

BÖLÜM 11

EL VE ÜST EKSTREMİTE DEFORMİTELERİ

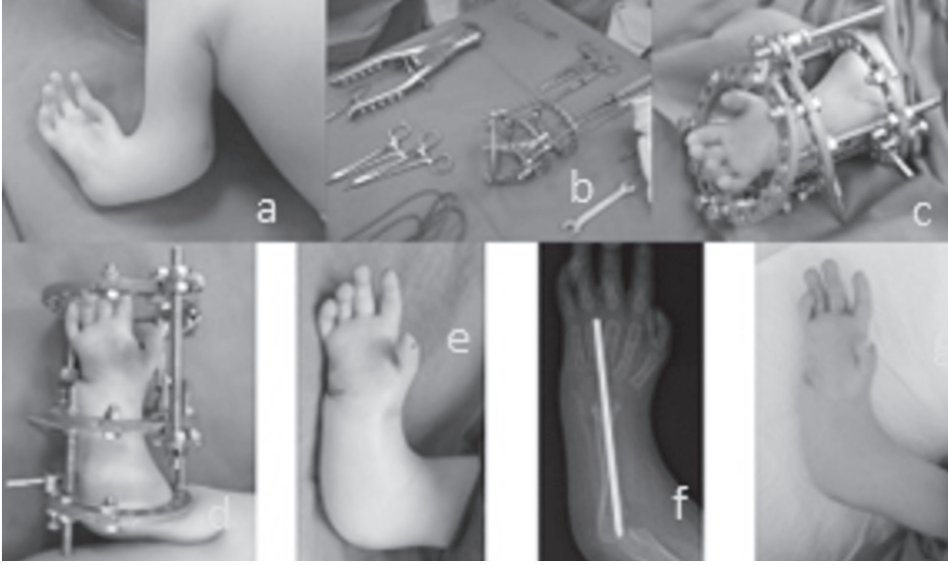
Mehmet AKDEMİR¹

GİRİŞ

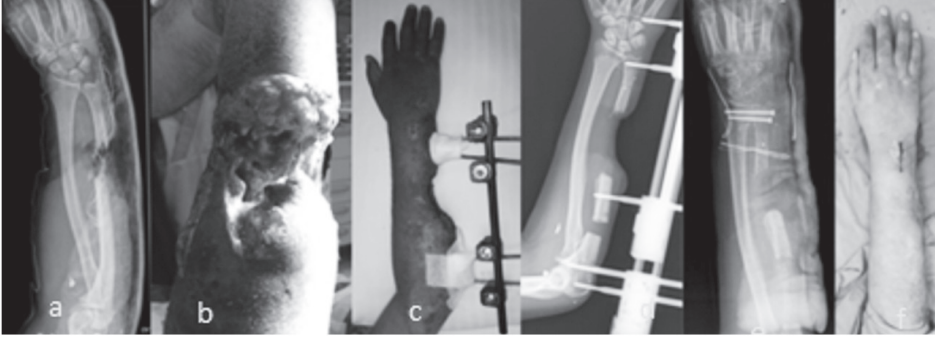
Deformite normal anatomiden sapma olarak tarif edilebilir. Sapmanın derecesi deformitenin miktarını belirler. Deformitenin kişinin şimdiki veya gelecekteki yaşam fonksiyonuna etkisine göre tedavi belirlenir. Ortopedik deformiteler günlük pratikte en sık alt ekstremitte ve omurgada görülmektedir. Ancak üst ekstremitede doğal olarak deformite görülmektedir. Üst ekstremitte deformitelerinde, yüksek adaptasyon yeteneği nedeniyle daha nadiren cerrahi düzeltme ihtiyacı duyulur (1).

Üst ekstremitede deformite merkezleri kol (humerus), dirsek (kübitus varus, valgus), el bileği- ön kol (distal radius malunion-yanlış kaynama, radial displazi) ve el (konjenital) olarak sınıflandırılabilir. Hem konjenital nedenler (Şekil 1) den en az hem de travmatik nedenler (Şekil 2) kadar üst ekstremitte deformitelerinde düzeltilmeye ihtiyaç duyarlar (2) (Tablo 1).

¹ Op. Dr., Özel İzmir Ekol Hastanesi, akdemir_mehmet@yahoo.com, ORCID iD



Şekil 1. Doğumsal deformitenin iki aşamalı olarak düzeltilmesine örnek. (a)Radius agenezili hasta. (b)Kullanılan mini-sirküler fiksator (İlizarov) ve el aletleri. (c) Distraksiyon başlamadan önceki hali. (d)Distraksiyon bitimindeki hali. (e)Eksternal fiksator çıkarıldıktan sonra uygulanan santralizasyon ve (f)grafisi. (g)Elin işlemler sonrasında düzelmiş hali.



Şekil 2. Travma sonrasında oluşmuş ulna defektinin düzeltilmesi. (a)Savaş yaralanması sonrasında kemik ve yumuşak doku defektleri. (b)İlk aşamada enfeksiyonun giderilmesi ve cilt örtüsünün sağlanması. (c,d)Ardından ulnaya proksimal osteotomi ve özel tasarım monolateral eksternal fiksator ile defektin küçültülmesi. Son olarak (e)Sauve Kapandji yöntemi ile distalradioulnar eklem restorasyonu ve (f)önkolün düzeltilmiş hali.

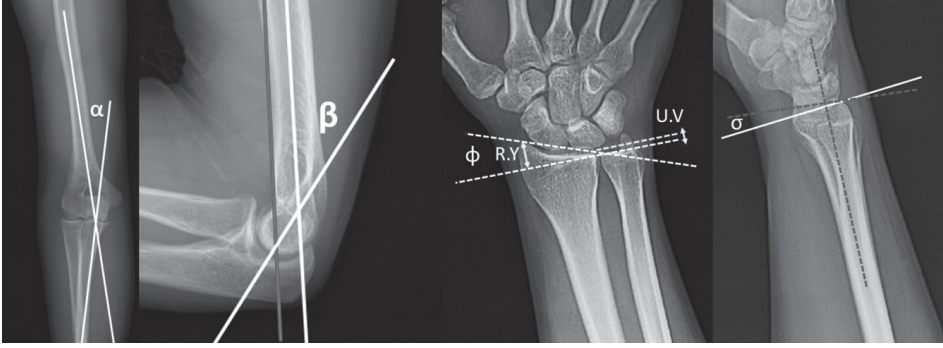
Tablo 1. Sık görülen üst ekstremité deformite nedenleri

	Konjenital -gelişimsel	Posttravmatik- Dejeneratif
Humerus	Kısalık (Akondroplazi)	
	Kısalık (büyüme çekirdeği hasarına bağlı)	Segmental kemik defekti
	Rotasyonel deformite (brakial pleksus, serebral palsi)	Malunion
Dirsek	Konjenital Radius başı çıkığı	Kübitus varus
	Dirsek agenezisi	Kübitus valgus
	Humero ulnar veya radial sinostoz	Kontraktür
	Kontraktür (artrogripozis)	
El bileği-Ön kol	Radial displazi	Defektli radius veya ulna şaft kaynamaması
	Multipl osteokondromatozis	El bileği kontraktürü
	Madelung deformitesi	Distal radius malunion
	Ulnar displazi	Pozitif ulnar varyans
	Radioulnar sinostoz (gelişimsel, nörolojik)	Negatif ulnar varyans
	Ön kol kısalığı (doğumsal)	Radioulnar sinostoz (travmatik)
El	Sindaktili	Malunion
	Polidaktili	Nonunion
	Brakidaktili	Parmak eklem kontraktürü
	Delta falanks	Açılanma
	Kısa metakarp	Kısalık

DEFORMİTENİN SAPTANMASI

Önce deformitenin analizi gerekir. Normal anatomik ölçümlerle deformite ölçümleri karşılaştırılır. Alt ekstremité için belirlenen deformite analizi üst ekstremitéye göre daha detaylıdır. Örneğin alt ekstremitéde hem mekanik aks, hem de anatomik aksa göre hesaplama yapılırken üst ekstremitéde sadece anatomik aksa göre değerlendirme ve düzeltme yapılır. Ek olarak üst ekstremitéde özellikle el-parmak deformitelerinde yumuşak doku (cilt, tendon, sinir) dengesi çok daha önemlidir (3,4).

Üst ekstremitéye ait omuz, humerus, dirsek, ön kol (radius-ulna şaftı), el bileği, metakarp ve parmak anatomik aksları Şekil 3'de belirtilmiştir (5). Düzeltme gereksinimi için minimum değerler sabit olmayıp, hastaya ve bölgeye göre oldukça değişkenlik gösterir. Örneğin humerus 25 derece rotasyonu tolere edebilirken, metakarp için bu değer 0-5 derece arasındadır. Üst ekstremité alt ekstremitéye göre kısalığı daha iyi tolere eder (3). Hangi hastada düzeltme yapılacağına hastaya göre karar vermek gerekir.



Şekil 3. Üst ekstremité deformite analizinde sık kullanılan açılar. α ; humeroulnar açı (11°(erkek)-13°(kadın)). β ; humero-troklear açı (40°). Koyu çizgi; anterior humeral çizgi, kapiteillumdan geçmeli. R.Y.; radial yükseklik (12mm). ϕ ; radial inklinasyon açısı (23°), U.V; Ulnar varyans (+/- 10mm), σ ; volar inklinasyon açısı (12°).

OSTEOTOMİ YERİNİN BELİRLENMESİ

Anatomik akslara göre çizilen eklem ve diyafiz ortasından çizilen çizgiler birleştirilir ve deformite merkezi saptanır (Center Of Rotation of Angulation-CORA). Düzeltme için osteotomi CORA üzerinden yapılması daha uygundur. Ancak eklem çok yakın olma, büyüme çekirdeği olması, cilt durumu gibi nedenlerle CORA üzerinden osteotomi yapılamayabilir. Farklı yerden yapılan osteotomi sonrası anatomik aksın elde edilebilmesi için translasyon yapmak gerekebilir (3,4).

DÜZELTME VE TESPİT ARAÇLARI

Eskiden uzatma işlemleri Wagner cihazı ile akut olarak yapılmakta ve araya kemik grefti uygulamaları ile kaynama elde edilmeye çalışılmaktaydı. Ancak akut uzatmada ciddi komplikasyonlar görülmekteydi (kaynamama, nöropraksi, dolaşım sorunları, eklem kontraktürleri, eklem dislokasyonu-subluksasyonları gibi) (6). Açısal deformiteler ise akut olarak kama çıkarımı ve plak-vida-K teli gibi tespitlerle yapılmaktaydı.

İlizarov sirküler fiksatörünün dünyaya tanıtılması sonrasında uzatma ve deformite düzeltme cerrahisinde devrim yaşanmıştır. Aşamalı düzeltmelerde daha iyi kaynama, daha fazla miktarda uzatma elde edebilme, kemik ve yumuşak doku biyolojisine en az hasar verme, nörovasküler problemlerin daha nadir görülmesi gibi önemli avantajları vardır (3). İlizarov fiksatöründeki en önemli sorunlar pin dibi enfeksiyonları ve uzun süren tedavi sürecinde hastaların psikolojik olarak yıpranmalarıdır. Diğer sorunlar ise uzatma hattında refraktür ve açılanmadır (3).

Alt ekstremitede olduğu gibi üst ekstremitte uzatmalarında da sirküler çerçeve kurulurken osteotomi hattından proksimal ve distalinde en az iki halka ile veya farklı düzlemlerde kemik tespiti yapılmalıdır (3). Açısal deformiteler düzeltilirken osteotomi hattında menteşe kurulumu ve karşısında motor üniteler uygun şekilde yerleştirilmelidir. CORA ile osteotomi hattı farklı olmak zorunda kalınan durumlarda translasyonun ayarlanması gerekmektedir. Açısal düzeltmelerde bir miktar uzatma da gerekebileceği için menteşelerin çerçevenin gerisinde olmasına dikkat edilmelidir (düzeltme sırasında uzama elde edilebilmesi için) (3).

Deformitenin aşamalı düzeltme işlemi sırasında hasta yakından takip edilmelidir. Üst ekstremitede osteotomi sonrası 5-7 gün arasında dinlenme süresi vardır. Düzeltme ve uzatma hızı günlük 0.5-1mm olmalıdır (3). Duruma göre poliklinik şartlarında veya ameliyathanede revizyon yapılmalıdır. Düzeltme işlemi sonrası yeterince kemik kaynama dokusu gözlenmeden sistem çıkarılmamalıdır. Genel bir kural olarak uzatma-düzeltme süresinin 2.5 katı sürede cihaz hastada kalmalıdır. (örneğin düzeltme işlemi 1 ay sürmüş ise cihaz en az $2.5 + 1 = 3.5$ ay hastada kalmalıdır). İlizarov çerçevesi (freymi) çıkarıldıktan sonra hasta bir süre breys-alçı veya atel ile izlenmelidir (3,4).

İlizarov freyminin hastalar tarafından tolere edilebilmesi üst ekstremitede daha zor olmaktadır (7). Bu durum farklı arayışlara yol açmıştır. Üst ekstremitte deformite düzeltilmesinde internal tespit yöntemleri alt ekstremitteye göre daha fazla kullanılabilir. Üst ekstremitte kısalığı daha iyi tolere edebildiği için açısal deformiteler uzatma ihtiyacı olmadan akut olarak düzeltilebilirler. Böylelikle eksternal fiksator ile hem açısal düzeltme hem de uzatma yerine akut kama çıkarılarak veya greft yerleştirilerek açısal düzeltme ve internal tespit uygulanabilir (8). Ancak yine de sadece uzatma planlanan hastalarda akut uzatma (Ganz yöntemi) üst ekstremitede önerilmemektedir (6).

Bazı hastalarda ise eksternal tespit ve internal tespit kombine edilebilir. Eksternal tespit süresini kısaltmak için uzatma- açısal düzeltme işlemi bitiminde tespit işlemi internal tespit ile yapılabilir. Örneğin radial displazide el bileği ulna hizasına eksternal fiksator ile getirildikten sonra santralizasyonu internal tespit ile yapılabilir (9). Yeni jenerasyon monolateral kızaklı fiksatorlerin üst ekstremitte için dizayn edilen modelleri de popüler olmaya başlamıştır. Sirküler eksternal fiksatorlerin kurulum zorlukları aşılarak daha kolay kurulum sağlarlar. Ayrıca sirküler fiksatorler hastalar tarafından ayarlanması 3 veya 4 adet civata üzerinden yapılırken kızaklı fiksatorlerde sadece 1 adet rod üzerinden uygulanarak hastalar için de kolaylık sağlar (10). Ancak monolateral fiksatorler tek planlı oldukları için stabiliteyi daha azdır ve ekleme yakın bölgelere tespiti daha zordur (11).

Epifizyodez veya sağlam tarafı kısaltarak uygulanan uzunluk eşitsizliği tedavileri alt ekstremitede uygulanmakla birlikte üst ekstremitede daha az tercih edilmektedir (12).

Humerus

En sık kısalık nedeniyle uzatma işlemi yapılır. Humerus 4cm'ye kadar kısalıkları tolere edebilir. Kısalık konjenital, posttravmatik (malunion, kaynamama), tümör veya enfeksiyon nedeniyle olabilir. Konjenital kısalıkta genelde sorun kozmetiktir. Fonksiyonel kısıtlanma pek görülmez (13). Konjenital ve posttravmatik kısalıkta ilizarov veya monolateral fiksator ile osteotomi ile uzatma yapılır. Defektli kaynamalarda (özellikle enfekte kaynamama) kırık bölgesine kompresyon yapılırken proksimal veya distal osteotomi ile uzatma yapılabilir (14). Humerusta hem osteotomi hem de pin-schanz yerleştirilmesi sırasında radial sinire dikkat edilmelidir. Diğer dikkat edilmesi gereken sinirler; aksiller sinir (proksimalde gönderilecek schanza dikkat edilmelidir), ulnar sinir (dirsek medialinde, kübital tüneldedir. K-teline dikkat etmek gerekir. Gerekli durumlarda mini insizyon ile sinir ekarte edilip öyle K-teli veya schanz gönderilmelidir), median sinir (yaralanması ciddidir çünkü brakial arter ile beraber seyredir. Dolaşım için önemli). Tümöre bağlı planlı kısaltma yapılacak olgularda vaskülarize fibula iyi bir seçenektir. Fibula tespiti ilizarov veya uzun plak ile yapılabilir (15). İleri evre kanser metastazlarında ise oluşacak defektin doldurulmasında İlizarov yerine sementli intramedüller çivi veya tümör rezeksiyon için özel tasarlanmış intramedüller çiviler tercih edilir (16).

Bazı nörojenik durumlarda omuzda iç rotasyon deformitesi görülebilir. Polio, obstetrikal palsy, brakial pleksus travmatik lezyonu, serebral palsy gibi durumlarda hasta dış rotasyon yapamaz. Bu hastalara humerus proksimalinden derotasyon osteotomisi yapılarak dış rotasyon kazandırılmaya çalışılır. Tespit şekli olarak genelde plak-vida tespiti tercih edilir (17).

Dirsek

Üst ekstremitede açılmal deformite dirsek bölgesinde karşımıza çıkmaktadır. Dirsek çevresi kırıklar çocukluk çağında görülürler ve kırığın yerine göre lateral veya medial distal humerus epifizi etkilendiğinde zamanla dirsekte kübitus varus veya valgus ortaya çıkar. Hastalar çoğunlukla erken dönemde değil, büyüme ile deformitenin arttığı adolesan veya erişkin yaşlarda başvururlar (18). Kırık iyileşmesi tamamlandığı için genelde ağrı ve hareket kısıtlılığı minimaldir. Hastalarda fonksiyonel sorundan ziyade kozmetik problemler vardır. Kübitus valgusta aşırı gerilme, varusta ise sinirin posterolateralde sıkışmasına bağlı ulnar sinir nöropraksisi görülebilir (18). Bir diğer dirseğin sık görülen deformitesi ise kontraktürlerdir.

Dirsek yapısı gereği kırık sonrasında hareket kaybına uğrayabilir (19).

Kübitus varus ve valgusta lateral veya medialden uygun kama çıkarımı sonrasında lateral, medial veya posteriordan plak ile tespit ile deformite düzeltilmesi altın standarttır (5). Çocuklarda seçilmiş olgularda K-teli ile tespit yapılabilir (8). Ancak genel olarak önerilen tedavi zamanı kemik matüritesi bitimine yakın dönemdedir (12 yaş civarı, nüksün önlenmesi ve büyüme çekirdeklerine ek hasar vermemek için) (18). Eğer çok fazla kısalık yoksa eksternal fiksator önerilmez. Ancak büyüme çekirdeği tamamen hasarlandıysa ve kısalık fazlaysa o zaman uzatma amaçlı sirküler eksternal fiksator kullanılabilir. Uzatmaya ek olarak açılal deformite de birlikte düzeltilir (20).

Posttravmatik sert dirsek olgularında veya genç hastalara uygulanan rezeksiyon interpozisyon artroplastilerinde özel olarak tasarlanmış dirsek kontraktür fiksatorleri uygulanabilir. Sistemin kontraktür açma merkezi eklem rotasyon merkezinde olacak şekilde ayarlanır. Humerus ve ulnadan Schanz çivileri ile tespit yapılır. Hastalar gün içinde birkaç kez dirseğe fleksiyon ve ekstansiyon verirler. Böylelikle hem bağların izometrisi sağlanmış hem de yapışıklıklar önlenmiş olur (21).

El Bileği ve Ön Kol

El bileği ve önkol deformiteleri daha çok posttravmatik deformitelerdir. Distal radius maluniona bağlı el bileği deformitesi klinik pratikte en fazla rastlanan üst ekstremitte deformitesidir (22). Yine radius veya ulnanın travma ve enfeksiyon nedeniyle oluşan kaynamama ve kemik defektleri de diğer konjenital deformitelere göre daha sık rastlanır (23). Yine özellikle radius shaftının yanlış kaynamasına bağlı pronasyon deformitesi ve kemik gelişmesini tamamlamamış hastalarda önkol çift kırıkları sonrasında görülen radioulnar sinostoz görülebilmektedir (24). Atlanmış- remodele olmuş Monteggia kırığına bağlı radius başı çıkığı hem önkolda hem de dirsekte sorun yaratır (25).

Konjenital- gelişimsel deformiteler daha nadir görülürler. Radial displazi-aplazi (radial club hand), Madelung deformitesi, multipl osteokondromatozise bağlı ulna kısalığı-radius başı çıkığı, kısa ulna sendromu (distal ulna epizinin arrest olması), proksimal radioulnar sinostoz, kısa önkol (akondroplazi gibi), artrogripozise bağlı kontraktürler, nörojenik problemlere bağlı (en sık serebral palsi) pronasyon deformitesi görülen deformitelerdir. Diğer bazı çok nadir görülen sendromlarda da yine önkol- elbileği deformiteleri görülebilir (26).

El bileği ve önkol deformitelerinin çoğunluğu akut düzeltmeye uygundur. Yapılacak osteotomi sonrası açılal deformitenin veya rotasyonun düzeltilmesi sonrası plak vida tespiti tercih edilmektedir. Radius veya ulnanın uzunluk eşitsiz-

liklerinde uzun tarafın kısaltılması hem fonksiyonel kayba yol açmamakta hem de iyileşme süresini kısaltarak hasta uyumunu arttırmaktadır (5). Distal radius dorsal malunionunda osteotomi ile eklem hattının düzeltilmesi, dorsale trikortikal greft ve plak-vida tespiti ile deformite düzeltilmesi tercih edilen yöntemdir (22). Madelung deformitesinde ise ulnanın kısaltılması ve distal radioulnar eklem restorasyonu (Darrach veya Sauve-Kapandji) tercih edilen yöntemdir (5).

Ancak radial displazi, multipl osteokondromatozis, kısa önkol gibi durumlarda ise eksternal fiksator ile kemik uzatması tercih edilmektedir (27). Yine defektin fazla olduğu tek başına ulna veya radius kemik kayıplarında kemik uzatması yapılması gerekmektedir (27). Önkol kemiklerinin (radius ve ulna) yapısı fibula ile rekonstrüksiyona uygun kemikler oldukları için damarlı fibula ile de defekt restorasyonu yapılabilir (15). Önkol kemiklerinde sirküler fiksatorler daha avantajlı olmakla birlikte özel tasarlanmış kızaklı monolateral fiksatorler de tercih edilebilirler (11).

El Deformiteleri

Elimiz ekstremitelerimiz arasında en kompleks bölgedir. Çok küçük bir alanda fazla sayıda kemik, eklem, kas, tendon, bağ, sinir ve damar bulunmaktadır. Bu yüzden aslında el cerrahisinin önemli bir kısmı aslında deformite düzeltme-giderme ile ilgilidir. Bu yüzden el deformiteleri oldukça geniş bir konudur. Ancak biz burada temel yaklaşımı anlatmaya çalışacağız.

Cerrahi gerektiren el deformitelerinde en sık travmatik rotasyonel deformiteler olsa da konjenital-gelişimsel deformiteler de önemli bir yer tutarlar (28). Travmatik deformitelerde amaç elin eski fonksiyonuna mümkün olduğunca tam olarak gelmesi amaçlanırken, konjenital deformitelerde amaç genelde diğer ele yardımcı veya en azından temel yaşamsal fonksiyonların (elin ağıza götürülebilmesi, basit tutma fonksiyonu gibi) elde edilmesidir (28).

El bölgesinde standart eksternal fiksatorlerin kullanılması oldukça sınırlıdır. Pek çok deformite (açısal veya rotasyonel) akut olarak düzeltilebilir tespiti K-teli, mini plak-vidalar yardımı ile yapılabilir. Ancak bazı durumlarda özel tasarımı eksternal fiksatorler kullanılmaktadırlar. Örneğin metatars kısalıkları, başparmak amputasyonları sonrasında birinci metakarpın veya proksimal falanksın uzatılması gibi (29). Akut uzatmanın parmak-metakarp kemiklerinde yeri yine de vardır.

SONUÇ

Özet olarak üst ekstremitte deformite düzeltme prensipleri alt ekstremitteye göre farklılık gösterir. Cerrahi plan hastaya göre özel olarak yapılmalıdır. Eşlik eden yumuşak dokular (cilt, tendon ve sinirler) daha fazla dikkat edilmelidir. Fonksiyono-

nel kazanım yanında kozmetik de önemlidir. Kısıklık, rotasyon ve açılmal deformiteler üst ekstremitede daha iyi tolere edilebilirler. Düzeltmede aşamalı eksternal fiksasyon yanında akut internal fiksasyonun da önemli bir yeri vardır.

KAYNAKLAR

1. Georgiadis AG, Morrison SG, Dahl MT. What's New in Limb Lengthening and Deformity Correction. *J Bone Joint Surg Am.* 2021 Aug 18;103(16):1467-1472. doi: 10.2106/JBJS.21.00584. PMID: 34156990.
2. Delbrück H, Weber DC, Eschweiler J, Hildebrand F. 3D accuracy and clinical outcomes of corrective osteotomies with patient-specific instruments in complex upper extremity deformities: an approach for investigation and correlation. *Eur J Med Res.* 2022 Oct 8;27(1):197. doi: 10.1186/s40001-022-00830-9. PMID: 36209123; PMCID: PMC9548141.
3. Tetsworth K, Krome J, Paley D. Lengthening and deformity correction of the upper extremity by the Ilizarov technique. *Orthop Clin North Am.* 1991 Oct;22(4):689-713. PMID: 1945346.
4. Spiegelberg B, Parratt T, Dheerendra SK, Khan WS, Jennings R, Marsh DR. Ilizarov principles of deformity correction. *Ann R Coll Surg Engl.* 2010 Mar;92(2):101-5. doi: 10.1308/003588410X12518836439326. PMID: 20353638; PMCID: PMC3025247.
5. Oka K, Tanaka H, Okada K, Sahara W, Myoui A, Yamada T, Yamamoto M, Kurimoto S, Hirata H, Murase T. Three-Dimensional Corrective Osteotomy for Malunited Fractures of the Upper Extremity Using Patient-Matched Instruments: A Prospective, Multicenter, Open-Label, Single-Arm Trial. *J Bone Joint Surg Am.* 2019 Apr 17;101(8):710-721. doi: 10.2106/JBJS.18.00765. PMID: 30994589.
6. Zarzycki D, Tesiorowski M, Zarzycka M, Kacki W, Jasiewicz B. Long-term results of lower limb lengthening by the Wagner method. *J Pediatr Orthop.* 2002 May-Jun;22(3):371-4. PMID: 11961458.
7. Patterson M. Impact of external fixation on adolescents: an integrative research review. *Orthop Nurs.* 2006 Sep-Oct;25(5):300-8; quiz 309-10. doi: 10.1097/00006416-200609000-00005. PMID: 17035915.
8. Su Y, Xie Y, Nan G. A novel method of lateral closing wedge osteotomy for cubitus varus deformity in children. *BMC Surg.* 2022 Nov 24;22(1):408. doi: 10.1186/s12893-022-01854-y. PMID: 36434582; PMCID: PMC9701051.
9. Akdemir M, Biçen Ç, Özkan M. Two-stage treatment of extremity deformities associated with thrombocytopenia-absent radius syndrome. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2022 Nov;56(6):366-371. doi: 10.5152/j.aott.2022.21397. PMID: 36567538; PMCID: PMC9885679.
10. Shadi M, Musielak B, Koczewski P, Janusz P. Humeral lengthening in patients with achondroplasia and in patients with post-septic shortening: comparison of procedure efficiency and safety. *Int Orthop.* 2018 Feb;42(2):419-426. doi: 10.1007/s00264-017-3632-x. Epub 2017 Sep 9. PMID: 28889181.
11. Noonan KJ, Price CT. Pearls and pitfalls of deformity correction and limb lengthening via monolateral external fixation. *Iowa Orthop J.* 1996;16:58-69. PMID: 9129275; PMCID: PMC2378135.
12. Burnei G, Vlad C, Gavrilu S, Georgescu I, Hodoroagea D, Pârvan A, Burnei C, El Nayef T, Drăghici I. Upper and lower limb length equalization: diagnosis, limb lengthening and curtailment, epiphysiodesis. *Rom J Intern Med.* 2012 Jan-Mar;50(1):43-59. PMID: 22788093.
13. Hosny GA. Humeral lengthening and deformity correction. *J Child Orthop.* 2016 Dec;10(6):585-592. doi: 10.1007/s11832-016-0789-6. Epub 2016 Nov 8. PMID: 27826910; PMCID: PMC5145839.
14. Zarek S, Macias J. The Ilizarov Method in the treatment of pseudoarthrosis of the humerus. *Ortop Traumatol Rehabil.* 2002 Aug 30;4(4):434-40. PMID: 17679876.

15. Dibbs R, Grome L, Pederson WC. Free Tissue Transfer for Upper Extremity Reconstruction. *Semin Plast Surg.* 2019 Feb;33(1):17-23. doi: 10.1055/s-0039-1677702. Epub 2019 Mar 8. PMID: 30863208; PMCID: PMC6408247.
16. Frassica FJ, Frassica DA. Evaluation and treatment of metastases to the humerus. *Clin Orthop Relat Res.* 2003 Oct;(415 Suppl):S212-8. doi: 10.1097/01.blo.0000093052.96273.a7. PMID: 14600613.
17. Murase T. Morphology and kinematics studies of the upper extremity and its clinical application in deformity correction. *J Orthop Sci.* 2018 Sep;23(5):722-733. doi: 10.1016/j.jos.2018.05.013. Epub 2018 Jul 24. PMID: 30054134.
18. Vashisht S, Banerjee S. Cubitus Varus. 2022 Aug 22. In: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 Jan-. PMID: 32809529.
19. Attum B, Obremskey W. Posttraumatic Elbow Stiffness: A Critical Analysis Review. *JBJS Rev.* 2016 Sep 6;4(9):e1. doi: 10.2106/JBJS.RVW.15.00084. PMID: 27760073.
20. Al-Sayyad MJ. Taylor spatial frame in the treatment of upper extremity conditions. *J Pediatr Orthop.* 2012 Mar;32(2):169-78. doi: 10.1097/BPO.0b013e3182471ae4. PMID: 22327451.
21. Giannicola G, Sessa P, Calella P, Gumina S, Cinotti G. Chronic complex persistent elbow instability: a consecutive and prospective case series and review of recent literature. *J Shoulder Elbow Surg.* 2020 Apr;29(4):e103-e117. doi: 10.1016/j.jse.2019.11.021. PMID: 32197771.
22. Katt B, Seigerman D, Lutsky K, Beredjiklian P. Distal Radius Malunion. *J Hand Surg Am.* 2020 May;45(5):433-442. doi: 10.1016/j.jhsa.2020.02.008. Epub 2020 Mar 24. PMID: 32220492.
23. Liu Y, Yushan M, Liu Z, Liu J, Ma C, Yusufu A. Treatment of diaphyseal forearm defects caused by infection using Ilizarov segmental bone transport technique. *BMC Musculoskelet Disord.* 2021 Jan 7;22(1):36. doi: 10.1186/s12891-020-03896-w. PMID: 33413259; PMCID: PMC7789280.
24. Hamdi NB, Doubi M, Abalkhail TB, Mortada H. Clinical and psychosocial outcomes following correction of supination deformity in obstetrical brachial plexus palsy patients: A retrospective study. *BMC Musculoskelet Disord.* 2022 Aug 24;23(1):808. doi: 10.1186/s12891-022-05765-0. PMID: 36002839; PMCID: PMC9400219.
25. Raux S, Madelaine A. Sequelae of childhood elbow fracture. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2023 Feb;109(1S):103454. doi: 10.1016/j.otsr.2022.103454. Epub 2022 Oct 24. PMID: 36302449.
26. Netscher DT, Baumholtz MA. Treatment of congenital upper extremity problems. *Plast Reconstr Surg.* 2007 Apr 15;119(5):101e-129e. doi: 10.1097/01.prs.0000258535.31613.43. PMID: 17415231.
27. Beutel BG, Klifto CS, Chu A. Timing of forearm deformity correction in a child with multiple hereditary exostosis. *Am J Orthop (Belle Mead NJ).* 2014 Sep;43(9):422-5. PMID: 25251529.
28. Chu A, Chan J, Baxi O. Congenital Deformities of the Hands. *Pediatr Clin North Am.* 2020 Feb;67(1):85-99. doi: 10.1016/j.pcl.2019.09.011. PMID: 31779839.
29. Cansü E, Ünal MB, Parmaksızoğlu F, Gürçan S. Distraction lengthening of the proximal phalanx in distal thumb amputations. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2015;49(3):227-32. doi: 10.3944/AOTT.2015.14.0292. PMID: 26200399.