



Ekstremitelerde minimal invaziv cerrahi girişimlerin tarihçesi

History of minimally invasive surgical interventions in the extremities

Mehmet Eren

Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi, El Cerrahisi Kliniği, İstanbul

Tarih içerisinde ortopedik cerrahi girişimlerde sürekli bir gelişme ve yenilik söz konusu olmuştur. Bu gelişmeler cerrahi deneyim arttıkça ve bilgi birikimi oluştuğunda ivme kazanmaktadır. Bu dinamik süreç hep ilgi çekici olmuş ve tedavilere yön vermiştir. Ekstremitelerin ayrıntılı anatomisi anlaşıldıkça ekstremitelerde uygulanan cerrahi tedavilerin sayısı tarihsel süreçte giderek artmıştır. Uygulanan cerrahi tedavilerle ilgili deneyim arttıkça ve komplikasyonlar daha iyi değerlendirildikçe cerrahi tedavi yöntemlerinde bazı teknik değişikliklere gidilmiş ve hatta yeni yöntem arayışları başlamıştır. Bu gelişmede, hastalıkların iyileşme süreçlerinin biyolojik mekanizmalarının iyi anlaşılması olmasının da rolü büyüktür. Büyük kesilerin ve geniş yumuşak doku hasarlarının yarattığı komplikasyonlar ve neden oldukları uzun iyileşme süreleri yumuşak dokulara daha az zarar verebilecek başka cerrahi tekniklerin tanımlanması gerektiğini ortaya koymuştur. Cerrahi hedeflerden ödün vermeden daha az cerrahi travmayla en optimal sonuca yaklaşmak felsefesinden yola çıkılarak minimal invaziv girişimler tanımlanmış ve cerrahlar tarafından giderek artan sayıda uygulanmaya başlamıştır. Ekstremitelerde minimal invaziv girişimler kırıklar, spor travmaları, nöropatiler, artrozlar ve tendinopatiler başta olmak üzere birçok hastalığın tanı ve tedavisinde kullanılmaktadır.

Anahtar sözcükler: minimal invaziv cerrahi; yumuşak doku hasarı; cerrahi travma; erken iyileşme

Throughout history, there has been a continuous development and innovation in orthopedic surgical interventions. These developments gain momentum as surgical experience increases and knowledge accumulates. This dynamic process has always been interesting and has guided the treatments. As the detailed anatomy of the extremities has been understood, the number of surgical treatments applied to the extremities has increased in the historical process. As the experience in surgical treatments increased and complications were better evaluated, some technical changes were made in surgical treatment methods and even the search for new methods began. A good understanding of the biological mechanisms of the healing processes of diseases also plays a major role in this development. Complications caused by large incisions and extensive soft tissue damage and the long healing times they cause revealed that other surgical techniques that can cause less damage to soft tissues should be defined. Based on the philosophy of approaching the most optimal result with less surgical trauma without sacrificing surgical goals, minimally invasive procedures were defined and started to be applied in increasing numbers by surgeons. Minimally invasive interventions in the extremities are used in the diagnosis and treatment of many diseases, especially fractures, sports trauma, neuropathies, arthroses and tendinopathies.

Key words: minimally invasive surgery; soft tissue injury; surgical trauma; early healing

Cerrahide yenilik dinamik bir süreçtir ve hep ilgi çekici olmuştur. Artan bilgi birikimi ve deneyimle birlikte cerrahi girişimlerde zaman içerisinde değişimler meydana gelmiştir. Örnek olarak ortopedi pratiğinde sık olarak uygulanan total eklem replasman cerrahisi tarihte sürekli bir değişim göstermiştir. Bu değişimler cerrahi prosedürlerin iyileştirilmesini ve kullanılan implantların gelişmesini sağlamıştır.^[1]

Zaman içerisinde ortopedi ve travmatoloji pratiğinde daha sınırlı cerrahi girişimle daha az kan kaybı sağlayan ve daha hızlı iyileşme süreleri hedefleyen cerrahi girişimlere eğilim artış göstermiştir. Minimal invaziv cerrahinin (MİC) amacı cerrahi travmayı azaltmak, iyileşme süresini ve hastanede kalış zamanını kısaltmak, bu sayede ameliyat sonrası morbiditeleri en aza indirmektir. Ortopedi ve travmatolojide MİC kapsamı

İletişim / Contact: Op. Dr. Mehmet Eren • **E-posta / E-mail:** drmehmeteren@hotmail.com

ORCID iD: Mehmet Eren, 0000-0002-3303-0092

Geliş / Received: 19 Mart 2023 • **Revizyon / Revised:** 23 Nisan 2023, 18 Mayıs 2023 • **Kabul / Accepted:** 22 Mayıs 2023

oldukça geniştir.^[2] Cerrahi hedeflerden ödün vermeden daha küçük ve sınırlı insizyonlar veya portaller aracılığıyla işlemler gerçekleştirilir. Aslında daha az invaziv olmak yıllar içerisinde kazanılan cerrahi deneyimlerin bir sonucu olarak düşünülebilir. Tarihsel bir perspektiften bakıldığında bu teori total kalça protezi için doğru gibi görünmektedir. Başlangıçta Charnley tarafından tarif edilen yöntem trokanterik osteotomi gerektirmiştir. Trokanterik osteotominin birçok avantajına rağmen teknik uygulandıkça trokanterik kaynamama gibi sorunların ortaya çıktığı görülmüş ve daha az invaziv olma arayışları başlamıştır.^[3]

MINİMAL İNVAZİV KIRIK CERRAHİSİ

Kırık tedavisinde çok eskiden konservatif yöntemlerle başlayan süreç, kırığın mutlak tespiti kaygısıyla açık cerrahi yöntemlere evrilmiş; takiben kırık iyileşmesinin biyolojik süreçlerinin daha iyi anlaşılmasıyla günümüzde minimal invaziv yöntemlere doğru yön değiştirmiştir. Minimal invaziv cerrahiyle kırık tedavi yöntemi hem üst ekstremitede hem de alt ekstremitede yaygın olarak uygulanan bir yöntemdir. Uzun kemiklerde intramedüller çivileme (İMÇ) ve minimal invaziv plak osteosentezi (MİPO) MİC yöntemlerinin önemli iki ayağını oluşturur. Aslında İMÇ tedavileri 1939 yılında Küntschnher'in öncülük ettiği çivileme yöntemlerine dayanmaktadır.^[2] Önceleri sadece uzun kemiklerin diyafizer kırıklarında uygulanan İMÇ yöntemi, zaman içerisinde geliştirilerek eklem çevresi kırıklarda ve metafizer bölge kırıklarında da başarıyla uygulanabilir hâle gelmiştir. Proksimal femoral çivileme yöntemi bunun güzel bir örneğidir. İleri yaş trokanterik kırıklarda proksimal femoral çivileme yönteminin klasik insizyonlarla uygulanan dinamik kondiler vidalama yöntemine (*dynamic condylar screw*, DCS) göre daha kısa ameliyat süresine, daha yüksek kaynama oranına, daha kısa kaynama süresine, daha iyi fonksiyonel sonuca ve daha az komplikasyon oranlarına sahip olduğu gösterilmiştir.^[4] Minimal invaziv plak osteosentezi yöntemi açık redüksiyon ve içten tespit yönteminden geliştirilmiş ve doksanlı yıllarda Krettek tarafından popülerize edilmiştir. Minimal invaziv plak osteosentezi proksimal humerus, distal femur, tibianın proksimal ve distal uçlarında eklem çevresi ve metafiz kırıkları için kullanılabilir.^[5-7] Minimal invaziv plak osteosentezi yönteminde minimal (stab) insizyonlar aracılığıyla plak kas altından (submusküler) ve periost üzerinden (*extraperiosteal*) kaydırılarak uygulanır. Kırığın kapalı olarak redükte edilmesi ve minimal insizyonlardan nörovasküler yaralanmalara neden olmadan tekniğin uygulanabilmesi için cerrahi deneyimin ve anatomik bilginin yeterli olması zorunludur.^[8] Süngerimsi kemikteki üstün mekanik stabilite nedeniyle MİPO metafiz ve periartiküler bölge kırıkları için daha uygundur.^[2]

Proksimal Humerus Kırıkları

Proksimal humerus kırıkları özellikle yaşlıları etkileyen ve oldukça sık görülen yaralanmalardır.^[9] Bu kırıkların tedavisinde kullanılan geleneksel deltopektoral yaklaşım yumuşak doku hasarına, deltoid kas hasarına ve anterior sirkumfleks humeral arterde yaralanmalara neden olarak kaynamama, avasküler nekroz ve enfeksiyon gibi komplikasyonlara yol açabilir.^[10] Deltopektoral yaklaşımın bu sınırlayıcı özelliklerine çözüm olarak 2005 yılında Gardner ve ark. tarafından anterolateral deltoid *splitting* yaklaşımı tanımlanmıştır.^[11] Bu yaklaşım proksimal humerus kırıklarının minimal invaziv cerrahi tedavisinin önemli bir bileşeni oluşturmuştur.^[12]

Distal Radius Kırıkları

Distal radius kırıklarının tedavisinde volar plaklama özellikle genç ortopedi ve travmatoloji uzmanları tarafından hâlen yaygın olarak kullanılmaktadır.^[13] Volar yaklaşım, kırıkların sadece volar taraftan görüntülenmesini sağlar. Plak tasarımının konturu ve tasarımı nedeniyle tüm distal radius kırık tiplerine müdahale zor hâle gelmektedir. Özellikle *die-punch* tipi kırıklar, marjinal eklem makaslama kırıkları, geniş yumuşak doku hasarlı veya hasarsız çok parçalı kırıklar volar yaklaşım uygulayan cerrah için zorluklar oluşturur.^[14-16] Bu karmaşık vakalar için minimal invaziv yöntemler geliştirilmiştir. Minimal invaziv yöntemler eklem içi ve eklem dışı kırıkların yanı sıra yanlıs kaynaklarının da tedavisinde kullanılmaktadır.^[16-18] Ayrıca geleneksel volar yaklaşımda pronator kuadratus kasının insize edilmesi ve kırık bölgenin periostunun kaldırılması gereklidir.^[19-21] Hatta bu konuda yapılan bir çalışmada Armangil ve ark. pronasyon gücü ve pronator dayanıklılığında kayıp bildirmişlerdir.^[22] Zenke ve ark., distal radius kırıklarında konvansiyonel yöntemi MİPO yöntemiyle karşılaştırarak MİPO yönteminin teknik olarak daha zahmetli olduğunu ancak ağrı, el bilek hareket açıklığı, kavrama gücü, DASH (*disabilities of arm, shoulder, hand*) skorları ve radyografik bulgular açısından her iki yöntemin benzer sonuçlar gösterdiğini bulmuşlardır.^[21]

Skafoid Kırıkları

Skafoidin anatomik şekli ve pozisyonu nedeniyle internal tespiti her zaman zor olarak kabul edilmiş ve geçmişte alçı tedavisinin uygunsuz olduğu nadir vakalar için düşünülmüştür. Bin dokuz yüz seksen dört yılında Herbert skafoid kırıklarını tedavi etmek için kullandığı yeni ve başsız bir vidanın sonuçlarını sunmuştur.^[23] Açık cerrahi yöntemle kanlanması zaten yetersiz olan bir kemiğin yumuşak dokularına zarar verme korkusu cerrahların karşısına önemli bir sorun olarak çıkmaya başlamıştır. Açık cerrahinin teknik zorlukları da söz konusu olunca per-

kütan yöntemler uygulanmış ve tatminkâr sonuçlar bildirilmeye başlanmıştır.^[24] Üç-5 mm'lik kesiyle uygulanan doğru ve tekniğine uygun perkütan yöntemlerle yüksek kaynama oranları elde edilirken morbidite ve komplikasyonların da en aza indirgenebileceği belirtilmiştir.^[24] Bununla birlikte artroskopik yöntem de skafoid kırıklarında ve kaynamamalarında minimal invaziv bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Artroskopik yöntem erken rehabilitasyon, işe erken dönüş ve daha az morbidite gibi avantajlar sunar.^[25] Ayrıca artroskopik cerrahi, skafoid için kapsamlı bir minimal invaziv yaklaşım imkânı ve kırık kaynaması için uygun biyolojik ortam sağladığından akut veya kronik skafoid kaynamamalarının tedavisinde faydalıdır. Ancak önemli kemik kaybı olan kronik skafoid kaynamamalarında artroskopinin etkinliği sınırlıdır.^[25]

Metakarp Kırıkları

Metakarp kırıklarının tedavisinde konservatif yöntemler önemli yer tutar. Ancak rotasyonel deformite, belirgin açılanma veya alçı içerisinde redüksiyonun korunamadığı durumlarda cerrahi tedavi tercih edilir. Konservatif tedavilerde yaklaşık 4-6 haftalık alçı süresi hastanın günlük yaşantısını olumsuz etkileyerek tedaviye olan uyumu güçleştirebilmektedir. Tüm bu sebeplerle kırık redüksiyon ve tespitini güvence altına alarak hastanın günlük hayatını en az düzeyde etkileyecek bir minimal invaziv yöntem arayışı gündeme gelmiştir.^[26] Bu yöntemin, özellikle ortopedi ve travmatoloji pratiğinde sık görülen beşinci metakarp boyun kırıklarının (boksör kırığı) tedavisi için uygulanması durumunda, birçok hastanın tedavi sürecini olumlu yönde etkileyerek günlük aktivitelere erken dönüşe öncülük edebileceği düşünülmüştür. Bu bağlamda boksör kırıkları için beşinci metakarp proksimalinden 2 cm'lik insizyonla girilerek Kirschner tellerinin metakarp boynuna ulaşım, kırığın indirekt olarak redüksiyonunun sağlandığı minimal invaziv yöntemler geliştirilmiştir. Boksör kırıklarının konservatif ve minimal invaziv tedavilerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada minimal invaziv tedaviyle daha erken işe dönüş süresi ve daha iyi DASH skorları elde edilmiş, eklem hareket açıklığı ve kaynama süreleri açısından ise iki yöntem arasında fark bulunamamıştır.^[26]

Ön Kol Kırıkları

Ön kol kırıklarının tedavisinde açık redüksiyon ve plakla tespit yöntemi sık kullanılır.^[27] Ancak bu yöntemin geniş yumuşak doku hasarı, radial sinir yaralanma olasılığı ve periost sıyrılmasının neden olabileceği kaynama gibi özelliklerinin bulunması minimal invaziv tedavi alternatiflerinin gündeme gelmesine neden olmuştur.^[28] Açık redüksiyon ve plakla tespit yüksek kaynama oranlarına sahiptir ancak artmış cerrahi enfeksiyon riskiyle de

ilişkilidir. Yetişkinlerde ön kol kırıklarının intramedüller çiviyile tedavisi minimal invaziv bir yöntemdir ve geleneksel yöntemlerle yapılan cerrahiden daha az komplikasyonla ilişkilidir.^[29]

MINİMAL İNVAZİV ENDOSKOPIK ve ARTROSKOPIK CERRAHİSİ

Son yüzyılda artroskopik cerrahideki yenilikler özellikle spor hekimliği alanında birçok eklem içi ve eklem çevresi patolojinin tanı ve tedavi standardını temelden değiştirmiştir.^[2]

El Bileği Eklemi Artroskopisi

El cerrahisinin son yıllarda artan popüleritesiyle birlikte el bileğine yapılan artroskopik girişimler de artış göstermeye başlamıştır. El bilek artroskopisi ilk olarak 1979 yılında Chen tarafından tanımlanmıştır.^[30] İlk uygulama eklem yüzeyinin kısmi değerlendirmesiyle sınırlıydı. Zamanla daha iyi distraksiyon yöntemleri ve daha doğru portallerin kullanımı sayesinde tanı ve tedavi endikasyonları giderek genişlemiştir. Açık artrotomiyle ancak sınırlı bir eklem alanı incelenebilirken, artroskopiyle el bilek eklemine ve bağların daha geniş bir görüntülenme ile değerlendirilmesi mümkün hâle gelmiştir. Tedavide kullanılmasının yanı sıra tanıda da kullanılabilen bir muayene tamamlayıcı yöntemdir.^[2] Tarif edildiği günden bu zamana kadar sürekli olarak gelişmiştir ve günümüzde geniş bir endikasyon listesine ulaşmıştır. Bugün el bilek artroskopisinin endikasyonları arasında triangüler fibrokartilaj kompleks patolojileri, karpal instabiliteler, distal radius, skafoid kırıkları, trapeziometakarpal sinovit, artirit, ganglion, Kienböck hastalığı ve son yıllarda karpal kemik rezeksiyonları ve kurtarma tedavileri sayılabilir.^[31]

Minimal Invaziv ve Endoskopik Karpal Tünel Cerrahisi

Karpal tünel sendromu en sık görülen periferik tuzak nöropatisidir ve yaşam boyu insidansı %10'a kadar çıkmaktadır. Tedavide altın standart olan açık karpal tünel gevşetme yöntemi ilk olarak Phalen tarafından tanımlanmıştır.^[32-34] Açık işlem sonrası en sık görülen komplikasyonlar hipertrofik, ağırlı skarlar ve pillar ağrısıdır. Her ne kadar açık cerrahi altın standart tedavi olsa da bu komplikasyonları azaltmak için sınırlı ve kısa insizyonların yanı sıra endoskopik yöntemler de geliştirilmiştir.^[32] Açık cerrahinin olası komplikasyonlarına karşı ilk olarak 1989 yılında Oksuto ve ark. tarafından endoskopik karpal tünel gevşetme (*endoscopic carpal tunnel release*, ECTR) yöntemi açık cerrahiye bir alternatif olarak tanımlanmıştır.^[35,36] Açık cerrahiyle endoskopik cerrahinin değerlendirildiği 28 çalışmayı inceleyen bir meta-analiz çalışmasında endoskopik yöntemin yüksek hasta memnuniyeti, daha erken

işe dönüş süreleri, daha az skar ve daha fazla geçici sinir yaranmasıyla ilişkili olduğu bulunmuştur.^[37] Günümüzde hâlen karpal tünel sendromu tedavisinde açık cerrahi yöntem, minimal invaziv yöntem ve endoskopik yöntemlerden herhangi birisi kullanılmaktadır.

Dirsek Eklemi Artroskopisi ve Minimal Invaziv Cerrahisi

Önceleri sadece eklem içi serbest cisim çıkarılması için kullanılan dirsek artroskopisi, üç boyutlu anatominin tam olarak anlaşılması ve artroskopik teknikteki gelişmelerle birlikte artık günümüzde kontraktürler, osteokondral lezyonlar, tenisçi dirseği ve eklem içi kırıklar için kullanılabilir hâle gelmiştir.^[2] Dirsekte minimal invaziv cerrahiye uygun endikasyonlar arasında lateral ve medial epikondilit, kolateral bağ rekonstrüksiyonu, biceps veya triceps tendon onarımı, izole radial baş, koronoid, kapiteklar ve olekranon kırıkları yer alır. Ancak ileri dönem romatoid artrit hastaları, geçirilmiş cerrahi, skar dokusu olan hastalar ve karmaşık, bozulmuş dirsek anatomisine sahip hastalar için minimal invaziv yöntemler genellikle uygun değildir.^[38]

Lateral Epikondilit

Tenisçi dirseği olarak da bilinen lateral epikondilit (LE), erişkinlerde dirsek ağrısının en sık sebebidir. Genel popülasyonun yaklaşık %1-3'ünü etkiler. İlk kez 1873'te Runge tarafından tanımlanmıştır. Gelişen artroskopik tekniklerle birlikte LE tedavisinde konservatif ve klasik açık cerrahilere minimal invaziv tedaviler, artroskopik ve perkütan tedaviler alternatif olarak eklenmiştir. Lateral epikondilit için cerrahi tedavi yöntemleri minimal invaziv, artroskopik ve perkütan yöntemlerdir. Açık cerrahi yaklaşım ile artroskopik yaklaşım arasında, komplikasyon oranları ve nihai fonksiyonel sonuçlar açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark gösterilememiştir. Ancak açık cerrahi ameliyatın süresinin artroskopiye göre daha kısa olması avantajdır. Artroskopik ekstansör karpi radialis brevis tendon gevşetmesinden daha kısa sürede gerçekleştirilen başka bir cerrahi yaklaşım da radyofrekans bazlı mikrotenotomidir.^[39]

Medial Epikondilit

Golfçü dirseği olarak bilinen medial epikondilit medial dirsek ağrısının en sık sebebidir. Tedavide konservatif yöntemler önemli yer tutar. Cerrahi tedavide, ulnar sinir tuzaklanma semptomlarının varlığına veya ciddiyetine bağlı olarak kübital tünel gevşetmesiyle birlikte veya tek başına medial epikondiler debridman yapılır.^[40] Görüntüleme yöntemlerindeki gelişmelerle birlikte minimal invaziv prensiplere uygun olarak ultrasonografi eşliğinde perkütanöz tenotomi medial epikondilit olgularında uygulanır hâle gelmiştir.

Dirsek Nöropatilerinde Minimal Invaziv Cerrahi

Ulnar sinir sıkışması sıklık açısından karpal tünelden sonra gelir. Tedavisinde in-situ dekompresyon, medial epikondilektomi veya epikondilektomisiz ulnar sinir transpozisyonu ve submusküler transpozisyon yer alır. Klasik açık dekompresyon yönteminin yaratabileceği hematoma, ameliyat sonrası yara enfeksiyonu, hipertrofik skar ve uzamış iyileşme süreleri nedeniyle minimal invaziv yöntemlere eğilim artmıştır. Minimal invaziv yöntemlerle endoskopik yöntemler komplikasyon açısından benzer oranlara sahipken endoskopik yöntemlerde ameliyat sonrası hematoma riski belirgin olarak daha yüksektir. Medial epikondille olekranon arasındaki retrokondil olukta 2-3 cm uzunluğunda minimal bir insizyon yapılarak ve çift uçlu ekartörle cildi eleve ederek her iki yönde 5-10 cm'lik bir görüş alanı sağlanabilir. Yeterli gevşetme yapıp yapılmadığının kontrolü yine aynı insizyondan uygulanan artroskopla görüntü alınarak sağlanabilir.^[41] Bu sayede klasik açık cerrahi yöntemlerin neden olabileceği komplikasyonların önüne geçilmesi hedeflenmiştir.

SONUÇ

Minimal invaziv cerrahi terimi ilk kez 1987'de Wickham tarafından kullanıldığından beri cerrahi insizyonların uzunluğu ve yumuşak doku disseksiyonlarının kapsamı azalmaya devam etmektedir.^[42] Minimal invaziv yaklaşımların güvenliğini, etkinliğini ve daha düşük morbiditesini destekleyen kanıtlar biriktikçe bu yöntemlerin giderek daha yaygın hâle gelmesi beklenmektedir. Minimal invaziv yöntemlerin rolünü daha iyi tanımlamak için komplikasyonlara ve standart sonuç ölçütlerine odaklanan daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.^[43] Günümüzde uzun süren iyileşme dönemlerinin iş gücü kaybına neden olduğu ve bu süreçte hastanın tedaviye olan uyumunun azaldığı bilinen bir gerçektir. Minimal invaziv tedavi yöntemleriyle sunulan daha az cerrahi travma ve daha hızlı iyileşme dönemleri, hem hasta uyumunu artırarak hem de günlük aktivitelere daha erken dönüşü sağlayarak önemli bir avantaj sağlar. Kapsamlı ve daha uzun dönem çalışmalarla minimal invaziv yöntemlerin endikasyonları genişletilebilir ve yakın gelecekte uygulanabilirliği daha da arttırılabilir.

KAYNAKLAR

1. Peltier LF. The history of hip surgery. In: Callaghan JJ, Rosenberg AG, Rubash HE, editors. The adult hip. Philadelphia: Lippincott; 1998. p.4-19.
2. Fang CX, Kwan Kenny YH, Yuen Simon CP, Cheung Steve MH. The current role of minimal invasive surgery in orthopaedics - A general overview. Ann Orthop Trauma Rehabil 2017;1(1):115.

3. Rosenberg AG. What is minimally invasive surgery and how do you learn it? In: Scuderi GR, Tria AJ, editors. Minimally Invasive Surgery in Orthopedics. Switzerland: Springer; 2016. p.3-12. **Crossref**
4. Jamil MdFaraz, Mohd J, Abbas M, Siddiqui YS, Khan MJ. A comparative study of Proximal Femoral Nail (PFN) versus Dynamic Condylar Screw (DCS) in management of unstable trochanteric fractures. *Int J Burns Trauma* 2022;12(3):83-92.
5. Sohn HS, Jeon YS, Lee J, Shin SJ. Clinical comparison between open plating and minimally invasive plate osteosynthesis for displaced proximal humeral fractures: A prospective randomized controlled trial. *Injury* 2017;48:1175-82. **Crossref**
6. Krettek C, Schandelmaier P, Miclau T, Tscherne H. Minimally Invasive Percutaneous Plate Osteosynthesis (MIPPO) using the DCS in proximal and distal femoral fractures. *Injury* 1997;28(1):20-30. **Crossref**
7. Cole PA, Zlowodzki M, Kregor PJ. Treatment of proximal tibia fractures using the less invasive stabilization system: Surgical experience and early clinical results in 77 fractures. *J Orthop Trauma* 2004;18:528-35. **Crossref**
8. Apivatthakakul T, Arpornchayanon O, Bavornratanavech S. Minimally Invasive Plate Osteosynthesis (MIPO) of the humeral shaft fracture. *Injury* 2005;36:530-8. **Crossref**
9. Palvanen M, Kannus P, Niemi S, Parkkari J. Update in the epidemiology of proximal humeral fractures. *Clin Orthop Relat Res* 2006;442:87-92. **Crossref**
10. Sturzenegger M, Fornaro E, Jakob RP. Results of surgical treatment of multifragmented fractures of the humeral head. *Arch Orthop Trauma Surg* 1982;100(4):249-59. **Crossref**
11. Gardner MJ, Griffith MH, Dines JS, Briggs SM, Weiland AJ, Lorich DG. The extended anterolateral acromial approach allows minimally invasive access to the proximal humerus. *Clin Orthop Relat Res* 2005;434:123-9. **Crossref**
12. Gönç U, Atabek M, Teker K, Tanrıöver A. Minimally invasive plate osteosynthesis with PHILOS plate for proximal humerus fractures. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2017;51(1):17-22. **Crossref**
13. Koval KJ, Harrast JJ, Anglen JO, Weinstein JN. Fractures of the distal part of the radius. The evolution of practice over time. Where's the evidence? *J Bone Joint Surg Am* 2008;90(9):1855-61. **Crossref**
14. Fernandez DL. Fractures of the distal radius: operative treatment. *Instr Course Lect* 1993;42:73-88.
15. Lozano-Calderon SA, Doornberg J, Ring D. Fractures of the dorsal articular margin of the distal part of the radius with dorsal radiocarpal subluxation. *J Bone Joint Surg Am* 2006;88(7):1486-93. **Crossref**
16. Mirarchi AJ, Nazir O. Minimally invasive surgery: Is there a role in distal radius fracture management? *Curr Rev Musculoskelet Med* 2021;14:95-100. **Crossref**
17. Segalman KA, Clark GL. Un-united fractures of the distal radius: A report of 12 cases. *J Hand Surg Am* 1998;23(5):914-9. **Crossref**
18. Kolar P, Schmidt-Bleek K, Schell H, Gaber T, Toben D, Schmidmaier G, et al. The early fracture hematoma and its potential role in fracture healing. *Tissue Eng Part B Rev* 2010;16(4):427-34. **Crossref**
19. Matullo KS, Dennison DG. Outcome following distally locked volar plating for distal radius fractures with metadiaphyseal involvement. *Hand* 2015;10(2):292-6. **Crossref**
20. Wagner M. General principles for the clinical use of the LCP. *Injury* 2003;34(2):31-42. **Crossref**
21. Zenke Y, Sakai A, Oshige T, Moritani S, Fuse Y, Maehara T, et al. Clinical results of volar locking plate for distal radius fractures: Conventional versus minimally invasive plate osteosynthesis. *J Orthop Trauma* 2011;25(7):425-31. **Crossref**
22. Armangil M, Bezirgan U, Basarir K, Bilen G, Demirtas M, Bilgin SS. The pronator quadratus muscle after plating of distal radius fractures: Is the muscle still working? *Eur J Orthop Surg Traumatol* 2014;24(3):335-9. **Crossref**
23. Herbert TJ, Fisher WE. Management of the scaphoid fracture using a new bone screw. *J Bone J Surg Br* 1984;66:114-23. **Crossref**
24. Moser VL, Krimmer H, Herbert T. Minimal invasive treatment for scaphoid fractures using the cannulated herbert screw system. *Tech Hand Up Extrem Surg* 2003;7(4):141-6. **Crossref**
25. Jegal M, Kim JS, Kim JP. Arthroscopic management of scaphoid nonunions. *Hand Surg* 2015;20(2):215-21. **Crossref**
26. Çepni SK, Aykut S, Bekmezci T, Kılıç A. A minimal invazive fixation technique for selected patients with fifth metacarpal neck fracture. *Injury* 2016;47(6):1270-5. **Crossref**
27. Rehman S, Sokunbi G. Intramedullary fixation of forearm fractures. *Hand Clin* 2010;26:391-401. **Crossref**
28. Lee SK, Kim KJ, Lee JW, Choy WS. Plate osteosynthesis vs intramedullary nailing for both forearm bones fractures. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 2014;24:769-76. **Crossref**
29. Liu JC, Huang BZ, Ding J, Mu XJ, Li YL, Piao CD. Minimally invasive treatment of forearm double fracture in adult using Acumed forearm intramedullary nail: A case report. *World J Clin Cases* 2021;9(11):2595-601. **Crossref**
30. Chen YC. Arthroscopy of the wrist and finger joints. *Orthop Clin North Am* 1979;10:723-33.
31. Wolf JM, Dukas A, Pensak M. Advances in wrist arthroscopy. *J Am Acad Orthop Surg* 2012;20(11):725-34. **Crossref**
32. Vigler M, Lee SK. Endoscopic and minimally invasive carpal tunnel and trigger finger release. In: Scuderi GR, Tria AJ, editors. Minimally Invasive Surgery in Orthopedics. Switzerland: Springer; 2016. p.415-37. **Crossref**
33. Phalen GS, Gardner WJ, La Londe AA. Neuropathy of the median nerve due to compression beneath the transverse carpal ligament. *J Bone Joint Surg Am*.1950;32A(1):109 12. **Crossref**
34. Phalen GS. The carpal-tunnel syndrome. Clinical evaluation of 598 hands. *Clin Orthop Relat Res*. 1972;83:29-40. **Crossref**
35. Okutsu I, Ninomiya S, Takatori Y, Ugawa Y. Endoscopic management of carpal tunnel syndrome. *Arthroscopy* 1989;5(1):11-8. **Crossref**

36. Okutsu I, Ninomiya S, Hamanaka I, Kuroshima N, Inanami H. Measurement of pressure in the carpal canal before and after endoscopic management of carpal tunnel syndrome. *J Bone Joint Surg Am* 1989;71(5):679-83. [Crossref](#)
37. Li Y, Luo W, Wu G, Cui S, Zhang Z, Gu X. Open versus endoscopic carpal tunnel release: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *BMC Musculoskelet Disord* 2020;21(1):272. [Crossref](#)
38. Shukla DR, Hausman MR, Parsons BO. Overview of elbow approaches: Small incisions or arthroscopic portals. In: Scuderi GR, Tria AJ, editors. *Minimally Invasive Surgery in Orthopedics*. Switzerland: Springer; 2016. p.183-94. [Crossref](#)
39. Urits I, Markel M, Choi P, Vij N, Tran A, An D, et al. Minimally invasive treatment of lateral epicondylitis. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* 2020;34(3):583-602. [Crossref](#)
40. Formaini NT, Levy JC. Minimally invasive treatment of medial epicondylitis. In: Scuderi GR, Tria AJ, editors. *Minimally Invasive Surgery in Orthopedics*. Switzerland: Springer; 2016. p.209-19. [Crossref](#)
41. Chuinard C. Minimally invasive treatment of elbow neuropathies. In: Scuderi GR, Tria AJ, editors. *Minimally Invasive Surgery in Orthopedics*. Switzerland: Springer; 2016. p.315-27. [Crossref](#)
42. Wickham J. The new surgery. *Br Med J* 1987;295(6613):1581-2. [Crossref](#)
43. Adkinson JM, Chung KC. Minimal-incision in situ ulnar nerve decompression at the elbow. *Hand Clin* 2014;30(1):63-70. [Crossref](#)