



Önkol kaynamamaları

Forearm non-unions

Ali Turgut, Nafiz Dede

İzmir Tepecik Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, İzmir

Erişkinlerde önkol kırıkları birkaç istisna dışında cerrahi olarak tedavi edilmektedir. Cerrahide amaç; anatomik reduksiyon, stabil tespit ve erken hareket başlanmasıdır. Bu kırıkların cerrahi tedavisinde altın standart kompresyon plak-vida tespitidir. Önkol kırıklarının cerrahisinde yeterli mekaniğe, biyolojiye ve oluşan enfeksiyona bağlı olarak kaynamama görülebilmektedir. Prensipere uyulduğunda kaynama-ma oranları %5'ten az olacaktır. Bu kırıkların kaynamamasında altta yatan nedenin teşhisi için tespit me-kaniğinin iyi anlaşılması gerekmektedir. Tedavide ise bu mekaniği bozan etkenlere yönelik olarak doğru prensipler uygulanmalıdır.

Anahtar sözcükler: önkol; kaynamama; tedavi

Forearm fractures in adults are treated surgically with a few exceptions. The purpose of the surgery is obtaining anatomic reduction, stable fixation, and early starting the range of motion. The gold standard for the surgical treatment of these fractures is compression plate-screw fixation. Surgery of the fore-arm fractures may result in non-union due to inadequate mechanics, biology, and occurrence of infection. If the principles are adhered to, expected non-union cases will be less than 5%. Understanding the mechanics will help the surgeon to diagnose the underlying reason of the non-union. One should apply the correct principles to fix the inappropriate mechanics.

Key words: forearm; non-union; treatment

Önkolda radius ve ulna olmak üzere iki adet kemik bulunmaktadır. Bu iki kemik, proksimal ve distalde kendi aralarında, humerus ve proksimal karpal sıra ile eklemleşmektedir. Önkol kırıklarının büyük bir kısmı, 10 yaşlarına kadar hem yeniden şekillenme potansiyeli varlığı hem de bu kemikler üzerine etki eden kasların deforme edici güçlerinin erişkin döneme göre göreceli olarak daha az olmasından dolayı, kapalı yerleştirme ve uzun kol alçı ile tedavi edilebilmektedir. Erişkin dönemde ise; konservatif tedavi sadece hiç deplasmanı olmayan kırıklarda veya %50'nin altında deplase, 10°'den az açılanmış distal 2/3 ulna kırıklarında önerilmektedir.^[1]

Kişisel öz bakım, hijyen, tutma, taşıma, beslenme, sportif faaliyetler, ince el işleri gibi bir çok faaliyetin yerine getirebilmesi için, el bilek, dirsek ve omuz hareket açıklığına ek olarak, önkol pronasyon ve supinasyon hareketinin de yeterli derecede açık olması gereklidir. Pronasyon ve supinasyon hareketleri; radiusun, sabit olan ulna etrafında dönmesi ile oluşmaktadır. *Biceps*

brachii yapışma yeri (biceps tüberkülü) ve radius distal eklemine ulnar tarafı arasındaki mesafenin ilk %60'lık kısmında radyal eğim en fazla olmaktadır^[2]; bu eğimin sağlanması pronasyon ve supinasyon hareketleri açısından oldukça önemlidir. Radius ve ulnanın uzunluklarının korunması da el bileği ve dirsek eklemlerinin fonksiyonları ve el fonksiyonlarını oluşturan kas güçlerinin korunması açısından çok önemlidir. Tüm bu özelliklerden dolayı, önkol kırıklarına eklem kırıkları gibi yaklaşılmış ve tedavilerinde de, aynı eklem kırıklarında olduğu gibi anatomik reduksiyon, stabil tespit ve erken hareket başlanması önerilmiştir.^[3]

Önkol kırıklarının cerrahi tedavisinde, plak-vida ile tespit altın standart olarak kabul edilmektedir.^[4] Son dönemlerde kilitli kanal içi çivilemelerin başarılı sonuçları da bildirilmektedir.^[5] 1960'lı yıllarda, çift 1/3 tübüler plakların kullanılması ile %100 kaynama sonuçları bildirilmiştir.^[6] İlerleyen yıllarda, çift 1/3 tübüler plak ve tek kompresyon plağının benzer kaynama oranları ile sonuçlandığı gözlenmiştir.^[7] Özellikle,



Şekil 1. a-c. Aynı seviyeli önkol çift kırığı (a). Hem ulna, hem de radiusta yetersiz redüksiyon sonrası kaynamama (b). Kısmi temaslı kompresyon plağı uygulanması, greftleme ve redüksiyonun tam olarak sağlanması sonrası iyileşen kırık (c).

Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO) çalışma grubunun kullanıma sunduğu, kompresyon plağı ile %92-100 oranında kırık iyileşmesi sağlandığı bildirilmiştir.^[3] İmplant tasarımlarının ve cerrahi tekniğin gelişmesi sayesinde, önkol kırıkları sonrası kaynamama oranları %5'in altında olarak bildirilmektedir.^[8]

Önkol kırıkları sonrası, fonksiyonel olarak normale dönüşü oldukça geciktiren hatta engelleyebilen, kötü sonuçlara neden olan kaynamama; her kırık iyileşme sorununda olduğu gibi yetersiz mekanik, biyolojiye ve oluşan enfeksiyona bağlı olmaktadır.^[9]

Yetersiz Mekanik

Önkol kemikleri üzerinde, özellikle döngüsel kuvvetler etkilidir. Kırık dengesinde; redüksiyon kalitesi ve kullanılan implantın mekanik gücü çok önemlidir. Özellikle basit tip kırıklarda birincil olarak kırık iyileşmesi hedeflendiği için, tam anatomik redüksiyon ve kırık hattında kompresyon sağlanmalıdır (Şekil 1). Kelebek parçalı kırıklarda da, kırık öncelikle basit tipe çevrilmeli; sonrasında anatomik redüksiyon ve kırık

hattında kompresyon sağlanmalıdır. Kırık hattında kompresyon sağlanabilmesi için; transvers kırıklarda dinamik kompresyon plağının oval delikleri kullanılmalı, oblik kırıklarda ise (kırık hattı, kemik çapının en az iki katı uzunluğunda olduğunda) plak dışından veya plak deliklerinden çekirtme vidası uygulamasını takiben, bu çekirtme vidası uygun teknikte nötralize edilmelidir. Plak, yeterince uzun olmalı ve artık günümüzde semitübüler plaklar tercih edilmemelidir (Şekil 2). Kemik kalitesi iyi olan hastalarda, kırığın her iki tarafında da en az dört korteks tutulumu (tercihen altı korteks), kemik kalitesi iyi olmayan hastalarda da en az 6-8'er korteks tutulumu sağlanmalıdır.^[10] Bu durumda, kullanılacak plak uzunluğu en az 6-8 delikli olacak şekilde seçilmelidir. Yine, kırık hattında çevresel olarak %50'den fazla kayıp varsa interosseöz mesafe kontamine edilmeden greftleme yapılması önerilmektedir.^[11]

Yetersiz Biyoloji

Kırık iyileşmesinin olmazsa olmaz gereksinimlerinden birisi de kırık hattının yeterli derecede canlı



Şekil 2. Yeterli mekanik denge sağlanamamış kırıkta oluşan hipertrofik kaynamama.

olmasıdır. Kemiğin kanlanması normal şartlarda; çevresel yumuşak dokulardan (periosteal) dıştan-içe ve kemiğin besleyici damarının medullada ilerlemesi ve oluşturduğu anastomozlarla (endosteal) içten-dışa doğru olmaktadır. Kırık oluştuğundan sonra intramedüller dolaşım kesintiye uğramakta ve kırık hattının dolaşımı büyük ölçüde çevre kaslardan ve periosttan sağlanmaktadır. Yüksek enerjili yaralanmalarda, hem kırık hattında yaygın kemik iskemisi oluşmakta hem de çevre yumuşak doku hasarına bağlı çevresel dolaşım bozulmaktadır. Biz cerrahların; gerek cerrahi tekniğimiz (aşırı periost sıyırma, serbest parçaların yumuşak doku bağlantılarını bozma vb.) gerekse kullandığımız gereçler (künt uçlu redüksiyon klempleri vb.) ile kırık bölgesinin kanlanmasını daha da bozabileceğimiz ihtimal dahilindedir. Bir de, özellikle açık kırıklarda oluşabilecek kemik kayıpları, kırık iyileşmesini imkansız hale getirmektedir. Biyolojik etkenlerden bahsedilirken; hastanın beslenme durumunun (yeterli transferrin, albümin, lenfosit miktarı) ve D vitamini düzeyinin (en az 30 ng/mL olması önerilmekte)

dikkate alınması^[12], sigara kullanım durumunun da göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Enfeksiyon

Enfeksiyon varlığının kırık iyileşmesindeki olumsuz etkisi uzun zamandır bilinmektedir. Kaynamama ile karşılaşıldığında, mutlaka enfeksiyon dışlanmalıdır. Enfeksiyon varlığında da kırık iyileşebilir, ancak bu hastalarda kırık dengesinin yeterli olması (implant gevşemesinin olmaması) ve hastanın uygun antibiyotik tedavisinin kırık iyileşene kadar verilmesi gerekmektedir. Kırık iyileşse bile kronik enfeksiyon oluşması da, hastada yeniden ameliyat ve medikal tedavi gerekliliği oluşturarak morbiditeyi arttırabilmektedir.^[13]

ÖNKOL KAYNAMAMALARINDA TANI

Kaynamama tanısının konulabilmesi için tespit mekanizmasının iyi anlaşılması gerekir. Kırık hastalarında kırık bölgesinde mevcut olan ağrının azalması ve/veya tamamen ortadan kalkması, iyileşme açısından olumlu



Şekil 3. 1/3 semitübüler plak kullanılarak tedavi edilen önkol kırığında hipertrofik kaynamama.

bir bulgudur. Radyolojik olarak ise; parçalı bir kırık mevcudiyetinde ikincil bir kemik iyileşmesi hedeflenmiş ise ön-arka ve yan grafilerde yeterli kaynama dokusu oluşmasının takibi, buna karşın basit tipte bir kırıkta uygulanacak katı tespit sonrası da kırık hattında trabeküler kemik geçişinin oluşmasının takibi önemlidir. Tüm kırıklarda olduğu gibi, önkol kırıklarında da altı aylık bir süre geçmesine karşın iyileşme olmaması kaynamama olarak değerlendirilir. Takiplerde üç ay arka arkaya elde edilen grafilerde iyileşme yönünde hiçbir değişiklik olmaması da tanı kriteri olarak kullanılabilir. [3] Katı tespit uygulanan bir kırıkta kaynama dokusunun görülmesi, tespitin yeterince katı olmadığını ve birincil kemik iyileşmesi olmayacağını gösterir, dahası bu durumda hipertrofik kaynamama görülebilecektir (Şekil 3). Katı tespit uygulanan bir kırıkta kırık hattının rezorbe olarak belirgin hale gelmesi, skleroz oluşması,

vida/vidalar çevresinde gevşeme görülmesi aseptik veya septik kaynamamalarda karşılaşılabilecek durumlardır. İyileşme göstermeyen bir kırıkta, tüm yükü karşılayan implant bir süre sonra yetmezliğe giderek, ya kırılacak ya da tespit materyalleri kemikten sıyrılacaktır. Dolayısı ile, bir kırıkta yeterli iyileşme süresi geçmesine rağmen implant yetmezliği oluşması da kaynamama lehine bir bulgudur.

Bilgisayarlı tomografi, çok nadiren kırık hattını değerlendirmek için kullanılabilir, ancak hastanın maruz kalacağı radyasyon gözetilerek kullanılmalıdır.

Sintigrafi ve manyetik rezonans görüntülemenin tanıda yeri oldukça kısıtlıdır.

ÖNKOL KAYNAMAMALARINDA TEDAVİ

Kaynamama nedeni ile bir hasta tedavi edilmeye başlanmadan önce cevaplanması gereken bazı sorular vardır:

- Kaynamama önkolun hangi bölümündedir?
- Kemiğe, iyileşmesi için yeterli zaman verildi mi?
- Kırık hattında iyileşecek kadar canlı kemik var mı?
- Kırık uçları canlı değilse, canlı kemiğe ulaşana kadar debridman yapıldıktan sonra oluşacak defekt miktarı nedir?
- Kaynamamanın nedeni tespit yetersizliği miydi?
- Altta yatan bir enfeksiyon var mı? İmplantlar stabil mi?
- Hastanın beslenme durumu, D vitamini düzeyi yeterli mi?
- Hasta kırık iyileşmesi açısından olumsuz risk faktörüne sahip mi? (diyabet, sigara kullanımı, periferik arter hastalığı vb.)

Şok dalga tedavisi, birçok gecikmiş kaynama ve kaynamama olgusunda başarı ile uygulanmaktadır.^[14] Ancak, önkol kaynamamalarındaki yararı ile ilgili literatürde yeterli veri yoktur. Benzer şekilde, önkol kaynamamalarında; düşük yoğunluklu ultrasonografi ve trombositten zengin plazma kullanımını destekleyen bulgu yoktur.^[15] Kemik morfogenetik protein, geçmiş yıllarda kullanılmış olmakla birlikte artık günümüzde tercih edilmemektedir.^[16]

Kaynamama nedeninin biyolojik değil de mekanik olduğu durumlarda oluşan “hipertrofik kaynamama” durumunda, var ise kırık hattındaki fibröz doku - yumuşak dokuların debride edilip sadece kompresyon plaklama yapılması tedavi için yeterlidir.^[17] Kırık hattı sklerotik, atrofik ise biyolojik bir yetmezlik de söz konusudur. Bu durumda, canlı olmayan kırık uçları, canlı kemiğe ulaşınca dek debride edilip kısaltılmalıdır. Canlı kemik sınırının net olarak saptanabilmesi için turnikesiz çalışmak daha avantajlıdır. Kemik uçları



Şekil 4. a–d. Önkol çift kırığı cerrahi tedavisi sonrası radiusta atrofik kaynamama (a). Kırık hattındaki cansız kemik uzaklaştırılmış ve oluşan defekt iliak kanattan alınan trikortikal greftle doldurulmuş ve kompresyon sağlanmış (b). Greft kırığın her iki tarafına kayıyor (c). Kaynamama cerrahisinden sonraki 5. yıldaki kırığın radyolojik görüntüsü (d).

debride edildikten sonra proksimal ve distal kırık parçalarının medulları da uygun çaptaki drille açılmalıdır. Eğer oluşan defekt az ise iki yol izlenebilir. Bunlar; eşlik eden diğer kemik kaynamaması var ise her iki kemiğin eşit oranda kısaltılarak kırık hattında kompresyon sağlanması; ikinci seçenek olarak da, oluşan defektin veya defektlerin trikortikal otojen kemik grefti ile greftlenerek gerekli kompresyonun sağlanmasıdır (Şekil 4). Oluşan defekt 6 cm'ye kadar olduğunda otojen spongyöz greft, damarsız fibula grefti kullanılabilirliği bildirilmiştir (Şekil 5).^[17-19] Altı cm'nin üzerindeki

defektlerin yönetimi ise; damarlı fibula greftleri veya distraksiyon osteogenezisine dayanarak uygulanan kemik kaydırma yöntemleri ile yapılabilir. Hangi yöntem kullanılırsa kullanılsın, sonuçta el bileği radyolojik görüntüsü alınarak ulnar varyansta değişiklik olmadığından emin olunmalıdır. Kaynamamalarda iliak kanattan spongyöz greft alınarak plak-vida tespitine ek olarak kullanılması ilk olarak 1956 yılında tanımlanmıştır.^[20] Greftlemede, hem osteokondüktif, hem osteoindüktif hem de osteojenik etkisi olmasından dolayı, otojen spongyöz-kortikospongyöz kemik greftlerinin



Şekil 5. Geniş bir defekt iliak kanattan alınan spongiyöz greftler ile doldurulmuş ve iyileşme sağlanıyor.

kullanımı altın standarttır. Tek başına allogreft kullanımından kaçınılmalıdır. Otojen greftleme için yeterince kemik stoğunun bulunamayabileceği geniş defektlerde, allogreftte karıştırılmış otogreft veya iliak kanat aspiratı kullanılabilir.^[16]

Hem atrofik, hem de hipertrofik kaynamamada 3,5 mm'lik kısmi temaslı dinamik kompresyon plaklarının kullanılması standart hale gelmiştir. Kemik kalitesi iyi olan hastalarda kilitli plak-vida sistemi kullanılması gerekli değildir. Kemik kalitesinin kötü olması durumunda ise, ilk olarak kompresyon vidalarının uygulanması ve sonrasında kilitli vidaların kullanılması avantajlı olabilir. Kanal içi çivilemenin, önkol kaynamama tedavisindeki yeri yok denecek kadar azdır.

Enfekte önkol kaynamamalarında uygulanacak tedavi, diğer bütün bölgelerin enfekte kaynamamalarında olduğu gibi net değildir. Net olan; enfekte dokunun tam olarak debride edilmesi ve kırık stabilitesi sağlanması gerektiği, uygun defekt yönetimi yapılması ve uygun antibiyotik kullanımımıdır. Prasarn ve ark., 15 hastada agresif debridman sonrası yarayı ikincil iyileşmeye bırakarak, gereken olgularda iliak kanattan trikotikal greft uygulamak kaydı ile 7-14 gün içinde nihai tespit sağlayıp altı hafta boyunca antibiyotik tedavisi sonrası tüm hastalarda enfeksiyonsuz iyileşme sağladıklarını bildirmişlerdir.^[21] Enfeksiyon varlığında, tüm enfekte dokuların çıkarılması önemlidir. Geniş debridman gereken olgularda oluşabilecek defekt miktarı, bazen basit greftleme ile giderilebilecek boyutta (6 cm üzeri) olmayabilir. Bu durumda, damarlı fibula grefti veya kemik kaydırma, tercih edilebilecek yöntemlerdir.^[22]

Önkol kaynamama tedavisinin bir takım komplikasyonları da mevcuttur. Bunlar; enfeksiyon, kaynamanın sağlanamayıp tekrarlayan girişimler gerekliliği, önkol-dirsek-el bileğinde hareket kısıtlılığı, kompartman sendromu, damar ve özellikle median sinir yaralanması olarak sayılabilir. Greftleme yapılırken interosseöz alanın kontaminasyonundan kaçınılması muhtemel sinostoz oluşum riskini azaltacaktır.

Sonuç olarak; güncel literatür incelendiğinde, önkol kaynamama tedavisinde kompresyon plağı uygulaması ve gerektiğinde otojen greftleme, standart tedavi olarak görülmektedir.^[16] Bu yöntemin başarısı %97-100 dolaylarındadır.^[16,23,24]

KAYNAKLAR

1. Sauder DJ, Athwal GS. Management of isolated ulnar shaft fractures. *Hand Clin* 2007;23(2):179-84. [Crossref](#)
2. Schemitsch EH, Richards RR. The effect of malunion on functional outcome after plate fixation of fractures of both bones of the forearm in adults. *J Bone Joint Surg Am* 1992;74(7):1068-78.
3. Streubel PN, Pesántez RF. Diaphyseal fractures of the radius and ulna. In: Court-Brown CM, Heckman JD, McQuenn MM, editors. *Rockwood and Green's Fractures in Adults*, 8th edition. Philadelphia PA: Wolters Kluwer Health; 2015. pp.1121-79.
4. Moss JP, Bynum DK. Diaphyseal fractures of the radius and ulna in adults. *Hand Clin* 2007;23(2):143-51. [Crossref](#)
5. Behnke NM, Redjal HR, Nguyen VT, Zinar DM. Internal fixation of diaphyseal fractures of the forearm: a retrospective comparison of hybrid fixation versus dual plating. *J Orthop Trauma* 2012;26(11):611-6. [Crossref](#)
6. Sargent JP, Teipner WA. Treatment of forearm shaft fractures by double-plating; a preliminary report. *J Bone Joint Surg Am* 1965;47(8):1475-90.
7. Teipner WA, Mast JW. Internal fixation of forearm diaphyseal fractures: double plating versus single compression (tension band) plating –a comparative study. *Orthop Clin North Am* 1980;11(3):381-91.

8. Schulte LM, Meals CG, Neviaser RJ. Management of adult diaphyseal both-bone forearm fractures. *J Am Acad Orthop Surg* 2014;22(7):437-46. [Crossref](#)
9. Anderson LD, Sisk D, Tooms RE, Park WI 3rd. Compression-plate fixation in acute diaphyseal fractures of the radius and ulna. *J Bone Joint Surg Am* 1975;57(3):287-97.
10. Çağlar Ö, Leblebicioğlu G. Erişkin önkol kırıklarında kilitli plak ile temel tespit prensipleri. *TOTBİD Derg* 2012;11(1):34-40. [Crossref](#)
11. Demirtaş AM, Kalem M. Erişkinlerde önkol kırıkları. *TOTBİD Derg* 2008;7(1-2):35-9.
12. Rodriguez WJ, Gromelski J. Vitamin D status and spine surgery outcomes. *ISRN Orthopedics* 2013. Article ID 471695, 12 pages. [Crossref](#)
13. Rightmire E, Zurakowski D, Vrahas M. Acute Infections After Fracture Repair. *Clin Orthop Relat Res* 2008;466:466-72. [Crossref](#)
14. Alkhwashki HM. Shock wave therapy of fracture nonunion. *Injury* 2015;46(11):2248-52. [Crossref](#)
15. Nandra R, Grover L, Porter K. Fracture non-union epidemiology and treatment. *Trauma* 2016;18(1):3-11. [Crossref](#)
16. Regan DK, Crespo AM, Konda SR, Egol KA. Functional Outcomes of Compression Plating and Bone Grafting for Operative Treatment of Nonunions About the Forearm. *J Hand Surg Am* 2017. [Crossref](#)
17. Kloen P, Buijze GA, Ring D. Management of forearm nonunions: current concepts. *Strategies Trauma Limb Reconstr* 2012;7(1):1-11. [Crossref](#)
18. Kloen P, Wiggers JK, Buijze GA. Treatment of diaphyseal nonunions of the ulna and radius. *Arch Orthop Trauma Surg* 2010;130(12):1439-45. [Crossref](#)
19. Faldini C, Pagkrati S, Nanni M, Menachem S, Giannini S. Aseptic forearm nonunions treated by plate and opposite fibular autograft strut. *Clin Orthop Relat Res* 2009;467(8):2125-34. [Crossref](#)
20. Nicoll EA. The treatment of gaps in long bones by cancellous insert grafts. *J Bone Joint Surg Br* 1956;38-B(1):70-82.
21. Prasarn ML, Ouellette EA, Miller DR. Infected nonunions of diaphyseal fractures of the forearm. *Arch Orthop Trauma Surg* 2010;130(7):867-73. [Crossref](#)
22. Zhang Q, Yin P, Hao M, Li J, Lv H, Li T, Zhang H, Wang G, Zhang L, Tang P. Bone transport for the treatment of infected forearm nonunion. *Injury* 2014;45(12):1880-4. [Crossref](#)
23. Ring D, Allende C, Jafarnia K, Allende BT, Jupiter JB. Ununited diaphyseal forearm fractures with segmental defects: plate fixation and autogenous cancellous bone-grafting. *J Bone Joint Surg Am* 2004;86-A(11):2440-5.
24. dos Reis FB, Faloppa F, Fernandes HJA, Albertoni WM, Stahel PF. Outcome of diaphyseal forearm fracture-nonunions treated by autologous bone grafting and compression plating. *Ann Surg Innov Res* 2009;3:5. [Crossref](#)