

Helikal Bilgisayarlı Tomografi İle Artiküler Travmaların Değerlendirilmesinde Üç Boyutlu Görüntülemenin Tanıya Katkısı

Evaluation of Articular Trauma with Helical Computed Tomography: Contribution of Three-Dimensional Imaging

Çağlar Uzun¹, Ebru Düşünceli Atman¹, Gülden Şahin¹

¹ Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı

Amaç: Çalışmanın amacı eklemle ilişkili kırık ön tanısı ile başvuran travma hastalarında üç boyutlu (3B) bilgisayarlı tomografi (BT) görüntülemenin, aksiyel BT'ye ilave tanısal bilgi sağlayıp sağlamadığını ortaya koymaktır.

Gereç ve yöntem: Acil servis ve ortopedi klinikleri tarafından ardışık olarak refere edilen 34 olgu (ortalama 45 ± 9.1 yaş, E/K = 21/13) çalışma kapsamında prospektif olarak incelendi. On yedi diz, 8 ayak bileği, 4 dirsek, 3 asetabulum, 2 omuz, 2 el bileği olmak üzere toplam 36 eklem kırığı değerlendirildi. Olgular fraktür hatlarının vizualizasyonu, eklem yüzeylerine uzanım, eklem içi fragman varlığı ve yer-değiştirme açısından direkt grafi, aksiyel, multiplanar reformat (MPR) ve 3B BT görüntüleri ile değerlendirildi.

Bulgular: Aksiyel BT ile saptanan toplam 36 fraktür bölgesinin 35'inde (%97.2) fraktür hattı, artiküler uzanım ve eklem içi kemik fragman 3B BT ile görüntülenebildi (%95 GA, %91.9-100.0). Bir bölgede (%2.78) tanımlanan değişkenler kuşkulu olarak değerlendirildi (%95 GA, %0-8.1). Aksiyel BT ile saptanan yer değiştirme tüm bölgelerde 3B BT ile de gösterildi.

Sonuç: BT incelemesi için uygun pozisyon verilebilen artiküler travma olgularında 3B görüntüler, aksiyel ve MPR görüntüler ile elde edilenlere ilave bilgi vermemektedir. Ancak uygun pozisyon verilemeyen veya pelvis, dirsek gibi kompleks anatomiye sahip bölgelerde kırık uzanımı, fragman deplasmanı ve açılma yönünden 3B görüntülerin anatomik oryantasyonu sağlamadave bu karmaşık verileri klinisyene aktarmada faydalıdır.

Anahtar Sözcükler: **Artiküler Travma, Üç Boyutlu BT, Fraktür, Helikal BT**

Objective: The purpose of this study is to evaluate the additional diagnostic value of 3D CT imaging for articular fracture in trauma patients as a supplement to standart axial CT.

Material and method: 34 cases referred consecutively from emergency and orthopedics clinics (average age 45 ± 9.1 age, M/F = 21/13) were prospectively examined in this study. 17 knee fractures, 8 ankle fractures, 4 elbow fractures, 3 acetabulum fractures, 2 shoulder fractures and 2 wrist fractures, in total 36 joint fractures were evaluated. The cases were evaluated with radiography, axial, multiplanar reformatted (MPR) and three dimensional (3D) CT images in terms of fractures, extension to articular surfaces, intraarticular fragments and displacement.

Findings: In 35 out of 36 fracture regions detected by CT (97.2%), the fracture line, articular extension and intraarticular bone fragments could be displayed with 3D CT (95% CI, 91.9-100.0%). Variables defined in one region (2.78%) were evaluated as suspicious (95% CI, 0-8.1%). The displacement detected with axial CT was shown with 3D CT as well in all regions.

Result: In articular trauma cases giving proper positions for CT examination, 3D images did not provide additional information to the information obtained by axial and MPR images. However, in terms of the fracture extension, fragment displacement and angulation that cannot have proper positioning or with complex anatomy such as pelvis or elbow, 3D images are beneficial in ensuring anatomic orientation and transferring these complex data to the clinician.

Key Words: **Articular trauma; three dimensional CT; fracture; helical CT**

Geliş Tarihi : 23.10.2017 • Kabul Tarihi: 13.11.2017

İletişim

Uz. Dr. Çağlar Uzun

E-posta: cuzun77@yahoo.com

Tel: 0 312 508 25 11

Faks: 0 312 310 08 08

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı
Talatpaşa Bulvarı, Sıhhiye, 06100 Ankara, TURKEY

Helikal bilgisayarlı tomografi (BT) sağladığı yüksek uzaysal rezolüsyon ve kemiklerle komşu yumuşak dokular arasındaki belirgin kontrast farklılığı nedeniyle özellikle kemik lezyonlarının araştırılmasında önemli bir yere sahiptir.

Dedektör teknolojisindeki gelişmelerin mümkün kıldığı çok-kesitli (multi-slice) BT ise ilk olarak 1992 yılında iki kesitli bir tarayıcıyla (CT-Twin, Elscint, İsrail) kullanıma girmiştir. Çok kesitli BT (ÇKBT) ile elde edi-

len iki ve üç boyutlu reformat görüntülerin de kas-iskelet sisteminde geniş kullanım alanları vardır.

Genç ve orta yaşlı popülasyonda başlıca morbidite ve mortalite nedeni olan travmada ÇKBT tüm sistemler yanı sıra kas-iskelet sisteminde de yaygın olarak kullanılmaktadır (1,2). BT kullanımındaki amaç direkt grafide şüpheli olan bir kırığı tanımlamak ya da ekarte etmek ve önceden tanımlanmış bir kırığın uzanımını belirleyerek tedaviye kılavuzluk etmektir. BT yumuşak doku anormallikleri hakkında da ilave bilgi sağlamaktadır. Ayrıca özellikle pelvis, skapula ve omurga gibi direkt radyografinin kırıkları göstermede sınırlı olduğu, anatomik olarak kompleks yapılarda kemik anatomiyi ortaya koymaktadır (1). Travma olgularında konvansiyonel radyografik seri elde etmek çoğu kez güçtür, gerekli pozisyonlara hasta tam uyumu mümkün olmayabilir. Kalitesi çoğu kez düşük olan travma radyografisi ile karşılaştırıldığında helikal BT travma görüntülemeye önemli bir ilerlemeyi temsil etmektedir ve hastaların radyoloji bölümünde harcandığı süreyi önemli ölçüde azaltmaktadır (1).

Helikal BT'nin "volume rendering"(VR) tekniği kullanılarak oluşturulan üç boyutlu (3B) rekonstrüksiyon ile kombinasyonu günümüzde kas iskelet sisteminin daha ayrıntılı incelenmesine olanak sağlamaktadır. Bu konuda yapılan çalışmalar 3B VR teknikile kombine helikal BT'nin başta travma olmak üzere pek çok patolojide tanı ve tedavi planlanmasında değerli olduğunu kanıtlamaktadır. Bu yöntem sadece 3B görüntüler ile değerlendirilebilen ya da bu görüntülerde daha iyi demonstre edilebilen bulgular nedeni ile anlamlı sayıda olguda klinik yaklaşımı değiştirmektedir. Ayrıca kompleks uzaysal bilgiyi klinisyenlere doğru ve yeterli olarak aktarmada faydalıdır (1, 3-5).

Bu çalışmanın amacı eklemle ilişkili kırık ön tanısı ile başvuran travma hastalarında 3B BT görüntülemenin, aksiyel BT'ye ilave tanısal bilgi sağlayıp sağlamadığını ortaya koymaktır.

Gereç ve Yöntem

Hastanemizin acil servis ve ortopedi klinikleri tarafından radyoloji kliniğine ardışık olarak refere edilen 34 olgu çalışma kapsamında prospektif olarak incelendi. On yedi diz, 8 ayak bileği, 4 dirsek, 3 asetabulum, 2 omuz, 2 el bileği olmak üzere toplam 36 eklem kırığı değerlendirildi. Olguların birinde 3 eklemde kırık mevcuttu. Olguların 13'ü kadın, 21'i erkek olup yaşları 11-81 arasında değişmekteydi (ortalama 45 ± 9.1).

Hastaların tümü önce direkt grafi, sonra 8 kanallı ÇKBT (Light Speed Ultra, General Electric, Wisconsin, USA) ile görüntüldü. Olgular aksiyel kesitler ile bunlardan oluşturulan multiplanar reformat (MPR) görüntüleri ve 3B VR görüntüleri ile değerlendirildi. Omuz ve asetabulum kırıkları haricinde direkt grafiler anteroposterior (AP) ve lateral olmak üzere iki yönlü olarak elde edildi. Omuz ve asetabulum kırıklarında uygun pozisyon verilemediğinden sadece AP grafi elde edildi.

Hareket artefaktları nedeniyle yeterli kalitede görüntü elde olunamayan olgular çalışma dışında bırakıldı.

Tüm olgular fraktür hatlarının vizualizasyonu, eklem yüzeyine uzanım, eklem içi fragman varlığı ve yer değiştirme açısından değerlendirildi. Çalışmamızda amaç ÇKBT ile elde edilen 3B görüntülerin artiküler travmada tanıya katkısının ortaya konulmasıydı. Bu nedenle radyoloji literatüründe artiküler travmalı olgularda şüpheli radyografik bulgular varlığında problem çözücü yöntem olarak kabul edilen aksiyel BT kesitleri esas olarak alındı ve 3B VR görüntülerinin tanıya katkısının olup olmadığı araştırıldı.

Fraktür hatlarının vizualizasyonu, eklem yüzeyine uzanım, eklem içi fragman varlığı ve yer değiştirmedeğişkenleri için tanımlayıcı istatistik olarak oran ve %95 güven aralığı kestirimleri verildi.

Çalışmada kullanılan BT parametreleri tablo 1'de yer almaktadır.

Tetkik öncesinde hastalardan bilgilendirilmiş onam formu alınmıştır.

Tablo 1: BT taramada kullanılan parametreler

	Kesit kalınlığı (mm)	Rekonstrüksiyon aralığı	Pitch	kVp	mAs
Omuz	1,25	0,600	0,600	140	340
Dirsek	1,25	0,600	0,625	120	260
El bileği	0,625	0,625	1	120	260
Kalça	3,75	3,75	0,600	140	300
Diz	1,25	0,700	0,600	120	250
Ayak bileği	1,25	0,700	0,625	120	200

Bulgular

34 hastada toplam 36 bölgedirekt grafi, aksiyel BT kesitleri, MPR ve 3B VR görüntüleri ile değerlendirildi.

Onu tibial plato, 3'ü interkondiler eminens, 2'si interkondiler femur ve 2'si interkondiler uzanımı da olan suprakondiler femur kırığı olmak üzere diz bölgesinde toplam 17 (%47) kırık değerlendirildi.

Tibia plato kırıklarının (n=10, %58); 5'ine (%50) fibula boyun kırığı, 4'üne (%40) interkondiler eminens kırığı, 1'ine (%10) de interkondiler femur kırığı eşlik etmekteydi. Bir hastada (%10) aksiyel ve MPR görüntüleri ile kolaylıkla ortaya konan lateral plato kompresyon kırığı direkt grafi ve 3B VR görüntüleri ile kuşku olarak değerlendirildi. Bir hastada (%10) direkt grafi ile saptanan lateral platodaki kama tipi fraktüre, lateral plato anterior kesiminde kompresyon eşlik ettiği diğer teknikler ile gösterildi. İki hastada (%20) direkt grafi bulgularından farklı olarak aksiyel, MPR ve 3B VR görüntülerde eklem aralığında milimetrik birkaç adet kemik fragman görüldü. İki hastada (%20) da interkondiler eminens fraktürü direkt grafide izlenmezken aksiyel, MPR ve 3B VR BT görüntüleri ile saptanabildi. Diğer hastalarda bulgular birbiriyle uyumluydu. Kompresyon kırığı olan hastalarda aksiyel kesitlerde kırık düzeyinde izlenen dansite artımı kompresyona işaret etmekle birlikte, kompresyon miktarını değerlendirmede MPR ve 3B VR görüntüleri ihtiyaç duyuldu (Şekil 1).



Şekil 1. Koronal (a) ve sagittal (b) reformat ve 3B VR (c) görüntülerde sol tibiada lateral plato kırığında kompresyonun miktarı da değerlendirilebilmektedir (oklar).

İnterkondiler eminens kırıklarında (n=3, %17)) bir hasta hariç bulgular uyumluydu. Bir hastada (%33.3) direkt grafi ile kuşku olarak değerlendirilen eminens kırığı diğer teknikler ile ortaya

kondu. Aksiyel kesitler ile de görülebilen fragmanların deplasman derecesi MPR ve 3B VR görüntüler ile daha iyi değerlendirildi.

Distal femur kırıklarından (n=4, %23) suprakondiler kırığı olan bir hastada suprakondiler kırık hattı, interkondiler uzanım, distal parçanın impaksiyonu ve posteriora deplasman aksiyel, MPR ve 3B VR görüntüler ile saptandı. Direkt grafide görülmeyen patella lateral kesimindeki küçük fraktürler ve patellofemoral eklem aralığındaki milimetrik kemik fragmanlar aksiyel, MPR ve 3B VR görüntüler ile ortaya kondu. Başka bir hastada aksiyel kesitler, MPR ve 3B VR görüntüler ile saptanan, lateral epikondilden başlayarak interkondiler alana uzanan nondeplase fraktür hattı, direkt grafi ile interkondiler düzeyde kuşku düzensizlik şeklinde tanımlandı. Diğer interkondiler kırık ve interkondiler uzanımı olan suprakondiler kırıkta direkt grafi, aksiyel kesitler, MPR ve 3B VR görüntüler ile elde edilen bulgular uyumluydu.

Sekiz(%22) ayak bileği kırığının 4'ü pilon kırığı, 2'si trimalleoler kırık, 1'i tibia distal uç epifiz kırığı (Salter-Harris Tip II), 1'i de tibiotalar eklem yüzeyine uzanımı olan distal tibia-distal fibula diyafiz kırığıydı.

Pilon kırıklarının (n=4, %50) 1'ine naviküler kemik kırığı eşlik etmekteydi. Biri tibiofibular, diğeri tibiotalar eklem aralığında olmak üzere 2 olguda intra-artiküler kemik fragman mevcuttu. Tibiofibular eklem aralığındaki fragmanlar dört teknik ile de kolaylıkla görülebilen tibiotalar eklem aralığındaki fragmanlar direkt grafi ile görülemedi; aksiyel, MPR ve 3B VR görüntüler ile ortaya kondu. Bu olgu dışında pilon kırıklarında her dört teknik ile elde edilen bulgular birbirleriyle uyumluydu.

Trimalleoler kırıkların (n=2, %25) 1'inde tibiofibular eklem aralığında direkt grafi ve 3B VR ile görülemeyen, aksiyel ve MPR görüntüler ile saptanan

birkaç milimetrik kemik fragman izlendi. Diğer hastada da aksiyel, MPR ve 3B VR görüntüler ile saptanan ancak direkt grafi ile görülemeyen, tibiofibular eklem aralığına deplase milimetrik kemik fragmanlar haricinde bulgular uyumluydu.

Tibia distal uç Salter-Harris tip II epifiz kırığı olan hastada (n=1, %12.5) distal metafizde izlenen ve medial kesimde büyüme plağı ile ilişkili fraktür hattı her dört teknik ile de görüntülenebildi. Ayrıca aksiyel, MPR ve 3B VR görüntülerde, tibia anterior kesimde, direkt grafide görülmeyen, büyüme plağının küçük bir kısmı ile ilişkili nondeplase küçük bir fraktür hattı kaydedildi. Benzer şekilde naviküler kemikte izlenen milimetrik nondeplase fraktür hattı da direkt grafide görülemezken aksiyel, MPR ve 3B VR görüntülerde izlenebildi.

Tibia distal metafiz kırığında (n=1, %12.5) eklem uzanım direkt grafide kuşku olarak değerlendirildi. Aksiyel, MPR ve 3B VR görüntülerde eklem uzanım net olarak görüldü. Ayrıca direkt grafide görülemeyen talus inferolateral kesimindeki kırık ve talokalkaneal eklem aralığındaki milimetrik kemik fragmanlar aksiyel, MPR ve 3B VR görüntüler ile ortaya kondu.

Dirsek kırıklarının (n=4, %11) 2'si (%50) interkondiler, 1'i (%25) medial, 1'i de (%25) lateral kondil kırığıydı. İnterkondiler kırıklarda fraktür hatları dört teknik ile de seçilebilmekteydi. Direkt grafide kuşku olarak değerlendirilen eklem içi fragmanlar aksiyel, MPR ve 3B VR görüntülerde net olarak görüldü. İnceleme yapılırken dirsek eklemine uygun pozisyon verilemediğinden kırık uzanımı, yer değiştirme ve açılma yönünden aksiyel ve MPR görüntüler anatomik oryantasyon için yeterli bilgi vermedi. Bu aşamada 3B VR görüntülerin önemli katkıları oldu (Şekil 2). Medial ve lateral kondil kırıklarında direkt grafi, aksiyel, MPR ve 3B VR görüntüler ile edilen bulguların tümü birbiri ile uyumluydu.



Şekil 2. Sağ dirsek interkondiler kırığında aksiyel (a) , koronal reformat (b) ve 3B VR (c) görüntülerde fraktür hatları net olarak izlenmektedir. İnceleme sırasında dirsek eklemine uygun pozisyon verilemediğinden kırık uzanımı, fragman deplasmanı ve açılanma yönünden 3B VR görüntü, aksiyel ve koronal reformat görüntüden daha fazla anatomik oryantasyon sağlamaktadır.

Pelvis kırıklarının (n=3, %8) 3'ü de asetabulum ile ilişkiydi. Bir hastada her iki süperior pubik ramusta izlenen kırık hatlarının asetabulumuna uzanımı direkt grafi ile net değerlendirilemedi. Aksiyel, MPR ve

3B VR görüntüler ile kırığın sağda asetabulumuna uzandığı, solda uzanmadığı görüldü. Benzer şekilde sağ sakral kanatta izlenen nondeplase kırık da direkt grafi ile izlenemezken aksiyel, MPR ve 3B VR görüntüler ile ortaya kondu. Dört teknik ile de eklem içi fragman saptanmadı. Diğer bir hastada sakrumda, ilyak kanatta, asetabulum anterior ve süperior duvarlarında, inferior ve süperior pubik ramuslarda izlenen fraktür hatları ve deplasman dereceleri her dört teknik ile de saptanabildi. Ancak özellikle asetabulumu ilgilendiren fraktür hatlarının yönü ve uzanımı hakkında 3B VR görüntülerin anatomik oryantasyona önemli katkısı oldu. Diğer pelvis kırığında asetabulumun bütünlüğü bozulmuş, femur proksimal ve mediale deplase olmuştu. Etkilenen tarafta femur boyun kırığı da mevcuttu. 3B VR görüntüler direkt grafi, aksiyel ve MPR görüntülerde elde edilenlere ilave bilgi vermemekle birlikte kırık hatlarının uzanımı, deplasman dereceleri ve dislokasyona uzaysal oryantasyon açısından faydalı oldu (Şekil 3).



Şekil 3.Koronal reformat (a) ve 3B VR (b) BT görüntülerinde sağ asetabulumun bütünlüğünün bozulduğu, femurun proksimal ve medialedeplase olduğu izlenmektedir. 3B VR görüntüdeplasman ve dislokasyonun miktarı ve yönüne anatomik oryantasyonu kolaylaştırmaktadır.

Proksimal humerus kırıklarından (n=2, %5) biri iki, diğeri dört parçalı kırıktı. İki parçalı kırıkta kırık cerrahi boyun düzeyindeydi. Dört teknik ile elde edilen bulgular birbiriyle uyumluydu. Deplasmanın yönü ve derecesine daha iyi oryantasyon sağlamak dışında 3B VR görüntülerin diğer yöntemlere katkısı olmadı. Dört parçalı proksimal humerus kırığında aksiyel, MPR ve 3B VR görüntüler ile cerrahi boyun, major ve minör tuberositelerde deplase kırıklar izlendi. Minör tuberosite düzeyinde izlenen kırık direkt grafi ile görülemedi. Diğer tüm bulgular uyumluydu. Benzer şekilde deplasmanlara anatomik oryantasyon dışında 3B VR görüntülerin diğer yöntemlere katkısı olmadı.

El bileği kırıklarının (n=2, %5) ikisi de eski radius distal uç parçalı kırığı olup posttravmatik artroz tanısıyla gelmişti. Her iki hastada da kallus formasyonlarının eşlik ettiği parçalı kırık hatları ve impakte kemik fragmanlardan oluşan distal radius kırığı direkt grafi, aksiyel, MPR ve 3B VR görüntüler ile benzer şekilde değerlendirildi. Bir hastada radius distal uç kırığına ilave olarak aksiyel ve MPR görüntüler ile lunat kemik posteriorunda, direkt grafi ile saptanamayan fraktür hatları ve radyokarpal eklem aralığında milimetrik kemik fragmanlar izlendi. Söz konusu fraktür hatları ve kemik fragmanlar 3B VR görüntülerde de kuşku olarak değerlendirildi.

Aksiyel BT ile saptanan toplam 36 fraktür bölgesinin 35'inde (%97.2) fraktür hattı, artiküler uzanım ve eklem içi kemik fragman 3B BT ile görüntülenebildi (%95 GA, %91.9-100.0). Bir bölgede (%2.78) tanımlanan değişkenler kuşku olarak değerlendirildi (%95 GA, %0-8.1). Aksiyel BT ile saptanan yer değiştirme tüm bölgelerde 3B BT ile de gösterildi.

Bulgular tablo 2, 3, 4 ve 5'de özetlenmiştir.

Tablo 2: Çalışmaya alınan olguların direkt grafi, aksiyel, MPR ve 3B VR BT bulguları. F: fraktür hattı, A: artiküler uzanım, D: deplasman, E: eklem içi fragman, + : ilgili teknikle görüldü, - : ilgili teknikle görülemedi, ? : ilgili teknikle kuşkulu bulundu

Kırık bölgesi (Olgu No)	Direkt grafi	Aksiyel BT	MPR	3B VR
	F / A / E / D	F / A / E / D	F / A / E / D	F / A / E / D
Tibial plato (1)	+/+/+/+	+/+/+/+	+/+/+/+ (kompresyon miktarını değerlendirmede ihtiyaç duyuldu)	+/+/+/+ (kompresyon miktarını değerlendirmede ihtiyaç duyuldu)
Tibial plato (2)	+/+/+/+	+/+/+/+	+/+/+/+ (kompresyon miktarını değerlendirmede ihtiyaç duyuldu)	+/+/+/+ (kompresyon miktarını değerlendirmede ihtiyaç duyuldu)
Tibial plato (3)	+/+/+/+	+/+/+/+	+/+/+/+ (kompresyon miktarını değerlendirmede ihtiyaç duyuldu)	+/+/+/+ (kompresyon miktarını değerlendirmede ihtiyaç duyuldu)
Tibial plato (4)	+/+/-/+	+/+/+/+	+/+/+/+ (kompresyon miktarını değerlendirmede ihtiyaç duyuldu)	+/+/+/+ (kompresyon miktarını değerlendirmede ihtiyaç duyuldu)
Tibial plato (5)	+/+/+/+	+/+/+/+	+/+/+/+ (kompresyon miktarını değerlendirmede ihtiyaç duyuldu)	+/+/+/+ (kompresyon miktarını değerlendirmede ihtiyaç duyuldu)
Tibial plato (6)	?/?/-/-	+/+/-/-	+/+/-/- (kompresyon miktarını değerlendirmede ihtiyaç duyuldu)	?/?/-/-
Tibial plato (7)	+/+/-/+	+/+/+/+	+/+/+/+ (kompresyon miktarını değerlendirmede ihtiyaç duyuldu)	+/+/+/+ (kompresyon miktarını değerlendirmede ihtiyaç duyuldu)
Tibial plato (8)	+/+/+/+	+/+/+/+	+/+/+/+ (kompresyon miktarını değerlendirmede ihtiyaç duyuldu)	+/+/+/+ (kompresyon miktarını değerlendirmede ihtiyaç duyuldu)
Tibial plato (9)	+/+/+/+	+/+/+/+	+/+/+/+ (kompresyon miktarını değerlendirmede ihtiyaç duyuldu)	+/+/+/+ (kompresyon miktarını değerlendirmede ihtiyaç duyuldu)
Tibial plato (10)	+/+/+/+	+/+/+/+	+/+/+/+ (kompresyon miktarını değerlendirmede ihtiyaç duyuldu)	+/+/+/+ (kompresyon miktarını değerlendirmede ihtiyaç duyuldu)
İnterkondiler eminens (11)	?/-/-/-	+/+/+/+	+/+/+/+	+/+/+/+
İnt. emin. (12)	+/+/+/+	+/+/+/+	+/+/+/+	+/+/+/+
İnterkondiler eminens (13)	+/+/+/+	+/+/+/+	+/+/+/+	+/+/+/+
Suprakondiler femur(14)	+/+/+/+	+/+/+/+	+/+/+/+	+/+/+/+
Suprakondiler femur(15)	+/+/-/+	+/+/-/+	+/+/-/+	+/+/-/+
İnterkondiler femur (16)	?/?/-/-	+/+/-/-	+/+/-/-	+/+/-/-
İnterkondiler femur (17)	+/+/-/+	+/+/-/+	+/+/-/+	+/+/-/+
Pilon kırığı (18)	+/+/-/+	+/+/-/+	+/+/-/+	+/+/-/+
Pilon kırığı (19)	+/+/-/+	+/+/+/+	+/+/+/+	+/+/+/+
Pilon kırığı (20)	+/+/-/+	+/+/-/+	+/+/-/+	+/+/-/+
Pilon kırığı (21)	+/+/+/+	+/+/+/+	+/+/+/+	+/+/+/+
Trimalleoler kırık (22)	+/+/-/+	+/+/+/+	+/+/+/+	+/+/+/+
Trimalleoler kırık (23)	+/+/-/+	+/+/+/+	+/+/+/+	+/+/+/+
Tibia distal uç epifiz kırığı (24)	+/+/-/+	+/+/-/+	+/+/-/+	+/+/-/+
Distal tibia-distal fibula diyafiz kırığı (25)	+/+/-/+	+/+/-/+	+/+/-/+	+/+/-/+

İnterkondiler distal humerus (26)	+ / + / ? / +	+ / + / + / +	+ / + / + / +	+ / + / + / + (fraktür hatlarının yönü uzanımı ve deplasman dereceleri daha iyi değerlendirildi)
İnterkondiler distal humerus (27)	+ / + / ? / +	+ / + / + / +	+ / + / + / +	+ / + / + / + (fraktür hatlarının yönü uzanımı ve deplasman dereceleri daha iyi değerlendirildi)
Humerus medial kondil (28)	+ / + / + / +	+ / + / + / +	+ / + / + / +	+ / + / + / +
Humerus lateral kondil (29)	+ / + / + / +	+ / + / + / +	+ / + / + / +	+ / + / + / +
Asetabulum (30)	+ / ? / - / -	+ / + / - / -	+ / + / - / -	+ / + / - / -
Asetabulum (31)	+ / + / - / +	+ / + / - / +	+ / + / - / +	+ / + / - / + (fraktür hatlarının yönü uzanımı ve deplasman dereceleri daha iyi değerlendirildi)
Asetabulum (32)	+ / + / - / +	+ / + / - / +	+ / + / - / +	+ / + / - / + (fraktür hatlarının yönü uzanımı ve deplasman dereceleri daha iyi değerlendirildi)
İki parçalı proksimal humerus (33)	+ / + / - / +	+ / + / - / +	+ / + / - / +	+ / + / - / + (fraktür hatlarının yönü uzanımı ve deplasman dereceleri daha iyi değerlendirildi)
Dört parçalı proksimal humerus (34)	+ / + / - / +	+ / + / - / +	+ / + / - / +	+ / + / - / + (fraktür hatlarının yönü uzanımı ve deplasman dereceleri daha iyi değerlendirildi)
Distal radius (35)	+ / + / + / +	+ / + / + / +	+ / + / + / +	+ / + / + / +
Distal radius (36)	+ / + / - / +	+ / + / + / +	+ / + / + / +	+ / + / ? / +

Tablo 3: Diz kırıklarında bulguların hasta sayısına göre dağılımı. F: fraktür hattı, A: artiküler uzanım, D: deplasman, E: ekleme içi fragman, + : ilgili teknikle görüldü, - : ilgili teknikle görülemedi, ? : ilgili teknikle kuşkulu bulundu

	Direkt grafi	Aksiyel BT	MPR	3B VR
	F / A / E / D	F / A / E / D	F / A / E / D	F / A / E / D
+	14/14/10/14	17/17/13/15	17/17/13/15	16/16/13/15
-	0/1/3/1	0/0/0/0	0/0/0/0	0/0/0/0
?	3/2/0/0	0/0/0/0	0/0/0/0	1/1/0/0

Tablo 4: Ayak bileği kırıklarında bulguların hasta sayısına göre dağılımı. F: fraktür hattı, A: artiküler uzanım, D: deplasman, E: ekleme içi fragman, + : ilgili teknikle görüldü, - : ilgili teknikle görülemedi, ? : ilgili teknikle kuşkulu bulundu

	Direkt grafi	Aksiyel BT	MPR	3B VR
	F / A / E / D	F / A / E / D	F / A / E / D	F / A / E / D
+	8/8/1/8	8/8/4/8	8/8/4/8	8/8/4/8
-	0/0/3/0	0/0/0/0	0/0/0/0	0/0/0/0
?	0/0/0/0	0/0/0/0	0/0/0/0	0/0/0/0

Tablo 5: Diğer kırıklarda (dirsek, pelvis, omuz, el bileği) bulguların hasta sayısına göre dağılımı. F: fraktür hattı, A: artiküler uzanım, D: deplasman, E: ekleme içi fragman, + : ilgili teknikle görüldü, - : ilgili teknikle görülemedi, ? : ilgili teknikle kuşkulu bulundu

	Direkt grafi	Aksiyel BT	MPR	3B VR
	F / A / E / D	F / A / E / D	F / A / E / D	F / A / E / D
+	11/10/3/10	11/11/6/10	11/11/6/10	11/11/5/10
-	0/0/1/0	0/0/0/0	0/0/0/0	0/0/0/0
?	0/1/2/0	0/0/0/0	0/0/0/0	0/0/1/0

Tartışma

Travma genç ve orta yaşlı insanlarda başlıca morbidite ve mortalite nedenlerindedir (2). BT'nin sağladığı yüksek uzaysal rezolüsyon ve kemiklere komşu yumuşak dokular arasındaki belirgin kontrast farklılığı bu modalitenin özellikle kemik lezyonlarının araştırılmasında önemli bir yere sahip olmasına neden olmuştur (1). Helikal BT'nin 1990 yılında uygulamaya girmesinden bu yana kas iskelet sistemi uygulamaları da gittikçe artan oranda devam etmektedir (4). İskelet travmasında direkt grafi primer görüntüleme yöntemi olarak kabul edilmekle birlikte özellikle pelvis, omuz, sternoklavikuler eklem, omurga, dirsek, el bileği gibi kompleks anatomiye sahip bölgelerin travmalarında ve tibial plato kırıklarında BT önemli bir yardımcı görüntüleme yöntemi haline gelmiştir (1, 6). Helikal BT incelemesinin hızlı travmalı hastanın kıpırdamadan uzun süre yatmasının zor olduğu durumlarda büyük bir avantaj sağlamaktadır. Ayrıca BT incelemesiyle direkt grafiye göre daha fazla kırık hattı ve kırık fragmanı ortaya konulabildiği gibi kırık fragmanların pozisyonları ve dizilim özellikleri hakkında da daha fazla bilgi elde edilebilmektedir. BT ile intraartiküler uzanım açık bir şekilde gösterilebilmekte, multiplanar ve 3B reformatlar kompleks kırıkları ayrıntılı bir şekilde görüntüleyerek cerrahi planlamaya katkı sağlamaktadır. BT ile alçı gibi immobilize edici materyal çıkarılmadan fraktür ve dislokasyonlar görüntülenebilir ve hastaya pozisyon verilirken olası tehlike direkt grafiye göre çok daha azdır (1).

Travma hastalarında aksiyel BT şüpheli konvansiyonel radyografik bulgular varlığında problem çözücü yöntem olarak kabul edilmektedir. Fraktür hattı veya incelenen yapının (tibial plato, asetabular tavan, plafond veya subtalar eklem) transaksial düzleme paralel olduğu durumlarda tek başına transaksial BT kullanıldığında bazı lezyonlar atlanabilir. Bu nedenle minör ya da radyolojik olarak gizli travmalarda ayrıntılı dokümantasyon için multiplanar reformat incelemeler gerekli olabilmektedir (2). Ayrıca bilinen

travması ve radyolojik olarak dokümanite edilmiş fraktürü olan hastalarda da 2B veya 3B değerlendirme gerekebilir. Bu olgularda 2B incelemeler fraktür yayılımı, fragman büyüklüğü ve deplasmanı, artıklar yüzey uzanımı, intrartiküler debri ve yumuşak doku yaralanmalarını ortaya koyar. Üç boyutlu görüntüler bu verileri birleştirerek travmatize anatomi hakkında daha genel bilgi verir. İlginç olarak 3B görüntüler, 2B görüntülere göre radyoloğa daha az detay vermesine rağmen cerrahlar cerrahi onarım sırasında 3B görüntülerden daha çok faydalanmaktadır (2).

Helikal BT'nin VR tekniği ile oluşturulan 3B rekonstrüksiyonlar ile kombinasyonu sadece 3B görüntülerde izlenebilen ya da bu görüntülerde daha iyi demonstre edilebilen bulgular nedeni ile anlamlı sayıda olguda klinik yaklaşımı değiştirmektedir. Ayrıca VR tekniği ile oluşturulan görüntüler kompleks uzaysal bilgi verebilmektedir ve özellikle klinisyenlere karmaşık anatomik bilgi aktarmada faydalıdır (4).

Kas iskelet sistemi travmasında BT incelemelerinde MPR ve 3B VR görüntülemenin rutin olarak kullanıldığı bir merkezde yapılan çalışmada aksiyel BT görüntülerde pelvik fraktür izlenen olguların %30 kadarında MPR ya da 3B VR görüntülerdeki bulgular nedeniyle tedavi yaklaşımının değiştiği kaydedilmektedir. Bunun nedeninin genellikle MPR ya da 3B VR görüntülerde klinik olarak tahmin edilen ya da konvansiyonel aksiyel görüntülerde izlenenden daha ağır bir yaralanmanın ortaya konulması olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada MPR ya da 3B VR görüntülerden elde edilen ilave bilgilerle tedavide başlıca iki tip değişiklik olmuştur. Birinci grupta konservatif tedavi planlanan hastalarda cerrahi endikasyon ortaya çıkmış, diğer grupta ise acil cerrahi girişim, son tedavi şekli olarak artrodez ya da artroplasti uygulanmak üzere ertelenmiştir (1). Pate ve ark. yayınladıkları çalışmada kas-iskelet sistemi patolojisi olan 202 hastada, özellikle kompleks anatomiye sahip iskelet bölgelerinin fraktürleri, kalçanın artıklar hastalıkları ve spinal stenozda 3B BT'nin faydalarını araştırmışlardır.

3B BT'nin standart radyografik tekniklerle elde edilenlere ilave bilgi vermediğini ancak mevcut standart verileri farklı bir yöntemle gösterdiğini, oluşturulan görüntülerin klinisyenler tarafından daha kolay anlaşılır olduğunu ve çoğu olguda özellikle preoperatif değerlendirmede çok faydalı olduğunu bildirmişlerdir (7).

Tibia plato fraktürleri ağırlıktaşıyan bir eklem dramatik intraartiküler travmatik lezyonlardır. Bacakta postoperatif aksiyel defekt, artıklar yüzlerde rezidüel uyumsuzluk, ligamentöz instabilite ve kartilajın enzimatik harabiyeti sonucu ikincil osteoartritlere neden olur. İkincil osteoartrit sıklığını azaltmak için efektif cerrahi tedavi gereklidir. Doğru planlanmış bir cerrahi optimal fonksiyonel ve anatomik iyileşmeyi sağlar. Tibia plato kırıklarının sınıflandırılmasında BT'nin direkt grafiye üstün olduğu gösteren çalışmalar mevcuttur (8, 9). Direkt grafinin yerini alamamakla birlikte doğru tanı ve sınıflandırmada mükemmel bir tamamlayıcı tekniktir (10). Wicky ve ark. tibia fraktürü olan 42 hastada direkt grafi ve 3B helikal BT'nin tanısıl yeterliliğini ve 22 hastada bu iki tekniğin cerrahi yaklaşımı planlamada doğruluğunu değerlendirmişlerdir. Değerlendirmede direkt grafi (AP, lateral ve her iki oblik) ve 3B "shaded surface" reformat (SSR) görüntüler ile Swiss AO-ASIF sınıflandırması kullanılmıştır. Olguların %59'unda 3B rekonstrüksiyonlar ile elde edilen bulgulara göre cerrahi plan değiştirilmiştir. Sonuç olarak helikal BT rekonstrüksiyonlarının tibia plato kırıklarını daha iyi ve doğru demonstre ettiği ve daha doğru cerrahi planlamaya olanak tanıdığı belirtilmiştir (10). Bununla birlikte tibia plato kırıklarında rutin BT görüntülemenin sınıflama ve tedavi planında direkt grafiye katkısının olmadığını gösteren çalışmalar da mevcuttur (11).

Bizim çalışmamızda da diz bölgesini ilgilendiren kırıklarda (tibia plato, interkondiler eminens, suprakondiler ve interkondiler femur kırıkları) 3B görüntülemenin kırığın varlığı, artıklar uzanımı, kemik fragman varlığı açısından aksiyel BT'ye katkısı olmadı. Bununla birlikte kompresyon kırığı olan olgu-

larda kompresyon miktarını değerlendirmede MPR ve 3B VR görüntülere ihtiyaç duyuldu. Aksiyel kesitler ile de görülebilen fragmanların deplasman derecesi MPR ve 3B VR görüntüler ile daha iyi değerlendirildi.

Ayak bileği kırıklarının yayılımı ve ciddi-yeti diğer bölgelerde olduğu gibi konvansiyonel radyografi ile yeterince değerlendirilemeyebilir. Ayak bileğinde tibial plafond, süperior mortis ve talar kubbe esas olarak horizontal plana paraleldir ve sadece aksiyel kesitlerle değerlendirilemez. Magid ve ark.nın yaptığı çalışmada direkt grafi bulgularına göre cerrahi redüksiyon adayı 15 ayak bileği kırığı aksiyel BT, statik ve dinamik MPR görüntüler ve dinamik 3B BT ile değerlendirilmiştir. Talokrural köşe ölçümleri direkt grafi ve koronal reformat görüntülerden yapılarak her iki teknik karşılaştırılmıştır. Fragman deplasmanı, rotasyon ve impaksiyonlar değerlendirilmiştir. MPR ve 3B BT incelemelerden elde edilen bilgilere göre üç distal fibular fraktürde planlanan cerrahi girişimden vazgeçilmiştir. Normal ve travmatize ayak bileklerinde yapılan talokrural köşe ölçümlerinde çok az farklılık saptanmıştır. Sonuç olarak MPR görüntülerin anatomik bilgi ve detay açısından direkt grafi ve 3B BT'ye üstün olduğu belirtilmiştir. Ancak operasyon planlama için cerrahlar 3B görüntüleri tercih etmektedir (12). Leung ve ark. da çalışmalarında doğru tanı ve preoperatif değerlendirime için BT'nin gerekli olduğu sonucuna varmışlardır (13).

Bizim çalışmamızda sekiz ayak bileği kırığında bir olgu haricinde fraktür hatları ve artıklar uzanım tüm teknikler ile gösterildi. Bir olguda fraktür hatlarının bir kısmı ve eklem içi fragman direkt grafi ile görülemedi. Tüm hastalarda deplasman mevcut olup dört teknik ile de gösterilebildi. Üç boyutlu görüntülemenin aksiyel BT'ye tanıtıcı katkısı olmadı.

Kompleks anatomisi nedeniyle travmatize dirseğin önemli kemik ve yumuşak doku yaralanmalarının radyolojik değerlendirmesi zaman zaman başarısız olabilir. Süperpoze kemik yapılar ince fraktür hatlarını, subluksasyonları, intraartiküler yabancı cisim ve kemik

fragmanları gizleyebilir. Franklin ve ark. akut ve subakut dirsek travması ile gelen 75 olguyu BT ile değerlendirmiş, sonuçları direkt grafi bulguları ile karşılaştırmış ve klinik tanıları ile korele etmiştir. Olguların % 45'inde direkt grafide görülemeyen, tanıyı ve klinik yaklaşımı etkileyen bilgiler elde edilmiştir. Çalışmada dirsek travmasında BT inceleme gerektirecek endikasyonları belirleme amaçlanmıştır. Ciddi ya da kompleks travmalarda, eklem içi ve çevresinde yabancı cisim varlığında, eklem dislokasyonunda, ağrı ve kontraktür nedeniyle uygun direkt grafi elde edilemediğinde, alçılı dirsekte küçük kırıkların ve dislokasyonların değerlendirilmesinde ve görünür kırık olmadığı halde direkt grafide effüzyon mevcutsa BT inceleme tavsiye edilmektedir (14). Distal humerus kırıklarında 2B görüntüleme ile 2B ve 3B değerlendirmenin birlikte yapıldığı değerlendirme karşılaştırıldığında gözlemciler arası uyumun 3B inceleme ilave edildiğinde arttığı gösterilmiştir (15).

Motorlu araç kazalarında pelvik fraktürler en sık üçüncü ölüm nedenidir ve sıklıkla kafa, omurga, ekstremiteler, göğüs ve genitoüriner yaralanmalara eşlik eder. Direkt grafi genellikle pozisyon verme problemi nedeniyle sadece AP pozisyonunda alınabilir. İnce santral asetabular fraktür hatları sıklıkla atlanır. Yapılan bir çalışmada asetabular fraktürlerin %29'unun direkt grafi ile atlandığı saptanmıştır (16). Çoğu otör ciddi pelvik travmalı tüm hastalara BT incelemenin yapılması gerektiği görülmüştür (17). Pelvik fraktürleri doğru sınıflandırmada da BT'nin anlamlı değeri vardır (17) ve vakaların 1/3'ünde tedavi yaklaşımını değiştirmektedir (18). Sakral fraktürler, sakroilyak eklem yaralanmaları, asetabular çatı ve posterior asetabular duvar kırıklarının değerlendirilmesinde de BT, direkt grafide üstündür (19). Preoperatif olarak fraktür fragmanlarının pozisyonları ve ilişkilerinin ortaya konmasında, artıklar yüze uzanım değerlendirilmesinde ve eklem içi fragmanın saptanmasında BT kullanılabilir. Fraktür anatomisini anlamak için multiplanar rekonstrüksiyon yapılabilir (20). Üç

boyutlu görüntüler tanıyı değiştirmekle birlikte desteklemektedir. Deneyimler direkt grafi ve aksiyel BT'yi değerlendirme ve bulguları operatif veriler ile korele etmenin daha zor olduğunu göstermiştir. Üç boyutlu BT'nin bu durumda önemli katkıları söz konusudur. Üç boyutlu BT kırıkların birbirleri ile ilişkilerini göstererek verileri daha anlaşılabilir hale getirir. Fraktürün kompleks yapısını göstermede mükemmel olmakla birlikte iyi kalitede bir direkt grafinin ve aksiyel BT'nin yerini tutamaz, tamamlayıcı olarak kullanılabilir (21).

Guy ve ark. yaptıkları çalışmada asetabulum fraktürü olan 16 olguyu direkt grafi, aksiyel BT ve 3BBT ile değerlendirilmişlerdir. Aksiyel BT tear drop bölgesi, obturator foramen ve asetabular tavan hakkında ek detaylar vermiştir. İntraartiküler ve impakte tavan fragmanları ile eşlik eden yumuşak doku yaralanmaları da gösterilmiştir. 3B BT tüm kırıklarda daha iyi ve kolay değerlendirme sağlamıştır. Özellikle iki plandaki görüntülerin (pelvisin üstten görünümü ve kırık hemipelvisin iç yarıdan görünümü), cerrahi olarak değerlendirilmesi zor olan kesimlerde klinik değere sahip olduğu gösterilmiştir. Yine de direkt grafi ve aksiyel BT ile saptanan kırıkların tümü 3B BT ile gösterilememiştir (21). Koronal ve sagittal görüntülerinde transaksiyel görüntülere göre ciddi avantajları vardır. Kalça ve eklem boşluğunun patoanatomik görüntüsünü daha iyi ortaya koyar. Özellikle asetabulum tavanının bütünlüğünün değerlendirilmesinde sagittal görüntüler çok faydalıdır. Fishman ve ark. yayınladıkları 34 hastalık bir seride bu tekniğin potansiyel avantajlarını tespit etmişlerdir. Yedi hastada multiplanar reformat görüntüler tedavi yaklaşımında major değişikliklere neden olmuştur. Dört hastada diğer teknikler ile gözden kaçan fraktürler BT ile saptanmıştır (22).

Proksimal humerus kırıklarının görüntülenmesi esas olarak direkt grafi ile yapılır. İki parçalı proksimal humerus kırıklarının Neer sınıflandırması kullanılarak yapılan sınıflandırma ve tedavi planında genellikle direkt grafi yeterlidir. Ancak özellikle cerrahi tedavi açısından üç ve dört parçalı fraktürlerde

sıklıkla ek bilgiler gerekir. Üç boyutlu rekonstrüksiyon ile preoperatif BT kullanımının kompleks kırıklarda değerli olduğu rapor edilmiştir (23, 24). Stabilité, fragman deplasmanı ve eşlik eden dislokasyonun üç ve dört parçalı fraktürlerde konvansiyonel radyografi ile değerlendirilmesi bazen zor olabilir. Ağrıya bağlı olarak özel pozisyonlardadirekt grafi elde etmek genellikle mümkün olmaz. Çoğu olguda cerrahi tedavi gerektiğinden kompleks fraktürlerin ayrıntılı olarak görüntülenmesi gerekmektedir. Jurik ve ark. üç ve dört parçalı proksimal humerus kırığı olan 10 hastada tanıyı desteklemek amacıyla MPR ve 3B görüntülemenin de dahil edildiği BT kullanmışlar ve dört hastada BT'nin konvansiyonel radyografi ile elde edilen bilgilere önemli katkı sağladığını bildirmişlerdir. Üç boyutlu ve MPR görüntüler de kapital impaksiyon, fraktürhattının seyri, deplasman ve dislokasyon açısından ayrıntılı bilgi vermiştir. Bu çalışmada operasyon planlanan hastalarda söz konusu tekniklerin kullanılması önerilmektedir (25).

El bileği kompleks kemik ve ligamantöz yapıya sahip olup konfigürasyonu oldukça karmaşıktır. El bileği patolojileri direkt grafi ve BT ile değerlendirilebilmekle birlikte detayları vizualize etmek ve kavramak zordur. BT karpal bölgedeki kemik patolojileri değerlendirmede en etkin yöntem olarak kabul edilir. Nakamura ve ark. 3B BT bulgu-

larını, direkt grafi ve BT ile karşılaştırmıştır. Üç boyutlu BT'nin fraktür hattını analiz etmede, karpal kemik deformitelerini gözlemlemede, fraktür ve dislokasyonların deplasmanını ortaya çıkarmada, küçük fragmanları tanımlamada direkt grafi ve BT görüntülemeye daha faydalı olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada 3B BT'nin, fraktür ve dislokasyonu saptamada katkısı olmamakla birlikte dislokasyonu ve deplasmanı değerlendirmede ve operasyon planlamada kullanılabileceğini belirtmişlerdir (26). Ayrıca direkt grafi bulgularının normal olduğu şüpheli el bileği travmalarında da 2B ve 3B rekonstrüksiyonlar ile birlikte BT inceleme önerilmektedir (27).

Olgu sayısının az olması nedeniyle çalışmamızda dirsek, pelvis, omuz ve el bileği kırıkları birlikte değerlendirildi. Direkt grafi ile görüntülenemeyen minör tuberositas kırığının olduğu dört parçalı bir humerus kırığı haricinde kırıkların hepsi dört teknik ile görüntülenebildi. İnceleme yapılırken dirsek eklemine uygun pozisyon verilemediğinden kırık uzanımı, fragman deplasmanı ve açılanma yönünden aksiyel ve MPR görüntüler anatomik oryantasyon için yeterli bilgi vermedi. Bu aşamada 3B görüntülerin önemli katkıları oldu. Özellikle asetabulumu ilgilendiren fraktürlerde 3B VR görüntüler direkt grafi, aksiyel ve 2B MPR görüntülerde elde edilenlere ilave bilgi vermemle birlikte kırık hatlarının uzanımı, deplasman dereceleri ve dislokasyona

uzaysal oryantasyon açısından oldukça faydalı oldu.

Anatomik bölgelere göre ayrıldığında olgu sayısının az olması ve olguların hepsinde cerrahi korelasyon yapılamadığından aksiyel BT kesitlerinin altın standart olarak kabul edilmesi çalışmamızın en önemli sınırlamalarıdır.

Sonuç olarak helikalBT direkt grafide kuşukulu olan eklem kırığını ortaya koyarak veya ekarte ederek ya da bilinen bir kırığın artiküler uzanımını ve eşlik eden eklem içi fragmanları göstererek tedavide yol gösterici olan güvenli, hızlı ve yüksek doğrulukta bir inceleme yöntemidir. BT incelemesine uygun pozisyon verilebilen artiküler travma olgularında 3B VRteknigi ile oluşturulan görüntüler, aksiyel ve MPR görüntüler ile elde edilenlere ilave bilgi vermektedir. Ancak uygun pozisyon verilemeyen pelvis, dirsek gibi kompleks anatomiye sahip eklem bölgelerinde kırık uzanımı, fragman deplasmanı ve açılanma yönünden 3B VR görüntülerin, aksiyel ve MPR görüntülere önemli katkıları olmaktadır. Kırık anatomisi hakkında kompleks uzaysal bilgi verebilmesi nedeniyle aksiyel ve MPR görüntülere kıyasla, 3B VR tekniği ile oluşturulan görüntüler klinisyenlere farklı bir bakış açısı sağlamakta ve karmaşık bilgi aktarımını kolaylaştırmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Pretorius ES, Fishman EK. Volume-rendered three-dimensional spiral CT: musculoskeletal applications. *Radiographics* 1999;19:1143-1160.
2. Magid D, Fishman EK. Imaging of musculoskeletal trauma in three dimensions. *Radiol Clin North Am* 1989;27:945-956.
3. Kuszyk BS, Ney DR, Fishman EK. The current state of the art in three-dimensional oncologic imaging: an overview. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1995;33:1029-1039.
4. Pretorius ES, Fishman EK. Helical (spiral) CT of the musculoskeletal system. *Radiol Clin North Am* 1995;33:949-979.
5. Pretorius ES, Scott WW Jr, Fishman EK. Acute trauma of shoulder: role of spiral CT imaging. *Emerg Radiol* 1995;2:13-17.
6. Dalinka MK, Boorstein JM, Zlatkin MB. Computed tomography of musculoskeletal trauma. *Radiol Clin North Am* 1989;27:933-944.
7. Pate D, Resnick D, Andre M, et al. Perspective: Three-dimensional imaging of the musculoskeletal system. *Am J Roentgenol* 1986;147:545-551.
8. McEnery KW, Wilson AJ, Pilgram TK, et al. Fracture of the tibial plateau: value of spiral CT coronal plane reconstructions for detecting displacement in vitro. *Am J Roentgenol* 1994;163:1177-1181.
9. Chan PS, Klimkiewicz JJ, Lucchetti WT, et al. Impact of CT scan on treatment plan and fracture classification of tibial plateau fractures. *J Orthop Trauma* 1997;11:484-489.
10. Wicky S, Blaser PF, Blanc CH, et al. Comparison between standard radiography and spiral CT with 3D reconstruction in the evaluation, classification and management of tibial plateau fractures. *Eur Radiol* 2000;10:1227-1232.
11. te Stroet MA, Holla M, Biert J, et al. The value of a CT scan compared to plain radiographs for the classification and treatment plan in tibial plateau fractures. *Emerg Radiol* 2011;18:279-83.

12. Madig D, Michelsom JD, Ney DR, et al. Adult Ankle Fractures: Comparison of plain films and interactive two and three dimensional CT scans. *Am J Roentgenol* 1990;154:1017-1023.
13. Leung KH, Fang CX, Lau TW, et al. Pre-operative radiography versus computed tomography for surgical planning for ankle fractures. *J Orthop Surg (Hong Kong)* 2016;24:158-62.
14. Franklin PD, Dunlop RW, Whitelaw G, et al. Computed tomography of the normal and traumatized elbow. *J Comput Assist Tomogr* 1988;12:817-823.
15. Brouwer KM, Lindenhovius AL, Dyer GS, et al. Diagnostic accuracy of 2- and 3-dimensional imaging and modeling of distal humerus fractures. *J Shoulder Elbow Surg* 2012;21:772-776.
16. Pearson JB, Hargadon EJ. Fractures of the pelvis involving the floor of the acetabulum. *J Bone Joint Surg* 1962;44:550-561.
17. Gill K, Bucholz RW. The role of computerized tomographic scanning in the evaluation of major pelvic fractures. *J Bone Joint Surg* 1984;66:34.
18. Griffiths HJ, Standertskjold-Nordenstam CG, Burke J, et al. Computed tomography in the management of the acetabular fractures. *Skeletal Radiol* 1984;11:22.
19. Harley JD, Mack LA, Winqvist RA: CT of acetabular fracture: Comparison with conventional radiography. *Am J Roentgenol* 1982;138:413.
20. Magid D, Fishman EK: Computed tomography of the acetabular fractures. *Semin US, CT, MR* 1986;7:351.
21. Guy LR, Holder P, Brueton NR. The role of the 3D CT in the assessment of acetabular fractures. *Br J Radiol* 1992;65:384-389.
22. Madig D, Fihman EK, Broker A.J, Jr., et al. Multiplanar computed tomography of the acetabular fractures. *J Comput Assist-Tomogr* 1986;10:778-783.
23. Bilet FP, Schmit WG, Gay B. Computed tomography in traumatology with special regard to the advances of three-dimensional display. *Arch Orthop Trauma Surg* 1992;111:131-137.
24. Bahrs C, Rolauuffs B, Südkamp NP, Schmal H, Eingartner C, Dietz K, Pereira PL, Weise K, Lingenfelter E, Helwig P. Indications for computed tomography (CT-) diagnostics in proximal humeral fractures: a comparative study of plain radiography and computed tomography. *BMC Musculoskelet Disord* 2009;10:33.
25. Jurik AG, Albrechtsen J. The use of computed tomography with two- and three-dimensional reconstructions in the diagnosis of three- and four-part fractures of the proximal humerus. *Clin Radiol* 1994;49:800-804.
26. Nakamura R, Horh E, Tanaka Y, et al. Three-dimensional CT imaging for wrist disorders. *J Hand Surg* 1989;14:53-58.
27. You JS, Chung SP, Chung HS, Park IC, Lee HS, Kim SH. The usefulness of CT for patients with carpal bone fractures in the emergency department. *Emerg Med J* 2007;24:248-250.