi, daha az ağrı ve daha hızlı iyileşme yer almaktadır (29). Bilgisayarlı tomografi rehberliğinde gerçekleştirilen radyofrekans ablasyon, nidusun tam olarak hedeflenmesini sağlayarak başarılı sonuçlar elde edilmesine olanak tanır ve osteoid osteoma tedavisinde tercih edilen bir yöntem haline gelmiştir (13). Ancak, radyofrekans ablasyonun bazı dezavantajları bulunmaktadır; özellikle patolojik tanı için yetersiz doku örneği alınması, yüksek radyasyon maruziyeti ve omurga gibi nöral yapılara yakın lezyonlarda kullanım kısıtlılıkları bu yöntemin sınırlılıkları arasındadır (12). Radyofrekans ablasyonun etkinliği ve güvenilirliği birçok çalışmayla kanıtlanmış olup, özellikle omurga lezyonları için targeted navigasyonel bipolar elektrot sistemleri kullanılarak termal hasar riski minimize edilerek güvenli bir şekilde uygulanabilmektedir (30). Mikrodalga ablasyon da osteoid osteoma tedavisinde kullanılan bir diğer perkütan tekniktir; bu yöntemle daha kısa sürede daha geniş bir alanda termal ablasyon sağlanabilse de, osteoid osteoma niduslarının genellikle küçük olması nedeniyle bu avantajdan tam olarak yararlanılamaz ve RFA'ya kıyasla maliyeti daha yüksektir (13). Kryoablasyon nadiren kullanılsa da osteoid osteoma tedavisinde alternatifler arasında yer almaktadır.

Bu tür minimal invaziv termal ablasyon yöntemlerinin başarı oranları %80 ila %97 arasında değişmekte olup, ağrı kontrolünde

oldukça etkili oldukları görülmektedir (31). Bu yöntemlerin başarısı, nidusun tam ablasyonuna ve periosteal dokunun korunmasına bağlıdır, zira periostun intakt kalması, hızlı bir remodelling süreci ve kemik iyileşmesi için kritik öneme sahiptir.

Minimal invaziv termal ablasyon prosedürleri, sinir hasarı, cilt yanıkları, enfeksiyon veya ablasyon alanında kırık gibi potansiyel komplikasyon risklerini de taşımaktadır. Bu riskler, özellikle lezyonun anatomik konumuna ve uygulanan enerji seviyesine göre farklılık gösterir, bu nedenle işlem sırasında detaylı görüntüleme rehberliği ve dikkatli bir teknik uygulama hayati önem taşır (13).

Osteoid osteoma tedavisinde uygulanan minimal invaziv veya cerrahi yöntemler sonrası hastaların takibi, tedavinin etkinliğini ve olası komplikasyonları değerlendirmek açısından kritik öneme sahiptir (32). Bu takip sürecinde, klinik değerlendirme ile birlikte radyolojik görüntüleme yöntemleri, özellikle de bilgisayarlı tomografi ve manyetik rezonans görüntüleme, lezyonun rezidüel veya rekürren olup olmadığını belirlemede ve kemik iyileşmesini değerlendirmede önemli rol oynar (33). Ayrıca, nükleer tıp yöntemlerinden kemik sintigrafisi, özellikle postoperatif dönemde ağrının devam etmesi durumunda, rekürrens veya rezidüel nidus aktivitesini tespit etmek için değerli bilgiler sunabilir (32). Tedavi sonrası iyileşme sürecinde, hastaların düzenli aralıklarla kontrol edilmesi, semptomatik gerilemenin değerlendirilmesi ve fonksiyonel kapasitenin restore edilmesi hedeflenir. Böylece, uzun dönemde yaşam kalitesini artıracak ve hastanın günlük aktivitelerine sorunsuz bir şekilde dönmesini sağlayacak bir yönetim stratejisi oluşturulmuş olur. Tedavi sonrası izlemlerde, ağrının tam olarak kontrol altına alınması ve lezyonun radyolojik olarak tamamen kaybolduğunun teyit edilmesi, tedavi başarısının temel göstergeleridir.

Osteoid osteoma tedavisinde temel amaç, ağrının giderilmesi ve hastanın normal fonksiyonel aktivitesine geri dönmesini sağlamaktır. Minimal invaziv teknikler, özellikle radyofrekans ablasyon, cerrahiye kıyasla daha az morbidite ile etkili bir alternatif sunmakta ve güncel tedavi algoritmalarında öncelikli yer almaktadır. Ancak, tedavi seçeneklerinin belirlenmesinde lezyonun anatomik konumu, boyutu, hastanın yaşı ve genel sağlık durumu gibi faktörler dikkate alınarak bireyselleştirilmiş bir yaklaşım benimsenmelidir.

Kaynakça

1. Haddam AEM, Bsiss A, charraq IE, Benraïs N, Bakriga B, Hamama J, et al. Optimisation du traitement de l'ostéome ostéoïde par le repérage isotopique peropératoire: à propos d'un cas. Médecine Nucléaire [Internet]. 2009 Mar 11 [cited 2025 Nov];33(6):375. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.mednuc.2008.12.003>
2. Carneiro BC, Cruz IAN da, Filho AGO, Silva IP, Guimarães JB, Silva FD, et al. Osteoid osteoma: the great mimicker. Insights into Imaging [Internet]. Springer Nature; 2021 Mar 8 [cited 2025 Oct];12(1):32. Available from: <https://doi.org/10.1186/s13244-021-00978-8>
3. Fritzsche H, Weidlich A, Schaser K, Mehnert E, Winkler D, Rammelt S. Benign tumours of foot and ankle. EFORT Open Reviews [Internet]. British Editorial Society of Bone & Joint Surgery; 2023 Jun 1 [cited 2025 Nov];8(6):397. Available from: <https://doi.org/10.1530/eor-22-0098>
4. Arıkan M, Gürlür D, Güngör Ş, Karakoç Y, Metin E, Atalay A, et al. Cerrahi Tedavi Uyguladığımız Uzun Kemik Yerleşimli Pediatrik Osteoid Osteoma Olgularımız. DergiPark (Istanbul University) [Internet]. 2008 Apr 1 [cited 2025 Oct]; Available from: <https://dergipark.org.tr/en/pub/actaoncologiatricca/issue/15849/166998>
5. Gomes AR, Quatrin FY, Becker NM, Zanella RC, Rocha TMS. Ressecção de tumor ósseo guiado por Gamaprobe e avaliação do quadro algico pós-operatório. Revista Brasileira de Ortopedia [Internet]. 2019 Dec 19 [cited 2025 Nov];55(1):115. Available from: <https://doi.org/10.1055/s-0039-1700818>
6. Basmacı M, Hastürk AE. Ağrılı Büyük Frontal Osteoid Osteoma. DergiPark (Istanbul University) [Internet]. 2015 Dec 26

[cited 2025 Oct]; Available from: <https://dergipark.org.tr/en/pub/actaoncologiciturcica/issue/15855/167068>

7. Song MH, Yoo WJ, Cho T, Chung CY, Park MS, Cheon J, et al. Clinical and radiological features and skeletal sequelae in childhood intra-/juxta-articular versus extra-articular osteoid osteoma. BMC Musculoskeletal Disorders [Internet]. 2015 Jan 30 [cited 2025 Nov];16(1):3. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12891-015-0456-y>

8. Iyer RS, Chapman T, Chew FS. Pediatric Bone Imaging: Diagnostic Imaging of Osteoid Osteoma. American Journal of Roentgenology [Internet]. American Roentgen Ray Society; 2012 Apr 23 [cited 2025 Nov];198(5):1039. Available from: <https://doi.org/10.2214/ajr.10.7313>

9. Ni X, Zhang Z, Xu P, Ning B, Wang D. Intra- and juxta-articular osteoid osteoma in children and adolescents. Translational Pediatrics [Internet]. 2022 May 25 [cited 2025 Nov];11(7):1105. Available from: <https://doi.org/10.21037/tp-21-612>

10. Bellisari FC, Palumbo P, Masciocchi C, Zoccali C, Barile A, Arrigoni F. Needleless Ablation of Osteoid Osteoma and Osteoblastoma: The Emergent Role of MRgFUS. Journal of Clinical Medicine [Internet]. Multidisciplinary Digital Publishing Institute; 2021 Dec 27 [cited 2025 Nov];11(1):128. Available from: <https://doi.org/10.3390/jcm11010128>

11. Setiawan CR, Karna MB, Do R, Setiawan R. Revista Brasileira de Ortopedia. Revista Brasileira de Ortopedia [Internet]. 2019 Mar 14 [cited 2025 Nov]; Available from: <https://doi.org/10.1055/s-00042410>

12. Yüksel S, Azar N. Osteoid Osteoma. İstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi [Internet]. 2022 Aug 29 [cited

2025 Aug];(17):658. Available from:
<https://doi.org/10.38079/igusabder.1072814>

13. Kayalı A, Seyfettin A, SOYDAN İB, KOÇ A, Doğramacı Y. Mid-Term Results of Computed Tomography-Guided Percutaneous Radiofrequency Ablation Therapy in the Treatment of Osteoid Osteoma. *DergiPark (Istanbul University)* [Internet]. 2022 Aug 12 [cited 2025 Aug]; Available from: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/mjwbs/issue/74259/1161480>

14. Napora J, Wałęjko S, Mazurek T. Osteoid Osteoma, a Diagnostic Problem: A Series of Atypical and Mimicking Presentations and Review of the Recent Literature. *Journal of Clinical Medicine* [Internet]. Multidisciplinary Digital Publishing Institute; 2023 Apr 5 [cited 2025 Nov];12(7):2721. Available from: <https://doi.org/10.3390/jcm12072721>

15. Radcliffe SN, Walsh H, Carty H. Osteoid osteoma: the difficult diagnosis. *European Journal of Radiology* [Internet]. 1998 Aug 1 [cited 2025 Feb];28(1):67. Available from: [https://doi.org/10.1016/s0720-048x\(97\)00071-5](https://doi.org/10.1016/s0720-048x(97)00071-5)

16. Baky HAE, Thomas R, Kuechle J, Abdul-Aziz R. Acetabula Osteoid Osteoma Mimicking Juvenile Idiopathic Arthritis and Chronic Recurrent Multifocal Osteomyelitis. *Case Reports in Rheumatology* [Internet]. 2020 Aug 28 [cited 2025 Sep];2020:1. Available from: <https://doi.org/10.1155/2020/8810735>

17. Errani C, Tsukamoto S, Mavrogenis AF. Imaging Analyses of Bone Tumors. *JBJS Reviews* [Internet]. Lippincott Williams & Wilkins; 2020 Mar 1 [cited 2025 Nov];8(3). Available from: <https://doi.org/10.2106/jbjs.rvw.19.00077>

18. Debs P, Ahlawat S, Fayad LM. Bone tumors: state-of-the-art imaging. *Skeletal Radiology* [Internet]. Springer Science+Business Media; 2024 Feb 27 [cited 2025

Nov];53(9):1783. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00256-024-04621-7>

19. Silveri C, Stoppiello P, Gaiero L, Bianchi G, Casales N, Belzarena AC. Aggressive atraumatic myositis ossificans in a toddler. *Radiology Case Reports* [Internet]. 2022 Sep 28 [cited 2025 Nov];17(12):4550. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.radcr.2022.09.032>

20. Balta O, Eren MB, Aytekin K, Aşçı M, Kurnaz R, Bostan B. Biopsy Of Musculoskeletal Tumors; Current Concepts Review. *DergiPark (Istanbul University)* [Internet]. 2016 Mar 1 [cited 2025 Jan]; Available from: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/gutfd/issue/34226/378269>

21. Álvarez-Álvarez A, Campillo MR, Seoane ER, Mena CI, Méndez CP. Osteoma osteoide: causa poco frecuente de dolor crónico en la muñeca en una niña. *Archivos Argentinos de Pediatría* [Internet]. 2021 Jan 13 [cited 2025 Oct];119(1). Available from: <https://doi.org/10.5546/aap.2021.e61>

22. Guedes A, Nakagawa SA. Biopsy of bone tumors: a literature review. *Revista da Associação Médica Brasileira* [Internet]. Brazilian Medical Association; 2024 Jan 1 [cited 2025 Oct];70. Available from: <https://doi.org/10.1590/1806-9282.2024s131>

23. Shu M, Ke J. The surgical management of osteoid osteoma: A systematic review. *Frontiers in Oncology* [Internet]. Frontiers Media; 2022 Jul 22 [cited 2025 Nov];12:935640. Available from: <https://doi.org/10.3389/fonc.2022.935640>

24. Pratali R de R, Zuiani GR, Inada MM, Hanasilo CH, Reganin LA, Etchebehere E, et al. Open resection of osteoid osteoma guided by a gamma-probe. *International Orthopaedics* [Internet].

2008 May 13 [cited 2025 Nov];33(1):219. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00264-008-0552-9>

25. Ferrao P, Saragas N, Strydom A. Osteoid osteoma of the hallux: a case report and review of the literature. *The South African Orthopaedic Journal (SAOJ)* [Internet]. 2018 Jan 1 [cited 2025 Jun];17(4). Available from: <https://doi.org/10.17159/2309-8309/2018/v17n4a7>

26. Mirzanlı C, Azar N, Caniklioglu M, Mert M, Gulhan H. Osteoid osteoma of the spine. *DergiPark (Istanbul University)* [Internet]. 2014 Mar 6 [cited 2025 Oct]; Available from: <https://dergipark.org.tr/en/pub/aott/issue/18052/189985>

27. Etchebehere M, Etchebehere E, Reganin LA, Amstalden EMI, Cliquet A, Camargo EE. Intraoperative localization of an osteoid-osteoma using a gamma probe. *International Orthopaedics* [Internet]. 2004 Nov 5 [cited 2025 Oct];28(6):379. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00264-004-0588-4>

28. Behzadi E, Mollaabbasi M. Presentation of osteoid osteoma in the fifth metatarsal: a case report and review of the literature. *Journal of Medical Case Reports* [Internet]. BioMed Central; 2025 Aug 26 [cited 2025 Oct];19(1). Available from: <https://doi.org/10.1186/s13256-025-05366-0>

29. Lin N, Ye Z, Qu H, Yan X, Pan W, Huang X, et al. Open Surgery for Osteoid Osteoma with Three Dimensional C-arm Scan under the Guidance of Computer Navigation. *Orthopaedic Surgery* [Internet]. 2016 May 1 [cited 2025 Sep];8(2):205. Available from: <https://doi.org/10.1111/os.12233>

30. Tomasian A, Jennings JW. Percutaneous Radiofrequency Ablation of Spinal Osteoid Osteomas Using a Targeted Navigational Bipolar Electrode System. *American Journal of Neuroradiology*

[Internet]. 2018 Oct 25 [cited 2025 Sep];39(12):2385. Available from: <https://doi.org/10.3174/ajnr.a5831>

31. Acanfora C, Grassi E, Giacobbe G, Ferrante M, Granata V, Barile A, et al. Post-Procedural Follow-Up of the Interventional Radiology's Management of Osteoid Osteomas and Osteoblastomas. *Journal of Clinical Medicine* [Internet]. Multidisciplinary Digital Publishing Institute; 2022 Apr 2 [cited 2025 Sep];11(7):1987. Available from: <https://doi.org/10.3390/jcm11071987>

32. İşgören S, Demir H, Daglüz-Gorur G, Selek Ö. Gamma probe guided surgery for osteoid osteoma: Is there any additive value of quantitative bone scintigraphy? *Revista Española de Medicina Nuclear e Imagen Molecular* [Internet]. 2013 Apr 18 [cited 2025 Nov];32(4):234. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.remn.2013.02.007>

33. Tomasian A, Jennings JW. Benign Bone Tumors Beyond Osteoid Osteoma: Percutaneous Minimally Invasive Image-Guided Interventions. *CardioVascular and Interventional Radiology* [Internet]. Springer Science+Business Media; 2023 Aug 2 [cited 2025 Nov];46(11):1483. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00270-023-03515-w>

BÖLÜM 2

ERİŞKİN DİSTAL RADIUS KIRIKLARI

1. Eda YILDIRIM¹

Giriş

Distal radius kırıkları, üst ekstremitenin en sık görülen kırıkları arasında yer almakta olup, acil servise başvuran erişkin hastalardaki tüm kırıkların yaklaşık %17–18’ini oluşturmaktadır (Drummon & ark., 2024:359). Çoğunlukla açık el üzerine düşme mekanizması sonucu meydana gelen bu kırıklar, el bileği eklem uyumunun bozulmasına ve buna bağlı fonksiyonel kısıtlılıklara yol açabilen önemli yaralanmalardır. Epidemiyolojik olarak distal radius kırıkları bimodal bir dağılım göstermekte; 15 yaş altı pediatrik popülasyon ile 50 yaş üzeri erişkinler riskli grupları oluşturmaktadır (Stirling, Johnson & Dias, 2018:9742, Azad & ark., 2019:305). Genç erişkin dönemde (19–49 yaş) erkeklerde daha sık görülürken, 50 yaş sonrasında osteoporozun etkisiyle kadınlarda belirgin bir artış izlenmektedir (Jap & ark., 2014:551). Genel popülasyon değerlendirildiğinde, distal radius kırıklarının kadınlarda erkeklere kıyasla yaklaşık 2–3 kat daha fazla görüldüğü bildirilmektedir (Shauver & ark., 2011:1282).

¹ Uzman Doktor, Başkale Devlet Hastanesi,Ortopedi ve Travmatoloji, Orcid: 0000-0003-1759-2009

Etiyolojik açıdan bakıldığında, genç yaş grubunda bu kırıklar sıklıkla yüksek enerjili travmalar (trafik kazaları, spor yaralanmaları) sonrası ortaya çıkarken; ileri yaş grubunda düşük kemik mineral yoğunluğuna bağlı olarak çoğunlukla aynı seviyeden düşme gibi düşük enerjili travmalar sonucunda gelişmektedir (Chinta & ark., 2024). İleri yaş, kadın cinsiyet, osteoporoz, sigara ve alkol kullanımı, erken menopoz ve uzun süreli kortikosteroid kullanımı distal radius kırıkları için tanımlanmış başlıca risk faktörleri arasında yer almaktadır.

Distal radius kırıklarının klinik yönetimi; hastanın yaşı, kırık paterni, kemik kalitesi, eşlik eden yumuşak doku yaralanmaları ve hastanın fonksiyonel beklentileri göz önünde bulundurularak bireyselleştirilmelidir. Bu değişkenler doğrultusunda konservatif ya da cerrahi tedavi seçenekleri arasında uygun yaklaşımın belirlenmesi, optimal fonksiyonel sonuçların elde edilmesi açısından büyük önem taşır.

Patofizyoloji

Kırık oluşumunda belirleyici olan temel faktörler travmanın yönü, şiddeti ve travma anındaki el bileğinin pozisyonudur. Distal radius kırıklarında en sık karşılaşılan mekanizma, el bileği yaklaşık 60–90° dorsifleksiyonda iken açık el üzerine düşmedir. Bu mekanizma sırasında dorsifleksiyon etkisiyle radiusun dorsal korteksi gerilme (tensil), volar korteksi ise kompresyon kuvvetlerine maruz kalır. Bunun sonucunda tipik olarak distal radiusta dorsal kortekste parçalanma ve dorsal açılanma artışı meydana gelir. Yüksek enerjili travmalarda ise aksiyel yüklenmeye sıklıkla pronasyon ve supinasyon kuvvetleri de eşlik eder. Bu kombine kuvvetler, eklem yüzünü içeren daha kompleks kırık paternlerinin ortaya çıkmasına neden olabilir. Bu grupta parçalı intraartiküler kırıklar, volar Barton ve dorsal Barton kırıkları ile lunat fossada çökme ile karakterize die-punch kırıkları daha sık görülmektedir.

Kemik kalitesinin bozulduğu osteoporotik bireylerde trabeküler kemik yoğunluğunun azalmasına bağlı olarak kompresyon direnci belirgin şekilde düşmektedir. Bu nedenle genç erişkinlerde aynı travma enerjisi minimal deplasmanlı veya nondeplase bir kırıkla sonuçlanabilirken, osteoporotik hastalarda metafizer çökme, radial kısalma ve dorsal açılanma artışı ile seyreden instabil kırık paternleri gelişebilmektedir. Distal radius kırıklarına sıklıkla eşlik eden yaralanmalar arasında interosseöz ligament yaralanmaları, triangular fibrokartilaj kompleks (TFCC) lezyonları, kondral hasar, distal radioulnar eklem (DRUE) instabilitesi ve nörovasküler yaralanmalar yer almaktadır. İnterosseöz bağ yaralanmalarında en sık skafolunat ve lunotriquetral ligamentler zarar görmektedir (Evans, Harper & Rosental, 2020:1561). TFCC yaralanmaları ise interosseöz ligament yaralanmalarına kıyasla daha sık görülmekte; ancak çoğu periferik avülsiyon şeklinde geliştiğinden klinik olarak belirgin semptom vermemektedir (Evans, Harper & Rosental, 2020:1561). Yaralanmanın şiddetine ve oluşan ödemin derecesine bağlı olarak distal radius kırıklarına akut veya kronik karpal tünel sendromu da eşlik edebilmektedir.

Klinik ve Fizik Muayene

Distal radius kırıklarında hastalar genellikle travma sonrası el bileğinde ağrı, şişlik ve hareket kısıtlılığı ile başvurur. Median sinir basısına bağlı nörojenik bulgular da (özellikle 1-2-3. parmaklarda uyuşma, karıncalanma) klinik tabloya eşlik edebilir.

İnspeksiyonda el bileği çevresinde şişlik, hematoma, ciltte gerginlik ve ödem sık karşılaşılan bulgulardır. Dorsal (dinner fork deformitesi) veya volar (garden spade deformitesi) yönde açılanmaya bağlı deformiteler de sık görülür. Ancak, şiddetli ağrıya bağlı gelişen koruyucu kas spazmı bazı olgularda belirgin deformitenin maskelenmesine neden olabilir. Ciltte abrazyon,

laserasyon veya kontüzyon varlığı; açık kırık veya yüksek enerjili travmayı düşündürmeli ve dikkatle değerlendirilmelidir. Palpasyonda kırık hattı üzerinde lokal hassasiyet, krepitasyon veya patolojik hareket saptanabilir. Karpal kemiklerin sistematik palpasyonu ise, distal radius kırıklarına eşlik edebilecek karpal yaralanmaların ayırıcı tanısı açısından önemlidir. El bileğinin aktif ve pasif hareket açıklığı (fleksiyon, ekstansiyon, radial ve ulnar deviasyon) çoğu hastada ağrıya bağlı olarak belirgin şekilde kısıtlıdır. Distal radius kırıklarında nörovasküler değerlendirme kritik öneme sahiptir ve rutin muayenenin ayrılmaz bir parçası olmalıdır. Radial ve ulnar arter nabızları palpe edilmeli, kapiller dolum süresi değerlendirilmelidir. Nörolojik muayenede; median sinir (baş parmak abdüksiyon ve oppozisyonu ile 2. ve 3. parmakların duyu muayenesi), ulnar sinir (interosseöz kas fonksiyonları ile 4. parmak ulnar taraf ve 5. parmak duyu muayenesi) ve radial sinir (baş parmak ekstansiyonu ile el dorsumunun radial tarafında duyu muayenesi) fonksiyonları ayrı ayrı değerlendirilmelidir.

Distal radius kırıklarına karpal bağ yaralanmaları (sıklıkla skafolunat ve lunotriquetral ligamentler), TFCC hasarı, DRUE instabilitesi veya ulna stiloid kırıkları eşlik edebilir. Distal radius kırıklarını takiben DRUE instabilitesinin görülme sıklığı %10–19 arasında bildirilmiştir (Stoffelen, Smet & Broos, 1998:507). DRUE stabilitesi, radius ve ulna arasındaki volar–dorsal translasyonun değerlendirilmesiyle veya “piano key sign” ile klinik olarak test edilebilir. Tanı konulmamış DRUE yaralanmaları el bileği hareket kısıtlılığı, eklem yüzeyinde uyumsuzluk, ulnar baş subluksasyonu ve kavrama gücünde azalma gibi fonksiyonel sorunlara yol açabilmektedir (Kazemian & ark., 2011:648). Skafolunat instabilite şüphesi bulunan olgularda ise karpal instabilitenin değerlendirilmesi amacıyla Watson testi uygulanabilir.

Görüntüleme

Distal radius kırıklarında doğru tanının koyulması, kırık morfolojisinin ayrıntılı değerlendirilmesi ve ekleme uzanımının belirlenmesinde görüntüleme yöntemleri kritik öneme sahiptir. Görüntüleme aynı zamanda tedavi stratejisinin belirlenmesi, cerrahi planlamanın yapılması ve iyileşmenin takibi açısından temel bir bileşendir. Değerlendirme çoğunlukla konvansiyonel radyografi ile yapılır. Kompleks kırıklarda bilgisayarlı tomografi (BT), seçilmiş olgularda ise manyetik rezonans görüntülemeye (MRG) başvurulur.

Konvansiyonel Radyografi

Distal radius kırıklarının radyolojik değerlendirilmesinde klasik olarak anteroposterior (AP) ve lateral el bileği grafileri kullanılmaktadır. Görüntüleme sırasında doğru hasta pozisyonlaması, ölçümlerin doğruluğu ve tekrarlanabilirliği açısından kritik öneme sahiptir. AP grafi, omuz 90° abdüksiyonda, dirsek 90° fleksiyonda ve ön kol pronasyonda iken çekilmelidir. Lateral grafide ise radius ve ulna distal segmentlerinin üst üste gelmesi sağlanmalı ve lunat fossanın konturları net bir şekilde ayırt edilebilmelidir.

AP grafide başlıca değerlendirilen radyografik parametreler radial inklinasyon (radial tilt), radial uzunluk (radial yükseklik) ve ulnar varyanstır. Radial inklinasyon, distal radius eklem yüzeyini teğet geçen çizgi ile radiusun uzun aksına dik olarak çizilen referans çizgi arasındaki açı olarak tanımlanır ve ortalama 22–23°'dir. Radial inklinasyon kaybı el bileğinde radial sapma artışı, skafoid fleksiyonu ve skafolunat açıda artışa yol açabilmektedir. Distal radiusun volar veya dorsal translasyonu sonrasında karpal kemiklerin değişen radial pozisyonu kompanse etmeye çalışması, adaptif midkarpal instabilite gelişimine zemin hazırlayabilmektedir (Taleisnik & Watson, 1984:350). Radial uzunluk, radiusun uzun aksına dik olacak şekilde; radius stiloidinden çizilen yatay çizgi ile distal radiusun ulna ile eklemlenen yüzeyinden çizilen yatay çizgi arasındaki mesafe olarak

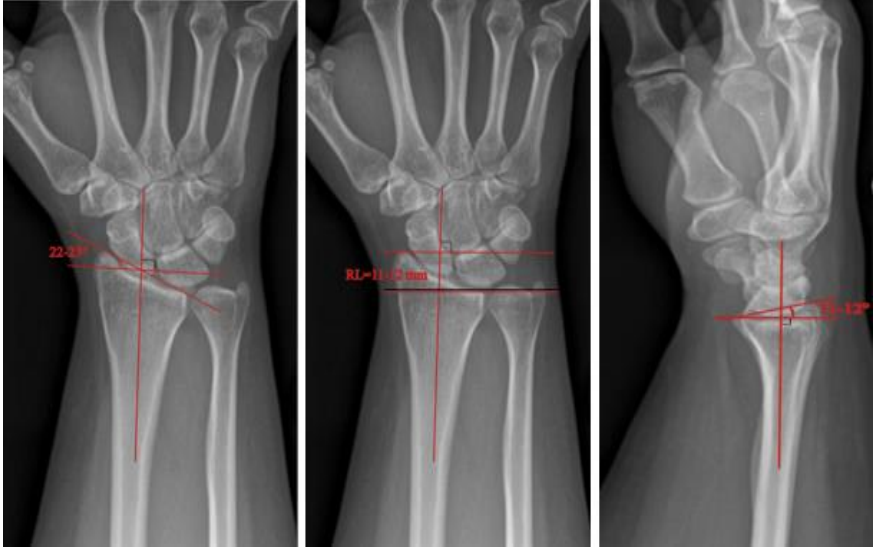
tanımlanır ve normalde 11–12 mm’dir. Distal radius kırıkları sonrası gelişen radial yükseklik kaybı el bileği ağrısı, DRUE uyumsuzluğu ve pronasyon–supinasyon hareketlerinde bozulmaya neden olabilir. Belirgin radial kısalmanın TFCC rüptürü ve ulnokarpal patolojiler ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (Nesbit, Failla & Les, 2004:1128). Ulnar varyans, distal radius ve distal ulnanın eklem yüzeylerinin göreceli uzunluklarını tanımlayan önemli bir parametredir. Radial sigmoid çentik ve distal ulna lateral korteksinden radiusun uzun aksına dik çizilen referans çizgileri arasındaki mesafedir. Ulnar varyans nötral, pozitif veya negatif olabilir. Travma sonrası gelişen radial kısalma pozitif ulnar varyansa yol açmakta olup; bu durum ulnokarpal yük artışı, ulnokarpal impaksiyon sendromu, TFCC üzerinde artmış stres, kavrama gücünde azalma ve ulnar taraflı el bileği ağrısına sebep olabileceği için klinik açıdan önemlidir.

Volar tilt, lateral grafide değerlendirilen bir parametre olup, distal radius eklem yüzeyine teğet geçen çizgi ile radiusun uzun aksına dik çizilen referans çizgi arasındaki açı olarak tanımlanır. Ortalama değeri 11–12°’dir. Volar tilt, radiokarpal eklem basınç dağılımı ve el bileği biyomekaniği üzerinde belirleyici olduğundan, tedavi planlamasında kritik bir ölçüttür. Lateral grafide ayrıca lunat, kapitat ve distal radius arasındaki aksiyel uyum da dikkatle değerlendirilmelidir.

Birçok çalışmada, volar tilt, radial yükseklik ve radial inklinasyonda meydana gelen küçük değişikliklerin dahi el bileği hareket açıklığı ve yük taşıma kapasitesi üzerinde anlamlı etkiler oluşturabileceği gösterilmiştir. Özellikle dorsal eğimi 10°’nin üzerinde olan distal radius kırıklarında; radiokarpal eklem, ulnokarpal eklem ve DRUE kinematiğinde belirgin değişiklikler meydana geldiği bildirilmiştir (Chen, Xie, & Tang., 2015:494, Nishiwaki, Welsh, & Gammon, 2014:656, Saito & ark., 2013:739).

Şekil 1’de radial inklinasyon, radial uzunluk, ulnar varyans ve volar tilt ölçümleri gösterilmiştir.

Şekil 1 Radial İnklınasyon, Radial Uzunluk, Ulnar Varyans ve Volar Tilt Ölçümü



RL: Radial uzunluk

Bilgisayarlı Tomografi

Kompleks parçalı kırıklarda, intraartiküler kırıklarda, özellikle die-punch yaralanmalarında ve DRUE'ye uzanım şüphesi olduğunda; eklem yüzeyini detaylandırma ve cerrahi öncesi planlamada BT tercih edilir (Pruitt & ark., 1994:720, Rozental & ark., 2001:244). Özellikle koronal ve sagittal kesitlerde eklem içi çökme miktarı, parçalanma derecesi, parçaların yönelimi ve DRUE uyumu değerlendirilir. İntraartiküler parçaları değerlendirmek için üç boyutlu BT'ler de son zamanlarda popülerlik kazanmıştır. Kırığın üç boyutlu görüntülemelerle değerlendirilmesiyle birlikte tedavi planlarında değişiklikler görülebilmektedir. BT özellikle intraartiküler kırıkların değerlendirilmesinde değerli bilgiler sağlamakla birlikte, artmış radyasyon maruziyeti ve maliyet etkinliği açısından dezavantajları nedeniyle her hastada rutin kullanım için uygun değildir.

Manyetik Rezonans Görüntüleme

MRG, distal radius kırıklarının rutin değerlendirmesinde standart bir yöntem olarak yer almamaktadır. TFCC, skafolunat ve lunotrikuetral ligament yaralanmaları gibi eşlik eden yumuşak doku lezyonlarının değerlendirilmesinde, açıklanamayan kronik el bileği ağrısının araştırılmasında ve konvansiyonel radyografi ile BT’de belirgin olarak saptanamayan gizli kırık hatlarının ortaya konulmasında seçilmiş olgularda tercih edilmektedir. Ancak akut travma döneminde MRG’ye erişimin her zaman mümkün olmaması, inceleme süresinin görece uzun olması ve acil klinik akışla uyumunun sınırlı kalması, distal radius kırıklarının akut değerlendirilmesinde MRG kullanımının pratikte sınırlı kalmasına neden olmaktadır (Evans, Harper & Rosental, 2020:1561).

Sınıflandırma

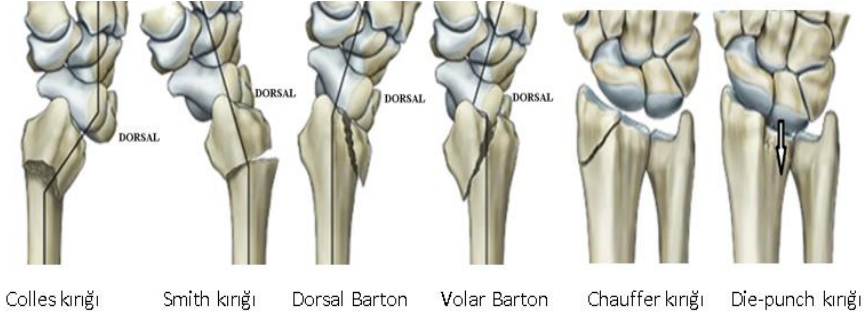
Distal radius kırıklarının sınıflandırılması, kırık morfolojisinin standardize edilmesi ve klinik sonuçların karşılaştırılabilir hale gelmesi açısından önemlidir. Yıllar içerisinde birçok sınıflandırma sistemi tanımlanmış olup, farklı sınıflandırma sistemleri farklı amaçlara hizmet etmektedir. Gartland ve Werley’in sınıflaması metafiz parçalanması, eklem içi uzanım ve fragman deplasmanına odaklanır. Frykman, eklem içi ve eklem dışı tutulumun değerlendirilmesine radioulnar ve radiokarpal eklemlerin tutulumunu da eklemiş; Melone ise dört ana kırık bileşenini değerlendirmiştir. Fernandez, distal radius kırıklarını yaralanma mekanizması ve etki eden biyomekanik kuvvetlere göre sınıflandırmıştır. Kırığı morfolojik olarak en detaylı sınıflayan ve en yaygın kullanılan sınıflama sistemi ise Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen/Orthopaedic Trauma Association (AO/OTA) sınıflamasıdır (Şekil 2).

Şekil 2 AO/OTA Sınıflaması

2RA1	2RA2	2RA3	2R3B1	2R3B2	2R3B3	2RC1	2RC2	2RC3
								
2RA : Ekstraartiküler			2RB : Parsiyel Artiküler			2RC : Komplet Artiküler		
2RA1: Radial Stiloid Avülsiyonu			2RB1: Sagittal			2RC1: Basit Artiküler ve Metafizyel		
2RA2: Basit			2RB2:Dorsal Rim (Barton)			2RC2:Multifragmente Metafizyel		
2RA3: Wedge veya Multifragmente			2RB3:Volar Rim (ReverseBarton)			2RC3:Multifragmente Artiküler Basit veya Multifragmente Metafizyel		

Bunların dışında distal radius kırıklarını tanımlamak için birçok eponim kullanılmaktadır. Eponimler kırık paterni hakkında genel bir fikir vermede yararlı olsada, tedavi ve prognozu belirleme açısından çok az fayda sağlamaktadır (Evans, Harper & Rosental, 2020:1561). En sık kullanılan eponim dorsale açılı, apeksi volarde, metafizer distal radius kırığı paternini ilk defa 1814'te tanımlayan Colles'e aittir. Bu terim eklem dışı kırıkları ifade etmek için kullanılsa da sıklıkla dorsal olarak yer değiştirmiş kırıklar için genel bir tanımlayıcı olarak kullanılmaktadır. Volare açılı, apeksi dorsalde metafizer distal radius kırığını tanımlayan Smith kırığı ise Colles kırığının tam tersidir. Barton kırığı, bileğin dorsal veya volar kırıklı çıkığı olarak tanımlanır. Distal radiusun dorsal veya volar kenarından üçgen bir parça kopar ve bu parça karpus ile birlikte dorsal veya volar yönde yer değiştirir. Bu kırıklar intraartiküler radiokarpal eklem tutulumunun varlığıyla Colles ve Smith kırıklarından ayırt edilir. Chauffeur kırığı ise radial stiloidin izole bir eklem içi kırığıdır. Şekil 3' te distal radius kırıklarına ait eponimik tanımlar şematik olarak gösterilmiştir.

Şekil 3 Eponimler



Kaynak: Erdem & Çolak, 2025:179

Tedavi

El bileği eklemi, yüksek aktivite sıklığı ve ileri düzey fonksiyonel gereksinimleri nedeniyle, üst ekstremitenin en kritik eklemlerinden biridir. Distal radius, el bileği eklemi stabilitesinin sağlanmasında, bağ dokusu bütünlüğünün korunmasında ve radiokarpal ile distal radioulnar eklemlerin biyomekaniğinde temel bir rol üstlenmektedir. Bu nedenle distal radius kırıklarının uygun şekilde tedavisi, el bileği fonksiyonlarının sürdürülebilirliği açısından büyük önem taşımaktadır. Eklem yüzeyinin anatomik restorasyonu, radius uzunluğunun korunması, dorsal-volar tilt ile radial inklinasyonun fizyolojik sınırlara yaklaştırılması, stabil bir redüksiyon sağlanarak erken mobilizasyona olanak tanınması tedavinin temel hedeflerindendir. Tedavi yaklaşımı; kırığın morfolojisi ve eklem içi uzanımı başta olmak üzere, hastanın yaşı ve fonksiyonel beklentileri, dominant ekstremitesi, kemik kalitesi, eşlik eden komorbiditeleri ve yumuşak doku yaralanmaları ile cerrahın deneyimi doğrultusunda belirlenmelidir. Uygun tedavi yönteminin seçilmemesi durumunda, kronik el bileği ağrısı, hareket kısıtlılığı ve buna bağlı el bileğinde belirgin fonksiyonel kayıp gelişebilmektedir. Tedavi seçenekleri konservatif ve cerrahi olmak üzere iki ana grupta incelenir. Uygun endikasyonlar doğrultusunda uygulandığında, her iki tedavi yaklaşımı da yüksek başarı oranları sunmaktadır.

Konservatif Tedavi

Ekstraartiküler kırıklarda, nondeplase ve stabil kırık paternlerinde, deplase kırık paternine sahip olup kapalı redüksiyon sonrası anatomik dizilimi kabul edilebilir sınırlar içerisinde kalan olgularda konservatif tedavi tercih edilmektedir. Konservatif tedavi için kabul edilebilir radyolojik kriterler arasında dorsal tilt açısının 10°'nin altında olması, radial kısalmanın 3 mm'den az olması ve eklem içi basamaklanmanın 2 mm'yi geçmemesi yer almaktadır (Mittal & ark., 2020:41, de Bruijn & ark., 2023). Ayrıca ileri yaşta olan, cerrahi riski artıran komorbid hastalıkları bulunan ve düşük fonksiyonel beklentisi olan hastaların stabil olmayan kırıklarında da konservatif tedavi uygun bir seçenek olarak değerlendirilmektedir.

Deplase kırıklarda manipülasyonla kırık redüksiyonu sağlandıktan sonra, nondeplase kırıklarda ise ek bir manipülasyona gerek duyulmadan kırık stabilizasyonu yapılır. Stabilizasyon alçı veya atelle sağlanır. Redüksiyon pozisyonunun ve radial yüksekliğin korunması amacıyla el bileği hafif fleksiyon ve ulnar deviasyonda sabitlenebilir; ancak aşırı fleksiyon ve ulnar deviasyonun median sinir basısına yol açabileceği göz önünde bulundurularak bu pozisyon (Cotton-Loder pozisyonu) kaçınılmalıdır. Nondeplase kırıklarda tercihen atel veya splint uygulaması yeterli olurken, deplase kırıklarda metakarpofalangeal eklem hareketlerine izin verecek şekilde iyi şekillendirilmiş dirsek altı veya dirsek üstü alçılar kullanılabilir. Yapılan çalışmalarda, dirsek üstü veya dirsek altı alçı kullanımının fonksiyonel ve radyolojik sonuçlar açısından anlamlı bir fark oluşturmadığı gösterilmiştir (Raj, Barik & Richa., 2022:204).

İmmobilizasyon süresi konusunda kesin bir görüş birliği bulunmamakla birlikte, genellikle 4–6 hafta arasında uygulanmaktadır. Erken fonksiyonel iyileşmeyi desteklemek amacıyla, uygun olgularda 4. haftadan sonra immobilizasyonun sonlandırılması ve egzersiz programına başlanması önerilmektedir.

Uzamış immobilizasyonun kas gücü kaybına ve fonksiyonel sonuçlarda olumsuz etkilere yol açabileceği bildirilmiştir (de Bruijn & ark., 2023). Konservatif tedavi, sekonder redüksiyon kaybı riski taşımaya rağmen, uygun hasta seçimi ile bu yöntemle tatmin edici klinik ve fonksiyonel sonuçlar elde edilebilmektedir (Goehre & ark., 2014:249).

Cerrahi Tedavi

Cerrahi tedavi instabil kırıklarda, kapalı redüksiyon ile kabul edilebilir radyolojik kriterlerin sağlanamadığı veya eklem içi uyumun bozulduğu olgularda tercih edilmektedir. Cerrahinin temel amaçları; eklem yüzeyinin anatomik restorasyonunun sağlanması, radial uzunluğun korunması, açılanmanın düzeltilmesi ve stabil bir fiksasyon elde edilerek erken mobilizasyona olanak tanınmasıdır. Cerrahi tedavi endikasyonları arasında dorsal tilt açısının 10°'nin üzerinde olması, radial kısılmanın 3 mm'den fazla olması, eklem içi basamaklanmanın 2 mm'yi aşması, açık kırıklar, eşlik eden nörovasküler yaralanmalar veya DRUE hasarı bulunan kırıklar ile volar ve dorsal makaslama kırıkları (volar ve dorsal Barton kırıkları) yer almaktadır.

Distal radius kırıklarının tedavisinde tüm kırık tipleri için geçerli tek bir cerrahi yaklaşım veya fiksasyon yöntemi bulunmamaktadır. Bu nedenle cerrahın farklı cerrahi tekniklere aşina olması ve kırık morfolojisi ile hastaya ait faktörleri göz önünde bulundurarak en uygun fiksasyon yöntemini seçmesi gerekmektedir (Kaya & ark., 2022:e28072). Mevcut cerrahi seçenekler arasında, fonksiyonel sonuçlar açısından mutlak üstünlüğü kanıtlanmış tek bir yöntemin varlığına dair yeterli kanıt bulunmamaktadır (Diaz-Garcia & ark., 2011:824, Margaliot & ark., 2005:1185).

Kapalı Redüksiyon Perkütan Pinleme

Kapalı redüksiyon sonrası perkütan pinleme, özellikle metafizer instabilitesi bulunan veya basit eklem içi uzanımı olan

distal radius kırıklarında tercih edilen cerrahi yöntemlerden biridir (Perez, 2017:2927). Bu teknik, radial stiloid kırıkları başta olmak üzere seçilmiş kırık paternlerinde yaygın olarak uygulanmaktadır. Minimal invaziv bir girişim olması, yumuşak doku morbiditesinin düşük olması ve kısa sürede uygulanabilmesi yöntemin başlıca avantajları arasında yer almaktadır. Bununla birlikte pin dibi enfeksiyonu, sınırlı biyomekanik stabilite ve sekonder redüksiyon kaybı riski yöntemin önemli dezavantajlarından. Uygulama sırasında, radial sinirin yüzeysel duyu dalı ile ekstansör tendonların anatomik seyri dikkate alınmalı ve iatrojenik yaralanmalardan kaçınılmalıdır.

İntrafokal Kapandji tekniğinde, Kirschner (K) telleri kırık hattına intrafokal olarak yerleştirilir ve kaldıraç prensibi kullanılarak kırık fragmanlar anatomik pozisyona getirildikten sonra stabilizasyon sağlanır. Genellikle iki adet K teli kullanımı önerilmekle birlikte, stabiliteyi artırmak amacıyla bazı cerrahlar üç veya daha fazla tel kullanımını tercih edebilmektedir (Evans, Harper & Rosental, 2020:1561). Pinleme sırasında K tellerinin kırık hattını geçerek karşı korteksi penetre etmesi önerilmektedir. İşlem sonrasında splint veya atel uygulaması ile ek immobilizasyon sağlanması önerilmektedir (Perez, 2017:2927).

Eksternal Fiksator

Eksternal fiksator uygulaması; yüksek enerjili ezilme yaralanmaları, ciddi yumuşak doku hasarının eşlik ettiği olgular, açık kırıklar, politravmalı hastalar ve parçalı intraartiküler distal radius kırıklarında tercih edilen bir tedavi seçeneğidir. Ligamentotaksis prensibi ile kırık fragmanlarının indirekt redüksiyonuna olanak tanınır. Eksternal fiksasyon yöntemi özellikle radial uzunluğun korunması açısından etkili bir tedavi seçeneği olarak kabul edilmektedir. Ancak tek başına kullanımı zamanla redüksiyon kaybına bağlı radial kısalma ile sonuçlanabileceğinden,

sıklıkla K telleri ile ek fiksasyon önerilmektedir (Perez, 2017:2927). Ameliyat süresinin kısa olması, intraoperatif kan kaybının az olması ve implant çıkarımı için ikinci bir cerrahi gerektirmemesi bu yöntemin avantajlarındanır.

Volar Plaklama

Volar yaklaşımla uygulanan kilitli plak osteosentezi, günümüzde distal radius kırıklarının cerrahi tedavisinde en yaygın kullanılan yöntemlerden biridir. Bu yöntem; instabil ekstraartiküler Colles kırıklarında, parçalı eklem içi kırıklarda, kapalı redüksiyon ile yeterli anatomik dizilimin sağlanamadığı veya redüksiyonun korunamadığı instabil kırıklarda, lunat faseti içeren kompleks intraartiküler kırıklarda ve el bileği fonksiyonlarını erken dönemde geri kazanmak isteyen hastalarda (örneğin işçiler, sporcular, cerrahlar) sıklıkla tercih edilmektedir.

Volar plaklama ile eklem yüzeyinin doğrudan görülerek anatomik restorasyonunun sağlanabilmesi ve kilitli vida-plak sistemleri sayesinde osteoporotik kemikte dahi yüksek stabilite elde edilebilmesi yöntemin önemli avantajlarındanır. Plak tasarımlarındaki ve cerrahi tekniklerdeki gelişmeler, çok parçalı kırıklarda dahi stabil internal fiksasyonun mümkün olmasını sağlamış; bu durum postoperatif rehabilitasyon sürecine erken geçişe olanak tanımıştır (Raudasoja & ark., 2022:2851). Diğer cerrahi tedavi yöntemleriyle karşılaştırıldığında, erken mobilizasyona izin vermesi ve hasta tarafından bildirilen fonksiyonel sonuçların daha iyi olması, volar plaklamanın klinik pratikte yaygın olarak tercih edilmesinin başlıca nedenleri arasında yer almaktadır (Raudasoja & ark., 2020:1054e).

Volar plaklamada en sık kullanılan yaklaşım modifiye Henry yaklaşımı olup, fleksör karpi radialis (FCR) tendonu ile radial arter arasındaki interval tercih edilmektedir. Bu yaklaşım distal radiusun radial tarafına erişimi kolaylaştırmakla birlikte, ulnar taraf erişimini

görece sınırlı kılmaktadır (Evans, Harper & Rosental, 2020:1561). Ulnar tarafı içeren kırıklar bu yaklaşımla tedavi edilebilse de, ulnar fragmanların yeterli redüksiyonunun sağlandığından ve fiksasyon ile güvenli şekilde kontrol altına alındığından emin olmak için plak ve vida yerleşimine özen gösterilmelidir. Ayrıca volar lunat faset kırıklarının doğru şekilde tanımlanması ve fiksasyona dahil edilmesi, postoperatif dönemde fiksasyon kaybının önlenmesi açısından kritik öneme sahiptir (Harness & ark., 2004:1900). Bununla birlikte, plağın watershed çizgisinin distaline yerleştirilmesi fleksör tendon irritasyonu veya rüptürü riskini artırabileceğinden, plak pozisyonu titizlikle planlanmalıdır. Distal fragmanda yeterli kemik stoğunun bulunmadığı olgularda volar plaklama ile stabil fiksasyon sağlanamayabileceği için alternatif tedavi yöntemleri değerlendirilmelidir (Evans, Harper & Rosental, 2020:1561).

Dorsal Plaklama

Dorsal plaklama, özellikle kompleks dorsal parçalanmanın eşlik ettiği distal radius kırıklarında, deplase dorsal lunat faset kırıklarında ve volar yaklaşımla yeterli redüksiyonun sağlanamadığı dorsal rim kırıklarında tercih edilen seçilmiş bir cerrahi yöntemdir. Bu yaklaşım sayesinde dorsal fragmanlar doğrudan görülerek anatomik redüksiyonun sağlanması mümkün olmaktadır. Cerrahi girişim genellikle distal radius seviyesinde üçüncü ve dördüncü ekstansör kompartmanlar arasındaki interval kullanılarak gerçekleştirilir.

Dorsal bölgede yumuşak doku örtüsünün sınırlı olması, ekstansör tendonlarda irritasyon, tenosinovit ve tendon rüptürü gibi komplikasyonların görülme riskini artırmakta; buna bağlı olarak implant çıkarma oranlarının volar yaklaşıma kıyasla daha yüksek olduğu bildirilmektedir. Bu nedenlerle dorsal plaklama, günümüzde daha dar ve seçilmiş endikasyonlarla uygulanmaktadır. Ayrıca distal

radius kırık fragmanlarının kanlanması büyük ölçüde dorsal vasküler yapılar aracılığıyla sağlandığı dikkate alındığında, dorsal plaklama sırasında fragman perfüzyonunun bozulma riski söz konusu olabilmektedir. Buna karşılık, volar yaklaşımın bu vasküler yapıları daha iyi koruduğu ve bu açıdan biyolojik üstünlük sağladığı bildirilmiştir (Freeland & Lubert, 2005:329, Orbay, 2005:347).

Fragmana Özgü Fiksasyon

Fragmana özgü fiksasyon, standart plak fiksasyon yöntemlerinin yetersiz kaldığı, kapalı redüksiyonun mümkün olmadığı, ileri derecede parçalı veya atipik kırık paternlerine sahip distal radius kırıklarında uygulanabilen özellikli bir cerrahi yaklaşımdır (Evans, Harper & Rosental, 2020:1561). Özellikle çok parçalı intraartiküler kırıklarda, dorsal ve volar lunat fasetin ayrı ayrı etkilendiği olgularda ve tek bir volar plak ile yeterli stabilitenin sağlanamadığı kırıklarda tercih edilmektedir. Bu teknik, distal radius kırığını oluşturan her bir majör fragmanın kendi biyomekanik özellikleri doğrultusunda, hedefe yönelik ve ayrı ayrı stabilize edilmesi prensibine dayanır. Bu bağlamda, tek bir büyük plak ile tüm fragmanların kontrol altına alınmasından ziyade; çoklu mini plaklar, K teli-vida kombinasyonları, radial buttress plaklar, volar rim plaklar, mini T plaklar ve vida sistemleri gibi farklı implantların kırık biyomekaniğine uygun şekilde birlikte kullanılması amaçlanmaktadır.

Fragmana özgü fiksasyon uygulamalarında çoğu zaman tek bir cerrahi yaklaşım yeterli olmayabileceğinden, volar+dorsal veya volar+radial gibi kombine yaklaşımlar sıklıkla tercih edilmektedir. Bu süreçte yumuşak dokuya saygılı cerrahi prensiplerin benimsenmesi ve ekstansör tendon bütünlüğünün korunması kritik önem taşır. Bu yöntem ile anatomik eklem yüzeyi restorasyonu, her fragmanın doğrudan ve yeterli stabilizasyonu ve kompleks kırıklarda üstün biyomekanik stabilite sağlanabilmektedir. Bununla birlikte,

cerrahi sürenin uzaması, daha fazla insizyon gereksinimi ve yüksek cerrahi deneyim gerektirmesi yöntemin başlıca dezavantajları arasında yer almaktadır. Ayrıca implantların anatomik olarak yüzeysel bölgelerde konumlanması, implant irritasyonuna bağlı olarak diğer fiksasyon yöntemlerine kıyasla daha yüksek oranlarda implant çıkarılmasına yol açabilmektedir (Evans, Harper & Rosental, 2020:1561).

Şekil 4 Volar Plaklama, Dorsal Plaklama, Fragmana Özgü Fiksasyon Örnekleri



Kaynak: Evans, Harper & Rosental, 2020:1561, Spiteri & ark., 2018:221, Saw & ark., 2008:53

Artroskopi Yardımlı Cerrahi

Artroskopi destekli cerrahi tedavi başta deplase, çok fragmanlı veya eklem içi basamaklanmanın 1 mm'nin üzerinde olduğu intraartiküler distal radius kırıkları olmak üzere seçilmiş olgularda uygulanmaktadır. Radyografik değerlendirmede DRUE

subluksasyonu, interkarpal eklem diastazı, sigmoid çentik kırığı saptanması veya TFCC avülsiyonunu düşündüren klinik bulguların varlığı durumunda da artroskopi yardımlı yaklaşım önerilmektedir (Geissler, 2007:151, Del Pinal, Lucetti & Mathoulin, 2010).

Eklem yüzeyini içeren parçalı distal radius kırıklarına sıklıkla karpal ligament yaralanmaları ve kondral hasar eşlik etmekte olup, bu eşlik eden patolojilerin tanısı çoğu zaman konvansiyonel görüntüleme yöntemleri ile gözden kaçabilmektedir. Bu lezyonların en güvenilir şekilde tanımlanması artroskopi ile mümkün olmaktadır. Nitekim artroskopik değerlendirme yapılan distal radius kırıklı hastaların %85–90’ında değişen derecelerde ligamentöz yaralanmalar saptandığı bildirilmiştir (Xie & ark., 2011:94, Xie & ark., 2011:328). Artroskopi, yalnızca tanısal bir yöntem olmanın ötesinde, aynı zamanda terapötik bir araç olarak da kullanılabilir. Artroskopi eşliğinde kırık redüksiyonunun sağlanmasının ardından eksternal fiksatör, K telleri veya plak osteosentezi ile kırık stabilizasyonu gerçekleştirilebilmektedir.

Rehabilitasyon

Distal radius kırıklarında rehabilitasyonun başarısı; stabil bir fiksasyonun sağlanması, erken ve kontrollü mobilizasyonun başlatılması ve tendon ile eklem komplikasyonlarını önlemeye yönelik yapılandırılmış bir rehabilitasyon programının uygulanmasına dayanır. Rehabilitasyonun temel amaçları; eklem hareket açıklığının korunması, eklem sertliği ve tendon yapışıklıklarının önlenmesi ve fonksiyonel iyileşmenin desteklenmesidir.

Akut dönemde kapiller geçirgenliğin artmasına bağlı olarak tendonlarda ödem gelişmekte ve eklem kapsülü sertleşmeye yatkın hale gelmektedir. Bu dönemde rehabilitasyonun öncelikli hedefleri ödem kontrolünün sağlanması ve parmak fonksiyonlarının korunmasıdır. Bu amaçla elevasyon, soğuk uygulama, parmaklar

için aktif fleksiyon–ekstansiyon egzersizleri, tendon kaydırma egzersizleri ve başparmak oppozisyonu önerilir. Bu dönemde kırık stabilitesi ve yumuşak doku iyileşmesi göz önünde bulundurularak, aktif el bileği hareketleri ve pasif germe egzersizlerinden kaçınılmalıdır. Erken subakut dönemde (2-4. hafta) rehabilitasyonun hedefleri; el bileği hareket açıklığının kontrollü biçimde başlatılması, tendon yapışıklıklarının önlenmesi ve kas inhibisyonunun azaltılmasıdır. Cerrahi tedavi uygulanan hastalarda splint veya atelin çıkarılmasını takiben, hastanın ağrı toleransı dikkate alınarak aktif-yardımlı fleksiyon, ekstansiyon, pronasyon ve supinasyon egzersizlerine başlanması önerilmektedir. Dorsal plaklama uygulanmış olgularda, ekstansiyon hareketlerinin aşırı zorlanmamasına özellikle dikkat edilmelidir. Dördüncü ile altıncı haftalar arasında, eklem hareket açıklığının artırılması ve günlük yaşam aktivitelerine kademeli dönüş hedeflenir. Kallus dokusunun organize olmasıyla birlikte mekanik yük toleransı artmaktadır. Bu dönemde radyografik kaynama bulguları doğrultusunda aktif tam eklem hareketleri (fleksiyon, ekstansiyon, radial ve ulnar deviasyon), hafif dirençli egzersizler ve kavrama–güçlendirme egzersizleri (örneğin sünger veya terapötik hamur kullanımı) başlatılabilir. 6-8. haftalarda rehabilitasyonun temel amacı; kas gücünün, dayanıklılığın ve propriyoseptif kontrolün yeniden kazanılması ile fonksiyonel kullanımın artırılmasıdır. El bileği için düşük ağırlıklarla (0,5–1 kg) fleksiyon–ekstansiyon egzersizleri ve fonksiyonel kavrama aktiviteleri önerilmektedir. Radyografik olarak tam kaynama bulgularının elde edilmesini takiben ileri rehabilitasyon evresine (8-12. hafta) geçilir. Bu dönemde progresif yük bindirme, propriyoseptif egzersizler ve mesleğe veya spora özgü rehabilitasyon programları uygulanarak işe ve spora tam dönüş hedeflenir.

Konservatif tedavi uygulanan hastalarda rehabilitasyon süreci immobilizasyon döneminde başlatılmaktadır. Bu süreçte

metakarpofalangeal eklemler ve parmaklar için aktif fleksiyon–ekstansiyon egzersizleri, tendon kaydırma egzersizleri ve başparmak oppozisyonu önerilmektedir. Elevasyon ise ödem kontrolü açısından kritik öneme sahiptir. Radyografik kaynama bulgularının görülmesini takiben (ortalama 4–6. haftalar), alçı çıkarılarak hastanın ağrı toleransı doğrultusunda aktif-yardımlı fleksiyon, ekstansiyon, pronasyon ve supinasyon egzersizlerine başlanmalıdır. Ortalama 8–10. haftalar arasında kallus dokusunun yeterli sertliğe ulaşmasıyla birlikte aktif tam eklem hareketleri, hafif dirençli egzersizler ve kavrama–güçlendirme çalışmaları önerilmektedir. Genellikle 10–12. haftalar arasında progresif kuvvetlendirme egzersizleri ile tam fonksiyonel kazanım sağlanmakta ve hastaların işe ve spora dönüşü mümkün olmaktadır.

Uzun süreli immobilizasyon; eklem sertliği, tendon yapışıklıkları ve kompleks bölgesel ağrı sendromu gelişimi açısından önemli riskler taşımaktadır. Erken ve kontrollü egzersiz programlarının, kırık iyileşmesini ve cerrahi sonrası fonksiyonel toparlanmayı destekleyerek komplikasyon insidansını azalttığı ve eklem fonksiyonlarını belirgin biçimde iyileştirdiği gösterilmiştir (Zhang & ark., 2018:30). Tedavi yönteminden bağımsız olarak, hastaların büyük çoğunluğunun 3–6 ay içerisinde optimal fonksiyon, kas gücü ve eklem hareket açıklığına ulaştığı bildirilmiştir (Maclyntyre & Dewan, 2016:136).

Komplikasyonlar

Distal radius kırıkları, uygun tedavi yaklaşımına rağmen kısa ve uzun dönemde çeşitli komplikasyonlarla seyredebilir. Komplikasyon gelişimi; kırığın tipi, uygulanan tedavi yöntemi, redüksiyonun kalitesi, eşlik eden yumuşak doku hasarının derecesi ve rehabilitasyon süreci ile yakından ilişkilidir.

Enfeksiyon: Enfeksiyon riski; özellikle açık kırıklarda, diyabet tanısı bulunan hastalarda, sigara kullanan bireylerde ve

uzamış cerrahi sürelerde artmaktadır. Yüzeyel enfeksiyonlar çoğunlukla lokal yara bakımı ve uygun antibiyotik tedavisi ile kontrol altına alınabilirken, derin enfeksiyon varlığında implant çıkarımı, cerrahi debridman ve uzun süreli intravenöz antibiyotik tedavisi gerekebilmektedir.

Nörolojik komplikasyonlar: Median sinir kompresyonu, distal radius kırıkları sonrası en sık karşılaşılan nörolojik komplikasyondur. Akut dönemde genellikle ödem ve hematoma bağlı olarak gelişir. Alçı uygulaması sırasında aşırı el bileği fleksiyonu ($>20^\circ$) ve ulnar deviasyondan (Cotton–Loder pozisyonu) kaçınılması önerilir. Klinik olarak parestezi, uyuşma ve özellikle birinci, ikinci ve üçüncü parmaklarda duyu kaybı izlenir. Hafif olgularda elevasyon ve yakın izlem yeterli olabilirken, semptomların ilerlemesi durumunda acil karpal tünel dekompresyonu endikedir. Erken dönemde yapılan dekompresyonun prognozu genellikle iyidir; ancak gecikmiş girişimlerde semptomların düzelmesi uzun sürebilir veya kalıcı nörolojik defisit gelişebilir (Güdemmez, Uludağ & Ataker, 2014:177). Geç dönemde ortaya çıkan median sinir nöropatisi ise sıklıkla malunion, rezidüel palmar deplasman veya aşırı kallus formasyonu ile ilişkilidir. Buna ek olarak, radial sinirin yüzeyel dalı (özellikle kapalı redüksiyon sonrası perkütan pinleme ve eksternal fiksasyon uygulamalarında) ve nadiren ulnar sinir (özellikle DRUE hasarı varlığında) etkilenebilir; bu nöropatilerin büyük çoğunluğu geçici niteliktedir.

Kompartman sendromu: Kompartman sendromu nadir görülmekle birlikte, özellikle yüksek enerjili travmalar sonrasında ortaya çıktığında ciddi ve kalıcı sonuçlara yol açabilmektedir. Travmayı takiben yumuşak dokuda gelişen ödem genellikle ilk 48 saat içerisinde gerileme eğilimindedir. Bu nedenle ilk 2–3 gün hastaların yakın takibi büyük önem taşımaktadır. Kompartman sendromunda en karakteristik klinik bulgu, parmakların pasif ekstansiyonu ile ortaya çıkan şiddetli ağrıdır. Solukluk, nabızsızlık

ve parestezi genellikle geç dönem bulgularıdır. Kompartman sendromundan şüphelenilen tüm olgularda alçı, atel ve sargılar derhal gevşetilmeli veya tamamen çıkarılmalı, ekstremit eleyasyonu sağlanmalı ve gerekli durumlarda acil fasyotomi planlanmalıdır.

Tendon irritasyonu ve yaralanmaları: Volar plakların watershed çizgisinin distaline yerleştirilmesi, fleksör tendonlarda irritasyona yol açabilir. Fleksör pollicis longus (FPL) rüptürü, volar plaklamaya özgü bir komplikasyon olup, hastaların yaklaşık %12'sinde görülebilmektedir (Perez, 2017:2927).

Ekstansör pollicis longus (EPL) rüptürü ise sıklıkla dorsal korteksin vasküler hasarı veya volar plaklama sırasında dorsal korteksi penetre eden uzun vidalar ile ilişkilidir. Vidaların dorsal kortekse penetrasyonunun değerlendirilmesi amacıyla dorsal tanjansiyel grafler önerilmektedir. Ayrıca nondeplase distal radius kırıkları, spontan EPL rüptürü açısından risk oluşturabilmektedir. Klinik olarak başparmak ekstansiyonunda ani kayıp tipik bulgudur.

Kompleks bölgesel ağrı sendromu: KBAS, distal radius kırıkları sonrasında görülebilen en ciddi fonksiyonel komplikasyonlardan biridir ve özellikle yaşlı hastalarda daha sık izlenmektedir (Perez, 2017:2927). Klinik bulgular arasında şiddetli ağrı, ödem, cilt ısısı ve rengine değişiklik, hiperhidroz ve belirgin hareket kısıtlılığı yer almaktadır. Kadın cinsiyet, uzun süreli immobilizasyon ve yetersiz ağrı kontrolü başlıca risk faktörleri olarak tanımlanmıştır. KBAS gelişiminin önlenmesi için erken mobilizasyon, multidisipliner yaklaşım, etkin fizik tedavi programları ve uygun ağrı yönetimi önerilmektedir.

Malunion: Malunion, distal radius kırıklarının en sık görülen geç dönem komplikasyonudur ve insidansı yaklaşık %17 olup, konservatif tedavi sonrası daha sık izlenmektedir (Perez, 2017:2927). Dorsal açılanma, radial kısalık, DRUE uyumsuzluğu,

volar tilt ve radial inklinasyon kaybı, kavrama gücünde azalma ve el bileği ağrısı ile kendini gösterebilir. Genç ve aktif hastalarda, belirgin fonksiyonel kısıtlılık varlığında düzeltici osteotomiler gerekebilir. Buna karşın, düşük fonksiyonel beklentisi olan ve belirgin şikâyeti bulunmayan hastalarda mutlak cerrahi endikasyon bulunmamaktadır (Güdemaz, Uludağ & Ataker, 2014:177).

Nonunion: Genellikle açık kırık, çok parçalı kırık, yüksek enerjili travma, yumuşak doku interpozisyonu, patolojik durumlar, eksternal fiksator ile aşırı distraksiyon, cerrahi sırasında yetersiz fiksasyon ve enfeksiyon varlığında görülür. İnsidansı yaklaşık %1 olup, cerrahi tedavi sonrası daha yüksek oranlarda bildirilmiştir (Perez, 2017:2927). Periferik vasküler hastalık, diyabet, hipotiroidi ve sigara kullanımı nonunion gelişimi açısından önemli risk faktörleridir. Klinik olarak mobilizasyon sonrası devam eden veya giderek artan ağrı en önemli uyarıcı bulgudur. Radyografik değerlendirmede kaynama açısından şüphe varlığında BT ile ileri inceleme önerilmektedir. Tedavisi cerrahi olup greftleme ve stabil fiksasyon gerektirir.

Posttravmatik artroz: Sıklıkla eklem içi distal radius kırıklarının takiben gelişmekte olup, özellikle genç ve aktif hastalarda önemli bir sorun teşkil eder. Başlıca risk faktörleri; eklem içi basamaklanma >2 mm, eşlik eden kondral hasar ve yetersiz eklem restorasyonudur. Klinik semptomların şiddeti, radyolojik artroz bulguları ile her zaman paralellik göstermeyebilir. Tedavide öncelikle konservatif yöntemler (analjezikler, aktivite modifikasyonu, atelleme) tercih edilmekte; bu yöntemlerin yetersiz kaldığı olgularda el bileği artrodezi veya artroplasti gibi cerrahi seçenekler gündeme gelmektedir.

Ulnar taraflı el bilek ağrısı: Distal radius kırıkları sonrasında DRUE problemleri ve ulnar taraflı el bilek ağrısı sık görülmekte olup, el bileği fonksiyonlarını ciddi şekilde etkileyebilmektedir. Bu durum çoğunlukla TFCC yaralanmaları ve

DRUE instabilitesi ile ilişkilidir (Haugstvedt, Berger & Nakamura, 2006:445). TFCC yaralanmaları klinikte sıklıkla gözden kaçabilmekte ve zamanla kronik instabilite, pronasyon–supinasyon kısıtlılığı ve persistan ulnar taraflı el bilek ağrısı ile kendini gösterebilmektedir.

Posttravmatik artroz: Günlük yaşam aktivitelerinin sağlıklı şekilde sürdürülebilmesi için el bileğinde yaklaşık 5–40° fleksiyon, 30–40° ekstansiyon ve ön kol için en az 50° pronasyon ve supinasyon gerekmektedir (Güdemez, Uludağ & Ataker, 2014:177). Kırık sonrası distal radiusun anatomik ve biyomekanik özelliklerinin bozulması, eklem sertliğinin başlıca nedenlerindendir. Dorsal açılma, eklem yüzeyindeki düzensizlikler, radial kısalık ve kapsül veya yumuşak doku kontraktürleri biyomekanik dengenin bozulmasına yol açarak fonksiyonel sonuçları olumsuz etkilemektedir. Bu hastalarda rehabilitasyon sürecinde eklem hareket açıklığını artırmaya yönelik egzersizlerin el bileği çevresindeki kas dengesi gözetilerek ve ağrı sınırları içerisinde planlanması büyük önem taşır.

İmplantla ilişkili komplikasyonlar: İmplantla ilişkili komplikasyonlar arasında vidaların eklem içine penetrasyonu, plak irritasyonu, implant gevşemesi veya implant kırılması yer almaktadır. Bu tür durumlarda implant revizyonu veya implantın çıkarılması gerekebilir.

Kaynakça

- Azad A, K. H. (2019). Epidemiological and Treatment Trends of Distal Radius Fractures across Multiple Age Groups. *Journal of Wrist Surgery*, 305-311.
- Chen YR, X. R. (2015). In vivo changes in the lengths of carpal ligaments after mild dorsal angulation of distal radius fractures. *Journal of Hand Surgery European Volume*, 494-501.
- Chinta SR, C. M. (2024). Epidemiology of distal radius fractures: Elucidating mechanisms, comorbidities, and fracture classification using the national trauma data bank. *Injury*, 111217.
- Chung KC, K. H. (2020). The wrist and radius injury surgical trial: 12-month outcomes from a multicenter international randomized clinical trial. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 1054e-1066e.
- de Bruijn MAN, v. G. (2023). The past, present and future of the conservative treatment of distal radius fractures . *Injury*, 110930.
- Del Pinal F, L. R. (2010). *Arthroscopic management of distal radius fractures*. Berlin: Springer.
- Diaz-Garcia RJ, O. T. (2011). A systematic review of outcomes and complications of treating unstable distal radius fractures in the elderly. *Journal of Hand Surgery American Volume*, 824-835.
- Drummond I, D.-H. M. (2024). Systematic review : dorsal bridge plating in distal radius fractures. *Musculoskeletal Surgery*, 359-366.

- EA, P. (2017). FRACTURES OF THE SHOULDER, ARM, AND FOREARM. A. F. Canale ST içinde, *Campbell's Operative Orthopaedics 13th ed.* (s. 2927-3004). Philadelphia: Elsevier.
- Erdem TE, Ç. T. (2025). Upper Extremity Fractures and Treatment. İ. B içinde, *Upper Extremity Reconstruction: From Simple to Complex*. Cham: Springer.
- Evans BT, H. C. (2020). Fractures of the Distal Radius and Ulna. R. W. Tornetta III P içinde, *Rockwood and Green's fractures in adults* (s. 1561-1590). Philadelphia: Wolter Kluwer.
- Goehre F, O. W. (2014). Comparison of palmar fixed-angle plate fixation with K-wire fixation of distal radius fractures (AO A2, A3, C1) in elderly patients. *Journal of Hand Surgery*, 249-257.
- Güdemez E, U. S. (2014). Distal radius kırıklarına genel bakış ve konservatif tedavisi. *TOTBİD Dergisi*, 177-193.
- Harness NG, J. J. (2004). Loss of fixation of the volar lunate facet fragment in fractures of the distal part of the radius . *The Journal of Bone and Joint Surgery American Volume*, 1900-1908.
- Haugstvedt JR, B. R. (2006). Relative contributions of the ulnar attachments of the triangular fibrocartilage complex to the dynamic stability of the distal radioulnar joint. *Journal of Hand Surgery American Volume* , 445-451.
- J, O. (2005). Volar plate fixation of distal radius fractures . *Hand Clinics* , 347-354.
- Jr JAP, M. E. (2014). Fracture of the distal radius: epidemiology and premanagement radiographic characterization. *American Journal of Roentgenology*, 551-9.

- Kaya O, G. D. (2022). Clinical Results of Distal Radius Intraarticular Communitied Fractures in the Elderly: A Retrospective Comparative Analysis of Different Fixation Methods . *Cureus*, e28077.
- Kazemian GH, B. H. (2011). DRUJ instability after distal radius fracture: a comparison between cases with and without ulnar styloid fractures. *International Journal of Surgery*, 648-51.
- KT, F. A. (2005). Biomechanics and Biology of plate fixation of distal radius fractures. *Hand Clinics*, 329-339.
- MacIntyre NJ, D. N. (2016). Epidemiology of distal radius frctures and factors predicting risk and prognosis. *Journal of Hand Therapy*, 136-45.
- Margaliot Z, H. S. (2005). A meta-analysis of outcomes of external fixation versus plate osteosynthesis for unstable distal radius fractures. *Journal of Hand Surgery American Volume*, 1185-1199.
- Mittal S, A. A. (2020). Distal Radial Fractures: Conservative Treatment . *Journal of Orthopaedic Diseases and Traumatology*, 41-44.
- Nesbit KS, F. J. (2004). Assessment of instability factors in adult distal radius fractures. *Journal of Hand Surgery American Volume* , 1128-38.
- Nishiwaki M, W. M. (2014). Distal radioulna joint kinematics in simulated dorsally angulated distal radius fractures. *Journal of Hand Surgery American Volume*, 656-663.
- Pruitt DL, G. L. (1994). Computed tomography scanning with image reconstruction in evaluation of distal radius fractures. *Journal of Hand Surgery American Volume*, 720-727.

- Raj V, B. S. (2022). Comparison of above elbow and below elbow immobilisation for conservative treatment of distal end radius fracture in adults. *Chinese Journal of Traumatology*, 204-210.
- Raudasoja L, A. S. (2022). Epidemiology and Treatment of Distal Radius Fractures in Finland-A Nationwide Register Study. *Journal of Clinical Medicine*, 2851.
- Rozental TD, B. D. (2001). Evaluation of the sigmoid notch with computed tomography following intra-articular distal radius fracture. *Journal of Hand Surgery American Volume*, 244-251.
- Saito T, N. T. (2013). The effects of dorsally angulated distal radius fractures on radioulnar joint stability: a biomechanical study. *Journal of Hand Surgery European Volume*, 739-745.
- Saw N, R. C. (2008). Early experience with the TriMed fragment-specific fracture fixation system in intraarticular distal radius fractures. *Journal of Hand Surgery European Volume*, 53-8.
- Shauver MJ, Y. H. (2011). Current and future national costs to Medicare for the treatment of distal radius fracture in the elderly. *Journal of Hand Surgery American Volume*, 1282-1287.
- Spiteri M, N. W. (2018). Three Year Review of Dorsal Plating for Complex Intra-articular Fractures of the Distal Radius. *The Journal of Hand Surgery Asian-Pacific Volume*, 221-226.
- Stirling ERB, J. N. (2018). Epidemiology of Distal Radius Fractures in Geographically Defined Adult Population. *Journal of Hand Surgery*, 974-982.

- Stoffelen D, S. L. (1998). The importance of the distal radioulnar joint in distal radial fractures. *Journal of Hand Surgery British Volume*, 507-11.
- Taleisnik J, W. H. (1984). Midcarpal instability caused by malunited fractures of the distal radius . *Journal of Hand Surgery American Volume*, 350-7.
- WB, G. (2007). The role of wrist arthroscopy in intraarticular distal radius fracture management . N. D. Slutsky DJ içinde, *Techniques in wrist and hand arthroscopy* (s. 151-70). Philadelphia : Churcill Livingstone.
- Xie RG, T. J. (2011). Arthroscopic findings of the ligamentous injuries associated with distal radius fracture. *Chineese Journal of Hand Surgery* , 94-6.
- Xie RG, T. J. (2011). Arthroscopy in treatment of carpal injuries. *Chineese Journal of Orthopaedic Trauma*, 328-31.
- Zhang P, J. B. (2018). Effects of surgical and nonoperative treatment on wrist function of patients with distal radius fracture. *Chineese Journal of Traumatology*, 30-33.

BÖLÜM 3

KALKANEAL KONJESTİF SENDROM: NADİR GÖRÜLEN BİR TOPUK AĞRISI NEDENİ VE TEDAVİ YAKLAŞIMI

1. OĞULCAN ÖZKAN¹

2. TAYFUN AMAN²

3. TUHAN KURTULMUŞ³

4. OSMAN YÜKSEL YAVUZ⁴

Giriş

Kalkaneal Konjestif Sendrom, kalkaneusta gelişen ve genellikle **persistan kemik iliği ödemi** ile seyreden nadir bir klinik tablodur. Yeni tanımlanan bir entite olması nedeniyle literatürde sınırlı sayıda olgu bildirilmiştir. Klinik olarak topuk bölgesinde şiddetli ağrı, lokal sıcaklık artışı, kızarıklık ve şişlik ile ortaya çıkar. Bu bulgular çoğu zaman **Aşil tendiniti, plantar fasiit, epin kalkanei, tarsal tünel**

¹ Dr, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Ortopedi ve Travmatoloji, Orcid: 0009-0002-4460-7296

² Uzm.Dr, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Ortopedi ve Travmatoloji, Orcid: 0000-0003-3448-1546

³ Doç.Dr, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Ortopedi ve Travmatoloji, Orcid: 0000-0002-2768-1323

⁴ Doç.Dr, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Ortopedi ve Travmatoloji, Orcid: 0000-0002-9821-7018

sendromu veya entezopatik süreçler ile karışabildiği için tanı gecikebilir.

Sendromun patofizyolojisi tam olarak aydınlatılmamış olmakla birlikte, **travma sonrası kemik içi basınç artışı**, mikrotrabeküler kırıklar, vasküler konjesyon ve metabolik süreçlerin rol oynadığı düşünülmektedir.^[1] Tanıda **Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG)** temel araçtır; MRG’de subkortikal bölgelerde geniş kemik iliği ödemi alanları ve bazen mikrotrabeküler kırıklar saptanır. Kemik sintigrafisi de ek bilgi sağlayabilir.

Tedavi basamaklıdır; erken evrede **analjezikler, non-steroid anti-inflamatuar ilaçlar (NSAİİ), istirahat, immobilizasyon ve fizik tedavi** ön plandadır. Ancak konservatif tedaviye dirençli olgularda **perkutane kalkaneal dekompresyon**, literatürde etkinliği gösterilmiş cerrahi bir seçenektir.^{[1][2]}

Aşağıda, konservatif tedaviye yanıt vermeyen ve cerrahi ile başarılı sonuç elde edilen bir Kalkaneal Konjestif Sendrom olgusu sunulmuştur.

Olgu Sunumu

Hasta Bilgileri

- Cinsiyet / Yaş: Erkek, 55 yaş
- Sigara: Pozitif
- Ortopedik Öykü: 2008 – Sol diz ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu + meniskopati
- Diğer Cerrahi Öykü 2022 – Endoskopi
- Komorbidite: Yok

Başvuru Öyküsü

Hasta, Ocak 2024'te 2 metre yükseklikten düşme sonrası sağ topuk bölgesinde gelişen ağrı şikâyeti ile 14 Şubat 2024'te dış merkeze başvurmuştur. Acil servise başvurmayan hastanın muayenesinde:

- Sağ ayak bileği lateralinde, sinus tarsi seviyesinden peroneal tendonlara uzanan palpasyonla belirgin ağrı ve ödem,
- Aşil tendonunun posteriorunda hassasiyet,
- VAS: 8/10,
- AOFAS: 54/100 saptanmıştır.

Resim 1 Lateral Grafi



*Kaynakça: Yazar Arşivi (Sancaktepe Şehit Prof. Dr. İlhan Varank
EAH Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği)*

Resim 2 AP Grafi



*Kaynakça: Yazar Arşivi (Sancaktepe Şehit Prof. Dr. İlhan Varank
EAH Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği)*

- Direkt grafilerde akut osseöz patoloji izlenmemesi üzerine MRG tetkiki yapılmıştır.

Birinci MRG Bulguları (Şubat 2024)

- Kalkaneusun alt-dış yüzüne komşu geniş subkortikal kemik iliği ödemi, kontüzyon
- Plantar bölgede adductor hallucis minimi kasında yaygın ödem ve musküler strain

- FHL (flexor hallucis longus) kasında fibula başı komşuluğunda ödem
- Aşil tendon yapışma bölgesinde hafif sıvı artışı
- Lateral malleol cilt altı yumuşak dokusunda yaygın ödem

Resim 3 MR Görüntüsü



*Kaynakça: Yazar Arşivi (Sancaktepe Şehit Prof. Dr. İlhan Varank
EAH Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği)*

Bu bulgular doğrultusunda hastaya dış merkezde Aşil tendiniti + kalkaneal kemik iliği ödemi + peroneal tendinit ön tanıları ile NSAİİ, analjezik ve fizik tedavi önerilmiştir. Hasta yaklaşık 15 seans fizik tedavi uygulamış olup şikayetlerinde geçici gerileme olmuştur.

Nüks Başvuru ve İkinci MRG

Hasta Temmuz 2024'te şikayetlerinin yeniden artması üzerine tekrar başvurmuş, Haziran ayında sol ayak bileğinde burkulma sonrası kontrlateral tarafa aşırı yük verdiğini ifade etmiştir. Grafilerde osseöz patoloji görülmemesi üzerine 15 Ağustos 2024'te yeni MRG çekilmiştir.

İkinci MRG Bulguları (Ağustos 2024)

- Kalkaneusta inferolateral bölgede mikrotrabeküler fraktür
- Yaygın kemik iliği ödemi
- Retrokalkaneal bursada ödem
- Tibiotalar ekleminde minimal effüzyon ve inflamasyon

Resim 4 MR görüntüsü



*Kaynakça: Yazar Arşivi (Sancaktepe Şehit Prof. Dr. İlhan Varank
EAH Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği)*

Tedaviye istirahat + NSAİİ + analjezik eklenmiş; immobilizasyon önerilmiş ancak hasta atel kullanmamıştır.

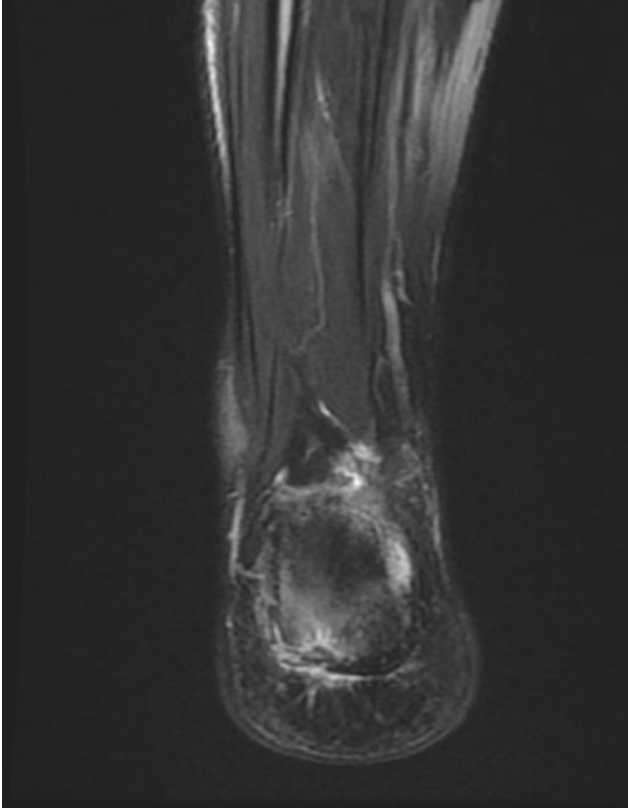
Kronik Seyir ve Üçüncü MRG

Hasta 13 Ocak 2025'te kliniğimize başvurmuş, konservatif tedaviye rağmen ağrılarının devam ettiğini belirtmiştir. Direkt grafiler normal sınırlardadır. Tekrar MRG planlanmıştır.

Üçüncü MRG Bulguları (08 Nisan 2025)

- Kalkaneal kemikte persistan ödematöz sinyal değişiklikleri
- Talus posteriorunda sıvı artışı
- Aşıl tendonunun proksimal kesiminde tendinozis ile uyumlu sinyaller

Resim 5 MR Görüntüsü



*Kaynakça: Yazar Arşivi (Sancaktepe Şehit Prof. Dr. İlhan Varank
EAH Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği)*

Resim 6 MR Görüntüsü



*Kaynakça: Yazar Arşivi (Sancaktepe Şehit Prof. Dr. İlhan Varank
EAH Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği)*

Romatolojik testler negatif gelmiş olup kronik seyir, bulgular ve dirençli ağrı nedeniyle Kalkaneal Konjestif Sendrom düşünülerek cerrahi tedavi planlanmıştır.

Cerrahi Tedavi: Perkutan Kalkaneal Dekompresyon

Hasta ameliyat hazırlıklarının tamamlanmasının ardından 29 Nisan 2025'te spinal anestezi altında opere edilmiştir. Lateral dekübit pozisyonunda aşağıdaki işlem basamakları uygulanmıştır:

1. Sağ alt ekstremitte turnike eşliğinde hazırlandı.

2. Skopi kontrolü altında epikalkaneal bölgeye cilt split insizyonu yapıldı.
3. 2,5 mm drill ile kalkaneus içine dekompresyon kanalı oluşturuldu.
4. Lateralden ikinci bir insizyon ile tuberositas kalkanei proksimal ve distal hizalarından ek drill dekompresyonu yapıldı.
5. İrrigasyon ve hemostaz sağlandı.
6. Cilt 2/0 prolene ile primer kapatıldı.
7. Operasyon sırasında komplikasyon gelişmemiştir.

Resim 7 İnsizyon Hattı



*Kaynakça: Yazar Arşivi (Sancaktepe Şehit Prof. Dr. İlhan Varank
EAH Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği)*

Resim 8 İnsizyon Hattı



*Kaynakça: Yazar Arşivi (Sancaktepe Şehit Prof. Dr. İlhan Varank
EAH Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği)*

Resim 9 İntraop Floroskopi Görüntüleri



*Kaynakça: Yazar Arşivi (Sancaktepe Şehit Prof. Dr. İlhan Varank
EAH Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği)*

Postoperatif İzlem

- İlk 15 gün: Yük kısıtlaması, yara yileşmesi sorunsuz
- günde sütürler alındı
- 15. Günde kısmi yük verildi
- 25. Günde tam yük verme

Hastanın ağrısı belirgin şekilde azaldı:

- a. VAS: 8/10 → 3/10
- b. AOFAS: 54/100 → 87/100

İkinci ayda kontrol MRG planlandı. Klinik seyir cerrahi tedaviye belirgin yanıt olduğunu göstermiştir.

Tartışma

Kalkaneal Konjestif Sendrom, literatürde yeni tanımlanan ve dışlama tanısı niteliğinde bir klinik tablodur. Ayırıcı tanıda:

Şekil 1 Ayırıcı tanılar

Plantar fasiit	Aşil tendiniti / tendinozis	Peroneal tendinopatiler
Kalkaneal stres fraktürleri	Tarsal koalisyon	Epifizite bağlı kalkaneal ağrılar

*Kaynakça: Yazar Arşivi (Sancaktepe Şehit Prof. Dr. İlhan Varank
EAH Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği)*

gibi çok daha sık görülen patolojiler yer aldığı için tanısal gecikme olağandır.

MRG bulgularının doğru yorumlanması, özellikle **persistan kemik iliği ödemi** varlığında cerrahi gereksinimin öngörülmesine yardımcı olur. Konservatif tedaviye dirençli olgularda **perkutane dekompresyon**, kemik içi basıncın düşürülmesi ve vasküler dolaşımın düzenlenmesi yoluyla ağrının belirgin şekilde azalmasını sağlar.

Sunulan olguda, üç kez tekrarlanan MRG’de ilerleyici özellikte ödem ve mikrotrabeküler kırık bulguları olması, klinik olarak yüksek ağrı skorları ve fonksiyonel kayıp cerrahi kararını

desteklemiştir. Operasyon sonrası elde edilen dramatik klinik düzelme, bu tedavi yönteminin etkinliğini doğrulamaktadır.

Sonuç

Kalkaneal Konjestif Sendrom, topuk ağrısının nadir ancak önemli bir nedenidir. Tanı koymak çoğu zaman güçtür ve yüksek klinik şüphe gerektirir. Persistan kemik iliği ödemi bulunan ve konservatif tedavilere yanıt vermeyen hastalarda **perkutan kalkaneal dekompresyon** güvenli ve etkili bir tedavi seçeneği olarak öne çıkmaktadır. Bu olgu, erken tanı ve uygun cerrahi yaklaşımın hastaların fonksiyonel iyilik hâlini belirgin şekilde artırabileceğini göstermektedir.

Kaynakça

1) Karaytuğ, K., Batıbay, S. G., & Yıldız, E. (2017). Ağrılı topuk sendromunda kalkaneal spur eksizyonu, kalkaneal drilleme ve plantar fasya gevşetilmesinin kombine tekniğiyle erken dönem fonksiyonel sonuçlar. Sarıkamış Devlet Hastanesi, Kars, Türkiye. Haydarpasa Numune Med J. 2018; 58(1): 17-21 | DOI: 10.14744/hnhj.2017.08370

2) Rayo-Pérez, A. M., Rodríguez-Castillo, F. J. ve Garcia de la Peña, R. (t.y.). Kalkaneal kemik ödemi. Bir olgu serisi. Sevilla Üniversitesi. DOI:10.31579/2690-1919/408

BÖLÜM 4 **Diz Osteoartriti Değerlendirilmesi ve Cerrahi Kararın Verilmesinde** **Ortoröntgenogram ile Yüklenmede Diz İki Yön Grafilerinin Kıyaslanması**

Yusuf DEMİR¹

Sercan OKTAR²

Hubeyb ÜNAL³

Uğur Kerem ZOROĞLU⁴

Ömer GENÇOSMANOĞLU⁵

Osman Yüksel YAVUZ⁶

Tuhan KURTULMUŞ⁷

Giriş

Diz osteoartriti (OA), alt ekstremitenin mekanik hizalanmasından doğrudan etkilenen, yük paylaşımının bozulduğu, genetik ya da diğer predispozan faktörlerin etkisi ile medial ya da lateral kompartman üzerindeki yüklenmenin dengesizliği ve eklem yüzeyinden kıkırdak kaybıyla sonuçlanan dejeneratif bir eklem hastalığıdır. Eklem hareket açıklığı ve yük verme sırasında ağrı ve fonksiyon kaybı ile sonuçlanır. (Yang et al., 2025; Zampogna et al., 2015). Total diz protezi cerrahisi ileri evre OA'da altın standart olarak kabul edilmektedir. (Kim et al., 2014)

Total diz protezi cerrahisinde ameliyat başarısı uygun endikasyon ,preoperatif cerrahi hazırlık, ve doğru tekniklerle mümkün olabilir (Khalifa et al., 2021). Bunun için de anamnez, fizik muayene ve uygun tetkik bir arada değerlendirilmelidir. Ortoröntgenogram ilk olarak 1946'da Green ve ark. tarafından tanımlanmıştır. Bu radyografik teknik, ölçüm hatasını en aza indirmek için geliştirilmiştir (Green et al., 1946). Hastanın çıplak ayakla, dizler ekstansiyonda ve patellalar karşıya bakacak şekilde ayakta durduğu, kalça ekleminden ayak bileğine kadar tüm alt ekstremitenin tek veya seri kasetlerle görüntü elde edilmesidir (Şekil 1) (Kazemi et al., 2022; Barbotte et al., 2022). Çekim sırasında dizin rotasyonunun nötr olması ve ekstremitelerin paralel konumlanması, ölçüm doğruluğu açısından kritiktir (Şekil 2) (Unal et al., 2020; Dash et

¹ Doktor, Sancaktepe Şehit Prof. Dr. İlhan Varank Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği email : dryusufdemir1@gmail.com Orcid : 0000-0002-2615-0037

² Doktor, Sancaktepe Şehit Prof. Dr. İlhan Varank Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Orcid: 0000-0003-0101-3770

³ Doktor, Sancaktepe Şehit Prof. Dr. İlhan Varank Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Orcid:0009-0001-3897-1131

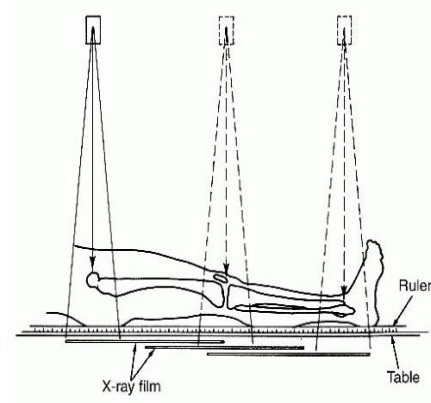
⁴ Doktor, Sancaktepe Şehit Prof. Dr. İlhan Varank Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Orcid: 0000-0003-4644-7011

⁵ Doktor, Sancaktepe Şehit Prof. Dr. İlhan Varank Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Orcid:0009-0007-1973-1574

⁶ Doktor, Sancaktepe Şehit Prof. Dr. İlhan Varank Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Orcid:0000-0002-9821-7018

⁷ Doktor, Sancaktepe Şehit Prof. Dr. İlhan Varank Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Orcid:0000-0002-2768-1323

al., 2020). Geçmişten günümüze özellikle büyüme çağı patolojilerinde, koronal plan deformitelerinde ve bacak uzunluk eşitsizlikleri değerlendirilmesinde kullanılmaktadır (Shapiro, 1982). Standart diz iki yön grafileri çoğu zaman alt ekstremit eksenini ve mekanik aks ölçümlerinde yetersiz kalabileceğinden, tüm alt ekstremit eyi içeren ortoröntgenogramların kullanımı giderek standart hale gelmektedir (Unal et al., 2020).



Şekil 1:Ortoröntgenogram çekimi



Şekil 2: Birleştirilmiş grafi görüntüsü

Bu çalışmada amacımız fizik muayene bulguları ve tetkikleri uygun hastanın cerrahi karar verilmesi esnasında ortoröntgenogram veya yüklenmede çekilen diz iki yön grafi arasında anlamlı bir fark olup olmadığının araştırılmasıdır. Bu sayede fizik muayeneye ek olarak uygun görüntüleme yöntemleri ile cerrahi karar aşamasında standardizasyon hedeflenmektedir.

Metod

2019-2024 yılları arasında T.C. İstanbul Sancaktepe Şehit Prof. Dr. İlhan Varank Eğitim ve Araştırma Hastanesi ortopedi kliniğine 55 yaş üstü diz ağrısı sebebiyle başvuran hastalara cerrahi ya da konservatif tedavi kararının verilmesi üzere rutin olarak çekilen görüntülemelerin geriye dönük anonimleştirilerek retrospektif olarak tarandı ve belirlendi. Çalışmaya başlamadan önce T.C. İstanbul Sancaktepe Şehit Prof. Dr. İlhan Varank Eğitim ve Araştırma Hastanesi Etik Komitesi'nden etik kurul onayı alındı. Uygun grafileri olmayan, dizinden geçirilmiş operasyon öyküsü olan ve travma, enfeksiyon ya da romatolojik hastalıklar sonucu osteoartrit gelişen hastalar çalışmanın dışında tutuldu. Aynı hastanede görev yapmakta olan ve çalışmaya dahil olmayı kabul eden altı ortopedi ve travmatoloji doktoruna (iki yeni uzman, iki beş yıl tecrübeli uzman ve iki adet on yıl ve üzeri kıdemli uzman) randomize ve kör şekilde farklı iki zamanda her hastanın ortoröngenogram ve basarak diz iki yön grafileri incelettirildi. Önerilen tedaviler cerrahi/konservatif olmak üzere ikiye ayrıldı ayrıca her bir grafi Kellgren-Lawrence (KL) sınıflamasına uygun şekilde sınıflama yapıldı. Elde edilen veriler araştırmacı yazar tarafından *IBM SPSS Statistics for Windows, Version 27.0* yazılımı kullanılarak analiz edildi. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak kabul edildi.

Bulgular

1-Cerrahi Karar Oranları

Çalışmada 117 hastanın 72'si (%61,5) kadın ,45'i (Green et al., 1946) erkekti. Ortoröntgenogram sağ/sol ve diz iki yön sağ/sol diz grafileri olmak üzere toplam dört farklı görüntüleme seti incelenmiş toplam 416 adet diz grafisine cerrahi/konservatif tedavi kararı ve KL sınıflaması yapılmıştır. Tüm uzmanların kararları bir arada değerlendirildiğinde cerrahi endikasyon oranları ortoröntgenogram sağ grafilerde %75.9, ortoröntgenogram sol grafilerde %76.2, standart sağ grafilerde %78.0 ve standart sol grafilerde %79.8 olarak bulunmuştur. Genel eğilim, standart grafilerde cerrahi karar oranlarının ortoröntgenograma kıyasla hafifçe daha yüksek olduğunu göstermesine rağmen bu farkın istatistiksel anlamlılığı bulunmamıştır.

2-Uzmanlar Arası Cerrahi Karar Uyum

Altı uzman arasında cerrahi karara ilişkin gözlemciler arası uyum(interobserver agreement) değerlendirildiğinde Fleiss'in kappa katsayıları ortoröntgenogram sağ için $\kappa=0.9017$, ortoröntgenogram sol için $\kappa=0.9375$, diz iki yön sağ için $\kappa=0.9083$ ve diz iki yön sol için $\kappa=0.8882$ olarak hesaplanmıştır. Bu değerler 0.81–1.00 aralığında olup “mükemmel uyum” düzeyini temsil etmektedir. Dolayısıyla hangi grafi tipi kullanılırsa kullanılsın, uzmanların cerrahi endikasyon koyma eğilimlerinin birbirleriyle son derece tutarlı olduğu görülmüştür.

3-Aynı Uzmanın Ortoröntgenogram ve Standart Grafi Arasındaki Karar Tutarlılığı

Her bir uzman için aynı hastanın ortoröntgenogram ve standart grafilerindeki cerrahi karar uyumu McNemar testi ile incelenmiştir. Uzmanlar arasındaki bireysel analizlerde, hem sağ hem sol diz değerlendirmelerinde hiçbir uzmanda grafiler arasında cerrahi karar açısından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p>0.05$).

Bu bulgu, grafi tipinin her bir uzmanın kendi cerrahi karar verme sürecinde belirgin bir değişikliğe yol açmadığını göstermektedir.

4-Evreleme Kararlarında Uzman Tutarlılığı

KL Evreleme değerlendirmelerinde (1–4), ağırlıklı Cohen's kappa katsayıları ortoröntgenogram için $\kappa=0.867$, , standart grafi için $\kappa=0.893$ olarak bulunmuştur. Bu değerler “iyi” ile “mükemmel” arası uyum düzeyini göstermektedir. Bu da uzmanlar arası KL evreleme sistemine göre her iki grafi tipinde de yüksek oranda uyum olduğunu göstermektedir.

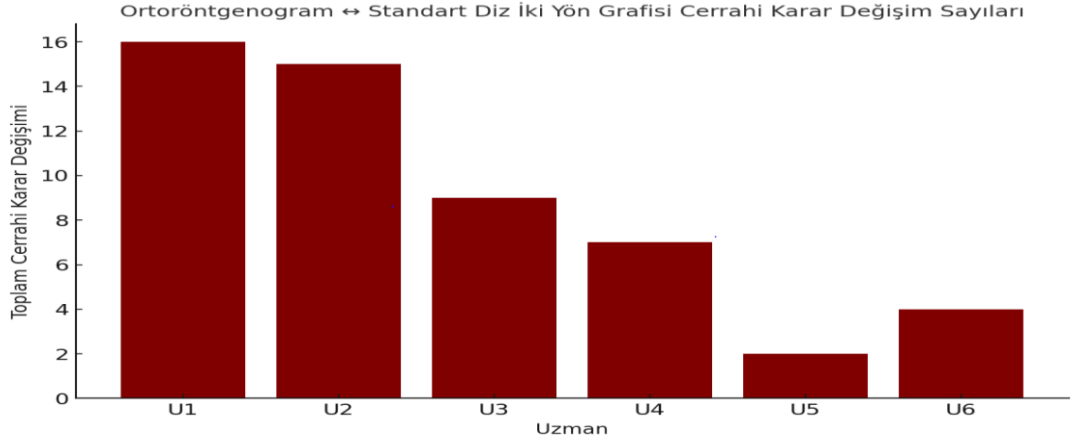
5-Cerrahi Karar Değişim Sayıları ve Tecrübe Düzeyi Analizi

Her uzmanın ortoröntgenogram ve standart grafi arasında cerrahi kararını kaç hastada değiştirdiği hesaplandığında;

- Yeni uzmanlarda değişim sayısı yüksek bulunmuştur (U1: 16; U2: 15)
- Beş yıllık uzmanlarda orta düzeydedir (U3: 9; U4: 7)
- On yıllık uzmanlarda belirgin şekilde düşüktür (U5: 2; U6: 4)

Tecrübe grupları arasında yapılan Kruskal–Wallis testi, karar değişim sayılarında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğunu göstermiştir ($p \approx 0.03$). Ek olarak, Jonckheere–Terpstra trend analizi, tecrübe arttıkça karar değişkenliğinin anlamlı derecede azaldığını doğrulamıştır ($p < 0.01$). (Tablo 1)

Tablo 1



Tartışma

Bu çalışmada, ortoröntgenogram ile standart diz iki yön grafilerinin cerrahi endikasyon ve evreleme kararları üzerindeki etkisi kapsamlı biçimde değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, iki görüntüleme tekniği arasında istatistiksel olarak anlamlı bir tedavi kararı değişikliği bulunmamasına rağmen, literatürde ortoröntgenogram , alt ekstremitte mekanik aksının ve frontal düzlem deformitelerinin değerlendirilmesinde altın standart yöntemlerden biri olarak kabul edilmektedir (Yang et al., 2025). Özellikle mekanik aks bozukluklarının doğru ölçümü, deformite progresyonunun takibi ve cerrahi planlamanın hassasiyetini artırması açısından ortoröntgenogram kritik öneme sahiptir.

Uzmanlar arası tedavi kararındaki uyumun her iki görüntüleme yönteminde de yüksek düzeyde seyretmesi (Fleiss kappa $\kappa \approx 0.88-0.94$), görüntüleme yöntemi fark etmeksizin klinisyenlerin benzer kararlar verebildiğini göstermektedir.

Tecrübe düzeyi ile karar değişkenliği arasındaki belirgin ilişki çalışmanın öne çıkan bulgularından biridir. Yeni uzmanlarda grafiler arasında daha fazla cerrahi karar değişimi gözlenirken, 10 yıllık deneyime sahip uzmanlarda karar değişimi belirgin şekilde azalmıştır. Bu bulgu, klinik tecrübenin karar stabilitesini artırdığını ve görüntüleme modaliteleri arasındaki teknik farklılıklardan daha az etkilenildiğini göstermektedir.

Sonuç olarak, ortoröntgenogram grafisi cerrahi kararı istatistiksel olarak kayda değer biçimde değiştirmese bile, alt ekstremitte mekanik aksının doğru değerlendirilmesi, deformite analizinin hassasiyeti ve cerrahi planlamanın güvenilirliği açısından klinik değeri devam etmektedir.. Standart grafi ile birlikte kullanıldığında ortoröntgenogram, özellikle mekanik aks bozukluğu veya kompleks deformite içeren vakalarda cerrahi karar verme sürecini daha sağlam temellere oturtmakta ve bu yönüyle klinik pratikte vazgeçilmez bir araç olma niteliğini korumaktadır.

Kaynakça

Barbotte F, Delord M, Pujol N. Coronal knee alignment measurements differ on long-standing radiographs vs. by navigation. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2022 Sep;108103112. doi: 10.1016/j.otsr.2021.103112. Epub 2021 Oct 11. PMID: 34648999.

Dash KK, Chang A, Singh R, et al. Comparison of a novel modified full-length standing hip–knee–ankle radiograph for hindfoot alignment with the standard hindfoot alignment view. *Ann Joint.* 2020;5:27.

GREEN WT, WYATT GM, ANDERSON M. Orthoroentgenography as a method of measuring the bones of the lower extremities. *J Bone Joint Surg Am.* 1946 Jan;28:60-5. PMID: 21008073.

Kazemi SM, Qoreishi SM, Maleki A, Minaei-Noshahr R, Hosseinienejad SM. Correlation of short knee and full-length X-rays in evaluating coronal plane alignment in total knee arthroplasty. *J Orthop Surg Res.* 2022 Aug 8;17:378. doi: 10.1186/s13018-022-03246-7. PMID: 35941670; PMCID: PMC9358910.

Khalifa AA, Mullaji AB, Mostafa AM, Farouk OA. A Protocol to Systematic Radiographic Assessment of Primary Total Knee Arthroplasty. *Orthop Res Rev.* 2021 Jul 17;13:95-106. doi: 10.2147/ORR.S320372. PMID: 34305412; PMCID: PMC8294812.

Kim, J.M., Han, J.R., Shetty, A.A. et al. Comparison between total knee arthroplasty and MCIC (autologous bone marrow mesenchymal-cell-induced-chondrogenesis) for the treatment of osteoarthritis of the knee. *Tissue Eng Regen Med* 11, 405–413 (). <https://doi.org/10.1007/s13770-014-0041-8>

Shapiro F. Developmental patterns in lower limb length discrepancies. *Clin Orthop Relat Res.* 1982;162:4-15.

Unal M, Ercan S, Budeyri A, Toprak U, Şalkacı A. Anatomical axis validation of lower extremity for different deformities: A radiological study. *SAGE Open Med.* 2020 Jun 15;8:2050312120923822. doi: 10.1177/2050312120923822. PMID: 32595969; PMCID: PMC7297126.

Yang HY, L<0.05 Wang JW, et al. Full-length weight-bearing radiographs and computed tomography for coronal alignment assessment in robotic-arm assisted total knee arthroplasty. *Sci Rep.* 2025;15

Zampogna B, Vasta S, Amendola A, Uribe-Echevarria Marbach B, Gao Y, Papalia R, Denaro V. Assessing Lower Limb Alignment: Comparison of Standard Knee Xray vs Long Leg View. *Iowa Orthop J.* 2015;35:49-54. PMID: 26361444; PMCID: PMC4492139.

BÖLÜM 5

STRES KIRIKLARI

Mustafa TOKER¹

Giriş

Stres kırıkları, kemik dokunun tekrarlayan submaksimal mekanik yüklenmelere verdiği biyolojik yanıtın yetersiz kalması sonucunda ortaya çıkan aşırı kullanım yaralanmalarıdır. Travmatik kırıklardan farklı olarak tek bir yüksek enerjili olayla değil, zaman içinde biriken mikrohasarın yeterli kemik remodelizasyonu ile dengelenememesi sonucu gelişir. Bu nedenle stres kırıkları, akut bir ortopedik travmadan ziyade kemik biyolojisi ile mekanik yüklenme arasındaki dengenin bozulmasının klinik bir yansıması olarak değerlendirilmelidir (Burr, 2002).

Geleneksel tanımlamalarda stres kırıkları, kortikal bütünlüğün bozulduğu son evre lezyonlar olarak ele alınmış olsa da, güncel literatürde bu yaklaşım yerini daha geniş bir kavramsal çerçeveye bırakmıştır. Günümüzde stres kırıkları, “kemik stres yaralanmaları” (bone stress injuries, BSI) spektrumu içerisinde değerlendirilmekte ve stres reaksiyonundan tam kortikal kırığa kadar uzanan bir süreklilik içinde ele alınmaktadır. Bu yaklaşım, erken

¹ Op. Dr. Isparta Şehit Yunus Emre Devlet Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji,
Orcid: 0000-0002-0697-9497

evrede tanımlanan kemik stres reaksiyonlarının uygun yük yönetimi ve risk faktörü modifikasyonu ile tam kırık gelişmeden iyileştirilebileceğini vurgulaması açısından klinik açıdan önem taşımaktadır (Hoenig, Ackerman, vd., 2022).

Stres kırıkları özellikle koşucular, askeri personel ve yüksek hacimli antrenman yapan sporcularda sık görülmekle birlikte, sedanter bireylerde ani ve plansız fiziksel aktivite artışı sonrasında da ortaya çıkabilmektedir. Epidemiyolojik çalışmalar, stres kırıklarının spor yaralanmaları içerisinde önemli bir yer tuttuğunu ve özellikle dayanıklılık sporlarında anlamlı morbiditeye yol açtığını göstermektedir (Matheson vd., 1987). Alt ekstremitelerde, stres kırıklarının en sık görüldüğü bölge olup tibia, metatars kemikleri ve femur boynu en sık etkilenen anatomik lokalizasyonlardır. Bununla birlikte lezyonun bulunduğu bölgeye bağlı olarak klinik seyir, iyileşme süresi ve komplikasyon riski belirgin farklılıklar göstermektedir.

Stres kırıklarının klinik önemi, yalnızca sık görülmelerinden değil, tanının gecikmesi durumunda ortaya çıkabilecek ciddi sonuçlardan kaynaklanmaktadır. Özellikle femur boynu, tarsal naviküler ve anterior tibia gibi yüksek riskli bölgelerde gelişen stres kırıkları, deplasman, nonunion ve kalıcı fonksiyon kaybı gibi ağır komplikasyonlara yol açabilmektedir. Bu durum, erken tanı ve doğru risk sınıflamasının stres kırığı yönetimindeki kritik rolünü ortaya koymaktadır (Arendt & Griffiths, 1997). Stres kırıklarının klinik yönetimi, travmatik kırıklara kıyasla daha karmaşık bir yaklaşım gerektirir; çünkü tedavide yalnızca lezyonun iyileştirilmesi değil, altta yatan etyolojik faktörlerin tanımlanması ve düzeltilmesi de hedeflenmelidir. Aksi halde nüks riski yüksek kalır (Mountjoy vd., 2018; Nattiv vd., 2007).

Etyoloji

Stres kırıkları, kemik dokunun mekanik yüklenmelere verdiği biyolojik yanıt ile maruz kaldığı stres arasındaki dengenin bozulması sonucunda gelişir. Normal koşullarda kemik, tekrarlayan yüklenmelere mikrohasar oluşumu ve bunu izleyen remodelizasyon süreci ile adapte olur. Osteoklastik rezorpsiyon ve osteoblastik kemik yapımı arasındaki bu dinamik denge, kemik bütünlüğünün korunmasını sağlar. Ancak yüklenmenin şiddeti, sıklığı ya da süresi arttığında veya toparlanma süresi yetersiz kaldığında mikrohasar birikimi meydana gelir ve bu birikim kemik dayanıklılığını aşarak stres kırığı gelişimine zemin hazırlar (Burr, 2002).

Stres kırıklarının patofizyolojisinde mikrohasar birikimi modeli temel kabul görmektedir. Tekrarlayan mekanik yükler kemikte mikroskobik çatlaklara yol açar. Bu çatlaklar yeterli dinlenme ile onarılabildiği sürece klinik bir sorun oluşturmaz. Ancak yüklenmenin devam etmesi, onarım sürecinin tamamlanmasına izin vermez ve hasar giderek birikir. Bu süreçte kemik biyomekanik olarak zayıflar ve sonunda kortikal bütünlük bozulur. Böylece stres reaksiyonundan stres kırığına uzanan süreklilik, klinik ve radyolojik olarak izlenebilir hale gelir (Hoenig, Ackerman, vd., 2022).

Kemik tipine bağlı olarak stres yaralanmasının ortaya çıkış biçimi ve görüntüleme karşılığı farklılık gösterir. Kortikal kemikte yüklenmeye bağlı mikrofissürler ve kortikal kalınlaşma daha belirginken, trabeküler kemikte kemik iliği ödemi erken ve baskın bir bulgudur. Bu ayrım, aynı yüklenme şiddetinde dahi farklı anatomik bölgelerde farklı klinik ve radyolojik paternlerin görülmesini açıklar. Mekanik yükün tipi de önemlidir; aksiyel yüklenme, torsiyonel stres ve tekrarlayıcı bükülme kuvvetleri kemik üzerinde farklı stres paternleri oluşturur. Tensil stresin baskın olduğu bölgelerde stres kırıklarının daha agresif seyretme eğiliminde olması, klinik risk sınıflamasının biyomekanik temelini oluşturur (Beck, 1998).

Ekstrinsik faktörler arasında en belirgin tetikleyici, antrenman hacmi ve yoğunluğundaki ani artıştır. Zemin değişiklikleri, uygun olmayan ayakkabı kullanımı ve teknik hatalar, yük dağılımını olumsuz etkileyerek belirli kemik bölgelerinde stres birikimini hızlandırır. Askeri eğitim sırasında uzun süreli yürüyüş ve koşuların stres kırıkları için klasik bir model oluşturması, bu faktörlerin klinik önemini göstermektedir (Matheson vd., 1987). Dayanıklılık sporlarında “yüklenme artış hızı” ile stres kırığı riski arasındaki ilişki, pek çok çalışmada tutarlı biçimde vurgulanmıştır (Tenforde, Kraus, & Fredericson, 2016).

İntrinsik faktörler kemik biyolojisini doğrudan etkileyerek mikrohasara karşı toleransı azaltır. Düşük enerji erişilebilirliği, günümüzde stres kırıklarıyla en güçlü ilişkilendirilen mekanizmalardan biridir. Enerji açığı; hipotalamo-hipofizer aks ve gonadal hormonlar üzerinde baskılayıcı etkiyle kemik yapımını azaltır, remodelizasyon dengesini bozar ve mikrohasarın onarımını geciktirir. Bu süreç, kadın sporcu triadı ve daha geniş bir çerçeve olan RED-S kavramı içinde klinik karşılık bulur (Mountjoy vd., 2018; Nattiv vd., 2007). Menstrüel düzensizlikler ve düşük kemik mineral yoğunluğu, özellikle yüksek hacimli antrenman yapan popülasyonlarda stres kırığı riskini anlamlı biçimde artırır.

D vitamini eksikliği ve kalsiyum dengesizliği gibi metabolik durumlar, kemik kalitesi ve iyileşme kapasitesi üzerinde olumsuz etki gösterebilir; sigara kullanımı ve bazı ilaçlar (özellikle glukokortikoidler) da benzer şekilde kemik bütünlüğünü zayıflatır. Daha önce geçirilmiş stres kırığı öyküsü, hem biyolojik hem biyomekanik yatkınlığın bir göstergesi olarak rekürrens riskini artırır (Wright, Taylor, Ford, Siska, & Smoliga, 2015). Ayrıca alt ekstremité dizilim bozuklukları, aşırı pronasyon, bacak boyu farkı ve kas kuvvet dengesizlikleri yük dağılımını bozarak belirli bölgelerde stres yoğunlaşmasına yol açar; koşu sırasında kalça abdüktör zayıflığı ve

gastrosoleus kısalığının tibia ve metatars yüklenmesini artırması bu ilişkiye örnek olarak verilebilir (Beck, 1998).

Sonuç olarak stres kırıklarının etyolojisi tek bir nedene indirgenemez. Mekanik yüklenme, kemik biyolojisi, metabolik durum ve bireysel biyomekanik özellikler arasındaki etkileşim; hem lezyonun ortaya çıkışını hem de lokalizasyonunu belirler. Bu nedenle etyolojik faktörlerin bütüncül biçimde değerlendirilmesi, yalnızca tedavi başarısını değil, nükslerin önlenmesini de doğrudan etkiler.

Tanı

Stres kırıklarının tanısı, yalnızca kırık hattının gösterilmesini değil; kemik stres yaralanması spektrumu içerisinde lezyonun hangi aşamada olduğunun belirlenmesini, yüksek riskli anatomik bölgelerin erken dönemde ayırt edilmesini ve buna bağlı olarak uygun tedavi stratejisinin planlanmasını amaçlar. Bu nedenle tanısal yaklaşım, öykü ve fizik muayene bulgularının görüntüleme ile entegre edilmesini ve evreleme ile risk sınıflamasının aynı klinik çerçeve içinde değerlendirilmesini gerektirir (Hoenig, Ackerman, vd., 2022).

Klinik olarak en karakteristik semptom, mekanik yüklenme ile ilişkili lokalize ağrıdır. Ağrı başlangıçta yalnızca aktivite sırasında ortaya çıkar ve istirahatle gerilerken, yüklenmenin sürmesiyle daha erken dönemde başlar ve daha geç kaybolur; ileri evrelerde günlük yaşam aktivitelerinde ve istirahatte de hissedilebilir. Erken dönemde bazı hastalarda “ısınmakla açılan” ağrı paterninin görülmesi, tanıyı dışlamaz ve özellikle sporcularda tanının gecikmesine yol açabilecek yanıltıcı bir bulgu olarak kabul edilmelidir. Öyküde son 2–8 hafta içinde antrenman hacmi/şiddeti artışı, zemin veya ayakkabı değişikliği, teknik değişiklikler; önceki stres kırığı öyküsü ve beslenme/enerji erişilebilirliği ile ilgili ipuçları (kilo kaybı, restriktif diyet, menstrual düzensizlik) mutlaka

sorgulanmalıdır (Mountjoy vd., 2018; Nattiv vd., 2007; Wright vd., 2015).

Fizik muayenede ağrı çoğu zaman iyi lokalizedir ve sınırlı bir alanda palpasyon hassasiyeti saptanır; ileri evrelerde periostal hassasiyet ve hafif şişlik eşlik edebilir. Yük provokasyon testleri ve fonksiyonel manevralar (ör. tek ayak zıplama) tanıyı destekleyebilir. Bununla birlikte muayenenin klinik değeri, yalnızca lezyonu “bulmak” değil; eşlik eden biyomekanik predispozanları (aşırı pronasyon, gastrosoleus kısalığı, kalça abdüktör zayıflığı, bacak boyu farkı) ortaya koyabilmesidir (Beck, 1998). Kalça bölgesinde lokalize ağrı varlığında femur boynu stres kırığı olasılığı mutlaka göz önünde bulundurulmalı; bu olgular yüksek riskli hasta grubu olarak değerlendirilmelidir (Arendt & Griffiths, 1997).

Görüntüleme tanısal sürecin vazgeçilmez bileşenidir. Direkt grafler çoğu zaman ilk basamak olarak kullanılsa da erken evrede duyarlılık düşüktür; kortikal kalınlaşma, periostal reaksiyon ve skleroz gibi bulgular semptom başlangıcından haftalar sonra ortaya çıkabilir. Bu nedenle klinik şüphe yüksek ise normal grafi bulguları tanıyı dışlamamalıdır. Manyetik rezonans görüntüleme (MRG), kemik iliği ödemi ve periostal reaksiyonu erken dönemde gösterebilmesi nedeniyle stres kırıklarının erken tanısında altın standarttır. Ayrıca MRG, lezyonun evresini belirleyerek iyileşme süresi ve spora dönüş zamanlamasını öngörmeye yardımcı olur (Hoenig, Tenforde, Strahl, Rolvien, & Hollander, 2022)

Kemik stres yaralanmalarında klinik pratikte en yaygın kullanılan MRG evreleme sistemi, Fredericson ve arkadaşları tarafından tanımlanan sınıflamadır. Bu sınıflama, periostal ödemden kortikal kırık hattına uzanan bulgulara dayanır ve güncel literatürde geçerliliğini sürdürmektedir (Fredericson, Bergman, Hoffman, & Dillingham, 1995; Hoenig, Ackerman, vd., 2022)

Tablo 1. Kemik stres yaralanmalarında MRG evrelemesi

Evre	MRG Bulguları	Klinik Anlam
1	Periostal Ödem	Erken stres reaksiyonu
2	Periostal ödem + Sınırlı kemik iliği ödemi (T2)	Gelişmekte olan stres reaksiyonu
3	Yaygın kemik iliği ödemi(T1/T2)	İleri stres reaksiyonu
4	Kortikal kırık hattı + belirgin ödem	Stres kırığı

Kaynak: (Fredericson vd., 1995)

MRG evresinin artmasıyla iyileşme süresinin uzadığı ve spora dönüşün geciktiği bilinmektedir. Özellikle evre 4 lezyonlar, anatomik lokalizasyona bağlı olarak cerrahi tedavi gereksinimini gündeme getirebilir (Hoenig vd., 2025; Hoenig, Tenforde, vd., 2022). Tanı sürecinde yalnızca evreleme değil, lezyonun bulunduğu anatomik bölgenin risk profili de dikkate alınmalıdır. Femur boynu (özellikle superior yüz), tarsal naviküler, anterior tibia ve beşinci metatarsal bazisi stres kırıkları yüksek komplikasyon riski taşır. Bu bölgelerde tanının gecikmesi deplasman, nonunion ve kalıcı fonksiyon kaybı gibi ciddi sonuçlara yol açabilir (Matheson vd., 1987; Robertson & Wood, 2017). Ayırıcı tanıda medial tibial stres sendromu, kas-tendon entezopatileri, osteoid osteoma, osteomyelit, neoplastik lezyonlar ve avasküler nekroz özellikle atipik klinik gidiş veya sistemik semptom varlığında göz önünde bulundurulmalıdır.

Tedavi

Stres kırıklarının tedavisinde temel hedef, kemik dokuda ilerleyici hasarın durdurulması, tam kırık gelişiminin önlenmesi ve hastanın fonksiyonel düzeyine güvenli biçimde geri dönmesinin sağlanmasıdır. Travmatik kırıklardan farklı olarak stres kırıklarında tedavi yaklaşımı yalnızca mevcut lezyona değil, bu lezyonun ortaya çıkmasına zemin hazırlayan biyomekanik ve biyolojik faktörlere de odaklanmalıdır. Bu nedenle stres kırıkları için standart tek tip bir tedavi algoritması tanımlamak mümkün değildir; klinik karar süreci,

anatomik lokalizasyon, MRG evresi, hastanın fonksiyonel gereksinimleri ve eşlik eden sistemik risk faktörlerinin birlikte değerlendirilmesini gerektirir (Hoenig vd., 2025).

Tedavinin ilk ve vazgeçilmez basamağı yük yönetiminin sağlanmasıdır. Yük yönetimi, mutlak istirahat anlamına gelmez; kemik üzerine binen mekanik stresin biyolojik iyileşmeye izin verecek düzeye indirilmesini hedefler. Bu yaklaşım, kontrollü ve ağrısız fonksiyonel aktiviteye olanak tanıyan “ağrı rehberli progresyon” kavramının temelini oluşturur. Uygun yük yönetimi sağlanmadan uygulanan konservatif ya da cerrahi tedavilerin başarısızlıkla sonuçlanma olasılığı artar.

Düşük riskli anatomik lokalizasyonlarda ve erken evre kemik stres yaralanmalarında konservatif tedavi çoğu zaman yeterlidir. Posteromedial tibia, fibula ve metatars shaftları gibi bölgelerde yerleşen, MRG’de stres reaksiyonu veya sınırlı kemik iliği ödemi ile seyreden lezyonlar uygun hasta seçimi ile cerrahi gerektirmeden iyileşebilir. Bu hastalarda tedavi, ağrıya neden olan aktivitelerin geçici olarak kısıtlanmasını, gerekirse kısa süreli koruyucu immobilizasyonu ve kademeli yüklenmeye dayalı bir rehabilitasyon sürecini içerir. Uzun süreli immobilizasyondan kaçınılması kas atrofisi ve ikincil kemik kaybı riskini azaltır; düşük etkili kardiyovasküler aktivitelerle kondisyonun korunması ise özellikle atletik popülasyonda tedaviye uyumu artırır (Tenforde vd., 2016).

Konservatif tedavinin başarısı yalnızca lezyonun radyolojik iyileşmesiyle değil, rekürrens önlenmesiyle değerlendirilmelidir. Bu nedenle rehabilitasyon sürecinde alt ekstremité biyomekaniğinin ayrıntılı biçimde ele alınması zorunludur. Kalça abdüktör kas zayıflığı, aşırı pronasyon, gastrosoleus kısalığı ve koşu mekaniğindeki bozukluklar düzeltilmeden spora dönüş, tekrarlayan stres kırıkları için zemin hazırlar. Özellikle koşucularda yapılandırılmış spora dönüş protokollerinin, kontrolsüz ve erken

dönüşe kıyasla daha düşük nüks oranları sağladığı gösterilmiştir (George, Sheerin, & Reid, 2024).

Bununla birlikte stres kırıklarının önemli bir kısmı intrinsik olarak yüksek komplikasyon riski taşıyan anatomik bölgelerde yer alır ve bu olgularda konservatif yaklaşım yeterli olmayabilir. Femur boynu stres kırıkları bu açıdan en kritik örneklerden biridir. Femur boynunun inferior yüzünde yer alan kompresyon tipi stres kırıkları çoğu zaman konservatif tedaviye yanıt verebilirken, superior yüzü tutan tensil stres kırıkları yüksek deplasman riski taşır. Bu lezyonlarda konservatif izlem sırasında gelişebilecek deplasman, femur başı avasküler nekrozu gibi geri dönüşümsüz sonuçlara yol açabileceğinden, birçok otorite tarafından erken dönemde profilaktik cerrahi fiksasyon önerilmektedir (Arendt & Griffiths, 1997; Robertson & Wood, 2017).

Benzer şekilde tarsal naviküler stres kırıkları, sınırlı vaskülarizasyonları nedeniyle gecikmiş kaynama ve nonunion açısından risklidir. Atletik popülasyonda konservatif tedavi ile iyileşme mümkün olmakla birlikte, iyileşme süresinin uzaması ve rekürrens olasılığı cerrahi tedaviyi daha güçlü bir seçenek haline getirebilir. Anterior tibia korteks stres kırıkları, biyomekanik olarak tensil stresin baskın olduğu lezyonlar olup, konservatif tedaviye dirençli seyir gösterebilir; bu olgularda cerrahi fiksasyon, iyileşmeyi hızlandırmak ve tam kırık gelişimini önlemek amacıyla gündeme gelir. Beşinci metatarsal bazisi stres kırıkları da kanlanmanın sınırlı olması nedeniyle nonunion riski taşır ve özellikle sporcularda cerrahi tedavi daha güvenilir sonuçlar sunabilir (Hoenig vd., 2023; Matheson vd., 1987).

Tedavi kararında MRG evresi belirleyici rol oynar. Erken evre kemik stres yaralanmaları çoğunlukla konservatif yaklaşımla iyileşirken, kortikal kırık hattının izlendiği evre 4 lezyonlar, özellikle yüksek riskli lokalizasyonlarda cerrahi değerlendirmeyi güçlü biçimde gündeme getirir. Bu bağlamda MRG yalnızca tanısal değil,

aynı zamanda tedavi stratejisini yönlendiren prognostik bir araçtır (Hoenig vd., 2025; Hoenig, Tenforde, vd., 2022).

Stres kırıklarının tedavisinde metabolik ve sistemik risk faktörlerinin yönetimi de klinik sonuçları doğrudan etkiler. Düşük enerji erişilebilirliği, RED-S ve kadın sporcu triadı bulguları varlığında yalnızca lokal lezyona odaklanan bir tedavi yaklaşımı yetersiz kalacaktır. Bu hastalarda beslenme düzenlemesi, enerji alımının artırılması ve gerekirse endokrinolojik değerlendirme tedavinin ayrılmaz bir parçasıdır (Mountjoy vd., 2018; Nattiv vd., 2007). D vitamini ve kalsiyum düzeylerinin optimize edilmesi de kemik iyileşmesini destekleyen temel yaklaşımlar arasında yer alır; özellikle yüksek riskli popülasyonlarda bu müdahalelerin stres kırığı insidansını etkileyebileceğine dair veriler mevcuttur (Tenforde, Sayres, Sainani, & Fredericson, 2010)

Sonuç

Stres kırıkları, kemik dokunun mekanik yüklenmelere adaptasyon kapasitesinin aşılması sonucu gelişen ve uygun şekilde ele alınmadığında ciddi fonksiyonel kayıplara yol açabilen aşırı kullanım yaralanmalarıdır. Travmatik kırıklardan farklı olarak bu lezyonlar, tek bir akut olayın değil, zaman içinde biriken mikroyaralanmaların ve yetersiz biyolojik onarımın ürünüdür. Bu nedenle stres kırıkları, yalnızca lokal bir kemik patolojisi olarak değil, yüklenme biyomekaniği, kemik biyolojisi ve sistemik faktörlerin etkileşimi sonucu ortaya çıkan kompleks klinik durumlar olarak değerlendirilmelidir.

Güncel yaklaşım, stres kırıklarını kemik stres yaralanmaları spektrumu içerisinde ele almayı ve stres reaksiyonundan tam kortikal kırığa uzanan sürekliliği dikkate almayı gerektirir. Bu bakış açısı, erken tanının ve uygun yük yönetiminin önemini vurgulamakta; tam kırık gelişmeden önce müdahale edilmesiyle klinik sonuçların belirgin biçimde iyileştirilebileceğini ortaya

koymaktadır. Özellikle yüksek riskli anatomik lokalizasyonlarda, tanının gecikmesi deplasman, nonunion ve kalıcı fonksiyon kaybı gibi ciddi komplikasyonlara yol açabilmektedir.

Stres kırıklarının başarılı yönetimi, doğru risk sınıflamasına dayanan bireyselleştirilmiş bir yaklaşımı gerektirir. Tanısal süreçte manyetik rezonans görüntülemenin sağladığı evreleme, yalnızca tanı koydurucu değil, aynı zamanda prognozu öngören ve tedavi stratejisini belirleyen temel bir araçtır. Lezyonun anatomik yerleşimi, MRG evresi ve hastanın fonksiyonel gereksinimleri birlikte değerlendirildiğinde, konservatif tedavi ile profilaktik cerrahi arasındaki denge daha rasyonel biçimde kurulabilir.

Tedavi sürecinde yalnızca lokal lezyona odaklanmak yeterli değildir. Altta yatan etyolojik faktörlerin tanımlanması ve düzeltilmesi, uzun dönem başarı için vazgeçilmezdir. Düşük enerji erişilebilirliği, biyomekanik bozukluklar ve metabolik faktörler ele alınmadan uygulanan tedavi yaklaşımları, yüksek nüks oranları ile sonuçlanabilir. Bu nedenle stres kırıkları, ortopedi ve travmatoloji pratiğinde multidisipliner bir bakış açısı gerektiren klinik tablolar olarak ele alınmalıdır.

Sonuç olarak stres kırıkları, öngörülebilir ve büyük ölçüde önlenabilir yaralanmalar olmakla birlikte, tanı ve tedavide yapılacak hatalar ciddi sonuçlara yol açabilmektedir. Erken tanı, uygun risk sınıflaması ve altta yatan faktörleri hedefleyen bütüncül bir tedavi yaklaşımı, hem fonksiyonel sonuçları iyileştirmekte hem de rekürrens riskini azaltmaktadır. Ortopedi ve travmatoloji pratiğinde stres kırıklarının bu çerçevede ele alınması, hasta sonuçlarının iyileştirilmesinde temel anahtar rol oynamaktadır.

Kaynakça

Arendt, E. A., & Griffiths, H. J. (1997). The use of MR imaging in the assessment and clinical management of stress reactions of bone in high-performance athletes. *Clinics in Sports Medicine*, 16(2), 291-306. [https://doi.org/10.1016/s0278-5919\(05\)70023-5](https://doi.org/10.1016/s0278-5919(05)70023-5)

Beck, B. R. (1998). Tibial stress injuries. An aetiological review for the purposes of guiding management. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 26(4), 265-279. <https://doi.org/10.2165/00007256-199826040-00005>

Burr, D. B. (2002). Targeted and nontargeted remodeling. *Bone*, 30(1), 2-4. [https://doi.org/10.1016/s8756-3282\(01\)00619-6](https://doi.org/10.1016/s8756-3282(01)00619-6)

Fredericson, M., Bergman, A. G., Hoffman, K. L., & Dillingham, M. S. (1995). Tibial stress reaction in runners. Correlation of clinical symptoms and scintigraphy with a new magnetic resonance imaging grading system. *The American Journal of*

Sports Medicine, 23(4), 472-481.

<https://doi.org/10.1177/036354659502300418>

George, E. R. M., Sheerin, K. R., & Reid, D. (2024). Criteria and Guidelines for Returning to Running Following a Tibial Bone Stress Injury: A Scoping Review. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 54(9), 2247-2265.
<https://doi.org/10.1007/s40279-024-02051-y>

Hoenig, T., Ackerman, K. E., Beck, B. R., Boussein, M. L., Burr, D. B., Hollander, K., ... Warden, S. J. (2022). Bone stress injuries. *Nature Reviews. Disease Primers*, 8(1), 26.
<https://doi.org/10.1038/s41572-022-00352-y>

Hoenig, T., Eissele, J., Strahl, A., Popp, K. L., Stürznickel, J., Ackerman, K. E., ... Rolvien, T. (2023). Return to sport following low-risk and high-risk bone stress injuries: A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 57(7), 427-432.
<https://doi.org/10.1136/bjsports-2022-106328>

Hoenig, T., Hollander, K., Popp, K. L., Fredericson, M., Kraus, E. A., Warden, S. J., ... Bone Stress Injury Authorship Group. (2025). International Delphi consensus on bone stress injuries in athletes. *British Journal of Sports Medicine*, 59(2), 78-90. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2024-108616>

Hoenig, T., Tenforde, A. S., Strahl, A., Rolvien, T., & Hollander, K. (2022). Does Magnetic Resonance Imaging Grading Correlate With Return to Sports After Bone Stress Injuries? A Systematic Review and Meta-analysis. *The American Journal of Sports Medicine*, 50(3), 834-844. <https://doi.org/10.1177/0363546521993807>

Matheson, G. O., Clement, D. B., McKenzie, D. C., Taunton, J. E., Lloyd-Smith, D. R., & MacIntyre, J. G. (1987). Stress fractures in athletes. A study of 320 cases. *The American Journal of Sports Medicine*, 15(1), 46-58. <https://doi.org/10.1177/036354658701500107>

Mountjoy, M., Sundgot-Borgen, J. K., Burke, L. M., Ackerman, K. E., Blauwet, C., Constantini, N., ... Budgett, R. (2018). IOC

consensus statement on relative energy deficiency in sport (RED-S): 2018 update. *British Journal of Sports Medicine*, 52(11), 687-697. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099193>

Nattiv, A., Loucks, A. B., Manore, M. M., Sanborn, C. F., Sundgot-Borgen, J., Warren, M. P., & American College of Sports Medicine. (2007). American College of Sports Medicine position stand. The female athlete triad. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(10), 1867-1882. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e318149f111>

Robertson, G. A., & Wood, A. M. (2017). Femoral Neck Stress Fractures in Sport: A Current Concepts Review. *Sports Medicine International Open*, 1(2), E58-E68. <https://doi.org/10.1055/s-0043-103946>

Tenforde, A. S., Kraus, E., & Fredericson, M. (2016). Bone Stress Injuries in Runners. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, 27(1), 139-149. <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2015.08.008>

Tenforde, A. S., Sayres, L. C., Sainani, K. L., & Fredericson, M. (2010). Evaluating the Relationship of Calcium and Vitamin D in the Prevention of Stress Fracture Injuries in the Young Athlete: A Review of the Literature. *PM&R*, 2(10), 945-949. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2010.05.006>

Wright, A. A., Taylor, J. B., Ford, K. R., Siska, L., & Smoliga, J. M. (2015). Risk factors associated with lower extremity stress fractures in runners: A systematic review with meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 49(23), 1517-1523. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094828>

DEVELOPMENTAL DYSPLASIA OF THE HIP

BÖLÜM 6

Ahmet AYBAR¹

Introduction

This chapter adopts a pathoanatomic and age-stratified approach to DDH. Following clarification of key terminology and the underlying cascade of soft-tissue and bony adaptations, we review epidemiology and risk stratification, imaging modalities across growth, and contemporary screening concepts. Subsequent sections focus on treatment algorithms from birth to skeletal maturity, including closed and open reduction, the role of pelvic and femoral osteotomies, and the management of complications and residual dysplasia. The goal is to provide a practical, anatomy-based framework that links early decision-making to long-term joint preservation.

Epidemiology and presentation vary with genetic background, perinatal factors, and cultural practices. Female sex, breech presentation, positive family history, and postnatal positioning that holds the hips in extension and adduction all increase risk, whereas “hip-friendly” carrying and swaddling practices appear protective. Reported frequencies of dysplasia and dislocation differ between regions and according to whether cases are identified by selective clinical screening, universal

¹ Asst. Prof. MD, University of Health Sciences Gaziosmanpaşa Training and Research Hospital, Department of Orthopedics and Traumatology, Istanbul, Türkiye, **ORCID: 0000-0002-4847-610X**

ultrasonography, or radiographic assessment in later childhood. Understanding these differences is essential when interpreting published incidence figures and designing local screening strategies.

The clinical importance of DDH lies in its long-term consequences. Even subtle residual dysplasia in adolescence or early adulthood markedly increases the risk of symptomatic labral pathology, mechanical hip pain, and premature osteoarthritis. Conversely, when instability and loss of containment are recognized early and concentric reduction is restored, acetabular growth can remodel toward normal and the need for reconstructive surgery later in life may be reduced. For this reason, DDH is one of the most frequent indications for pediatric hip imaging and a central topic in child orthopedics.

Developmental dysplasia of the hip (DDH) describes a spectrum of abnormalities affecting the relationship between the femoral head and the acetabulum, ranging from mild instability and acetabular undercoverage to fixed dislocation. Rather than a single static deformity present at birth, DDH is a dynamic condition in which bony morphology and soft-tissue restraints evolve over time in response to altered joint mechanics. This developmental perspective has replaced the older concept of “congenital dislocation of the hip” and emphasizes that both onset and progression may occur beyond the neonatal period.

1. DEFINITION AND TERMINOLOGY

Table 1 summarizes these key terms and their typical clinical cues and morphologic implications, providing a shared vocabulary that underpins the epidemiologic, imaging, and treatment concepts discussed in subsequent sections.

Acetabular dysplasia refers primarily to a shallow or steep acetabular roof with deficient anterolateral coverage, which may arise as a primary morphologic variant or as a residual deformity

after prior instability or dislocation. It can be clinically silent in childhood yet progress to symptomatic instability and early osteoarthritis in adolescence or early adulthood. Teratologic dislocation, in contrast, describes a fixed intrauterine dislocation usually associated with syndromic or neuromuscular conditions; these rigid hips present at birth, are typically nonreducible by gentle maneuvers, and fall outside the scope of routine infant screening programs.

Two further concepts are critical for understanding the natural history of DDH. Containment describes the three-dimensional bony coverage of the femoral head by the acetabulum; adequate containment allows the head to act as a template for acetabular growth, whereas insufficient coverage predisposes to edge loading and labral injury. Concentric reduction indicates that the femoral head is centered within the true acetabulum throughout the range of motion, with congruent joint surfaces. Achieving and maintaining concentric reduction in early life is the cornerstone of joint-preserving treatment strategies.

Dislocation denotes complete loss of contact between the femoral head and the acetabulum at rest. In infancy, the dislocated head may remain reducible or become increasingly fixed as soft-tissue interposition, capsular tightening, and adaptive femoral and acetabular deformities develop. If concentric reduction is not restored, a cascade of soft-tissue contracture, acetabular deficiency, and extra-articular “false socket” formation ensues.

Subluxation describes partial loss of containment, with part of the femoral head remaining in contact with the acetabular cartilage and part lying outside the socket at rest. On examination, limited and asymmetric abduction in flexion is typical, and on radiographs the continuous curve of Shenton’s line may be broken. This altered load transfer to the anterolateral rim impairs acetabular modeling and promotes secondary labral and cartilage changes.

Instability refers to a hip in which the femoral head can be displaced from the acetabulum by gentle stress but remains reducible. Clinically, this corresponds to a dislocatable or relocatable hip on provocation tests in flexion and adduction or abduction; a true “clunk” indicating translation of the head is distinct from benign soft-tissue clicks. If this state persists, capsuloligamentous laxity and progressive loss of containment may develop.

In this chapter, the term developmental dysplasia of the hip (DDH) is used as an umbrella label that covers instability, subluxation, dislocation, and acetabular dysplasia as defined above. In everyday clinical practice, however, terminology is often used loosely, and some reports refer to “dysplasia” when the primary abnormality is actually dislocation or residual subluxation. For clarity, we reserve “dysplasia” for morphological acetabular deficiency with a concentrically reduced femoral head and explicitly specify “dislocation” or “subluxation” when containment is lost.

Table 1: Developmental Dysplasia of The Hip Terminology – Spectrum and Standard Labels

Term	Precise Meaning	Typical Clinical Cue or Example	Key Morphologic Implication
Instability	The femoral head can be displaced from the acetabulum by gentle stress but remains reducible.	Dislocatable during provocation in flexion and adduction; reducible by gentle abduction and anterior lifting in flexion; benign soft-tissue clicks are not equivalent to a clunk.	Capsuloligamentous laxity with risk of decentering if unresolved.
Subluxation	Partial loss of containment: part of the femoral head is outside the acetabulum at rest, with some contact remaining.	Limited and asymmetric abduction in flexion; disturbance of the continuous arc known as Shenton's line on radiography.	Abnormal load transfer to the anterolateral rim; impaired acetabular modeling.

Dislocation	Complete loss of contact between the femoral head and the acetabulum at rest.	Apparent femoral shortening with a positive finding on the sign described by Galeazzi; asymmetric thigh folds; limp once walking.	Progressive soft-tissue and bony adaptations if unreduced.
Concentric Reduction	The femoral head is centered in the acetabulum with no interposed obstacles.	Post-reduction imaging shows central location without inverted labrum, hypertrophied fibrofatty tissue, or capsular hourglass.	Restores the template necessary for normal acetabular growth.
Containment	Three-dimensional bony coverage of the femoral head by the acetabulum.	A continuous arc known as Shenton's line supports containment; disruption suggests loss of containment.	Insufficient coverage predisposes to edge loading and labral injury.
Acetabular Dysplasia	A shallow or steep acetabular roof causing insufficient bony coverage even when the hip is reduced.	Elevated acetabular index for age; deficient anterolateral coverage on imaging.	Represents a failure of normal acetabular development; may be primary or residual after prior instability.
Teratologic Dislocation	A fixed intrauterine dislocation associated with syndromic or neuromuscular conditions.	Rigid dislocation at birth with adduction contractures and severely limited abduction; typically not reducible by gentle maneuvers.	Distinct entity outside routine infant screening pathways.

Table Source: American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2022; Shaw & Segal, 2016.

Nomenclature and Usage Notes

Historical phrases such as congenital dislocation of the hip are avoided because they conflate distinct phenotypes and imply a fixed congenital state. Where classical eponyms are used, provocation of posterior displacement in flexion and adduction describes the maneuver traditionally attributed to Barlow, and gentle reduction by

abduction and anterior lifting in flexion describes the maneuver traditionally attributed to Ortolani. A dislocatable hip is one that can be displaced by gentle stress; a reducible hip is one that can be returned into the socket by appropriate maneuvers; a stable reduction is one that remains centered through a physiological range of motion without excessive force or pathological positions. Clicks without a palpable clunk are common and usually benign; they should not be confused with true signs of instability (American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2022; Barlow, 1963; Herring, 2022; Shaw & Segal, 2016).

Core Pathoanatomy in Brief

Loss of a centered reduction deprives the acetabulum of the spherical template required for normal modeling. This initiates a pathoanatomical cascade of soft-tissue and bony changes, detailed in Section 3.5 (Ponseti, 1978; Weinstein, 1997).

2. EPIDEMIOLOGY AND RISK STRATIFICATION

Case Definitions and Ascertainment Effects

Reported frequency depends strongly on how cases are defined and detected. Studies that rely on clinical signs at birth typically report lower frequencies than those that use ultrasonography in early infancy. Programs using universal ultrasonography usually identify more transient immaturity, whereas selective ultrasonography based on risk factors or an abnormal examination identifies fewer hips but with a greater proportion of clinically significant dysplasia. These ascertainment differences must be considered when comparing populations or trends over time (Health Information and Quality Authority, 2024; Kraus et al., 2024; Loder & Skopelja, 2011; Public Health England, 2023).

Global and Regional Frequency

Across published series, reported frequency spans well under one per one thousand live births in some African cohorts to several tens per one thousand in some European and Indigenous populations, where genetic background and traditional infant positioning practices may converge. Female infants predominate by roughly four to six to one, the left hip is more often affected than the right, and unilateral involvement is more common than bilateral involvement. The commonly quoted pragmatic teaching estimate is dysplasia in approximately one percent of newborns and frank dislocation around one per one thousand live births, although these figures vary with screening method and diagnostic thresholds (Loder & Skopelja, 2011; de Hundt et al., 2012; Ortiz-Neira, Paolucci, & Donnon, 2012).

Table 2: Developmental Dysplasia of The Hip Frequency and Distribution – Global and Regional Frequency, Sex, Side and Laterality Distribution

Region or Population	Ascertainment Method	Frequency Notes	Epidemiological Feature	Typical Distribution or Range
Northern and Central Europe	Universal or high-coverage ultrasonography	Higher detection of transient immaturity; reductions in late presentation reported.	Sex distribution	Female predominance of roughly four to six to one
United Kingdom	Serial expert examination with selective ultrasonography	Stable detection with emphasis on trained examination and timely access to imaging.	Side predominance	Left hip approximately sixty to sixty-five percent
Ireland	Selective ultrasonography; national evaluations	Ongoing assessments of benefits and resource use.	Laterality	Unilateral more common than bilateral
Selected African cohorts	Clinical signs at birth	Lower frequency reported;	Frequency generally low; ascertainment	True prevalence uncertain;

		ascertainment and access differences noted.	and access to care likely underestimate true burden.	limited data and heterogeneous health system structures.
Indigenous populations (various settings)	Mixed models	Higher frequency in some series; cultural and packaging factors may contribute.	Higher reported frequency in some series; influenced by traditional positioning practices.	Risk is modified by infant care practices; programs promoting hip-safe positioning can reduce late cases.

Table Source: Kraus et al., 2024; Public Health England, 2023; Health Information and Quality Authority, 2024; Loder & Skopelja, 2011.

Perinatal and Familial Risk Factors

Risk is not uniform across newborns. Consistently replicated risk factors include breech position near term or at delivery, a first-degree family history of the disorder, female sex, and clinical evidence of instability at birth. Markers of restricted intrauterine space such as firstborn status, oligohydramnios, congenital muscular torticollis, and foot deformities are also associated. Meta-analyses provide approximate pooled effect sizes that help quantify relative contributions across studies (de Hundt et al., 2012; Ortiz-Neira et al., 2012).

Table 3: Risk Factors for Developmental Dysplasia of the Hip – Perinatal and Familial Risk Factors

Risk Factor	Approximate Magnitude (Odds Ratio)	Interpretation and Notes
Breech position near term or at delivery	Commonly between five and ten	Strong, consistent association; risk persists after cesarean delivery if breech in late pregnancy.
First-degree family history	Commonly around four	Risk is higher when a parent or sibling was affected.
Female sex	Commonly around two to three	Biological susceptibility interacts with packaging factors.

Firstborn status	Around one and a half	Packaging effect with a relatively small but consistent increase.
Oligohydramnios, torticollis, foot deformity	Elevated values reported	Indicators of restricted intrauterine space and constrained motion.

Table Source: de Hundt et al., 2012; Ortiz-Neira et al., 2012.

Cultural and Environmental Modifiers

Practices that maintain the hips in extension and adduction, such as straight-leg swaddling, are associated with higher frequency. Education on hip-safe positioning has been linked to favorable trends in several programs (Mahan & Kasser, 2008).

Late Presentation and Procedure Rates

In health systems without routine early ultrasonography, a small proportion of cases present after the neonatal period with limited abduction or gait asymmetry once walking. Jurisdictions that introduced universal ultrasonography reported declines in late presentation and hospital admissions; however, evidence on longer-term functional outcomes and operation rates remains mixed across evaluations. These observations underline the importance of reporting ascertainment method alongside crude frequency (Health Information and Quality Authority, 2024; Kraus et al., 2024; Public Health England, 2023; Thallinger et al., 2014).

3. ETIOLOGY AND PATHOGENESIS

Conceptual Overview

Developmental dysplasia of the hip arises from the interaction of biological susceptibility and mechanical environment during late fetal life and early infancy. Susceptibility is expressed through connective tissue composition and joint morphogenesis, whereas the mechanical environment reflects intrauterine constraint, neonatal positioning, and early postnatal loading. When the femoral head is not centered within the developing acetabulum, modeling stimuli are

altered, setting in motion a sequence of adaptive soft-tissue and bony changes (Albinana, Dolan, Spratt, Morcuende, & Weinstein, 2004; Forst, Forst, Heller, & Forst, 1997).

Biological Susceptibility

Familial clustering and observations in twins indicate a heritable component. Studies of cartilage and capsule composition describe differences in the collagen network and extracellular matrix in affected hips. Hormonal influences have also been discussed; for example, higher relaxin levels have been reported in some series of neonates with hip instability (Forst et al., 1997). Classical developmental work shows that the acetabular roof requires a centered spherical template for normal shaping, and radiographic–anatomic analyses in displaced hips demonstrate characteristic acetabular deficiency (Albinana et al., 2004; Ponseti, 1978). Modern genetic studies propose a polygenic architecture that involves pathways of cartilage matrix assembly and joint patterning; although specific variants vary among cohorts, the overall signal supports inherited susceptibility interacting with environment (Albinana et al., 2004).

Table 4: Biological and mechanical factors in the etiology of DDH.

Biological Domain	Key Concept	Mechanical Context	Mechanism
Connective Tissue and Capsule	Laxity and altered matrix can lower the threshold for decentering.	Intrauterine Constraint	Sustained adduction and extension limit centered contact.
Cartilage Modeling	The acetabular roof requires a centered spherical template for normal shaping.	Postnatal Positioning	Prolonged extension and adduction impede natural recentring.
Polygenic Influence	Multiple small-effect variants likely contribute to susceptibility.	Side Predominance	Maternal spine positioning may bias hip posture in utero.

Table 4 Source: Albinana et al., 2004; Forst et al., 1997; Ponseti, 1978; Weinstein, 1997.

Mechanobiology of Acetabular and Femoral Development

With centered loading, the femoral head serves as a template that stimulates acetabular deepening across the triradiate cartilage (Ponseti, 1978). Decentering reduces coverage on the anterolateral roof and redirects contact pressures to the rim, impairing normal modeling; in displaced hips, characteristic acetabular deficiency is observed (Weinstein, 1997). Prolonged decentering is accompanied by increased femoral anteversion and a higher neckshaft angle, reflecting adaptation of the proximal femur to altered force vectors.

Pathoanatomical Cascade of Persistent Displacement

Persistent decentering initiates a stereotyped cascade of changes that both reflect and perpetuate instability, creating barriers to effortless recentering (Albinana et al., 2004; Weinstein, 1997).

Table 5: Pathoanatomical Cascade in DDH.

Structure	Early Response	Later Response if Displacement Persists
Labrum	Hypertrophy with potential inversion at the rim	Neolimbic change that impedes centered reduction
Acetabular Fossa	Accumulation of fibrofatty tissue (pulvinar) in the acetabular fossa	Persistent pulvinar acting as an intra-articular block to concentric reduction
Capsule beneath Iliopsoas	Hourglass constriction	Fixed narrowing that restricts movement of the head into the socket
Acetabular Roof	Insufficient anterolateral coverage	Small, steep roof with underdevelopment of the true socket; a false acetabulum may form on the ilium
Proximal Femur	Subtle torsional and alignment changes	Increased anteversion and higher neckshaft angle over time
Ligamentum teres	Hypertrophy and thickening within the acetabular fossa	Interposition within the joint that can obstruct concentric reduction and maintain subluxation or dislocation

Table Source: Albinana et al., 2004; Weinstein, 1997.

Temporal Windows and Plasticity

Plasticity is greatest in early infancy before ossification centers expand and before secondary adaptive changes consolidate. As the child grows, the capacity for spontaneous acetabular deepening diminishes and torsional features of the proximal femur become more established. These temporal features help explain epidemiological observations that earlier centering of the hip correlates with more complete remodeling of acetabular morphology (Albinana et al., 2004; Ponseti, 1978).

Typical and Teratologic Forms: Distinct Pathways

Typical developmental dysplasia of the hip is flexible and potentially reducible at birth; decentering is often intermittent and driven by packaging and laxity. Teratologic dislocation is a fixed, intrauterine dislocation frequently associated with neuromuscular or syndromic diagnoses, in which periarticular contractures and structural anomalies are present at birth. It is crucial to distinguish this from the hip instability commonly seen in neuromuscular disorders (e.g., cerebral palsy), which has a different pathophysiological basis centered on muscle imbalance. Their natural histories and responses to postnatal loading differ, and they should be distinguished in epidemiological and outcome reporting (Albinana et al., 2004; Herring, 2022).

4. PATHOPHYSIOLOGY AND NATURAL HISTORY

Early Postnatal Plasticity and Modeling

During late fetal life and early infancy, the femoral head provides a spherical template that drives deepening of the acetabulum across the triradiate cartilage. When the hip is centered, contact pressures are broadly distributed and stimulate orderly cartilage growth; when the hip is decentered, load concentrates at the anterolateral rim, and the acetabular roof remains shallow or steep. These principles explain why the earliest months after birth represent a window of high plasticity, during which morphology can improve or deteriorate depending on stability and loading (Ponseti, 1978).

Trajectories of Neonatal Instability and Acetabular Immaturity

Neonatal instability and mild acetabular immaturity show heterogeneous courses. Many hips that are unstable at birth recenter and improve as capsuloligamentous laxity decreases and directed loading resumes. Conversely, when decentering persists, the acetabular roof fails to deepen appropriately and progressive dysplasia can emerge. Observational and comparative studies in early infancy indicate that a substantial proportion of mild acetabular immaturity can normalize over time, whereas persistently decentered hips tend to retain dysplasia or progress to displacement (Albinana et al., 2004; Rosendahl, Markestad, & Lie, 2010).

Predictors of Persistence or Progression

Clinical and imaging markers correlate with the likelihood that acetabular morphology will remain deficient. These include reproducible signs of instability beyond the immediate neonatal period, persistent limitation of abduction in flexion, and sonographic evidence of deficient coverage or decentering during dynamic assessment. Radiographic and sonographic classification systems consistently show that poorer coverage and consistent decentering are associated with a higher probability of persistent dysplasia (Albinana et al., 2004; Graf, 2017; Vaquero-Picado et al., 2019).

Table 6: Predictors of Persistent Dysplasia – Clinical and Imaging Markers for Progression

Marker	Typical Context	Inference for Natural History
Reproducible Instability beyond the Newborn Period	Findings persist on expert examination at serial visits	Higher likelihood of persistent acetabular deficiency
Limited Abduction in Flexion	Asymmetry or absolute limitation on examination	Suggests mechanical impediment to centering and impaired modeling
Sonographic Decentering or Poor Coverage	Dynamic assessment in early infancy	Correlates with persistence of acetabular deficiency in follow-up cohorts

Elevated Acetabular Index Relative to Age	Anteroposterior pelvic radiography after ossification centers appear	Associated with residual dysplasia on later imaging
---	--	---

Table Source: Albinana et al., 2004; Graf, 2017; Vaquero-Picado et al., 2019.

Evolution of Morphologic Change When Displacement Persists

Persistent displacement initiates the pathoanatomical cascade detailed in Section 3.5, characterized by progressive soft-tissue and bony adaptations that hinder spontaneous reduction (Albinana et al., 2004; Weinstein, 1997).

Age at Recentering and Probability of Remodeling

Across natural history series, hips that are centered earlier in infancy demonstrate greater capacity for acetabular remodeling than hips that remain decentered for longer periods. When centering occurs after prolonged displacement (typically beyond 6-8 months of age), the acetabular roof often remains shallow and the proximal femur exhibits established torsional features, reflecting diminished plasticity with age. These time-dependent relationships are consistent with classical developmental observations and long-term cohort analyses (Albinana et al., 2004; Ponseti, 1978).

Natural History into Later Childhood and Adolescence

Children who remain decentered or who retain marked acetabular deficiency may develop gait asymmetry, limb length difference, or activity-related symptoms as mechanical demands increase. Residual dysplasia can be present without overt symptoms during childhood, and structural cartilage or labral changes may accumulate over time. Even mild to moderate dysplasia left untreated is a well-established risk factor for the development of symptomatic osteoarthritis and degenerative joint disease in early to middle adulthood. Longterm observational work links persistent dysplasia to an elevated risk of symptoms and degenerative change, although individual trajectories vary. This topic is elaborated in the outcomes

section of this chapter (Albinana et al., 2004; Sankar et al., 2011; Weinstein, 1997).

5. CLINICAL ASSESSMENT

Principles of Examination

A careful hip examination during the newborn period and early infancy has the highest diagnostic yield. The infant should be calm and warm on a firm surface, with the diaper removed and the pelvis stabilized by the examiner. Testing uses gentle, controlled movements; forceful maneuvers risk discomfort, guarding, and false findings. Findings should be described with precise state descriptors defined in Section 1 (American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2022; Herring, 2022; Public Health England, 2023; Shaw & Segal, 2016).

History Elements

Key historical elements include pregnancy and delivery details, especially breech position at or beyond thirty-four weeks of gestation or at delivery, oligohydramnios, and firstborn status. Obtain a family history in first-degree relatives. Ask about neonatal instability previously noted by staff, congenital muscular torticollis, foot deformities, and early postnatal positioning practices such as tight straight-leg swaddling. In older infants and toddlers, enquire about delayed or asymmetric milestones and parental observations of asymmetry (American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2022; Herring, 2022; Loder & Skopelja, 2011; Shaw & Segal, 2016).

Physical Examination in the Newborn and Early Infancy

Examination proceeds from observation to range of motion and then to specific stability tests. Observation may reveal limb position asymmetry or apparent shortening, although isolated asymmetry of skin folds is common and nonspecific. Abduction in flexion is assessed gently; asymmetry or a low absolute arc suggests impaired

centering. Stability is then assessed with the classical provocation and reduction maneuvers described in the literature (American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2022; Barlow, 1963; Herring, 2022; Narayanan et al., 2015; Shaw & Segal, 2016).

Table 7: Hip Examination in the Newborn and Early Infancy – Physical Examination Components and Techniques

Element	Technique and Interpretation	Notes and Caveats
Observation	Assess limb position, spontaneous kicking symmetry, and apparent shortening.	Asymmetric skin folds alone are not diagnostic.
Range of Motion	Assess hip abduction with the hips flexed; compare sides.	Restricted or asymmetric abduction suggests impaired centering.
Provocation (Barlow)	With the hip flexed and adducted, apply gentle posterior force to provoke displacement.	A palpable clunk indicates dislocatability; soft clicks are usually benign (Narayanan et al., 2015).
Reduction (Ortolani)	With the hip flexed, gently abduct while lifting anteriorly to seek reduction.	A palpable clunk indicates reducibility; do not force through resistance (Narayanan et al., 2015).
Apparent Limb Length Difference (Galeazzi)	With hips and knees flexed, observe for knee height asymmetry.	Unreliable in bilateral displacement; interpret with other findings (Herring, 2022).

Table Source: American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2022; Herring, 2022; Narayanan et al., 2015.

True clunks represent translation of the femoral head over the rim; high-pitched or soft clicks from tendons or capsule are common and typically benign. Repeated forceful testing can irritate soft tissues and should be avoided. The highest yield for the provocation and reduction maneuvers is within the first weeks after birth (American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2022; Narayanan et al., 2015; Public Health England, 2023; Shaw & Segal, 2016).

Examination After Early Infancy

As weeks pass, the utility of provocation and reduction maneuvers declines and limitation of hip abduction in flexion becomes the most informative clinical sign. After ossification centers appear, the examination focuses on abduction limitation, gait, pelvic mechanics, and limb length. In unilateral displacement, apparent limb shortening and asymmetric abduction persist; in bilateral displacement, limb lengths may appear equal, with exaggerated lumbar lordosis and a waddling gait once walking (American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2022; Herring, 2022; Shaw & Segal, 2016).

Table 8: Clinical Signs by Age Group – Evolution of Clinical Findings with Age

Age Range	Highest Yield Clinical Signs	Typical Additional Observations
Birth to Six Weeks	Provocation and reduction maneuvers; asymmetric abduction	Asymmetric thigh folds; benign clicks are common (Narayanan et al., 2015)
Six Weeks to Six Months	Limitation of abduction in flexion; reproducible instability	Equivocal findings warrant careful documentation and reexamination
After Ossification Centers Appear; Ambulatory Child	Persistent abduction limitation; gait asymmetry; positive abductor sign	Apparent limb length difference in unilateral cases; hyperlordosis and waddling gait in bilateral cases

Table Source: American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2022; Herring, 2022; Shaw & Segal, 2016.

6. DIAGNOSTIC IMAGING

Purpose, Scope, and Age Windows

Diagnostic imaging for developmental dysplasia of the hip aims to visualize cartilaginous and bony structures in an age-appropriate manner, quantify coverage and position, and provide a shared classification language with acceptable reliability. In early infancy ultrasonography depicts the unossified hip and allows dynamic assessment, while after the ossification centers appear anteroposterior pelvis radiography offers reproducible bony

measurements. Cross-sectional imaging is reserved for focused questions that require three-dimensional or soft-tissue detail (Graf, 2017; Herring, 2022; Sankar et al., 2011).

Table 9: Diagnostic Imaging for Developmental Dysplasia of the Hip – Age-Based Imaging Modalities and Protocols

Age Window	Primary Modality	Rationale	Protocol Elements (Examples)
Birth to Approximately 4-6 Months	Ultrasonography	Direct depiction of unossified cartilage and dynamic behavior under gentle stress.	High-frequency linear transducer; infant in lateral decubitus or supine; minimal probe pressure.
After Appearance of Ossification Centers	Anteroposterior Pelvis Radiography	Stable bony landmarks allow reproducible angles and classifications.	Neutral pelvis; patellae facing upward; check for rotation and tilt.
Any Age for Specific Questions	Magnetic Resonance Imaging (MRI)	Multiplanar soft-tissue detail (MRI) and bony definition when radiographs are obscured.	Axial and coronal fluid-sensitive sequences; 3D isotropic acquisitions.
Any Age for Specific Questions	Computed Tomography (CT)	Head position relative to bony landmarks when detail is obscured; assessment through cast material.	Low-dose helical or limited angle protocols; 3D reformats.

Table Source: Graf, 2017; Herring, 2022; Sankar et al., 2011.

Ultrasonography Measurements and Classification

Static measurements include the alpha angle, the beta angle, and the percentage of femoral head coverage in the coronal plane. Dynamic assessment documents whether the head remains centered during gentle provocation in flexion and adduction and whether it returns into the socket with gentle abduction and anterior lifting in flexion. Reports should provide exact values and a narrative of centering, translation, and labral configuration (Graf, 2017; Narayanan et al., 2015; Shaw & Segal, 2016). The Graf classification

system is widely used, grouping hips by alpha and beta angles with qualitative descriptors of the bony roof and labrum (Graf, 2017).

Radiography: Positioning Checks and Core Measurements

After ossification centers appear, anteroposterior pelvis radiography provides reproducible landmarks. The child is supine with the pelvis neutral and patellae facing upward. Rotation and tilt are checked by symmetry of iliac wings and obturator foramina. The Hilgenreiner line and the Perkin line define quadrants for the ossification center; continuity of the smooth arc known as the Shenton line supports containment. The acetabular index is measured as the angle between the Hilgenreiner line and the acetabular roof line; in older children the lateral centeredge angle (LCEA) quantifies coverage once the head is ossified (Herring, 2022).

7. TREATMENT

Goals and Principles

The primary goal is a stable, concentric reduction achieved atraumatically, restoring the biomechanical environment that allows normal acetabular development. Management is tailored to age and severity: observation and abduction bracing in early infancy, closed reduction with spica casting when bracing fails or is inappropriate, open reduction for irreducible hips, and pelvic or femoral osteotomies to correct residual deformity. Consistent themes are gentle handling, avoidance of forced abduction (greater than approximately 60°), and structured follow-up using age-appropriate imaging (Malvitz & Weinstein, 1994; Vaquero-Picado et al., 2019; Shaw & Segal, 2016; Cooperman, Wallensten, & Stulberg, 1980).

Age- and severity-based decision framework

A practical framework couples the age window with displacement grade to guide escalation from observation to abduction bracing,

closed reduction, open reduction, and realignment osteotomies. Mild acetabular immaturity with a centered hip can be observed with repeat ultrasonography, whereas decenterable or dislocated hips typically require active intervention (Malvitz & Weinstein, 1994; Vaquero-Picado et al., 2019; Salter, 1961).

Table 10: Age and Severity-based Treatment Approach for DDH.

Age Window	Typical Scenario	Primary Option	Conditions for Success	Escalation Triggers
Birth–6 Weeks	Physiologic immaturity; centered hip.	Observation with scheduled US.	Stable centering; improving alpha angle or coverage; reliable follow-up.	Loss of centering or persistent shallow roof beyond early infancy.
0–6 Months	Instability or reducible dislocation.	Abduction bracing (dynamic harness).	Gentle positioning in flexion and abduction; weekly clinical and ultrasonographic checks.	No concentric reduction within two to three weeks; emerging femoral or obturator nerve palsy suggesting excessive abduction; skin pressure injury.
6–18 Months	Persistent decentering or failed bracing.	Closed reduction with spica cast.	Concentric reduction on arthrogram; confirmation with MRI; safe zone without excessive abduction.	Incongruent reduction, mechanical block, or redislocation—proceed to open reduction.
>18 Months (Toddler/Preschool)	Late presentation or failed closed reduction.	Open reduction (medial/anterior) ± pelvic osteotomy.	Release obstructing tissues; balanced capsulorrhaphy; correct acetabular deficiency	Persistent coverage deficiency despite stable reduction—consider reshaping or

			when indicated.	redirectional osteotomy.
Adolescent/Adult	Symptomatic residual dysplasia with preserved joint surfaces.	Periacetabular osteotomy (PAO).	Recenter the head and increase anterolateral coverage while preserving posterior column continuity.	Advanced arthritis or incongruent joint—arthroplasty considered rather than joint preservation.

Table Source: Malvitz & Weinstein, 1994; Vaquero-Picado et al., 2019; Cooperman et al., 1980; Salter, 1961; Ganz, Klaue, Vinh, & Mast, 1988.

Nonoperative Management: Abduction Bracing

Dynamic abduction bracing positions the hips in flexion and abduction within a safe zone to promote centering and stimulate acetabular modeling. Success is associated with early initiation and meticulous follow-up (Malvitz & Weinstein, 1994; Vaquero-Picado et al., 2019). The harness is typically worn full-time initially, with progressive weaning once sustained centering and age-appropriate measurements are documented. Weekly clinical and ultrasonographic reviews are recommended for the first few weeks to monitor progress (Malvitz & Weinstein, 1994; Vaquero-Picado et al., 2019).

Closed and Open Reduction

Closed reduction is performed under general anesthesia with full muscle relaxation, often accompanied by an arthrogram to confirm concentricity and identify interposed structures. Percutaneous adductor tenotomy may be performed if needed to achieve a stable reduction without excessive abduction. A spica cast is applied with the hips in a safe zone of flexion and abduction (approximately 90-100° flexion and 40-50° abduction), defined as the range in which the hip remains reduced without redislocation while avoiding excessive tension on the femoral head, capsule, and neurovascular structures to maintain reduction while minimizing the risk of

avascular necrosis (Cooperman et al., 1980; Salter, 1961). Open reduction is indicated for failed closed reduction or the presence of significant mechanical blocks. It involves a surgical approach to remove obstacles to reduction (e.g., inverted labrum, pulvinar, hypertrophied ligamentum teres) and perform a capsulorrhaphy to stabilize the hip (Cooperman et al., 1980; Salter, 1961).

Osteotomies

Pelvic osteotomies (e.g., Salter, Pemberton, periacetabular osteotomy) are performed to correct residual acetabular dysplasia in older children and adolescents once a concentric reduction is achieved. The choice of osteotomy depends on the child's age and the specific pattern of acetabular deficiency. Femoral osteotomies (varus or derotational) may be combined with pelvic procedures to address concomitant femoral deformity (Ganz et al., 1988; Pemberton, 1965; Salter, 1961).

Complications and Follow-up

Avascular necrosis of the femoral head is the most serious complication, associated with forceful reduction, extreme abduction in casting, or vascular compromise during surgery. Meticulous technique and adherence to safe zones are critical for prevention (Kalamchi & MacEwen, 1980). Other complications include redislocation, residual dysplasia, stiffness, and nerve palsies. Structured, long-term follow-up is essential to monitor hip development, identify complications, and assess the need for further intervention (Cooperman et al., 1980; Salter, 1961).

References

- Albinana, J., Dolan, L. A., Spratt, K. F., Morcuende, J. A., & Weinstein, S. L. (2004). Acetabular dysplasia after treatment for developmental dysplasia of the hip. The

Journal of Bone and Joint Surgery. British Volume, 86-B(6), 876–886.

American Academy of Orthopaedic Surgeons. (2022). Pediatric developmental dysplasia of the hip: Detection and nonoperative management. Clinical practice guideline. Rosemont, IL: Author.

Barlow, T. G. (1963). Early diagnosis and treatment of congenital dislocation of the hip. *Proceedings of the Royal Society of Medicine*, 56, 804–806.

Cooperman, D. R., Wallensten, R., & Stulberg, S. D. (1980). Post-reduction avascular necrosis in congenital dislocation of the hip. *The Journal of Bone and Joint Surgery: American Volume*, 62(2), 247–258.

de Hundt, M., Vlemmix, F., Bais, J. M. J., Hutton, E. K., de Groot, C. J., Mol, B. W. J., & Kok, M. (2012). Risk factors for developmental dysplasia of the hip: A meta-analysis. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology*, 165(1), 8–17.

Forst, J., Forst, C., Forst, R., & Heller, K. D. (1997). Pathogenetic relevance of the pregnancy hormone relaxin to inborn hip instability. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 116(4), 209–214.

Ganz, R., Klaue, K., Vinh, T. S., & Mast, J. W. (1988). A new periacetabular osteotomy for the treatment of hip dysplasias: Technique and preliminary results. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 232, 26–36.

Graf, R. (2017). Hip sonography: Background; technique and common mistakes; results; debate and politics; challenges. *Hip International*, 27(3), 215–219.

Health Information and Quality Authority. (2024). Evidence review of universal ultrasound screening for developmental dysplasia of the hip in infants in Ireland. Dublin, Ireland: Author.

Herring, J. A. (Ed.). (2022). Tachdjian's pediatric orthopaedics: From the Texas Scottish Rite Hospital for Children (6th ed.). Philadelphia, PA: Elsevier.

Kalamchi, A., & MacEwen, G. D. (1980). Avascular necrosis following treatment of congenital dislocation of the hip. *The Journal of Bone and Joint Surgery: American Volume*, 62(6), 876–888.

Kraus, T., & Chiari, C. (2024). Universal screening for developmental dysplasia of the hip in Austria: what have we learned? *Exploration of Musculoskeletal Diseases*, 2, 208–215.

Loder, R. T., & Skopelja, E. N. (2011). The epidemiology and demographics of hip dysplasia. *ISRN Orthopedics*, 2011, 238607.

Mahan, S. T., & Kasser, J. R. (2008). Does swaddling influence developmental dysplasia of the hip? *Pediatrics*, 121(1), 177–178.

Malvitz, T. A., & Weinstein, S. L. (1994). Closed reduction for congenital dysplasia of the hip. Functional and radiographic results after an average of thirty years. *The Journal of Bone and Joint Surgery: American Volume*, 76(12), 1777–1792.

Narayanan, U., Mulpuri, K., Sankar, W. N., Clarke, N. M., Hosalkar, H., & Price, C. T. (2015). Reliability of a new radiographic classification for developmental dysplasia of the hip. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 35(5), 478–484.

- Ortiz-Neira, C. L., Paolucci, E. O., & Donnon, T. (2012). A meta-analysis of common risk factors associated with the diagnosis of developmental dysplasia of the hip in newborns. *European Journal of Radiology*, 81(3), e344–e351.
- Vaquero-Picado, A., González-Morán, G., Gil Garay, E., & Moraleda, L. (2019). Developmental dysplasia of the hip: Update of management. *EFORT Open Reviews*, 4(9), 548–556.
- Pemberton, P. A. (1965). Pericapsular osteotomy of the ilium for treatment of congenital subluxation and dislocation of the hip. *The Journal of Bone and Joint Surgery: American Volume*, 47, 65–86.
- Ponseti, I. V. (1978). Growth and development of the acetabulum in the normal child. *The Journal of Bone and Joint Surgery: American Volume*, 60(5), 575–585.
- Public Health England. (2023). Newborn and Infant Physical Examination (NIPE) program handbook. London, England: National Health Service.
- Rosendahl, K., Markestad, T., & Lie, R. T. (2010). Immediate treatment versus sonographic surveillance for mild hip dysplasia in newborns. *Pediatrics*, 125(1), e9–e16.
- Salter, R. B. (1961). Innominate osteotomy in the treatment of congenital dislocation and subluxation of the hip. *The Journal of Bone and Joint Surgery: British Volume*, 43-B(3), 518–539.
- Sankar, W. N., Flynn, J. M., Williams, J., et al. (2011). The use of three-dimensional magnetic resonance imaging in the assessment of acetabular morphology. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 31(4), 352–357.

Shaw, B. A., & Segal, L. S. (2016). Evaluation and referral for developmental dysplasia of the hip in infants. *Pediatrics*, 138(6), e20163107.

Thallinger, C., Pospischill, R., Ganger, R., Radler, C., Krall, C., & Grill, F. (2014). Long-term results of a nationwide general ultrasound screening system for developmental disorders of the hip: The Austrian hip screening program. *Journal of Children's Orthopaedics*, 8(1), 3–10.

Weinstein, S. L. (1997). Natural history and treatment outcomes of childhood hip disorders. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 344, 227–242.

