

Distal Humerus Kırıklarında Tedavi

Güvenir OKCU*, Hüseyin S. YERCAN*, R. Taçkın ÖZALP*

Humerus alt ucunun ayrılmış kırıkları günümüzde ortopedi ve travmatolojinin tedavisi en sorunlu kırıklarındandır. Kırık sonrası tatminkar ve ağrısız dirsek işlevinin sağlanması, eklem yüzeyinin anatomik rekonstrüksiyonuna, distal humerus geometrisinin normale döndürülmesine ve kırık parçalarının stabil tespitiyle erken eklem hareketine başlanması ile olasıdır⁽¹⁻¹⁵⁾.

AO/ ASIF grubunun da önerdiği bu ilkelerin, ortopedistler tarafından kabul edilmelerine rağmen, özellikle aşırı parçalanma ve osteoporoz varlığında elde edilmeleri son derece zor olmaktadır⁽³⁾. Distal humerus kırıklarının nispeten seyrek görülmesini de dikkate alırsak, tek bir ortopedistin bu bölgedeki değişik kırık şekillerinin tedavisinde yeterli deneyim kazanması olası değildir. Bu deneyim eksikliği ve stabil internal tespit elde edilmesindeki zorluk bileşkesi birçok ortopedistin bu kırıkların sonuçları hakkında kötümser düşünmesine yol açmaktadır.

Bu yazıda distal humerus kırıklarının güncel tedavisindeki tartışmaları özetleyip, tek bir cerrah tarafından (GO) tedavi edilen olgu örnekleri ile deneyimlerimizi paylaşacağız. Distal humerusun koronal plandaki izole kırıkları (Kapitellum ve troklea) bu yazıda tartışılmayacaktır.

Tarihçe

Distal humerus kırıklarının cerrahi tedavisi literatürde giderek artan sıklıkta vurgulanmakla beraber, bu kırıkların tedavisinde stabil osteosentezin önemini ve bunun sağlanmasındaki cerrahi teknikleri 1910' lu yıllarda ilk tarif eden Belçikalı cerrah Albin Lambotte olmuştur⁽¹³⁾. Uzun yıllar cerrahi tedavi mi yoksa "bag of bones" yani kemik torbası taktığı ile yapılan konservatif tedavi mi yapalım tartışmaları sürmüştür. Bu tartışmaların köşe taşı Riseborough ve Radin'in 1969 yılında yayınlanan orijinal makalesi oluşturur. Yazarlar bu makalede eklem yüzeyinin parçalı kırıklarında cerrahi tedavi yapılmamasını

önermiş ve bu çalışma sonraki yıllarda yayınlanan bir çok makaleye de kaynak olmuştur⁽¹⁶⁾. O dönemde eldeki internal tespit olanaklarıyla yapılmış, yetersiz ve instabil kırık tespitleri sonrasında elde edilen kötü sonuçlar cerrahi tedaviye karşı olumsuz yaklaşıma neden olmuştur^(17,18). Yetersiz internal tespitin yarattığı sorunların operasyon sonrasında uzun süre immobilizasyon ile çözülmeye çalışılması sonuçları daha da kötüleştirmiş, bu da cerrahi tedaviye karşı gelişmiş olumsuz tavrı daha da körüklemiştir.

Son 20 yıldır, dirsek anatomisinin, cerrahi yaklaşımların ve küçük kırık fragmanlarının stabil tespit tekniklerinin giderek daha iyi anlaşılması ile cerrahi tedavi literatürde artan sıklıkta önerilmektedir^(1,2,3). Morrey'e göre üst ekstremitenin çoğu günlük etkinliği gerçekleştirebilmesi için dirseğin en az 100°'lik bir fleksiyon-ekstansiyon genişliği ve normal bir ön kol rotasyonu olmalıdır⁽¹⁹⁾. Bu hedefin humerus distal uç kırıkları sonrasında elde edilebilmesi, sadece cerrahi tedavi ile sağlanan stabil internal tespit ve erken rehabilitasyon ile olasıdır.

Epidemiyoloji

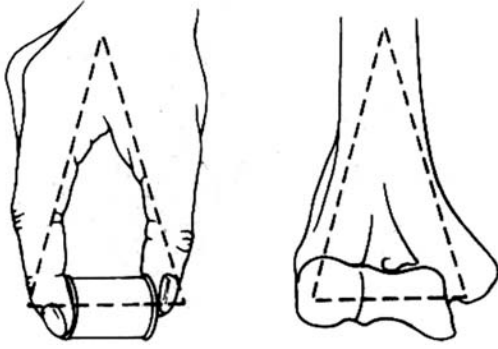
Erişkinlerde distal humerus kırıkları göreceli olarak seyrek. Tüm kırıkların % 2'sini , tüm dirsek kırıklarının ise % 30'unu oluşturur^(20,21). Edinburg ekolü distal humerus kırıklarının insidansını 5,7 kırık / 100,000 nüfus / yıl olarak bildirmiştir. İnsidans yaş ve cinsiyete bağlı olarak bimodal dağılım göstermektedir. Erkeklerde zirve insidans 12 - 19 yaş arası iken, kadınlarda 80 yaş üzerindedir. Orta ve ileri yaşlarda en sık yaralanma mekanizması basit düşmeler iken, ki bunların çoğunluğu kadın hastalardır; genç bireylerde trafik kazaları ve spor yaralanmaları en sık karşılaşılan yaralanma nedenlerdir. Bu olguların çoğunluğu ise erkektir⁽²²⁾.

Anatomi

Distal humerusa arkadan bakıldığında sagittal planda oldukça dar olan, troklea ve olekranon fossasının ayırdığı 2 kemiksel kolondan oluşur⁽²³⁾ (Şekil

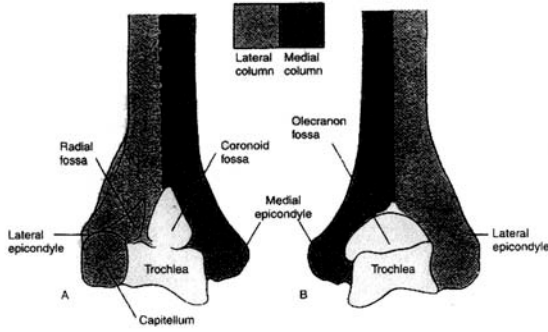
* Celal Bayar Üniversitesi, Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim dalı, Manisa.

1). Medial kolon distale doğru daha geniş bir açıyla iner ve troklea eklem yüzeyinin 1 cm proksimalinde sona erer. Her 2 kolonda distale doğru eklem yüzeyi olarak troklea ve kapitellum ile; eklem dışı yüzey olarak da medial ve lateral epikondil şeklinde süreklilik gösterir (Şekil 2). Lateral kolon humerus diafizinin uzun eksenine yaklaşık 20°'lik bir açı oluşturarak distalde kapitellumu oluşturur ve trokleanın distal seviyesine kadar uzanır⁽²³⁾ (Şekil 2). Proksimalde kalan yarısı kortikal kemiktir. Distal yarısı ise arka tarafta genişleyip yassılaştır ve plak yerleşimi için uygun hale gelir. Distal %50'lik bölümü spongioz kemiktir. Bu kısım olekranon fossasının ortasından başlar ve distale doğru indikçe öne doğru bir eğim gösterir. Bu eğimin en distalinde kapitellum kırıkdağ yüzeyi başlar. Bu kırıkdağ sınırı, posterolaterale yerleştirilecek plağın indirilebileceği en alt sınırıdır.



Şekil 1: Medial ve lateral kolon ilişkisinin şematik gösterimi

Medial kolon humerus diafizinin uzun eksenine ile 40°-45°'lik bir açı yaparak distale iner. Medial kolonun proksimal 2/3'ü kortikal kemiktir. Distalin 1/3'ü ise medial epikondildir ve esas olarak spongioz yapı-

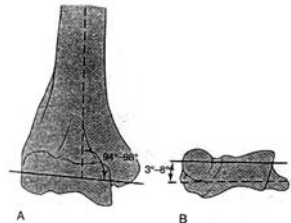


Şekil 2: Humerus distal bölümündeki anatomik yapıların ön ve arkadan görünümü

dadır. Medial epikondil ön kol fleksör kaslarının başlangıcı, ulnar kollateral ligağın yapışma yeri olması ve hemen arkasında bulunan kubital tünel içinde ulnar sinir komşuluğu nedeniyle cerrahi öneme sahiptir^(16,24). Cerrahi sırasında ulnar sinirin öne alınması ile tüm medial kolon plak yerleştirilmesi ve internal tespit için uygun hale gelir.

Humerus distal ucuna önden bakıldığında medial ve lateral kolon belirgin olarak fark edilemez. Bunun nedeni önde bulunan koronoid fossasının olekranon fossası kadar derin olmaması ve oldukça küçük olmasıdır. Önde koronoid fossa ve troklea iki kolon arasına yerleşmiş ve bölgeyi simetrik olarak ikiye ayırmıştır (Şekil 2). Ulnotroklear eklem dirseğın ana eklemidir. Troklea kabaca medial ve lateral kenarları belirgin olan ve ortasında bir oluğu bulunan bir makaraya benzetilebilir (Şekil 1). Trokleanın ön-arka çapının tam ortada medial ve lateral kenarların % 50'sine indiğı unutulmamalıdır. Bu anatomik özellikten dolayı, trokleanın tam ortasına vida yerleştirebilmek için kırık fragmanından retrograd dirilleme tekniğı kullanılması ve bu şekilde vidanın troklea santraline daha kolay yerleştirilmesi önerilmiştir⁽²⁵⁾. Troklear oluğun oblik bir orientasyonu vardır. Troklear eksen humerus uzun eksenine ile yaklaşık 94° - 98° bir valgus açısı yapar. Ayrıca, troklear eksen medial-lateral epikondiler eksene göre 3° - 8° eksternal rotasyondadır (Şekil 3). Trokleanın bu normal valgus pozisyonu genel olarak dirsek taşıma açısı olarak bilinir. Dirsek fleksiyon-ekstansiyonu birincil olarak ulnotroklear eklemden yapılır. Trokleanın medial ve lateral kenarları bu eklemde intrinsik stabilitesini sağlar. Açık redüksiyon ve internal tespit sırasında trokleanın normal genişliğini ve anatomisini yeniden sağlamak cerrahinin en önemli aşamasıdır.

Humerus distal uç kırıklarında internal tespit sırasında bu iki kolonun anatomik özellikleri daima hatırlanmalıdır. Özellikle sık olarak kullandığımız arkadan yaklaşımlarda, lateral kolonun distal kısmının ön bölümünün arkadan görülemeyeceğı



Şekil 3: Troklear ekseninin humerus uzun eksenine ve medial-lateral epikondiler eksenine açıl ilişkisi

unutulmamalıdır. Kapitellumun lateral kolonun bir parçası olduğunu, trokleanın ise medial ve lateral kolon arasında yerleşip bir üçgenin 3 kenarından birisini oluşturduğunu bilmemiz gerekir. İdeal vida tutunması ve internal tespit için her 2 kolonunda kortikal kemik bölgelerinin kullanılması gereklidir. Troklear genişliğin ve her 2 kolonla olan normal anatomik ilişkisinin tekrar sağlanması erken postoperatif rehabilitasyon için ön şarttır.

Kırık oluşum mekanizması

Her 2 kolonunda kırıldığı eklem dışı kırıklar genelde düşme ile oluşur⁽²⁶⁾ (Şekil 4). Eklem içi kırıkların oluş mekanizması proksimal ulnanın trokleaya çarpıp, kondilleri birbirinden ayırmaya zorlamasıdır⁽²⁶⁾ (Şekil 5). Bu kırıklar düşme veya trafik kazaları gibi yüksek enerjili travmalar ile olur. Kemik kalitesi, travmanın şiddeti ve varus-valgus kuvvetlerinin büyüklüğü ile kırık parçalanma derecesi belirlenir. Distal humerusun kondil kırıkları ekstansiyondaki ön kola abdüksiyon ve addüksiyon kuvvetlerinin etkimesi ile olur. Bu ekzantrik kuvvet distal humerusun bir kenarında yoğunlaşarak kondili kırar (Şekil 6). Kapitellum veya trokleanın izole kırıkları ise genelde makaslama kuvvetleri ile oluşur. Bu kırıklar genellikle ekstansiyondaki dirsek üzerine düşme ile oluşur^(20,27,28,29) (Şekil 7).



Şekil 4. Her 2 kolonunda kırıldığı eklem dışı kırık.



Şekil 5. Humerusta her 2 kondilinde kırıldığı eklem içi parçalı kırık.



Şekil 6. Humerusta lateral kondil ve medial epikondil kırığı.



Şekil 7: Humerus koronal plan (kapitellum) kırığı.

Klinik ve radyolojik değerlendirme

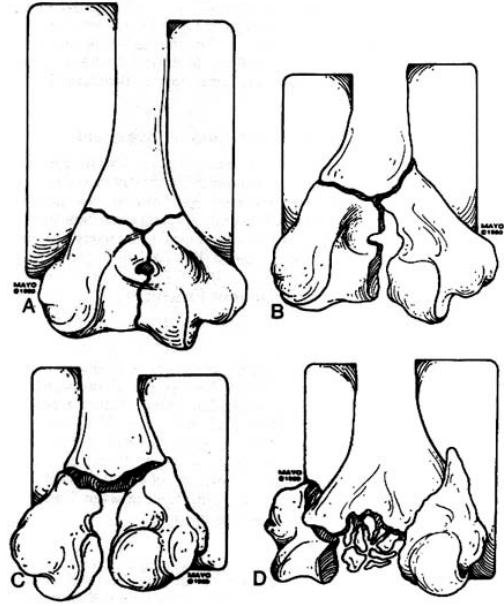
Dirsek kırıklarında dış görünüm tipiktir. Hasta genelde ekstremitisini eliyle destekler. Ağrı çoğu

kez şiddetlidir. Şekil bozukluğu ve şişlik sıklıkla ağrıya eşlik eder. Ağrı ve serbest fragmanlar pasif dirsek hareketlerine direnç gösterilmesine neden olur. Dirsek çevresi yumuşak dokuların inspeksiyonu, palpasyonu ve tam bir nörovasküler muayene yapılması şarttır. Her üç sinirin de motor ve duyu muayenesi tek tek yapılarak not edilmelidir.

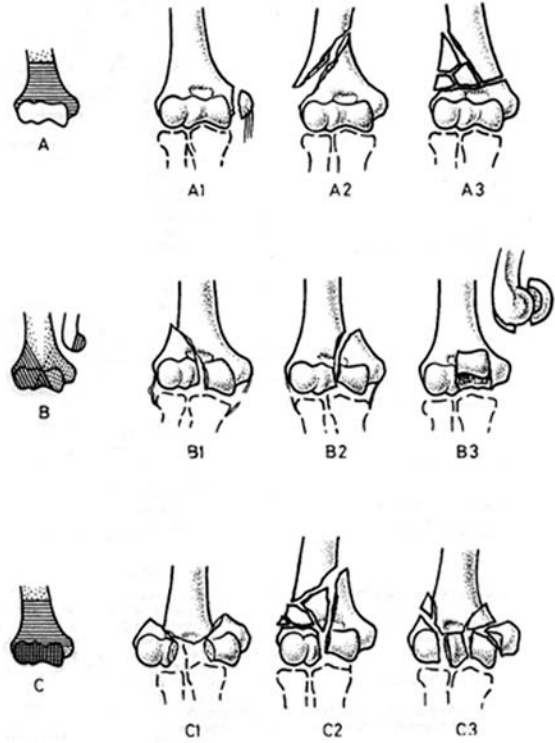
Dirseğin ön-arka ve yan radyografileri kırığı tanımak için çoğu kez yeterli olmasına rağmen, kırığı doğru olarak sınıflamak, fragman sayısını belirlemek ve kırık şekline net olarak karar verdirebilmekten uzaktır. Kırık şeklini açıkça belirleyebilmek için intraoperatif traksiyon altında çekilen radyografilerden yararlanılarak olasıdır. Ancak 2-3mm kesitlerle çekilen bilgisayarlı tomografilerde (BT) üç boyutta yapılan rekonstrüksiyonlarla eklem düzeyinde parçalanma ayrıntılı olarak saptanabilir. Özellikle izole koronal plan kırıklarında BT kırık şekli hakkında çok daha ayrıntılı bilgi vermekte ve cerraha insizyon konusunda (lateral veya posterior) yol göstermektedir⁽²⁸⁾. Ancak pratik olarak, humerus distal uç kırıklarının tam şekline ve parça sayısına çoğu kez cerrahi sırasında karar verilebilmektedir. Bu nedenle distal humerus kırıklarında cerrahi öncesi olası her tür senaryo düşünülmeli ve hazırlıklar buna göre yapılmalıdır.

Sınıflama

Kırık aslında içinde bütünlüğü bozulmuş bir kemik olan yumuşak doku hasarıdır. Kırık sınıflaması ise travmayı değerlendirmenin sadece bir bölümü olup yapılması hem tedavi seçeneklerini hem de prognozu belirlemede önem taşır. Distal humerus kırıklarının sınıflandırılması tarihsel olarak kondil tutulumuna göre yapılmıştır. Günümüze kadar birkaç sınıflama tanımlanmış olsa da, deneyimli uzmanlar arasında bile hangisinin kullanılması gerektiği konusunda fikir birliği yoktur. Riseborough ve Radin sınıflaması görece basit olup bu kırıkları dörde ayırır (Şekil 8). Ayrılma, rotasyon ve parçalanma kriterlerini kullanır⁽¹⁶⁾. AO/ASIF sınıflaması daha ayrıntılı olup eklem dışı, kısmen eklem içi ve tam eklem içi olarak kırıkları üç ana gruba ayırdıktan sonra, parçalanma kriterine göre alt grupları oluşturur. Bu sınıflama distal humerus kırıklarını 27 ayrı tipe ayırmaktadır⁽³⁰⁾ (Şekil 9). Ancak AO/ASIF sınıflamasının medial veya lateral kolondaki kırık hattı yüksekliğini ve eklem yüzeyinin koronal planında olan kırık komponentlerini dikkate almaması dezavantaj



Şekil 8: Riseborough-Radin sınıflaması

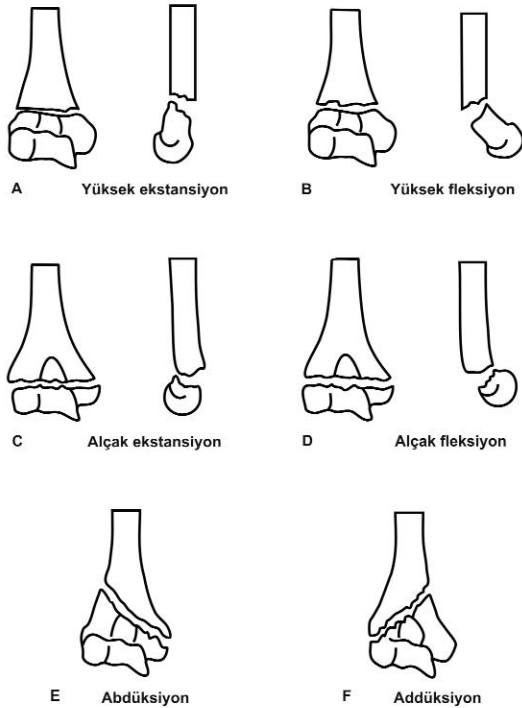


Şekil 9: AO/ASIF sınıflaması

dır. Bu özellikler cerrahi yöntemi ve muhtemelen hastanın prognozunu etkileyecek olan özelliklerdir.

Distal humerusun her 2 kolonunu da içeren kırıklarının sınıflaması ise 1990'lı yılların başlarında Mehne ve Matta tarafından yapılmıştır⁽²³⁾. Bu sınıfla-

ma her bir kolondan geçen kırık hattı yüksekliğini tariflediği için cerrahinin planlanmasını kolaylaştırır (Şekil 10). Özellikle H tipi kırıklar troklea serbest fragman olduğu ve kolonlar iki seviyeli kırıldığı için gerek avasküler nekroz gerekse cerrahi tespit zorluğu açısından en zorlu kırıklardır.



Şekil 10: Mehne ve Matta sınıflaması

Distal humerusun kompleks kırıklarında sagittal ve transvers plan kırıklarına koronal plan kırık komponentlerinin de eşlik edebileceği vurgulanmıştır⁽²⁷⁾. Bu şekilde olan multiplanar kırıklarda cerrahi tespit zorluğu en büyük teknik sıkıntıdır.

Distal humerus eklem içi kırıklarda sadece 2 yönlü radyografiler ile kırıkları sınıflandırmak, hangi sınıflama kullanılırsa kullanılsın, çok kolay olmaktadır. Wainwright ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışma yukarıda bahsedilen her üç sınıflamanın kabul edilebilirliğini deneyimli travma cerrahları arasında bile düşük-orta düzeyde bulmuştur (Kappa = 0,295 ile 0,513)⁽³¹⁾.

Konsevatif tedavi

Distal humerusun ayrılmış eklem içi kırıklarında tedavinin amacı maksimum dirsek hareketinin ağrısız olarak sağlanmasıdır. Bu yüzden,

günümüzde cerrahi tedavi bu kırıklarda "altın standart" olarak düşünülmesine rağmen tarihsel önemi nedeniyle konservatif tedaviye de kısaca değineceğiz. Konservatif tedavi 1970' li yılların sonlarına kadar neredeyse standart tedavi idi. Konservatif tedavinin parçalı eklem içi kırıklarda bu kadar popüler olmasının en önemli nedeni Riseborough ve Radin'in 1969 yılında yaptıkları çalışmadır⁽¹⁶⁾. Bu çalışma bu tarihten sonra konservatif tedaviyi savunanların en önemli dayanağı olmuştur. Konservatif tedavi seçenekleri arasında kapalı redüksiyon ve açılama, olekranondan yapılan iskelet traksiyonu ("over-head" traksiyon) ve kemik torbası tekniği ("bag of bones") bulunmaktadır. Hepsinde de dirseğe 2 ile 8 hafta arasında değişen bir immobilizasyon yapılmaktadır ve bu dirsek hareketlerinde belirgin bir kayıpla sonuçlanmaktadır. Günümüzde kemik torbası tekniği fonksiyonel istekleri kısıtlı ve yüksek anestezi riski taşıyan, osteoporotik ve aşırı parçalı kırıklarda seçilmiş olgularda kullanılabilir. İlk kez 1937 yılında Eastwood tarafından tarif edilmiş, ancak 1971' de Brown ve Morgan tarafından popülerize edilmiştir^(13,16). Dirsek 100° - 120° fleksiyonda 2 hafta immobilize edildikten sonra 1-2 hafta içerisinde yavaş yavaş ekstansiyona getirilerek 90°'ye dereceye indirilir ve bu derecede ağrıya dayanabildiği kadar aktif harekete başlaması önerilir. Yazarların bu teknikte tedavi konusunda kişisel deneyimleri yoktur. Ancak gelişen anestezi olanakları ve modern implantlarla deneyimli ellerin yaşlılarda dahi osteoporotik ve parçalı kırıkları cerrahi olarak tespit edebileceğine inanıyoruz^(32,33).

Cerrahi yaklaşımlar

Dirseğe farklı cerrahi yaklaşımların avantaj ve dezavantajlarını ayrıntılarıyla irdelemek bu yazının amacı değildir. Bu yüzden sadece posterior yaklaşımlara kısaca değinilecektir. Humerus distal uç eklem içi kırıklara değişik insizyonlarla ulaşabilmek mümkünken, günümüzde posteriodan yapılan yaklaşımlar en sık kullanılanlardır. "Dirsek eklemine penceresi arkadadır" cümlesi bize arkadan yapılan cerrahi yaklaşımların ne kadar önemli olduğunu gösteren bir anekdotdur. Posteriodan yapılan en sık girişim transolekranon yaklaşım olarak da bilinen olekranon osteotomisi yapılarak humerus distal eklem yüzeyine ulaşan yaklaşımdır. Yazarlarda en sık bu yaklaşımı tercih etmektedir. Bu yaklaşım humerus distal eklem yüzeyinin büyük bölümünü

görünür hale getirmesi, hatta parmak palpasyonu ile eklem yüzeyinin anterioruna ulaşip koronal planda olan kırık komponentlerinin de tespitine izin vermesi açısından avantajlıdır^(34,35,36). Transolekranon posterior yaklaşımlarla tedavi oldukça taraftar bulmuştur^(1,2,5,6,7,8,11,32,36,37,38). Ancak bu yaklaşım yine de masum değildir. İmplant irritasyonu, migrasyonu, osteotominin yer değiştirmesi, kaynamaması gibi olekranon osteotomisinin yarattığı morbiditeden kaçınmak isteyenler ki bunlar genelde distal humerus kırığının prognozuna az etki eden sorunlardır, alternatif posterior yaklaşımları önermiştir. Bunlar arasında popüler olanlar Bryan ve Morrey'in tanımladığı posteromedial ekstansil triseps kaldırma yaklaşımı^(39,40,41,42), Campbell' in tanımladığı posterior trisepsi ayırarak yaklaşım^(41,43) ve O'Driscoll'un tanımladığı *triseps-reflecting anconeus pedicle (TRAP)* yaklaşımıdır⁽⁴⁴⁾. Humerus distal uç eklem içi kırıklarda acaba hangi yaklaşım bize en fazla görüşü sağlar? diye sorabiliriz. Wilkinon ve arkadaşları kadavra üzerinde "*triseps splitting*", "*triseps sparing*" ve "transolekranon" yaklaşımları ortalama eklem yüzeyine ulaşabilme oranları açısından karşılaştırmıştır. Her 3 yaklaşımda ulaşabildikleri eklem yüzeyi ortalama oranları sırasıyla % 35, % 46 ve % 57'dir. Olekranon osteotomisi "*triseps splitting*" yaklaşımdan istatistiksel olarak anlamlı, "*triseps sparing*" yaklaşımdan ise anlamsız olarak daha fazla kırıkda yüzeye ulaşım sağlamıştır. Ancak yine de olekranon osteotomisi yapılsa bile kırıkda yüzeyin yaklaşık % 40' dan fazlasına ulaşamadığını dikkate değer bulmaktayız⁽⁴⁵⁾.

Cerrahi tedavi

Distal humerusun eklem içi parçalı kırıklarında cerrahi tedavi planlanırken her türlü senaryo için hazırlıklı olmak gerekir. 3.5 mm vida seti, 3.5 mm rekonstrüksiyon plakları, Kirschner telleri, kırıkdağa gömülebilen başsız vidalar, mümkünse havalı/elektrikli motor sistemi cerrahi öncesi kontrol edilmeli, eksikler tamamlanmalıdır. Yaşlı, preoperatif grafilerde aşırı parçalı-osteoporotik kırığı olan ve fonksiyonel istekleri kısıtlı olan olgularda total dirsek protezi sonuçları tatminkardır^(2,20,40). Yine instabilitenin ön planda olduğu dirsek kırıklı-çıkıklarında, açık kırıklarda dirseğe özel eksternal fiksatorlerin kullanımı bildirilmiştir^(46,47).

Cerrahi işlem hasta pron veya lateral dekübit pozisyonda iken yapılabilir. Biz lateral dekübit

pozisyonunu tercih ediyor ve aynı taraf iliak kanadı da greft olasılığına karşı hazırlıyoruz (Şekil 11). Turnike kullanımı cerrahın tercihine göre değişir. Yazarlar turnikenin çalışma alanını küçülttüğünü ve proksimale uzanan kırıkların diseksiyonunda sıkıntı yarattığını düşündükleri için bu tip kırıklarda pnömotik turnike kullanmamaktadır. Buna karşın turnikenin özellikle ulnar sinir diseksiyonunu ve askıya alınmasını kolaylaştırdığı da bilinmektedir.



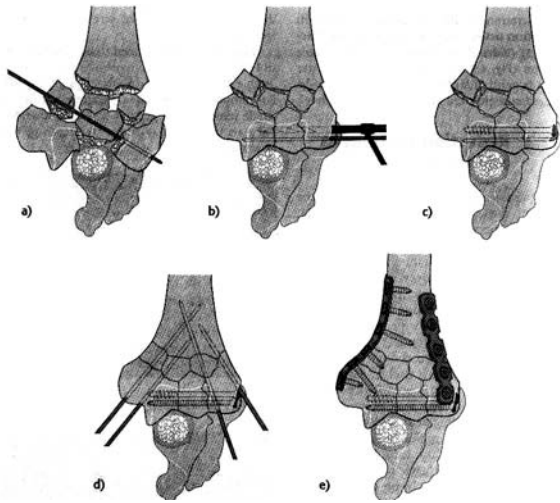
Şekil 11: Lateral dekübit pozisyonda dirseğin dirseğin hazırlanması

Hastalarımızın tümünde posteriorda hafif kıvrım gösteren orta hat insizyonu ile eklem girildikten sonra öncelikle ulnar sinir diseksiyonu yaparak proksimale ve distale doğru 6-7 cm kadar serbestleştiriyoruz. Ulnar sinir askıya alındıktan sonra triseps kasını medial ve lateralden eklem kapsülünden başlayarak serbestleştiriyoruz. Bu aşamadan sonra olekranon osteotomisine geçiyoruz. Olekranonun değişik osteotomi türleri tanımlanmış olmakla birlikte önerilen intrinsik stabilite, redüksiyon kolaylığı ve kaynamama sorununun daha az olması nedeniyle tepe noktası distalde olan Chevron tipi osteotomidir^(1,2,20). Osteotomi seviyesi ise olekranon oluşunun tam orta seviyesidir. Burası eklem kırıkdağının en ince olduğu yerdir. Osteotomi yaparken önerilen dar havalı kesiciler ile başlanması ve tam olmayan bir kesi hazırlandıktan sonra bunun osteotomiler ile yani elle tamamlanmasıdır⁽⁴⁸⁾. Osteotomi sonrası eklem kapsülü medial ve lateralden kesilerek önceden hazırlanmış olan triseps ile birleştirilir. Bundan sonra olekranon triseps tendonu

ile beraber ıslak bir tamponla proksimale retrakte edilir. Eğer daha fazla görüş istenirse triseps kası medial ve lateral septumlardan biraz daha serbestleştirilerek daha fazla proksimale alınabilir. Bu medial ve laterale uzun plak konulması gereken durumlarda çoğu kez gereklidir. Olekranon osteotomisi ve proksimale alınması sırasında 2 nokta önemlidir:

- 1- Triseps tendonunun olekranon yapışma yeri mümkün olduğunca korunmalı, kemik-tendon bileşkesi bir bütün olarak proksimale alınmalıdır.
- 2- Eklem lateral ve medial kollateral bağları korunarak, instabilite olasılığı en aza indirilmiştir.

Kırık hematomunun irrigasyonu yapıp kırık eklem parçalanması tam ve doğru olarak değerlendirilmelidir. Biz çoğu olguda preoperatif grafilerde yaptığımız tiplendirmelerin bu aşamada değiştiğini ve birçok kez kırık parçalanmasının tahminimizden daha fazla olduğunu gözlemledik. Kırık redüksiyonu cerrahinin en sıkıntılı bölümüdür. Redüksiyon tekniği her kırık tipine göre cerrah tarafından değiştirilebileceği gibi, redüksiyonun belli bir sıra izleyerek aşağıdaki prensiplerle yapılması en kolay tekniktir. Bunlar AO/ASIF grubunun önerdiği prensiplerdir (Şekil 12) ⁽⁴⁸⁾.



Şekil 12: Eklem redüksiyon basamakları

- 1- Trokleanın normal genişliğini ve uzunluğunu koruyarak eklem kırık yüzeyinin tamamının (ön ve arka) rekonstrükte edilmesi,
- 2- K telleriyle tespit edilmiş olan eklem kırık segmentinin yine K telleri ile her 2 kolona geçici olarak tespiti,
- 3- Her iki kolona göre şekillendirilmiş plakların fark-

- lı eksenlerde uygulanması,
- 4- İmplantların eklem kırıkdağı ve anatomik fos-salardan geçmemesi.

Kırık redüksiyonuna troklea ve eklem yüzeyinden başlanmasını önerilir ⁽⁴⁸⁾. Biz bunu kesin kural olarak algılamıyoruz. Prensibimiz kırık şekline göre anatomik redüksiyona en kolay-en hızlı ve en doğru yapılabildiği yerden başlamaktır. Bu şekilde redüksiyon için harcanan zamanın kısalacağını ve daha az hata yapıldığını düşünüyoruz. Örneğin eklem yüzeyi ve medial kolon parçalı ise, ama lateral kolon nispeten daha iyi durumda ise önce lateral kolonu redükte edip sonra eklem yüzeyine geçiyoruz. Ayrıca geçici redüksiyonu yapılan eklem segmentini kolonlara geçici K telleri ile değil, kemik pensleri kullanarak tespit ediyoruz (Şekil 13). Kemik penslerinin kırık kompresyonunu daha iyi sağladığını ve redüksiyonu daha stabil tuttuğunu düşünüyoruz. K telleri ile geçici tespitinin bize göre iki sorunu var :



Şekil 13: a) Humerus alt uç lateral kondil, medial epikondil ve troklea parçalı kırığı, b) Eklem yüzeyindeki parçalanma, c) Redüksiyon ve kemik pensleri ile geçici tespiti, d) Tespit sonrası eklem yakın plan görünümü, e) Humerus ön-arka radyografisi, f) Humerus yan radyografisi

- 1- Kırık hattında kompresyon yapmamakta, hatta zaman zaman koyulma sırasında redüksiyon bozulması söz konusu olmakta
- 2- İyi bir tespit için koyulan K telleri çoğu kez kalıcı plak veya vida yerleşimini engellemektedir.

Troklea ve eklem yüzeyinin rekonstrüksiyonunda eğer kemik kaybı yoksa anatomik redüksiyon için tüm şartlar zorlanmalıdır. (Şekil 14) Ancak kemik kaybı varsa öncelik trokleanın ön ve medial

bölümündedir. Yani troklea anterior bölümünün rekonstrüksiyonu posterior bölüme göre daha önceliklidir. Yine stabilitede ve eklem eksenini için troklea medial bölüm rekonstrüksiyonu, troklea lateral bölümü ve kapitellum rekonstrüksiyonundan daha önceliklidir. Troklea tespitinde dikkat edilmesi gereken bir başka nokta mümkünse tespit için kullanılan vidanın lateralden mediale doğru koyularak ulnar sinir irritasyonundan kaçınılmasıdır (Şekil 14). Eğer kemik kaybı yoksa ve tam anatomik redüksiyon sağlanmışsa bu vida çekirtme vidası şeklinde koyulmalıdır. Ancak kemik kaybı varsa ve greftlenmişse normal vida şeklinde koyulmalıdır. Aksi halde trokleanın aşırı şıkıştırılması ve daralması söz konusu olacak, bu da eklem bütünlüğünü bozacaktır^(2,3,4). Bir başka nokta ise troklea merkez bölümünün çapının medial ve lateral bölüm çapının % 50'si olmasıdır. Rijid tespit için vida trokleanın merkez bölümüne yerleştirilmelidir. Ancak parçalara ayrılmış bir trokleada bunu yapmak kolay değildir. Bazı kırık şekillerinde trokleanın koronal planda anteriorunda bulunan kırık fragmanlarını plaklardan veya her iki kolondan gönderilen serbest vidalar ile tespit etmek olanaksızdır. Bu durumda preoperatif hazırlığımızda mutlaka olması gereken başsız kırık vidaları ile posterioran anteriora doğru bu



Şekil 14: a) Humerus alt uç eklem içi parçalı kırığın ön-arka radyografisi, b) Eklem yüzeyindeki parçalanma, c) Açık redüksiyon sonrası ön-arka radyografide tam anatomik redüksiyon, d) Açık redüksiyon sonrası ön-arka radyografisi.

fragmanlar tespit edilmelidir (Şekil 13). Yine bazı durumlarda bu tip koronal plan kırıklarının tespiti için, eğer fragman yeterli büyüklükte ise trokleanın eklem kırığıdağı içermeyen bölümünden, posterioran anteriora doğru 3, 5 mm vidalarla tespit yapılabilir (Şekil 15).



Şekil 15: a) Humerus alt uç eklem içi parçalı kırığın ön-arka radyografisi, b) Humerus alt uç eklem içi parçalı kırığın lateral radyografisi, c) Açık redüksiyon sonrası eklem anteriorunda olan fragmanın 2 adet 3.5 mm vida ile arkadan öne doğru tespiti, d) Açık redüksiyon sonrası yan radyografisi.

Eklem yüzeyi rekonstrükte edilip, tek bir parça haline getirildikten sonra sıra bunun metafizer bölüme tespitine gelir. Bu fiksasyon noktası genel olarak distal humerus internal fiksasyonunun en zayıf olduğu noktadır. Burada eklem yüzeyleri ve anatomik fossalardan kaçınarak ve kollateral bağları da koruyarak distal fragmanı her iki kolona tespit etmek zor olabilir. Buradaki başarı için :

- 1- Mutlaka çok iyi şekillendirilmiş 2 plak kullanılmalı
- 2- Plaklar farklı planlarda yerleştirilmeli (en az 90° açı ile)
- 3- Her 2 plaktanda distal fragmana mümkün olduğunca çok fazla sayıda vida göndererek yeterli yakalama sağlanmalı
- 4- Kırık proksimaline her 2 kolonda en az 3 vida koyulmalıdır.

Bu kırıklarda 2 plak kullanılması şarttır. Bu plakların ne tip olacağı ve hangi planda yerleştirilmesi gerektiği ise halen tartışma konusudur. 1980'li yıllardan 2000'li yıllara kadar en sık önerilen plak yerleşimi radial plağın posterolaterale (dorsale), ulnar plağın ise mediale yerleştirilmesi şeklindeydi^(1,2,5,48).

Bu yerleşim şekli yapılan biyomekanik testlerle de yeterli bulunmuştu⁽⁴⁹⁾. Ancak kompleks kırıklarda birbirine 90° açı ile, yani posterolaterale ve mediale koyulan 2 plağın, sagittal planda birbirine paralel koyulan 2 plağa göre (lateral ve medial) biyomekanik olarak daha zayıf olduğu görülmüştür^(10,14). O'Driscoll'e göre kompleks kırıklarda posterolateral plaktan distal fragmana 1 veya 2 vida koyulabilmektedir. Dirseğin rehabilitasyonu sırasında oluşan varus momentleri lateral kolonu posteriorndan koyulan plak-vidadan distrakte edecek şekilde çalışır. Bu da genelde bu tip kırıklarda yetmezliğin neden öncelikle lateral kolondan başladığını açıklamaktadır. O'Driscoll parçalanmanın fazla olduğu, kemik kalitesinin kötü olduğu kompleks kırıklarda sagittal planda paralel olan 2 plağın (medial ve lateral) kullanılmasını ve eklem fragmanına gönderilen uzun, 2,7 mm vidalar ile birbirini kilitleyecek tarzda bir tespit yapılmasını önermektedir. Bunun yanında parçalanma olmayan ve kemik kalitesi iyi olan kırıklarda her 2 plak yerleşim şeklinin de güvenli olduğunu söylemiştir^(10,14).

Jupiter ise kırık hattı ve parçalanmanın fossa olekrani veya distalinden geçtiği alçak seviyeli kondiler kırıklarda distal fragmanların büyük ölçüde kırıldaktan oluşmasından dolayı teknik olarak tespit sıkıntısı olduğunu vurgulamıştır^(1,2,3,13). Bu tip transkondiler kırıklarda klasik 90°-90° (posterolateral ve medial) plakların yerleşiminde: medial plak epikondil altına incek ve epikondili saracak şekilde biçimlendirilmeli ve bu plaktaki son 2 delikten gönderilecek 2 vida birbiri ile açılı olacak şekilde gönderilerek stabilite arttırılmalıdır. Buna rağmen stabilite sorunu devam ederse tam laterale 3. bir plağın yerleştirilmesini önermektedir. Bizim bu teknikle ilgili sınırlı sayıda olgu deneyimimiz mevcut olup, tekniği zaman alıcı ancak stabiliteyi belirgin arttırıcı olarak değerlendirmekteyiz (Şekil 16).

Literatürde tartışma konusu olan 2. nokta ise kullanılacak plak büyüklüğünün ve tipinin seçimi ile ilgilidir. Genel eğilim 3,5 mm rekonstrüksiyon veya DCP plaklarının kullanılmasıdır^(48,49). 1/3 tubular plaklar daha zayıf olmaları nedeniyle özellikle metafizer parçalanması olan ve bu bölgede anatomik redüksiyon yapılamayan olgularda yetmezlik-kırık sorunları ile karşılaşılmasına neden olmaktadır. Bu yüzden kullanımları sınırlı olmalıdır⁽⁴⁸⁾. Rekonstrüksiyon plakları her 3 planda daha kolay şekillendirilebildikleri için uygulamada 3,5 mm DCP plaklara göre



Şekil 16: a) Humerus alt uç , transkondiler , eklem içi parçalı kırığın ön-arka radyografisi, b) Humerus alt uç , transkondiler , eklem içi parçalı kırığın lateral radyografisi, c) 3 plakla yapılan açık redüksiyon ve tespit, ön-arka radyografi, d) 3 plakla yapılan açık redüksiyon ve tespit, lateral radyografi.

kolaylık sağlar.

3,5 mm'lik mi yoksa 4,5 mm'lik mi plak-vida sistemini kullanalım? Bu sorunun yanıtı kişisel deneyime bağlı olarak değişmekle birlikte genel eğilim, fragmanların küçüklüğü ve parçalanmadan dolayı 3,5 mm plak-vida sistemlerinin kullanılmasıdır⁽⁴⁸⁾. Ancak O'Driscoll daha küçük çapta vidalar kullanılarak distalde zaten yetersiz-parçalanmış olan artiküler fragmana daha fazla sayıda vida gönderilmesini amaçlamıştır. Bunun için 2,7 mm plak-vida sistemlerini kullanmayı önermektedir^(10,14). 3,5 mm'lik plak-vida sistemleri ile karşılaştırıldığında bu mini fragman sistemlerinde distal fragmana hem medial hem lateralden birer vida daha fazla koyulabilmektedir. Bu da mini fragman sisteminin stabilitesini arttıran bir özelliktir⁽⁵⁰⁾. Son yıllarda gelişen teknoloji ile gündeme gelen açılabilir stabil kilitleli plak-vida sistemleri bu bölge kırıklarında kullanılabilir. Ancak kilitleli vida-plak sistemleri ile klasik vida-plak sistemlerinin laboratuvar ortamında karşılaştırılmalarında stabilitenin plakların tipine değil yerleştirilme şekline bağlı olduğu görülmüştür. Kilitleli olanlar klasik plaklara karşı ancak yetersiz kemik kalitesi varlığında ve anatomik redüksiyon yapılamaması durumunda laboratuvar ortamında üstünlük sağlamaktadır^(51,52). Ancak bunun klinik önemi ve işleve katkısı halen bilinmemektedir.

Distal humerus kırıklarının cerrahi tedavisinde

açık kırıklarda veya instabil kırıklı-çıkıklarda ve seçilmiş olgularda eksternal fiksatoründe yeri vardır^(46,47). Özellikle yaşlı ve osteoporotik, aşırı parçalanması olan ve rekonstrükte edilme olasılığı olmayan, işlev beklentisi kısıtlı ve eşlik eden romatolojik hastalıkları olan seçilmiş olgularda total dirsek artroplastisinin bir seçenek olduğu da unutulmamalıdır^(53,54). Böyle bir seride Frankle ve arkadaşları total dirsek artroplastisi ve internal fiksasyonu karşılaştırmışlardır. Sonuç total dirsek artroplastisinin yaşlılarda iyi bir seçenek olduğu yönündedir⁽⁵³⁾. Ancak 60 yaş üzerinde de olsa, beklenen yaşam süresi uzun olan her olguda, distal humerus kırığını internal tespit etmek için her yolu denemek en iyi seçenektir. Çünkü bu tip hastalarda internal tespit mi yoksa total dirsek artroplastisi mi iyidir ? sorusunun yanıtı bilinmemektedir. Bu konuda kanıta dayalı veri henüz yoktur⁽⁵⁴⁾. Bizim humerus distal uç kırıklarında total dirsek artroplastisi ile ilgili deneyimimiz yoktur.

Postoperatif rehabilitasyon

Dirsekte kontrollü erken harekete başlamak fonksiyonel hareket genişliği elde etmek için gereklidir. Yara yeri dreni çekilinceye kadar (ortalama 2 gün) mümkün olduğunca ekstansiyonda yapılmış bir uzun kol alçı ateli (UKAA) kullanıyoruz. Ekstansiyonda UKAA yapmamızın nedeni postoperatif dönemde dirsek ekstansiyonunun kazanılmasının fleksiyona göre daha zor olmasındandır. Stabil bir internal tespit sonrasında ve uyumlu olgularda drenle beraber UKAA'ni bırakıyor veya sadece geceleri 7-10 gün süresince kullanıyoruz. Bu sürede dirseğe diğer el yardımı ile aktif fleksiyon ve ekstansiyon hareketleri başlıyoruz. Olgu yatarken fleksiyon, ayakta ise ekstansiyon hareketleri çalışıyor; bu şekilde yerçekiminden de yararlanıyoruz. Olekranon osteotomisi yapılmış olgularda 2 ay kadar dirence karşı zorlu ekstansiyondan kaçınıyoruz. 2 ay sonrasında ise kas güçlendirme ve dirence karşı hareketlere önem veriyoruz. Tüm amaç dirsekte en az 100 derecelik bir fonksiyonel hareket genişliği elde etmektir. Yazarların bu tip kırıkların cerrahi tedavisi sonrası pasif hareket cihazı kullanımı ile ilgili deneyimleri yoktur.

Olası sorunlar

- Hareket kısıtlılığı-Kontraktür:
En sık rastlanan sorundur. Genelde yetersiz

internal tespiti kompanse etmek için uzun süre yapılan immobilizasyon nedeni ile oluşur. Bir başka neden ise kompleks kırıklarda eklem yüzeyi redüksiyonunun tam olarak yapılamamasına bağlı olarak oluşan uyumsuzluktur. İmplantların eklem yüzeyine veya anatomik fossalara penetrasyonu da hareket kısıtlılığının bir nedeni olabilir.

- Kaynamama:

Yetersiz internal tespit nedeniyle olur. Ağrı ve hareket kaybı ile bulgu verir. Bu olgularda kaynamayı elde etmek teknik olarak çok zordur. Değişmiş anatomi, periartiküler fibrozis, kullanmama osteoporozuna bağlı kemik stoğunun azalması başlıca sorunlardır. Yeniden açık redüksiyon, internal tespit ve otojen greftleme yapılabileceği gibi, uygun olgularda eksternal fiksatorler veya total dirsek artroplastisi gibi seçenekler de tercih edilebilir.

- Ulnar sinir sorunları:

Distal humerus kırıklarında cerrahi tedavi sonrasında ulnar sinirle ilgili sorunlar bildirilmiştir. Özellikle hareket kısıtlılığı, kaynamama gibi sorunlara çoğu kez ulnar sinir sorunları da eşlik eder. Çoğu kez medial epikondil çevresindeki yapışıklıklar, gerginlikler ve aşırı kallus cevabı olayı tetikler. Bu sorun ulnar sinirin gevşetilmesi veya öne alınması ile kolayca çözülebilir.

Bunlar dışında implant yetmezliği, enfeksiyon ve heterotopik kemikleşme daha az olarak karşımıza çıkabilir. Yazarlar bu kırıkların cerrahi tedavisi sonrasında rutin heterotopik kemikleşme profilaksisi uygulamamaktadır. Bir başka sorun ise transolekranon girişimler sonrasında olan olekranon ile ilgili sorunlardır. İmplant irritasyonu veya kaynamama sorunları genelde humerus distal uç kırığının sonucuna önemli etki yapmaz.

Sonuç

Humerus distal uç kırıklarında tatminkar sonucu fonksiyonel hareket genişliğiyle beraber elde edilen kaynama olarak değerlendirmek gerekir. Kaynama ve yeterli hareket genişliği birbirinden ayrılmaz. Kompleks kırıklarda tercihimiz posterior transolekranon yaklaşımla tam anatomik redüksiyon ve stabil bir tespit sağlamaya çalışmaktır. Bu amaçla en az 2 farklı planda yerleştirilen 2 adet 3,5 mm plak-vida sistemi kullanılmasını öneriyoruz. Humerus distal uç kırıkları minimalist internal tespitinin uygulanmaması gereken bir yerdir. Ancak bu şekilde erken hareket vermek ve tatminkar sonuç

almak olasıdır. Bu tip bir kırıkta cerrahi kararı verildikten sonra tüm olumsuz senaryolara karşı hazırlanmalıdır. Eğer deneyim veya altyapı eksikliği söz konusu ise hasta başka bir merkeze yönlendirilmelidir. Taze bir kırığın tedavisinin kaynamamış, hatalı kaynamış veya sert bir dirseğin tedavisinden çok daha kolay olduğu unutulmamalıdır.

*Yazışma Adresi: Güvenir OKCU
Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi
Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji
Anabilim dalı
Manisa.
e-posta: guvenir.okcu@bayar.edu.tr*

Kaynaklar

- Jupiter JB, Neff U, Holzach P, Allgower M: Intercondylar fractures of the humerus. An operative approach. J Bone Joint Surg 1985, 67-A:226-239.
- Jupiter JB : Complex fractures of the distal part of the humerus and associated complications. J Bone Joint Surg 1994, 76-A:1252-1264.
- Ring D, Jupiter JB: Fractures of the distal humerus. Orthop Clin North Am 2000, 31(1):103-113.
- Kuntz DG, Baratz ME: Fractures of the elbow. Orthop Clin North Am 1999, 30(1): 37-61.
- Holdsworth BJ, Mossad MM: Fractures of the adult distal humerus. Elbow function after internal fixation. J Bone Joint Surg 1990, 72-B:362-365.
- Huang TL, Chiu FY, Chuang TY, Chen TH: Surgical treatment of acute displaced fractures of adult distal humerus with reconstruction plate. Injury 2004, 35(11): 1143-1148.
- Gupta R, Khanchandani P: Intercondylar fractures of the distal humerus in adults: a critical analysis of 55 cases. Injury 2002, 33 (6) : 511-515.
- Gofton WT, MacDermid JC, Patterson SD, Faber KJ, King GJW: Functional outcome of AO type C distal humeral fractures. J Hand Surg 2003, 28-A:294-308.
- Pajarinen J, Björkenheim JM: Operative treatment of type C intercondylar fractures of the distal humerus: results after a mean follow-up of 2 years in a series of 18 patients. J Shoulder Elbow Surg 2002, 11(1):48-52.
- O'Driscoll SW: Optimizing stability in distal humeral fracture fixation. J Shoulder Elbow Surg 2005, 14(1S):186S-194S.
- McKee MD, Wilson TL, Winston L, Schemitsch EH, Richards RR: Functional outcome following surgical treatment of intra-articular distal humeral fractures through posterior approach. J Bone Joint Surg 2000, 82-A:1701-1707.
- Kundel K, Braun W, Wieber J, Ruter A: Intraarticular distal humerus fractures:factors affecting functional outcome. Clin Orthop 1996, 332:200-208.
- Ring D, Jupiter JB: Complex fractures of the distal humerus and their complications. J Shoulder Elbow Surg 1999, 8(1):85-97.
- Sanchez-Sotelo J, Torchia ME, O'Driscoll SW: Principle-based internal fixation of distal humerus fractures. Tech in Hand Upper Ext Surg 2001, 5(4):179-187.
- Soon JL, Chan BK, Low CO: Surgical fixation of intra-articular fractures of the distal humerus in adults. Injury 2004, 35(1):44-54.
- Riseborough EJ, Radin EL: Intercondylar T fractures of the humerus in the adult. A comparison of operative and non-operative treatment in twenty-nine cases. J Bone Joint Surg 1969, 51-A:130-141.
- Zagorski JB, Jennings JJ, Burkhalter WE, Uribe JW: Comminuted intraarticular fractures of the distal humeral condyles. Surgical vs nonsurgical treatment. Clin Orthop 1986,202:197-204.
- Sodegard J, Sandelin J, Bostman O: Postoperative complications of distal humeral fractures. 27/96 adults followed up for 6 (2-10) years. Acta Orthop Scand 1992, 63(1):85-89.
- Morrey BF, Askew LJ, Chao EYS: A biomechanical study of normal functional elbow motion. J Bone Joint Surg 1981, 63-A:872-877.
- Jupiter JB, Morrey BF: Fractures of the distal humerus in adults. In: The Elbow and Its Disorders, Morrey BF (ed), WB Saunders, Philadelphia, 2000, p:293-329.
- Rose SH, Melton LJ, Morrey BF : Epidemiologic features of humeral fractures. Clin Orthop 1982, 168:24-30.
- Robinson CM, Hill RMF, Jacobs N, Dall G, Court-Brown CM: Adult distal humeral metaphyseal fractures: epidemiology and results of treatment. J Orthop Trauma 2003, 17(1):38-47.
- McKee MD, Mehne DK, Jupiter JB. Fractures of the distal humerus. In: Skeletal Trauma, Browner B, Jupiter JB, Levine A, Trafton P (eds) WB Saunders, Philadelphia, 1998, p:1483-1522.
- Morrey BF, An KN: Functional anatomy of the ligaments of the elbow. ClinOrthop 1985, 201:84-90
- Helfet DL, Schmeling GJ: Bicondylar intraarticular fractures of the distal humerus in adults. Clin Orthop 1993, 292:26-36.
- Hotchkiss RN: Fractures and dislocations of the elbow. In: Rockwood and Green's Fractures in adults. Rockwood CA, Green DP, Bucholz RW, Heckman JD (eds) Lippincott-Raven, Philadelphia 1996, 929-1024.
- McKee MD, Jupiter JB, Bamberger HB: Coronal shear fractures of the distal end of the humerus. J Bone Joint Surg 1996, 78-A:49-54.
- Ring D, Jupiter JB, Gulotta L: Articular fractures of the distal part of the humerus. J Bone Joint Surg 2003, 85-A:232-238.
- Dubberly JH, Faber KJ, MacDermid JC, Patterson SD, King GJW: Outcome after open reduction and internal fixation of capitellar and trochlear fractures. J Bone Joint Surg 2006, 88-A: 46- 54.
- Murphy WM, Leu D: Fracture classification: biological significance. In: AO principles of fracture management, Rüedi TP, Murphy WM (eds) Thieme, Stuttgart 2000, 45-58.
- Wainwright AM, Williams JR, Carr AJ. Interobserver and intraobserver variation in classification systems for fractures of the distal humerus. J Bone Joint Surg 2000, 82-B:636-642.
- John H, Rosso R, Neff U, Bodoky A, Regazzoni P, Harder F: Operative treatment of distal humeral fractures in the elderly. J Bone Joint Surg 1994, 76-B:793-796.
- Huang TL, Chiu FY, Chuang TY, Chen TH: The results of

- open reduction and internal fixation in elderly patients with severe fractures of the distal humerus: a critical analysis of the results. *J Trauma* 2005, 58(1):62-69.
34. Dowdy PA, Bain GI, King GJW, Patterson SD: The midline posterior elbow incision. An anatomical appraisal. *J Bone Joint Surg* 1995, 77-B:696-699.
 35. Ring D, Gulotta L, Chin K, Jupiter JB: Olecranon osteotomy for exposure of fractures and nonunions of the distal humerus. *J Orthop Trauma* 2004, 18(7):446-449.
 36. Coles CP, Barei DP, Nork SE, Taitsman LA, Hanel DP, Henley MB: The olecranon osteotomy: a six year experience in the treatment of intraarticular fractures of the distal humerus. *J Orthop Trauma* 2006, 20(3):164-171.
 37. Kınık H, Atalar H, Mergen E: Distal humerus fractures in adults: the results of 46 surgically treated patients. *Turkish Journal of Bone and Joint Surgery* 1999, 4(1-2):26-29.
 38. Kocaoğlu M, Şener N, Şar C, Hamzaoğlu A, Tuncay İ: Erişkinlerin distal humerus ekleme içi kırıklarında cerrahi tedavi ve sonuçları. *Artroplastik Artroskopik Cerrahi* 1999, 10(2):149-154.
 39. Bryan RS, Morrey BF: Extensive posterior exposure of the elbow. A triceps-sparing approach. *Clin Orthop* 1982, 166:188-192.
 40. Kamineni S, Morrey BF: Distal humeral fractures treated with noncustom total elbow replacement. *J Bone Joint Surg* 2005, 87-A:41-50.
 41. Morrey BF: Surgical exposures of the elbow. In: *The Elbow and Its Disorders*, Morrey BF (ed), WB Saunders, Philadelphia, 2000, p:109-134.
 42. Schildhauer TA, Nork SE, Mills WJ, Henley MB: Extensor mechanism-sparing paratricipital posterior approach to the distal humerus. *J Orthop Trauma* 2003, 17(5):374-378.
 43. Ziran BH, Smith WR, Balk ML, Manning CM, Agudelo JF: A true triceps-splitting approach for treatment of distal humerus fractures: a preliminary report. *J Trauma* 2005, 58(1):70-75.
 44. O'Driscoll SW: The triceps-reflecting anconeus pedicle (TRAP) approach for distal humeral fractures and nonunions. *Orthop Clin North Am* 2000, 31(1):91-101.
 45. Wilkinson JM, Stanley D: Posterior surgical approaches to the elbow: a comparative anatomic study. *J Shoulder Elbow Surg* 2001, 10(4):380-382.
 46. Lerner A, Stahl S, Stein H: Hybrid external fixation in high-energy elbow fractures: a modular system with a promising future. *J Trauma* 2000, 49(6):1017-1022.
 47. Skaggs DL, Hale JM, Buggay S, Kay RM: Use of a hybrid external fixator for a severely comminuted juxta-articular fracture of the distal humerus. *J Orthop Trauma* 1998, 12(6):439-442.
 48. Holdsworth BJ: Humerus: distal. In: *AO principles of fracture management*, Rüedi TP, Murphy WM (eds) Thieme, Stuttgart, 2000, p:311-324.
 49. Helfet DL, Hotchkiss RN: Internal fixation of the distal humerus: a biomechanical comparison of methods. *J Orthop Trauma* 1990, 4(3): 260-264.
 50. Russell Jr GW, Jarrett CA, Jones CB, Cole PA, Gates J: Management of distal humerus fractures with minifragment fixation. *J Orthop Trauma* 2005, 19(7):474-479.
 51. Korner J, Lill H, Müller LP, Rommens PM, Schneider E, Linke B: The LCP-concept in the operative treatment of distal humerus fractures- biological, biomechanical and surgical aspects. *Injury* 2003, 34(S2):SB20- SB30.
 52. Korner J, Diederichs G, Arzdorf M, Lill H, Josten C, Schneider E, Linke B: A biomechanical evaluation of methods of distal humerus fracture fixation using locking compression plates versus conventional reconstruction plates. *J Orthop Trauma* 2004, 18(5):286-293.
 53. Frankle MA, Herscovici D, DiPasquale TG, Vasey MB, Sanders RW: A comparison of open reduction and internal fixation and primary total elbow arthroplasty in the treatment of intraarticular distal humerus fractures in women older than age 65: *J Orthop Trauma* 2003, 17(7): 473-480.
 54. Obremskey WT, Bhandari M, Dirschl DR, Shemitsch E: Internal fixation versus arthroplasty of comminuted fractures of the distal humerus: *J Orthop Trauma* 2003, 17(6):463-465.