



Tibia Kırıklarında Radyolojik Kaynama Skorlama Sisteminin (RUST) güvenilirliği

Erman ÇEKİÇ, Emin ALICI, Murat YEŞİL

Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, İzmir

Amaç: Bu çalışmanın amacı yakın zamanda geliştirilmiş olan Tibia Kırıklarında Radyolojik Kaynama Skorlama Sistemi (Radiographic Union Score for Tibial Fractures, RUST) ile tibia kırıklarının klinik sonuçları arasındaki korelasyonu araştırmaktır.

Çalışma planı: 2005 ile 2010 yılları arasında tibia shaft kırığı nedeniyle intramedüller çivileme uygulanan 41 hasta çalışmaya dahil edildi. Ortalama takip süresi 26,32 (dağılım: 12-48) ay idi. Hastaların takip sürecindeki klinik sonuçları Karlström-Olerud fiziksel fonksiyon skalası, Görsel Ağrı Skalası (GAS) skoru ve Kısa Form-36 (KF-36) fiziksel fonksiyon ve ağrı skorlarıyla değerlendirildi. Ayrıca radyolojik değerlendirme sonrası hastaların Tibia Kırıklarında Radyolojik Kaynama Skorlama Sistemi (RUST) skorları kaydedildi.

Bulgular: Tibia Kırıklarında Radyolojik Kaynama Skorlama Sistemi'nin iyileşmeyi ve kaynamayı doğru bir şekilde gösterdiği görüldü ($p < 0.05$). RUST skorunun diğer fiziksel ve ağrı skorlama sistemleri (KF-36, GAS, Karlström-Olerud) ile anlamlı şekilde korele olduğu saptandı.

Çıkarımlar: Tibia kırıklarının sonuçlarının değerlendirilmesinde RUST güvenilir bir sistem olarak gözükmektedir.

Anahtar sözcükler: Çivileme; intramedüller; kırık; RUST; skorlama; tibia.

Tibia, bacağın en fazla yük taşıyan kemiğidir ve sürekli mekanik strese maruz kalmaktadır. Hatalı kaynama sonucu görülen deformiteler, uzunluk eşitsizliği, diz ve ayak bileği ekleminde oluşan artroz ve diğer ilişkili komplikasyonlar, tibia kırıklarının uygun şekilde tedavisinin önemini arttırmaktadır. Tibia shaft kırıklarının tedavi seçenekleri arasında açık redüksiyon-internal fiksasyon, alçı veya fonksiyonel breyslerle eksternal fiksasyondan, plak ve vidalar ile intramedüller çivilere kadar çeşitli seçenekler söz konusudur.^[1] 1985 yılında Panjabi ve ark., kırık hattındaki kortikal devamlılığın kırık kaynamasının en önemli göstergesi olduğunu belirtmiş ve

bu görüş genel kabul görmüştür.^[2] 2010 yılında Whelan ve ark.^[3] ise radyolojik kaynama skorlama sisteminin ortopedistler arasında güvenilirlik çalışmasını gerçekleştirmiştir. Genel olarak kullanım kolaylığı ve görüş birliği sağlamış olmasına rağmen, bu skorlama sisteminin hastaların kliniği ile korelasyonunu gösteren bir çalışma yapılmamıştır. Bu yüzden sistemin klinik güvenilirliği hala kanıtlanmamıştır.

Bu çalışmada amacımız, Radyolojik Kaynama Skorlama Sistemi'nin (Radiographic Union Score for Tibial Fractures, RUST) rutin pratikte kullanımının güvenilirliğini ve klinik sonuçlarla korelasyonunu belirlemek idi.

Yazışma adresi: Dr. Murat Yeşil, Afyon Kocatepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Afyonkarahisar-İzmir Karayolu 8. Km., Dumlupınar, Afyonkarahisar.

Tel: +90 505 – 442 31 42 e-posta: drmurat17@hotmail.com

Başvuru tarihi: 12.01.2014 **Kabul tarihi:** 08.04.2014

©2014 Türk Ortopedi ve Travmatoloji Derneği

Bu yazının çevrimiçi İngilizce versiyonu

www.aott.org.tr adresinde

doi: 10.3944/AOTT.2014.14.0026

Karekod (Quick Response Code)



Hastalar ve yöntem

Çalışma için Dokuz Eylül Üniversitesi'nden etik kurul onayı alındı. Çalışmaya katılan hastaların tamamına onam formu doldurulup, imzalatıldı. Tüm olguların demografik verileri ve diğer bilgiler veri formlarına kaydedildi.

Çalışmaya, 2005-2010 yılları arasında tibia shaft kırığı sonrası, Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi'nde intramedüller çivileme operasyonu yapılan hastalar dahil edildi. Dışlama kriterleri kırık iyileşmesini etkileyebilecek kronik hastalık hikayesi, periferik nöropati, vasküler hastalık veya ileri derecede artritis olarak belirlendi. Aynı tibiada daha önce kırık geçiren hastalar da çalışma dışı bırakıldı. Toplamda 41 hasta çalışmaya dahil edildi. Hastaların ortalama takip süresi 26.32 (dağılım:12-48) ay idi.

Tüm hastalar her iki alt ekstremitmeyi de kapsayacak şekilde muayene edildi. Tablo 1'de gösterilen Karlström-Olerud kriterlerine göre hastaların fonksiyonel sonuçları kaydedildi.^[4] Kalitatif verilerin değerlendirilmesinde Görsel Analog Skala (GAS) kullanıldı ve hastalardan istirahat ve aktivite sırasında kırık hattındaki ağrılarını skorlamaları istendi.^[5-7]

Hastalar Medical Outcomes Study Short Form Health Survey (Kısa Form-36, KF-36) ile değerlendirildi. KF-36'nın Türkçe geçerlilik çalışması Koçyiğit ve ark. tarafından 2011'de yapılmıştır. Çalışmamızın tasarımı ile uyumlu olması için, KF-36 skalasının sadece fiziksel fonksiyon ve ağrı ile ilişkili alt ölçekleri kullanıldı.^[8,9]

Muayeneleri tamamlandıktan sonra, hastaların gerçek ortogonal ön-arka ve yan filmleri çekildi ve RUST sistemine göre değerlendirmesi yapıldı. Bu skorlama sistemine göre hastaların ön-arka ve yan çekilen filmlerinde değerlendirme tibia kırık hattındaki dört korteks, kırık hattının görünürlüğü ve devamlılığı kriterleri ile yapıldı. Sonuçta en yüksek 12 puan ve en düşük 4 puan üzerinden değerlendirmeler gerçekleştirildi (Tablo 2 ve Şekil 1).^[3,10]

İstatistiksel analiz için SPSS for Windows v.15.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) yazılımı kullanıldı. Normal dağılım gösteren parametrelerin grup içi karşılaştırmalarında eşlenmiş t-testi, niteliksel verilerin karşılaştırmalarında ise ki-kare testi kullanıldı. Normal dağılım göstermeyen parametrelerin gruplar arası karşılaştırmalarında Kruskal-Wallis testine başvurulurken, farklılığa neden olan grubun saptanmasında Mann-Whitney U

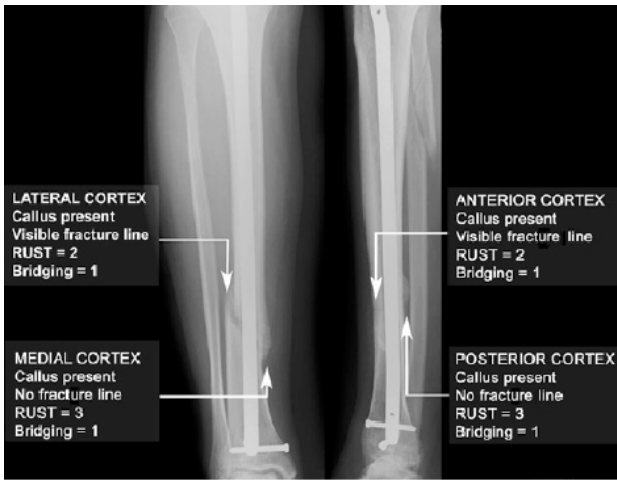
Tablo 1. Karlström-Olerud fonksiyonel değerlendirme kriterleri.

	3 puan	2 puan	1 puan
Ağrı	Yok	Hafif	Şiddetli
Yürümede zorlanma	Yok	Orta	Şiddetli aksama
Merdiven çıkarken zorlanma	Yok	Yardımla	Yapamıyor
Daha önce yapılan spor aktivitelerinde zorlanma	Yok	Bazı sporlar	Yapamıyor
Mesleki kısıtlılık	Yok	Orta	Yapamıyor
Cilt	Normal	Farklı renk	Ülser/fistül
Deformite	Yok	Hafif	Belirgin
Kas atrofisi (cm)	<1	1-2	>2
Bacağın kısalması (cm)	<1	1-2	>2
Dizde hareket kaybı (°)	<10	10-20	>20
Ayak bileğinde hareket kaybı (°)	<10	10-20	>20
Subtalar hareket kaybı (°)	<10	10-20	>20

Puanlar yukarıdaki kriterlere göre verilip, toplanmaktadır. Toplam puana göre değerlendirme şu şekilde yapılır. 36 puan: mükemmel, 35-33 puan: iyi, 32-30 puan: kabul edilebilir, 29-27 puan: orta ve 26-24 puan: kötü.

Tablo 2. Tibia kırıklarında Radyolojik Kaynama Skorum Sistemi.

Korteks	Kırık hattı gözükmemekte, kallus oluşumu yok Skor=1	Kırık hattı gözükmemekte, kallus oluşumu mevcut Skor=2	Kırık hattı gözükmemekte, kallus oluşumu mevcut Skor=3	Toplam Skor Minimum: 4 Maksimum:12
Anterior				
Posterior				
Lateral				
Medial				



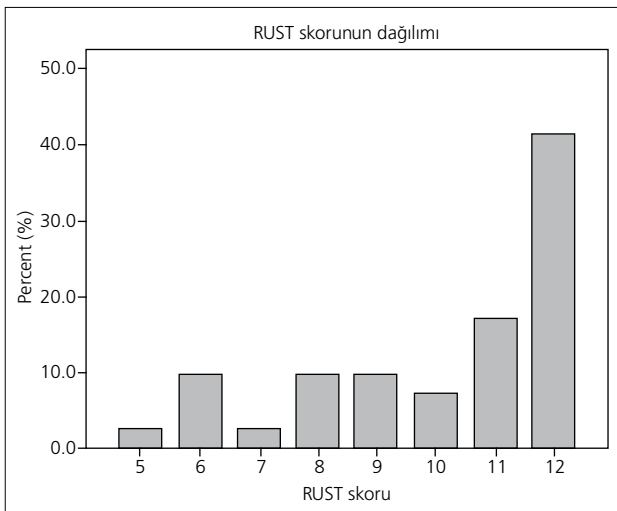
Şekil 1. Tibia Kırıklarında Radyolojik Kaynama Skorlama Sistemi.

testinden yararlanıldı. Sonuçlar %95 güvenlik aralığında, istatistiksel anlamlılık $p < 0.05$ düzeyinde değerlendirildi.

Bulgular

Hastaların yaş ortalaması 43.10 (dağılım: 18-80) idi. On bir hasta (%26.8) kadın, 30 hasta (%73.2) ise erkekti (Şekil 2). Çalışmaya katılan hastaların 26'sında (%63.4) kırık sol, geriye kalan 15 hastada (%36.6) ise sağ tarafta bulunmaktaydı.

Kırk bir hastanın büyük çoğunluğunda (28 hasta [%68.3]) ek yaralanma mevcuttu. Bunlar; aynı taraf femur kırığı (3 olgu, %7.3), humerus kırığı (2 olgu, %4.9), radius kırığı (2 olgu, %4.9) ile asetabulum kırığı, el bileği kesisi, klavikula kırığı, aynı tarafta malleol kırığı, metatars kırığı ve izole ulna kırığı (1'er olgu, %2.4) şeklindeydi.



Şekil 2. RUST skorlarının dağılımı.

Kırk bir hastadan 31'inde (%75.6) tibia shaft kırığı görülürken, 6 hastada (%14.6) tibia 1/3 distal kırık, 4 hastada (%9.8) ise tibia 1/3 proksimal kırığı vardı.

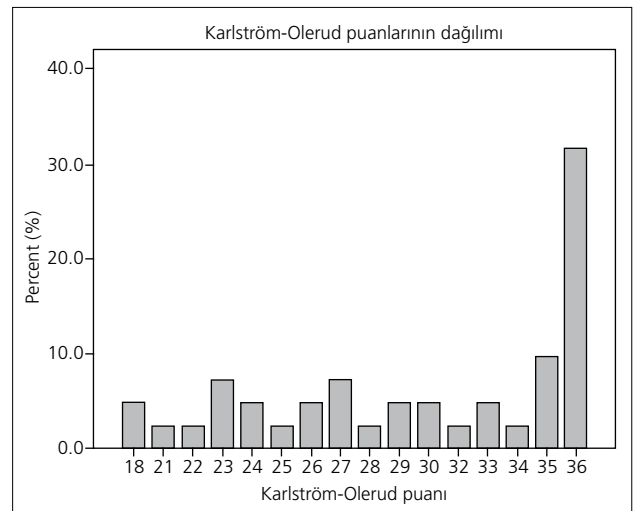
Tibia shaft kırığı bulunan bütün olgularda aynı zamanda fibula kırığı da mevcuttu. AO/OTA sınıflamasına göre 12 hastada Tip 42A33 (%29.3), 11 hastada Tip 42A22 (%26.8) ve 7 hastada Tip 42A23 (%17.1) kırık belirlendi.

Gustilo-Anderson sınıflamasına göre 14 açık kırığın 3'ü (%7.3) Tip 1 açık kırık, 6'sı (%14.6) Tip 2, 3'ü (%7.3) Tip 3A ve 2'si (%4.9) Tip 3B açık kırık idi. Kalan 27 hastanın kırıkları kapalı kırıktı.

İki hastada (%4.9) gelişen yüzeysel enfeksiyon sık uygulanan pansumanlarla geriledi. Çivinin giriş bölgesinde derin enfeksiyon gelişen bir hastaya (%2.4) debridman uygulandı ve sonraki dönemde herhangi başka bir komplikasyonla karşılaşmadı. Üç hastada (%7.3) ise intramedüller çivinin distalindeki kitleme vidalarında kırık görüldü. Bu 3 hastada da kırık kaynaması gözlemlendi ve ek bir girişime ihtiyaç duyulmadı.

Radyolojik kaynama skorları şu şekildeydi; 17 hasta (%41.5) 12 puan, 7 hasta (%17.1) 11 puan, 3 hasta (%7.3) 10 puan, 4 hasta (%9.8) 9 puan, 4 hasta (%9.8) 8 puan, 1 hasta (%2.4) 7 puan, 4 hasta (%9.8) 6 puan ve 1 hasta (%2.4) 5 puan. Tüm radyografik tetkikler aynı kişi tarafından değerlendirildi (Şekil 3).

Hastaların Karlström-Olerud fiziksel fonksiyonel skorlarına baktığımızda; 13 hasta (%31.7) 36 tam puan alırken, 7 hasta (%17.1) 35-33 puan aralığında bulunup iyi olarak değerlendirildi. Üç hasta (%7.3) 32-30 arası puan olarak tatmin edici, 6 hasta (%14.6) 29-27 arası puan olarak orta ve 12 hasta (%29.3) 27'den düşük puan olarak kötü olarak sınıflandırıldı (Şekil 4).



Şekil 3. Karlström-Olerud skorlarının dağılımı.

Görsel Analog Skala iki şekilde uygulandı. İlk olarak hastaların istirahat halindeyken kırık bölgelerindeki ağrıyı puanlamaları istendi. Buna göre, 27 hastada (%65.9) herhangi bir ağrı şikayeti yoktu, 9 hasta (%22) skala üzerinde 2 değerini, 2 hasta (%4.9) 3 değerini, 2 hasta (%4.9) 4 değerini, 1 hasta (%2.4) ise 1 değerini işaretledi. günlük aktiviteleri sırasında hissedilen ağrıyı değerlendirmeleri istendiğinde 28 hasta (%68.3) 1 (en hafif ağrı) ile 8 (en şiddetli ağrı) arasında bulunan değerleri işaretlediler. On üç hasta (%31.7) ağrı hissetmediğini belirtti.

Çalışmada KF-36 fiziksel fonksiyon ve ağrı skorları da kullanıldı. Buna göre 11 hasta (%26.8) 100 üzerinden tam puan aldı. Diğer 30 hastada (%73.2) ise 0 ile 85 puan aralığında geniş bir dağılım vardı (Şekil 2 ve 5).

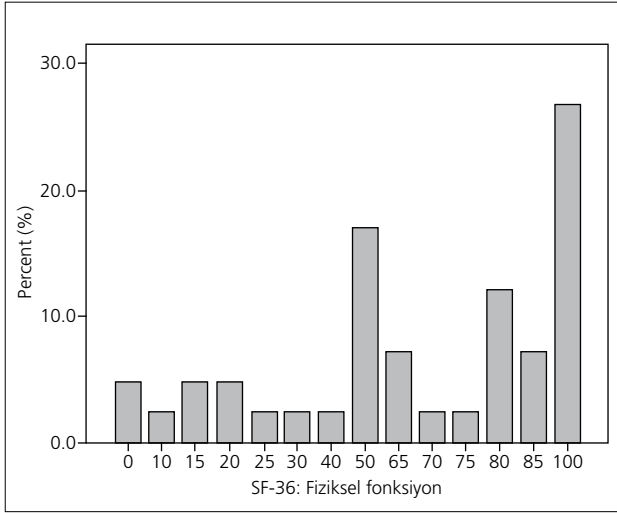
RUST skoru 12 tam puan olan hastalar arasında Karlström-Olerud en düşük puanı 24, GAS istirahat

skoru en yüksek 0, GAS aktivite skoru en yüksek 7, KF-36 fiziksel fonksiyon skoru en düşük 75 ve KF-36 ağrı skoru en düşük 41 idi.

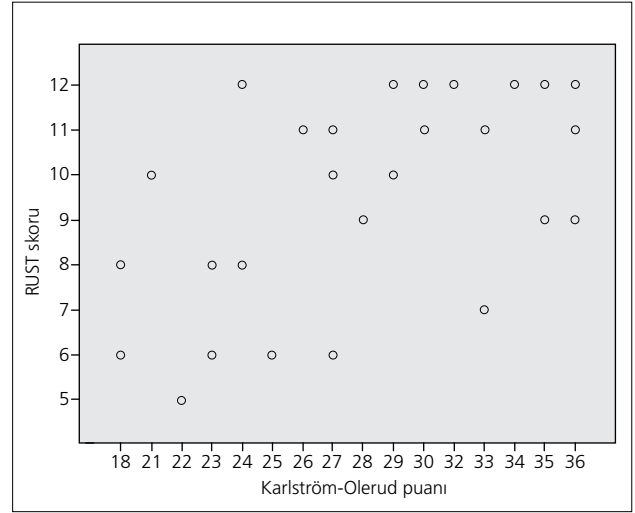
En düşük RUST skoru olan 5 puanı alan hastalarda, Karlström-Olerud puanı 22, GAS istirahat skoru 4, GAS aktivite skoru 8, KF-36 fiziksel fonksiyon skoru 0 ve KF-36 ağrı skoru 12 idi.

RUST skoru Karlström-Olerud puanı ile korele bulundu ($p=0.000$). Bu iki parametre arasındaki p değeri anlamlı bulundu (Şekil 6).

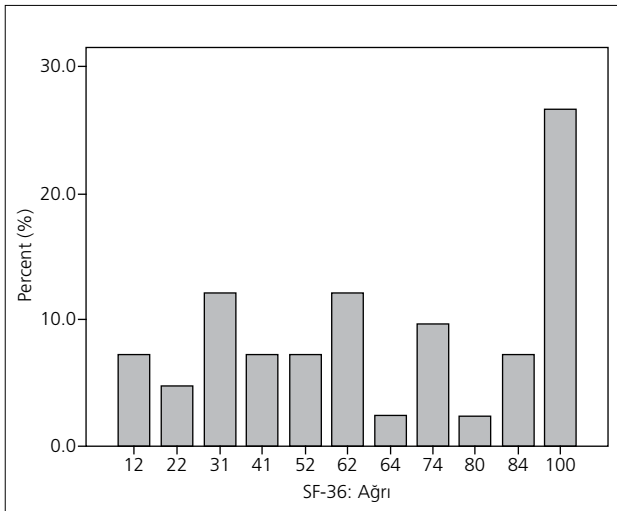
RUST skoru ile GAS istirahat ve aktivite skorları karşılaştırıldığında, korelasyon katsayıları, sırasıyla, -0.463 ve -0.541 bulundu. Aralarındaki p değerleri ise, sırasıyla, 0.002 ve 0.000 idi. Bu istatistiklere göre, RUST skoru ne kadar yüksek ise GAS istirahat ve aktivite skorları o kadar düşük oluyordu (Şekil 7).



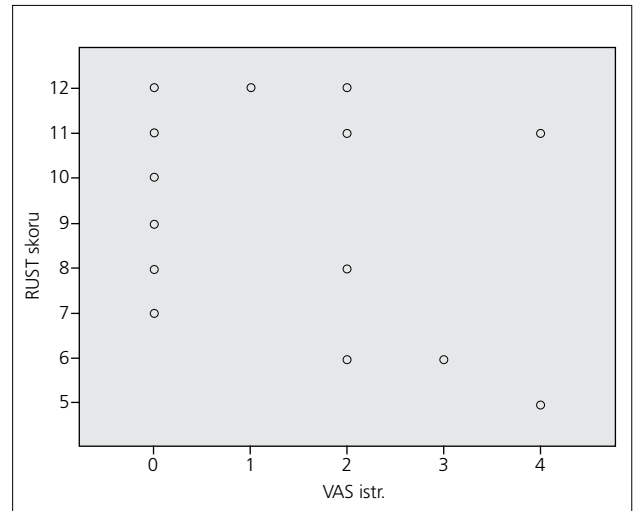
Şekil 4. Fiziksel fonksiyon skorlarının dağılımı.



Şekil 6. RUST skorunun Karlström-Olerud skoru ile karşılaştırması.



Şekil 5. KF-36 ağrı skorlarının dağılımı.

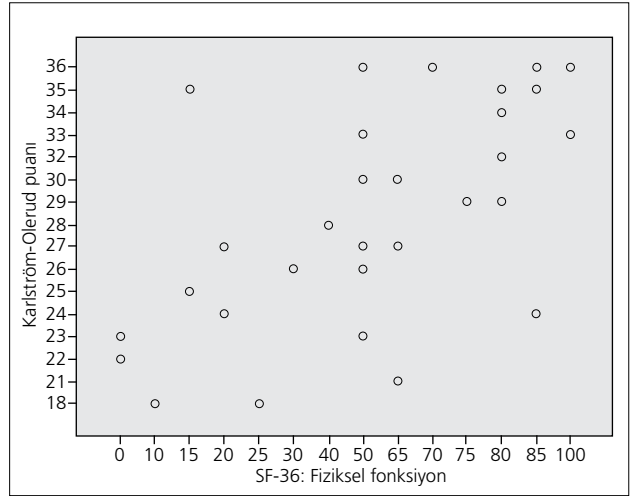


Şekil 7. RUST skorunun GAS istirahat skoru ile karşılaştırması.

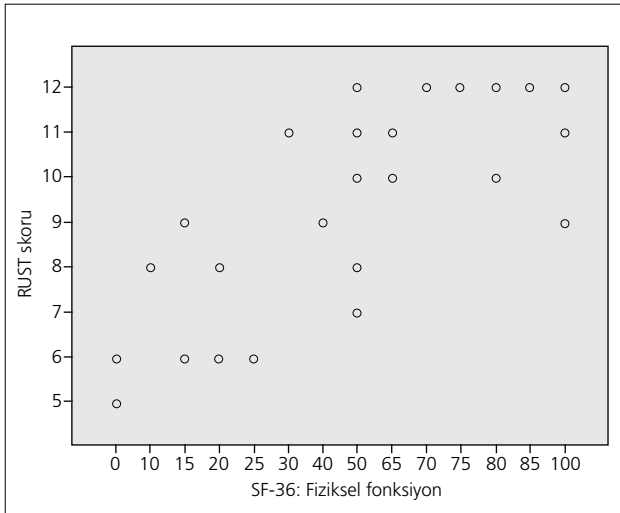
RUST skoru ile KF-36 fiziksel fonksiyon ve ağrı skorları ayrı ayrı karşılaştırıldığında p değerleri 0.000 olarak bulundu. Korelasyon katsayıları da, sırasıyla, 0.710 ve 0.702 idi. Bu veriler ışığında, RUST skoru ile KF-36 puanları arasındaki anlamlı bir ilişki vardı (Şekil 8 ve 9).

Daha sonra Karlström-Olerud değeri, GAS istirahat ve aktivite değerleri, KF-36 fiziksel fonksiyon ve ağrı değerleri kendi aralarında çapraz istatistiksel analize tabi tutuldu. Bu analizin yapılmasındaki amaç, RUST skorunun diğer parametrelerle olan korelasyonuna rağmen, parametrelerin kendi içindeki uyumluluğunu görmektir (Tablo 3), (Şekil 10, 11 ve 12).

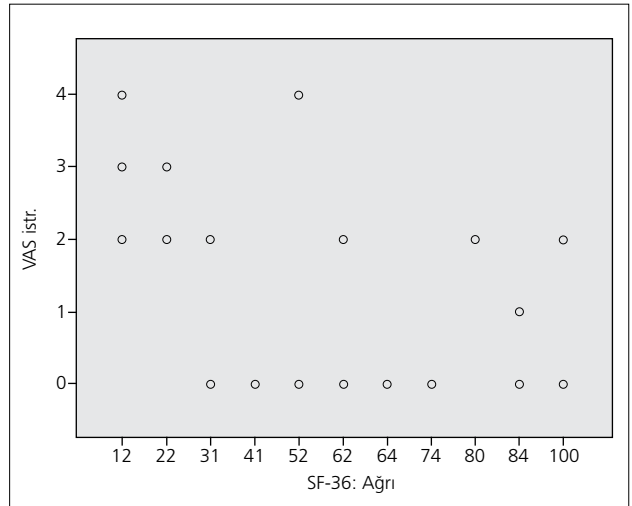
Diğer parametreler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı. Karlström-Olerud puanı yüksek olanlarda, yaygın olarak, GAS istirahat ve aktivite skor-



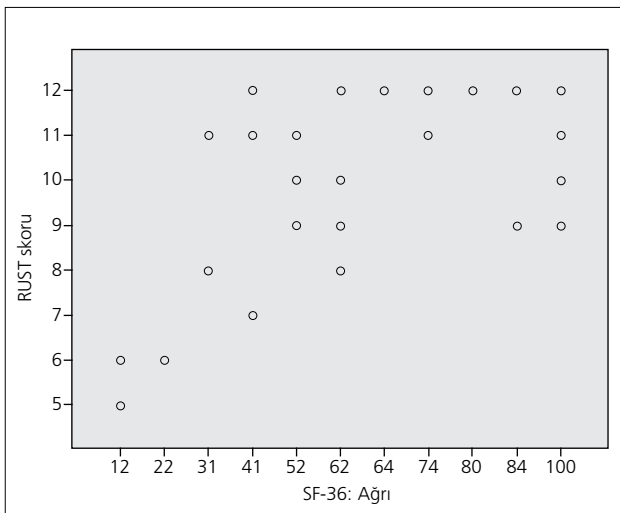
Şekil 10. Karlström-Olerud skorunun KF-36 fiziksel fonksiyon skoru ile karşılaştırması.



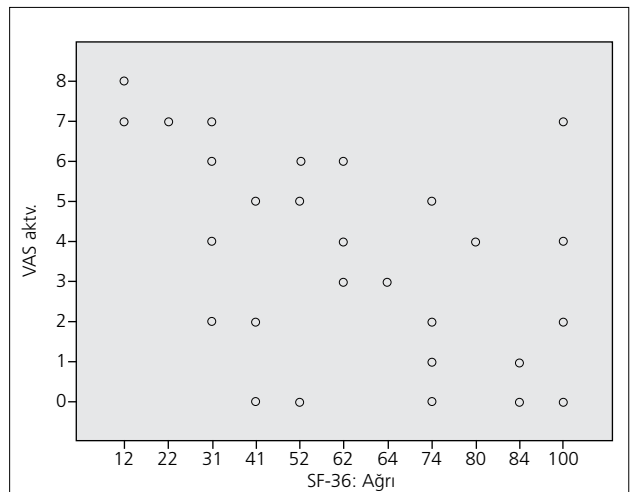
Şekil 8. RUST skorunun KF-36 fiziksel fonksiyon skoru ile karşılaştırması.



Şekil 11. GAS istirahat halinde ağrı skorunun KF-36 ağrı skoru ile karşılaştırması.



Şekil 9. RUST skorunun KF-36 ağrı skoru ile karşılaştırması.



Şekil 12. GAS aktivite halinde ağrı skorunun KF-36 skoru ile karşılaştırması.

Tablo 3. Tüm parametrelerin çapraz analizi.

	RUST skoru	Karlström-Olerud skoru	GAS istirahat skoru	GAS aktivite skoru	KF-36 fiziksel fonksiyon skoru	KF-36 ağrı skoru
RUST skoru						
Korelasyon katsayısı	1.00	0.637	-0.463	-0.541	0.710	0.702
p değeri	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000
Karlström-Olerud skoru						
Korelasyon katsayısı	0.637	1.000	-0.534	-0.837	0.767	0.728
p değeri	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000
GAS istirahat skoru						
Korelasyon katsayısı	-0.463	-0.534	1.000	0.629	-0.523	-0.578
p değeri	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
GAS aktivite skoru						
Korelasyon katsayısı	-0.541	-0.837	0.629	1.000	-0.671	-0.692
p değeri	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
KF-36 fiziksel fonksiyon skoru						
Korelasyon katsayısı	0.710	0.767	-0.523	-0.671	1.000	0.861
p değeri	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
KF-36 ağrı skoru						
Korelasyon katsayısı	0.702	0.728	-0.578	-0.692	0.861	1.000
p değeri	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

ları düşük ve KF-36 fiziksel fonksiyon ve ağrı skorları yüksek idi.

Tartışma

Kırık kaynamasının değerlendirilmesinde değişik radyolojik skorlama sistemleri hakkında birçok çalışma yapılmasına karşın, hangi sistemin daha başarılı olduğunu daire hala bir görüş birliği yoktur.^[11-14]

Corrales ve ark., yapılan çalışmalardan ancak %62'sinin kırık kaynamasının değerlendirilmesinde klinik ve radyolojik kriterleri beraber kullandıklarını bildirmişlerdir.^[15] Radyolojik kriterler arasında en çok kullanılanı ise kallus dokusunun köprüleşmesidir. Bunu sırasıyla 3 kortekste köprüleşme ve kortikal devamlılık izlemektedir.^[9,16]

Sarmiento ve ark., başarılı bir kaynamanın şu 3 kriterin varlığında söylenebileceğini ifade etmişlerdir; hastanın yük verme ile ağrısının olmaması, kırık hattında hareketin olmaması ve grafide kırık hattında kallus görülmesi.^[17]

Direkt radyografi dışında radyonüklid görüntüleme, bilgisayarlı tomografi, ultrasonografi ve rezonans frekans analizleri kırık iyileşmesini göstermede iyi sonuçlar vermişlerse de, klinik uygulamaları pahalı ve zordur.^[18-22]

Birçok yazar kırık iyileşme kriteri olarak en az iki filmde kallus köprüleşmesinin görülmesi gerektiğini savunmuşlardır.^[20,23,24] Uzun kemiklerin klinik kırık kaynaması çalışmalarında radyolojik olarak en çok kullanılan kriterler kallus köprüleşmesi (kemik veya trabekül),

kırık hattının 3 düzlemde de köprüleşmesi ve kırık hattının silinmesidir.^[25] Bununla birlikte, Davis ve ark., dört korteks yerine üçünün köprüleşmesinin değerlendirmede kriter alınmasının, kabul edilemez derecede yanlış sonuçlar verdiğini göstermişlerdir.^[15,26] Kortikal devamlılığın torsiyonel dirençlilik açısından güçlü bir gösterge olmakla birlikte kallusun daha zayıf bir gösterge olduğu farklı çalışmalarda gösterilmiştir.^[2,27]

Diğer taraftan, bazı yazarlar yeni kemik oluşumunun gözlenmesi, kırık hattının kaybolması ve yeniden şekillenmenin (remodelizasyonun) gözlenmesinin kırık kaynamasında gerekli olduğunu savunmuşlardır.^[2,28,29]

Kırık iyileşmesini değerlendirmede radyografinin güvenilirliği, kırığın radyolojik değerlendirmesinde bir altın standart olmamasından dolayı tartışmalıdır.^[30-33] Biz de, bu nedenle, çalışmamızda tibia kırığı bulunan hastaların klinik durumlarını ve yukarıda belirttiğimiz klinik değerlendirme skalalarını temel alarak, RUST skorlama sisteminin hasta bazlı güvenilirliğini geriye dönük bir çalışmayla saptamak istedik.

RUST skorlarının hastaların klinik durumlarıyla direkt olarak uyumlu olduğunu gözledik. Yüksek ağrı skoru bulunan hastaların radyolojik değerlendirmelerinde iki veya üç kortekste kallus oluşumu ve/veya kırık hattının kaybolması gibi bulguların gözlenmediğini gördük ve RUST skorlama sisteminin tibianın kaynaması sırasındaki klinik ve radyolojik sorunları doğru şekilde gösterdiğini saptadık. Bu sistemin cerrahi öncesi dönemden iti-

baren kullanılmaya başlanarak kaynama süresince takip ile çok daha doğru sonuçların alınacağını düşünmekteyiz.

RUST skorlaması kemikteki korteksin görünmesine bağlı olduğundan, sistemin diğer uzun kemikler için de uyarlanabilir olduğu açıktır. Fakat sistem, femur, ön kol ve humerus için aynı kriterleri kullanmaktaysa da, kırık kaynaması sırasında bu kemiklerin farklı dinamiklere sahip olması söz konusudur. Sonuçların standardize edilebilmesi için farklı kemiklerle ilgili daha fazla çalışmanın yapılması gerekmektedir.

RUST skorlaması, plak-vida fiksasyonu ve eksternal fiksasyon gibi diğer fiksasyon yöntemlerinde de uygulanabilir. Bununla birlikte, bu sistemlerde kırık hattındaki kaynama sırasında görülen kallus dokusu, endosteal kemikleşme oranı, kırık hattının kaybolması gibi belirtilen durumlar operasyon sırasında uygulanan tekniğe göre farklılık gösterebilmektedir.

İyileşme sürecinin değişik aşamalarında uygulanacak skorlamaların farklı sonuç verip vermeyeceği bilinmemektedir. Birçok hasta, cerrahiden çok uzun süre sonra, hatta kilitli çivileme uygulaması sonrası tibianın kaynamasından sonrası bile, çivinin tibiaya giriş bölgesi veya insizyon skarı çevresinde ağrı duyabilmektedir. Bu nedenle, skorlamaların sadece bir kez uygulanmış olması çalışmamızın kısıtlayıcı yönü olarak düşünülebilir. Bir diğer kısıtlayıcı faktör ise çalışma süresince tek gözlemcinin bulunmasıdır. Değişik gözlemcilerle yapılacak bir çalışma daha gerçekçi sonuçlar verebilecektir.

Sonuç olarak, RUST skorlama sistemi gelecek için umut verici bir sistemdir. Bununla birlikte, sistem henüz çok yeni olduğundan ve ortopedik cerrahlar tarafından yakın zamanda tek başına rutin olarak kullanılacağını düşünmemekteyiz. Öte yandan, kırık iyileşmesi ile ilgili yeni ve kullanımı kolay bir skorlama sisteminin standardizasyonu en azından bilimsel gelişme açısından önem taşımaktadır. Bu skorlama sisteminin geliştirilmesi için daha büyük örneklem grubuna sahip ve değişik hasta profili barındıran çalışmalar yapılmalıdır. Bu skorlama sistemi, diğer kemiklere uygulanabilecek, daha kullanışlı skorlama sistemlerinin geliştirilmesi için bir çıkış noktası olabilir.

Teşekkür: Yazarlar, Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı'na teşekkürü bir borç bilirler.

Çıkar örtüşmesi: Çıkar örtüşmesi bulunmadığı belirtilmiştir.

Kaynaklar

1. Checketts RG, Moran CG, Jennings AG. 134 tibial shaft fractures managed with the Dynamic Axial Fixator. *Acta Orthop Scand* 1995;66:271-4.
2. Panjabi MM, Walter SD, Karuda M, White AA, Lawson JP. Correlations of radiographic analysis of healing fractures with strength: a statistical analysis of experimental osteotomies. *J Orthop Res* 1985;3:212-8.
3. Whelan DB, Bhandari M, Stephen D, Kreder H, McKee MD, Zdero R, et al. Development of the radiographic union score for tibial fractures for the assessment of tibial fracture healing after intramedullary fixation. *J Trauma* 2010;68:629-32.
4. Karlström G, Olerud S. Fractures of the tibial shaft; a critical evaluation of treatment alternatives. *Clin Orthop Relat Res* 1974;105:82-115.
5. Downie WW, Leatham PA, Rhind VM, Wright V, Branco JA, Anderson JA. Studies with pain rating scales. *Ann Rheum Dis* 1978;37:378-81.
6. Wewers ME, Lowe NK. A critical review of visual analogue scales in the measurement of clinical phenomena. *Res Nurs Health* 1990;13:227-36.
7. Gallagher EJ, Liebman M, Bijur PE. Prospective validation of clinically important changes in pain severity measured on a visual analog scale. *Ann Emerg Med* 2001;38:633-8.
8. Ware JE Jr. SF-36 health survey update. *Spine (Phila Pa 1976)* 2000;25:3130-9.
9. Egol KA, Gruson K, Spitzer AB, Walsh M, Tejwani NC. Do successful surgical results after operative treatment of long-bone nonunions correlate with outcomes? *Clin Orthop Relat Res* 2009;467:2979-85.
10. Kooistra BW, Dijkman BG, Busse JW, Sprague S, Schemitsch EH, Bhandari M. The radiographic union scale in tibial fractures: reliability and validity. *J Orthop Trauma* 2010;24 Suppl 1:S81-6.
11. Reed LK, Mormino MA. Functional outcome after blade plate reconstruction of distal tibia metaphyseal nonunions: a study of 11 cases. *J Orthop Trauma* 2004;18:81-6.
12. Brinker MR, O'Connor DP. Exchange nailing of ununited fractures. *J Bone Joint Surg Am* 2007;89:177-88.
13. Tükenmez M, Tezeren G. The treatment of adult segmented tibial shaft fractures with Ilizarov circular external fixator. *Türkiye Klinikleri J Medical Sci* 2007;27:379-85.
14. Skoog A, Söderqvist A, Törnkvist H, Ponzer S. One-year outcome after tibial shaft fractures: results of a prospective fracture registry. *J Orthop Trauma* 2001;15:210-5.
15. Corrales LA, Morshed S, Bhandari M, Micalau T 3rd. Variability in the assessment of fracture-healing in orthopaedic trauma studies. *J Bone Joint Surg Am* 2008;90:1862-8.
16. Ware J Jr, Kosinski M, Keller SD. A 12-Item Short-Form Health Survey: construction of scales and preliminary tests of reliability and validity. *Med Care* 1996;34:220-33.
17. Sarmiento A, Sobol PA, Sew Hoy AL, Ross SD, Racette WL, Tarr RR. Prefabricated functional braces for the treatment of fractures of the tibial diaphysis. *J Bone Joint Surg Am* 1984;66:1328-39.
18. Esterhai J, Alavi A, Mandell GA, Brown J. Sequential

- technetium-99m/gallium-67 scintigraphic evaluation of subclinical osteomyelitis complicating fracture nonunion. *J Orthop Res* 1985;3:219-25.
19. Smith MA, Jones EA, Strachan RK, Nicoll JJ, Best JJ, Tothill P, et al. Prediction of fracture healing in the tibia by quantitative radionuclide imaging. *J Bone Joint Surg Br* 1987;69:441-7.
 20. Moed BR, Watson JT, Goldschmidt P, van Holsbeeck M. Ultrasound for the early diagnosis of fracture healing after interlocking nailing of the tibia without reaming. *Clin Orthop Relat Res* 1995;310:137-44.
 21. Gershuni DH, Skyhar MJ, Thompson B, Resnick D, Donald G, Akeson WH. A comparison of conventional radiography and computed tomography in the evaluation of spiral fractures of the tibia. *J Bone Joint Surg Am* 1985;67:1388-95.
 22. Tower SS, Beals RK, Duwelius PJ. Resonant frequency analysis of the tibia as a measure of fracture healing. *J Orthop Trauma* 1993;7:552-7.
 23. Keating JF, O'Brien PJ, Blachut PA, Meek RN, Broekhuysen HM. Locking intramedullary nailing with and without reaming for open fractures of the tibial shaft. A prospective, randomized study. *J Bone Joint Surg Am* 1997;79:334-41.
 24. Duwelius PJ, Schmidt AH, Rubinstein RA, Green JM. Nonreamed interlocked intramedullary tibial nailing. One community's experience. *Clin Orthop Relat Res* 1995;315:104-13.
 25. Davis BJ, Roberts PJ, Moorcroft CI, Brown MF, Thomas PB, Wade RH. Reliability of radiographs in defining union of internally fixed fractures. *Injury* 2004;35:557-61.
 26. Morshed S, Corrales L, Genant H, Miclau T 3rd. Outcome assessment in clinical trials of fracture-healing. *J Bone Joint Surg Am* 2008;90 Suppl 1:62-7.
 27. Bhandari M, Guyatt GH, Swiontkowski MF, Tornetta P 3rd, Sprague S, Schemitsch EH. A lack of consensus in the assessment of fracture healing among orthopaedic surgeons. *J Orthop Trauma* 2002;16:562-6.
 28. Lane JM, Sandhu HS. Current approaches to experimental bone grafting. *Orthop Clin North Am* 1987;18:213-25.
 29. Blokhuis TJ, de Bruine JH, Bramer JA, den Boer FC, Bakker FC, Patka P, et al. The reliability of plain radiography in experimental fracture healing. *Skeletal Radiol* 2001;30:151-6.
 30. Claes L, Grass R, Schmickal T, Kisse B, Eggers C, Gerngross H, et al. Monitoring and healing analysis of 100 tibial shaft fractures. *Langenbecks Arch Surg* 2002;387:146-52.
 31. Whelan DB, Bhandari M, McKee MD, Guyatt GH, Kredler HJ, Stephen D, et al. Interobserver and intraobserver variation in the assessment of the healing of tibial fractures after intramedullary fixation. *J Bone Joint Surg Br* 2002;84:15-8.
 32. den Boer FC, Bramer JA, Patka P, Bakker FC, Barentsen RH, Feilzer AJ, et al. Quantification of fracture healing with three-dimensional computed tomography. *Arch Orthop Trauma Surg* 1998;117:345-50.
 33. Bhattacharyya T, Bouchard KA, Phadke A, Meigs JB, Kassarian A, Salamipour H. The accuracy of computed tomography for the diagnosis of tibial nonunion. *J Bone Joint Surg Am* 2006;88:692-7.