



Travma sonrası heterotopik ossifikasyon ve ankiloz gelişen dirseklerde cerrahi tedavi sonuçları

Şenol AKMAN, Mehmet Mesut SÖNMEZ, Ramazan Erden ERTÜRER,
Mustafa Faik SEÇKİN, Adnan KARA, İrfan ÖZTÜRK

Şişli Etfal Eğitim ve Araştırma Hastanesi 2. Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği

Amaç: Travma sonrası veya geçirilen dirsek ameliyatları sonrası gelişebilen heterotopik ossifikasyon dirsek fonksiyonlarının tamamen kaybıyla sonuçlanabilmektedir. Bu çalışmada travma sonrası gelişen heterotopik ossifikasyona bağlı dirsek ankilozu görülen hastaların cerrahi tedavi sonuçları değerlendirildi.

Çalışma planı: Yüksek enerjili travma sonucunda gelişen dirsek çevresi kırıklarına nedeniyle cerrahi tedavi uygulanan ve sonrasında dirsek ekleminde heterotopik ossifikasyon ve ankiloz oluşan yedi hasta (6 erkek, 1 kadın; ort. yaş 36; dağılım 23-55) çalışmaya alındı. İki hastada parçalı olekranon kırığı ve dirsek çıkığı, beş hastada parçalı eklemi distal humerus kırığı vardı. Üç hastada açık kırık vardı. İki hastada sağ dirsek, beş hastada sol dirsek etkilenmişti. Hastalardan biri kafa travması nedeniyle 22 gün yoğun bakımda tedavi görmüştü. Başlangıç tedavisi olarak altı hasta plak osteosentezi ile tedavi edilirken, bir hastada gergi bandı tekniği kullanıldı. Dirsek eklemi çevresi kırığına yönelik ameliyatlardan ortalama 24 gün sonra (dağılım 20-32 gün) çekilen grafilerde heterotopik ossifikasyon odakları saptandı. Hastalar heterotopik ossifikasyonun takibi ve olgunlaşması açısından ardışık konvansiyonel radyografi ve sintigrafi ile ortalama 11 ay (dağılım 7-15 ay) takip edildi. Takip sırasında, dirsek eklem hareketlerinde fonksiyonel kaybın giderek artışı ve dirsek ekleminde ankiloz gelişmesi nedeniyle cerrahi tedavi uygulandı. Hastaların tümünde Hastings tip IIIC ankiloz vardı ve Mayo dirsek performans skoru ortalaması 50.7 (kötü) idi. Üç hastada posterior, dört hastada çift kolon insizyon kullanıldı. Ulnar sinirin ve lateral ve medial kollateral bağların korunduğu ameliyatlarda posterolateral kapsüler gevşetme, heterotopik ossifikasyonun çıkarılması, olekranon fossanın temizlenmesi ve olekranon ucunun rezeksiyonu yapıldı. Kapsüler gevşetme tamamlandıktan sonra kırık patolojileri incelendi. Dört hastada eklem yüzeylerinde belirgin kırık hasarı saptanmazken, üç hastada eklem kırıkdağının ileri derece hasarlı olduğu görüldü. Hastalar son kontrollerde Mayo dirsek performans skoru ile değerlendirildi. Ortalama takip süresi 23.4 ay (dağılım 10-36 ay) idi.

Sonuçlar: Tüm olgularda ameliyat sonunda hareket açıklığı ve eklem stabilitesi kontrol edildi ve eklem hareket açıklığının tam ve stabil olarak kazanıldığı görüldü. Son kontrollerde Mayo dirsek performans skoru üç hastada iyi, bir hastada orta, üç hastada kötü bulundu. Kötü sonuçların hepsi, ameliyat sırasında eklem kırıkdağının bozuk olduğu görülen hastalardan elde edildi.

Çıkarımlar: Travma veya geçirilen dirsek ameliyatları sonrası heterotopik ossifikasyon ve ankiloz gelişmiş dirseklerde, heterotopik ossifikasyon odaklarının temizlenmesi ile birlikte dirseğin gevşetme ameliyatları, eklem kırıkdağının büyük oranda hasarlanmadığı olgularda tatminkar sonuçlar vermektedir.

Anahtar sözcükler: Ankiloz/cerrahi; dirsek eklemi/yaralanma; ossifikasyon, heterotopik /cerrahi.

Dirsek eklemi diğer eklemler ile kıyaslandığında heterotopik ossifikasyon gelişimi açısından ilk sırayı almaktadır. Bu yatkınlık yaralanmanın şiddeti ile ilgilidir ve basit çıkıklarda %3 oranında görülen heterotopik ossifikasyon kırıklı çıkıklarda %20'lere kadar varmaktadır. Kafa travması sonrası kanda artan osteoblastik ve büyüme faktörlerine bağlı olarak heterotopik ossifikasyon sıklığı da artmaktadır.^[1] Kafa travması ile birlikte dirsek yaralanması olan hastalarda dirsekte heterotopik ossifikasyon oluşma olasılığı %90'lara kadar ulaşmaktadır.^[2,3] Heterotopik ossifikasyon nedeni önceleri dirseğe ait cerrahi girişimin gecikmesi olarak düşünülmüşse de, buna ait yeterli kanıt elde edilememiştir. Heterotopik ossifikasyon ile ortaya çıkan kemikleşme histolojik olarak kemiğin lamellar yapısına benzemekle birlikte, metabolik olarak daha aktiftir ve gerçek periost tabakasına sahip değildir.^[4] Heterotopik ossifikasyon oluşumu başladıktan sonra, bunun engellenmesi veya geriye dönüşümünü sağlayacak herhangi bir tedavi seçeneği yoktur. Klinik olarak heterotopik ossifikasyon, ağrı, yumuşak doku şişliği, hassasiyet, ısı artışı ve eklem hareket açıklığının ilerleyici kaybı ile bulgu verir. Ameliyat sonrası bu bulgular erken enfeksiyon ile karışabilir. Serum kalsiyum düzeylerinde düşme, fosfat düzeylerinde yükselme ve alkali fosfataz düzeyinin 2-4. haftalarda yükselmeye başlaması ve üçüncü ayda zirve yapması gözlenen diğer laboratuvar değişiklikleridir.^[5] Heterotopik ossifikasyon oluşumu sonrası kemik kütesinin metabolik aktivitesinin ve kemiğin olgunlaşmasının incelenmesi için teknesyum⁹⁹ ile elde edilen sintigrafik değerlendirme yararlıdır. İlk birkaç haftada gözlenen anormal metabolik aktivite bir yıl kadar sürebilir ve olgunlaşma hakkında bil-



Şekil 1. Ameliyattan sonra dirsekte gelişen ankiloz.

gi verir.^[6] Heterotopik ossifikasyonda olgunlaşma ile ilgili en güvenilir ve pratik bilgi, ardıışık elde edilen düz radyograflerin incelenmesi ile saptanabilen kor-tikal sınırların ortaya çıkmasıdır.^[7]

Dirsek eklemi çevresinde heterotopik ossifikasyon oluşumu dirsekte ankiloz ile sonuçlanabilir. Dirsekte yanık ve travma sonrası oldukça sık görüldüğü bildirilen bu durumun tedavisi oldukça zor olarak tanımlanmıştır.^[8-10]

Dirsek çevresindeki heterotopik ossifikasyon için ilk fonksiyonel sınıflandırma Hastings ve Graham^[11] tarafından yapılmıştır. Bu sınıflandırma klinik değerlendirme ve tedavi aşamasında oldukça yararlıdır. Bu sınıflandırmaya daha sonra altgruplar eklenmiştir.^[7]

Hastalar ve yöntem

Çalışmaya travma sonrası gelişen heterotopik ossifikasyona bağlı dirsek ankilozu saptanan yedi hasta (6 erkek, 1 kadın; ort. yaş 36; dağılım 23-55) alındı. Dirsek yaralanması altı hastada trafik kazası veya yüksekten düşme gibi yüksek enerjili travma, bir hastada basit düşme sonucu oluşmuştu. İki hastada parçalı olekranon kırığı (Morrey tip IIIb) ve dirsek çıkığı, diğer beş hastada parçalı eklemiçi distal humerus kırığı (AO tip IIIC) vardı. Hastaların ikisinde Gustilo-Anderson sınıflamasına göre 2. derece, bir hastada 1. derece açık kırık vardı. Bir olgu dışında tüm olguların ilk cerrahi tedavileri kliniğimizde yapıldı. Hastalardan biri kafa travması nedeniyle 22 gün yoğun bakımda tedavi görmüştü.

Başlangıç tedavisi olarak altı hasta plak osteosentezi ile tedavi edilirken, bir hastada gergi bandı tekniği (Zuggurtung) kullanıldı. Ameliyattan sonra bir hastada erken dönemde gelişen enfeksiyon antibiyoterapi ile tedavi edildi. Tip 2 açık kırığı olan bir hastada cilt nekrozu gelişti ve bu hastaya plastik cerrahi tarafından cilt grefti uygulandı. Tüm hastalara ameliyattan sonra 10 gün süreyle profilaktik amaçlı indometazin (3 x 25 mgr) uygulandı. Ameliyat sonrası ikinci günden itibaren aktif yardımcı ve ağrı sınırına kadar pasif dirsek egzersizlerine başlandı. Hastaların poliklinik takipleri sırasında ortalama 24. günde (dağılım 20-32 gün) çekilen graflerde heterotopik ossifikasyon odakları saptandı. Tüm hastalarda, uygulanan fizik tedavi yöntemlerine rağmen dirsek fonksiyonlarında ilerleyici kayıp ortaya çıktı. Hastalar heterotopik ossifikasyonun olgunlaşması açısından düz grafi-

lerle ve sintigrafi kontrolü ile ortalama 11 ay (dağılım 7-15 ay) takip edildi. Hastaların tümünde Hastings tip IIIc ankiloz geliştiği görüldü (Şekil 1).

Hastaların eklem yüzeylerini daha iyi değerlendirmek amacıyla bilgisayarlı tomografi çekildi. İki hastanın eklem yüzeylerinde basamaklaşma görüldü.

Hastalar Mayo dirsek performans skoru ile değerlendirildiğinde ortalama puan 50.7 (kötü) bulundu.

Cerrahi teknik

Hastaların tümü genel anestezi ile turnike altında ameliyat edildi. Üç hastada posterior, dört hastada çift kolon insizyon kullanıldı. Olguların hepsinde cerrahi girişim sırasında belirli bir sıra takip edildi. Öncelikle ulnar sinir ortaya çıkarılıp ameliyat sırasında korunarak, ameliyat sonunda öne ciltaltına transfer edildi. Daha sonra sırasıyla posterolateral kapsüler gevşetme, aynı bölgedeki heterotopik ossifikasyonun çıkarılması, olekranon fossanın temizlenmesi ve olekranon ucunun rezeksiyonu yapıldı. Kapsüler gevşetme tamamlandıktan sonra kıkırdak patolojileri incelendi, kıkırdak hasarı %50'den fazla olan bir olguda fasya lata eksizyon artroplastisi yapıldı.

İnsizyon seçiminde, hastaların ilk ameliyatlarında kullanılan insizyonlar ve heterotopik ossifikasyon odaklarının yerleşimi göz önünde bulunduruldu. Tüm hastalarda ulnar sinir eksplore edildi ve kapatma aşamasında anteriora ve ciltaltına transfer edildi. Heterotopik ossifikasyon odaklarının tamamı normal kemik ve heterotopik ossifikasyon sınırı bulunduktan sonra temizlendi (Şekil 2).

Tüm olgularda ulnar sinirin eksplore edilmesinin ardından posterolateral eklem kapsül rezeksiyonu ile olekranon fossa boşaltıldı. Lateral ve me-



Şekil 2. Çıkarılan heterotopik ossifikasyon odakları.

dial taraftan girilerek, brakiyal kas yükseltildi ve anterior kapsüler gevşetme yapıldı. Ameliyatın her aşamasında, gerekli gevşetmeler yapıldıktan sonra dirsek eklem hareketleri kontrol edildi. Hastaların tümünde bu girişimler sırasında lateral ve medial kollateral bağlar korundu. İstenen ekstansiyon ve fleksiyonu kazandırmak amacıyla olekranon ve koronoid ucu rezekte edildi. Tüm olgularda ameliyat sonunda hareket açıklığı ve eklem stabilitesi kontrol edildi. Eklem hareket açıklığının tam ve stabil olarak kazanıldığı görüldü.

Dört hastada eklem yüzeylerinde belirgin kıkırdak hasarı saptanmazken, üç hastada eklem kıkırdağının ileri derece hasarlı olduğu görüldü. Bu hastalardan birine, eklem yüzeyinin tamama yakınının hasarlı olması ve kıkırdak dokunun neredeyse tamama yakın kaybı nedeniyle fasya lata interpozisyon artroplastisi uygulandı. Eklem yüzeyi bozuk olan ve fasya lata interpozisyon artroplastisi yapılan diğer bir hastaya pronasyon ve supinasyon hareketlerini kazandırmak amacıyla radius başı rezeksiyonu yapıldı.

Kanama kontrolünü takiben dren konularak yara kapatıldı ve uzun kol alçı atel uygulandı.

Ameliyat sonrası bakım ve takip

Ameliyat sonrası ikinci günde ağrı kontrolü sağlanarak pasif fleksiyon ekstansiyon egzersizlerine başlandı. Olguların eklem hareket açıklığının korunması amacıyla dirsekten açı ayarlı uzun kol breys takıldı. Hastaların tümüne beş hafta süreyle indometazin 25 mgr (3 x 1/gün) verildi. Ameliyattan sonra bir hastada üçüncü ayda düzelen radial sinir arazi görüldü. Taburculuğun ardından hastalar ilk altı hafta haftalık kontrole çağrıldı. Dördüncü haftada açılı cihaz çıkarıldı. Sonrasında üçüncü ay, altıncı ay ve birinci yılda yapılan kontrollerde radyografik ve eklem hareket açıklığı muayeneleri yapıldı (Şekil 3). Hastalar son kontrollerinde Mayo dirsek performans skoru ile değerlendirildi. Ortalama takip süresi 23.4 ay (dağılım 10-36 ay) idi.

Sonuçlar

Mayo dirsek performans skoru üç hastada iyi, bir hastada orta, üç hastada kötü bulundu. Kötü sonuç alınan hastaların hepsinde ameliyat sırasında eklem kıkırdağının bozuk olduğu görülmüştü. Bu hastalarda eklem hareket açıklığı kısa dönemde iyi olmasına karşın, fonksiyonel sonuçların uzun dönemde kötüleştiği görüldü (Tablo 1).

Tablo 1				
Ameliyat sonrası eklem hareket açıklığı ve fonksiyonel sonuçlar				
Hasta	Fleksiyon-ekstansiyon (°)	Pronasyon-supinasyon (°)	Komplikasyon	Mayo dirsek skoru
1	20-130	70-70		85
2	Ankiloz	Ankiloz		40
3	10-120	50-50	Radial sinir felci	80
4	Ankiloz	Ankiloz		40
5	0-130	70-70		80
6	Ankiloz	Ankiloz		45
7	10-90	45-45		60

Tartışma

Morrey ve ark.nın^[12] gönüllü kişilerde yaptıkları ölçümlerde, 100 derecelik fleksiyon-ekstansiyon aralığı (30°-130°) ve önkolun 100 derecelik rotasyon aralığının (50 derecelik supinasyon ve pronasyon) günlük aktiviteler için yeterli olduğu bildirilmiştir.

Dirsek travmaları sonucu eklemde gelişen hareket kısıtlılığı sık karşılaşılan komplikasyonlardan biridir ve bireyin günlük işlerini yapabilmesini kısıtlar. Sert dirsek gelişimine yatkınlık, bu eklemdeki başlıca iki anatomik yapı ile açıklanmıştır.^[13] Biri dirsek eklemine hassas ve karmaşık anatomisi, diğeri ise eklem kapsülü ve çevre yumuşak dokuların travmaya yanıtıdır.^[14] Morrey^[15] sert dirsek gelişimine yol açan etkenleri etyoloji ve anatomik özelliklere göre iki ana gruba ayırmıştır. Bunlardan ilki, eklem kapsülü, kolateral bağlar, eklem dışı kaynama sorunları ve heterotopik ossifikasyon olmak üzere dış etkenler; ikincisi

ise, eklemiçi yapışıklıklar, eklem yüzeyinde bozulma ve kıkırdak kaybı olarak sayılan iç etkenlerdir.

Dirsek eklemine fonksiyon kaybı günlük aktiviteyi ileri derecede kısıtlayan bir durumdur. Kısıtlılık eklem dışı veya eklemiçi patolojiler sonucu oluşur. Bazı olgularda neden, hem eklemiçi hem de eklem dışı sorunlardır. Dirsek eklemine hareket kısıtlılığı, fonksiyonel derecelerden hareketin hiç olmadığı ankilozla kadar değişebilir. Özellikle heterotopik ossifikasyonla birlikte gelişen ankilozlarda cerrahi tedavi hem risklidir hem de zordur.

Dirsek travması veya dirsek bölgesi cerrahisi sonrasında heterotopik ossifikasyon radyografik olarak yaklaşık 2-12. haftalarda ortaya çıkar.^[4,14,16] Heterotopik ossifikasyon gelişimi sonrasında kemik kütleindeki olgunlaşmanın izlenmesi cerrahi eksizyon sonrası nüks açısından önemlidir. Olgunlaşmanın altı ay ile bir yıl arasında geliştiği, bu nedenle gevşetme ameliyat-



Şekil 3. Bir hastanın ameliyat sonrası (a) radyografisi ve (b) dirsek fonksiyonları.

larının olgunlaşmanın görüldüğü en erken dönemde yapılması durumunda kıkırdak hasarının daha az olduğunu gösteren çalışmalar bulunmaktadır.^[17]

Kıkırdağın normal yapısının ve fonksiyonunun sağlanmasında en önemli faktör harekettir. Eklem gevşetilmesi ne kadar çabuk yapılabilirse, kıkırdağın olumlu yönde yanıtı ve yumuşak doku sertliğinin engellenmesi o kadar kolay olur. Kötü sonuç elde edilen üç olgumuzda kıkırdak hasarının, ameliyat öncesi yapılan incelemelere göre ameliyat sırasında daha ciddi boyutlarda olduğu gözlenmiştir. Bu üç olguda heterotopik ossifikasyon nedeniyle dirsek gevşetme ameliyatlarına kadar geçen süre ortalama 13 ay (dağılım 12-14 ay) idi. Bu olguların tümünde, fasya lata rezeksiyon artroplastisi yapılan olgu da dahil olmak üzere, ameliyat sırasında tam, ameliyat sonrası erken dönemde fonksiyonel derecelerde dirsek hareketleri elde edilmiştir. Ancak, eklem yüzeyi bozuk olan tüm hastalarda eklem hareket açıklığı bozulmuş ve bu hastaların fonksiyonel sonuçları kötüleşmiştir. İyi ve orta sonuç alınan diğer dört hastada dirsek gevşetme ameliyatları ve heterotopik ossifikasyon eksizyonunun kötü sonuç alınan olgulara göre ortalama 3.5 ay daha erken yapıldığı görülmektedir. Olgularımızda tüm dirseklerde ankiloz olduğu dikkate alındığında, bu tip olgularda iyi sonuç elde edebilmek için, heterotopik ossifikasyonun sık aralıklarla radyografik olarak takip edilmesi ve olgunlaşmanın gelişimini takiben altı ay ile bir yıl içinde ossifiye kitle eksizyonu yapılması gerektiği kanısındayız. Ameliyattan sonra tüm olgularda pasif aktif yardımcı ve aktif dirsek hareketine ikinci günde başlanmış, 3x25 mgr indometazin (5 hafta süreyle) kullanılmıştır. Hiçbir olguda ameliyattan sonra radyoterapi uygulanmamıştır. Kıkırdak sorununun %50 veya daha fazla olduğu olgularda, gevşetme ameliyatları sonrası eklem distrakte edilip elde edilmiş hareket açıklığının korunabilmesi için eksternal fiksator kullanımı ile beraber uygulanabilecek radyoterapi ankilozun yeniden oluşmasını önleyip başarı şansını artırabilir.^[18] Dirsek artroz sorunu olan, kıkırdak kaybının %50'den fazla olduğu ileri yaş hasta grubunda ise tedavi seçeneği olarak öncelikle artroplasti düşünülmelidir.^[19]

Heterotopik ossifikasyon gelişimi nedeniyle ankiloz olmuş dirseklerde gevşetme ameliyatları sırasında insizyon seçiminde standart yoktur. Ring ve Jupiter^[20] heterotopik ossifikasyon nedeniyle ankiloz gelişmiş hastalarda posterior insizyonu tercih etmişlerdir. Husband ve Hastings^[21] dirsek sertliği olan

olgularda lateral insizyonu önermişlerdir. Birçok çalışmada ise dirsek sertliği olan olgularda çift kolon insizyon tercih edilmiştir.^[22-24] Sadece medial insizyonla dirsek sertliği için gevşetme ameliyatı yapan yazarlar da vardır.^[25] Özellikle ankiloz gelişmiş olgularda, tek taraftan yapılan insizyonlar ile tüm dirsek kompartmanlarına ulaşmakta zorluk çekilir. Sadece lateral insizyonla dirsek gevşetme ameliyatı yapılan olgularda, artan dirsek fleksiyonuna bağlı ulnar sinir nöropatisi bildirilmiştir.^[26] Olgularımızda insizyon seçimini yaparken, daha önce uygulanmış insizyonları dikkate aldık. Ancak, insizyon seçiminde standart kalmak yerine, cerrahın dirsekteki tüm kompartmanlara rahat ulaşabileceği insizyonu seçmesi gerektiği görüşündeyiz. Özellikle ankiloz gelişmiş olgularda, heterotopik ossifikasyonun çıkarılabilmesi ve kapsüle tam gevşetme yapılabilmesi için çift kolon insizyon veya posterior longitudinal insizyonun seçilmesi uygun olacaktır.

Ankiloz gelişmiş dirseklerde gevşetme ameliyatları sırasında belirli bir sıranın izlenmesi ve her aşama sonunda dirsek hareketlerinin ve stabilitesinin kontrolü mutlaka yapılmalıdır.

Ameliyat sonrası hareketlere erken dönemde başlayabilmek ve dirsek hareketlerini artırabilmek asıl amacımız olmasına karşın, lateral ve medial kollateral bağlar korunduğunda dirsek stabilitesi bozulmamaktadır. Dirsek stabilitesinin bozulduğu olgularda dirsek eklem hareketlerine başlayabilmek için eksternal fiksator uygulanması gerekli olabilir.^[18] Olgularımızın tümünde ameliyattan sonra üç hafta açılı ayarlı menteşeli breys kullanılmış, dirsek stabilitesi ile ilgili sorunlarla karşılaşmamıştır.

Dirsek eklemi hareket kısıtlılığı, ortopedik cerrahları tedavi aşamasında sıkıntıya sokan bir sorundur. Literatür incelendiğinde, ankiloz gelişmiş dirseklerin cerrahi tedavileri ile ilgili bildirilen sonuçlar kısıtlıdır. Heterotopik ossifikasyona bağlı ankiloz gelişen genç hastalarda, heterotopik ossifikasyonun temizlenmesi ve kapsüller gevşetme ameliyatları gerektiğinde çekinilmeden yapılmalıdır. Bu nedenle, travma geçirmiş dirsekte gelişen heterotopik ossifikasyonun olgunlaşması dikkatle takip edilmeli, cerrahi girişim kıkırdak hasarı ilerlemeden yapılmalıdır.

Kaynaklar

1. Bidner SM, Rubins IM, Desjardins JV, Zukor DJ, Goltzman D. Evidence for a humoral mechanism for enhanced osteo-

- genesis after head injury. *J Bone Joint Surg [Am]* 1990; 72:1144-9.
2. Garland DE. A clinical perspective on common forms of acquired heterotopic ossification. *Clin Orthop Relat Res* 1991;(263):13-29.
 3. Roberts JB, Pankratz DG. The surgical treatment of heterotopic ossification at the elbow following long-term coma. *J Bone Joint Surg [Am]* 1979;61:760-3.
 4. Jupiter JB, O'Driscoll SW, Cohen MS. The assessment and management of the stiff elbow. *Instr Course Lect* 2003;52: 93-111.
 5. Bolger JT. Heterotopic bone formation and alkaline phosphatase. *Arch Phys Med Rehabil* 1975;56:36-9.
 6. Orzel JA, Rudd TG. Heterotopic bone formation: clinical, laboratory, and imaging correlation. *J Nucl Med* 1985; 26:125-32.
 7. Viola RW, Hastings H 2nd. Treatment of ectopic ossification about the elbow. *Clin Orthop Relat Res* 2000;(370): 65-86.
 8. Hoffer MM, Brody G, Ferlic F. Excision of heterotopic ossification about elbows in patients with thermal injury. *J Trauma* 1978;18:667-70.
 9. Peterson SL, Mani MM, Crawford CM, Neff JR, Hiebert JM. Postburn heterotopic ossification: insights for management decision making. *J Trauma* 1989;29:365-9.
 10. Seth MK, Khurana JK. Bony ankylosis of the elbow after burns. *J Bone Joint Surg [Br]* 1985;67:747-9.
 11. Hastings H 2nd, Graham TJ. The classification and treatment of heterotopic ossification about the elbow and forearm. *Hand Clin* 1994;10:417-37.
 12. Morrey BF, Askew LJ, Chao EY. A biomechanical study of normal functional elbow motion. *J Bone Joint Surg [Am]* 1981;63:872-7.
 13. Morrey BF. The posttraumatic stiff elbow. *Clin Orthop Relat Res* 2005;(431):26-35.
 14. Akai M, Shirasaki Y, Tateishi T. Viscoelastic properties of stiff joints: a new approach in analyzing joint contracture. *Biomed Mater Eng* 1993;3:67-73.
 15. Morrey BF. Post-traumatic contracture of the elbow. Operative treatment, including distraction arthroplasty. *J Bone Joint Surg [Am]* 1990;72:601-18.
 16. Ellerin BE, Helfet D, Parikh S, Hotchkiss RN, Levin N, Nisce L, et al. Current therapy in the management of heterotopic ossification of the elbow: a review with case studies. *Am J Phys Med Rehabil* 1999;78:259-71.
 17. Tsionos I, Leclercq C, Rochet JM. Heterotopic ossification of the elbow in patients with burns. Results after early excision. *J Bone Joint Surg [Br]* 2004;86:396-403.
 18. Mader K, Koslowsky TC, Gausepohl T, Pennig D. Mechanical distraction for the treatment of posttraumatic stiffness of the elbow in children and adolescents. Surgical technique. *J Bone Joint Surg [Am]* 2007;89 Suppl 2:26-35.
 19. Mansat P, Morrey BF. Semiconstrained total elbow arthroplasty for ankylosed and stiff elbows. *J Bone Joint Surg [Am]* 2000;82:1260-8.
 20. Ring D, Jupiter JB. Operative release of ankylosis of the elbow due to heterotopic ossification. Surgical technique. *J Bone Joint Surg [Am]* 2004;86 Suppl 1:2-10.
 21. Husband JB, Hastings H 2nd. The lateral approach for operative release of post-traumatic contracture of the elbow. *J Bone Joint Surg [Am]* 1990;72:1353-8.
 22. Tosun B, Gündeş H, Buluç L, Şarlak AY. The use of combined lateral and medial releases in the treatment of post-traumatic contracture of the elbow. *Int Orthop* 2007; 31:635-8.
 23. Itoh Y, Saegusa K, Ishiguro T, Horiuchi Y, Sasaki T, Uchinishi K. Operation for the stiff elbow. *Int Orthop* 1989;13:263-8.
 24. Tsuge K, Mizuseki T. Debridement arthroplasty for advanced primary osteoarthritis of the elbow. Results of a new technique used for 29 elbows. *J Bone Joint Surg [Br]* 1994;76:641-6.
 25. Wada T, Ishii S, Usui M, Miyano S. The medial approach for operative release of post-traumatic contracture of the elbow. *J Bone Joint Surg [Br]* 2000;82:68-73.
 26. Mansat P, Morrey BF. The column procedure: a limited lateral approach for extrinsic contracture of the elbow. *J Bone Joint Surg [Am]* 1998;80:1603-15.