

Distal Tibia Şaft Kırıklarının İntramedüller Çivi ile Tespitinde Distal Kilitleme Seçeneklerinin Koyun Tibialarında Biyomekanik Karşılaştırılması

Biomechanical Comparison of Distal Interlocking Methods in Sheep Tibia Models, Used in Fixation of Distal Tibia Shaft Fractures with Intramedullary Nails

Yasin Emre Kaya¹, Metin Çelik¹, Tolgahan Kuru², Abdullah Alper Şahin³, Cengiz Isik¹, Fuat Akpınar⁴

¹Abant İzzet Baysal Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi Ve Travmatoloji Ana Bilim Dalı, Bolu, Türkiye

²Çanakkale 18 Mart Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi Ve Travmatoloji Ana Bilim Dalı, Çanakkale, Türkiye

³Ordu Eğitim Ve Araştırma Hastanesi, Ortopedi Ve Travmatoloji, Ordu, Türkiye

⁴Medeniyet Üniversitesi Göztepe Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ortopedi Ve Travmatoloji Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye



Özet

GİRİŞ ve AMAÇ: Tibia kırıklarının intramedüller çivi ile tedavisinde kullanılan çeşitli distal kilitleme metodları mevcuttur. Fakat günümüzde bu metodlardan herhangi birinin üstünlüğü konusunda görüş birliği yoktur. DSBLS (distal kilitleme bolt vidası) yeni geliştirilen bir metodudur. Çalışmamızda DSBLS ile, iki vida ile ve üç vida ile kilitleme seçeneklerini, aksiyel yüklenme kuvvetine karşı biyomekanik olarak mukayese edip aksiyel yüklenme kuvvetine karşı en dayanıklı seçeneği bulmayı amaçladık.

YÖNTEM ve GEREÇLER: Tüketim amacıyla kesilmiş 6 aylık koyunlardan 16 adet koyun tibiası elde edildi. Bu tibiaların her birini eklem hattının 6 cm proksimalinden osteotomize ettik ve transvers kırık hattı oluşturduk. Elde edilen 16 adet distal tibia fragmanı 4 gruba ayırdı. Her gruptaki 4 adet distal tibia fragmanına 8 mm kanülsüz intramedüller çivi oyma işlemi yapılmadan yerleştirdi ve farklı metodlarla distal kilitleme yapıldı. Grup 1' de 2 adet vida (2 adet mediolateral, ZIMED marka), grup 2'de 3 adet vida (2 mediolateral, 1 anteroposterior, ORTHOFIX marka), grup 3'te DSBLS (TST marka) ve grup 4' te grup 2' dekilere göre daha küçük çaplı 3 adet vida (2 mediolateral, 1 anteroposterior, TIPMED marka) kullanılarak distal kilitleme yapıldı. Kocaeli Üniversitesi Cad-Cam laboratuvarında, Üniversal Çekme – Basma Test Cihazı ile deneklerin her birine aksiyel yüklenme uygulandı. Her denekte distal vida kırılması ile birlikte test sonlandırıldı. Her denekten kuvvet, zaman ve deformasyon verileri alınıp istatistiksel olarak mukayese edildi.

BULGULAR: Aldığımız istatistik sonuçlarına göre, aksiyel yüklenme karşısında, distal kilitleme bolt vidası ile kilitleme seçeneğini (DSBLS, grup 3), çalışmamızda yer verdiğimiz ikili (grup 1) ve üçlü (grup 2, 4) kilitleme seçeneklerinden istatistiksel olarak anlamlı şekilde üstün bulduk. Ayrıca üçlü kilitleme metodunu (grup 2, 4) ikili kilitleme metoduna (grup 1) göre üstün bulduk. Üçlü kilitleme metodlarını (grup 2, 4) kendi aralarında mukayese ettiğimizde vida kor çapı daha yüksek olan grup 2' nin grup 3' e göre üstün olduğu sonucuna ulaştık.

TARTIŞMA ve SONUÇ: Çalışmamızda DSBLS nin aksiyel yüklenme kuvvetine karşı, üçlü ve ikili distal kilitleme seçeneklerine göre anlamlı şekilde üstün bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Distal kilitleme vidası, vida yetmezliği, tibia kırıkları, intramedüller çivileme, distal kilitleme bolt vidası, DSBLS, biyomekanik çalışma

Abstract

INTRODUCTION: There are different types of distally interlocking methods used in intramedullary nailing of tibia fractures. But there is no consensus about the superiority of these methods. DSBLS (distally locking bolt screw) is a new improved recently. In our study, we compared DSBLS, double screw distally locking and triple screw distally locking methods against axial loading forces biomechanically and we aimed to find the most resistant method to axial loading.

METHODS: 16 pieces of tibia were extracted from sheep slaughtered for consumption. We osteotomized these tibias 6 cm proximal from tibiotalar joint to make up a transverse fracture model. We divided 16 distal tibia portions into 4 groups. 8 mm solid intramedullary nails were implanted to tibias without reaming and locked distally with different methods in each groups. In we used 2 screws (both in mediolateral position, ZIMED) in group 1, 3 screws (two mediolateral, one anteroposterior position, ORTHOFIX) in group 2, DSBLS (TST) in group 3 and 3 screws with a smaller diameter (two mediolateral, one anteroposterior position, TIPMED) in group 4 for distal interlocking. Axial load was applied to all experimentals by Universal Traction – Distraction Test Machine in CadCam laboratory, Kocaeli University. Tests were ended with screw breakage. Force, time and deformation data were recorded and compared statistically.

RESULTS: According to statistic results, resistance to axial loading forces of distally locking bolt screw (DSBLS, group 3) was statistically higher than double (group 1) or triple (group 2, 4) screw distal locking methods. Beside this, resistance to axial loading forces of triple screw locking method (group 2, 4) was statistically higher than double screw locking method (group 1). When we compared triple screw locking methods, group 2 with larger diameter screws was more resistant than group 4.

DISCUSSION AND CONCLUSION: In our study, DSBLS was significantly superior to axial loading force compared to triple and double distal locking options.

Keywords: Distally locking screw, screw failure, tibia fractures, intramedullary nailing, distally locking bolt screw, DSBLS, biomechanic study

GİRİŞ

Tibia kırıklarının iki açıdan önemi bulunmaktadır. Bunlardan birincisi vücuttaki diğer uzun kemiklere göre en sık direkt travmaya maruz kalan ve kırılan kemik olmasıdır. İkincisi ise tedavi seçeneklerinin fazla olması ve bunların kendilerine göre avantajları ve dezavantajları olmasıdır (1).

Kırık tedavisinde temel amaç; kabul edilebilir redüksiyonun sağlanması ve kırık olan ekstremitenin mümkün olan en kısa zamanda fonksiyonlarını yapabilecek hale getirilmesidir. Tibia cisim kırıkları konservatif yöntemler, ve cerrahi yöntemlerle tedavi edilmektedir. Cerrahi tedavinin başarılı olabilmesi için, temel cerrahi prensiplere uyulmalı, stabil bir tespit yöntemi uygulanmalıdır. (2).

Tibia istmus distalindeki şaft kırıkları oldukça sık görülüp ve intramedüller çivileme sık tercih edilen bir cerrahi tedavi yöntemidir (1). Tibia intramedüller çivilerin değişik formda distal kilitleme seçenekleri mevcuttur. Fakat henüz bunlardan herhangi birinin üstünlüğü konusunda fikir birliği yoktur. Distal vidaların yük verme halinde kırılması ya da gevşemesi karşımıza çıkan distal vida ile ilgili önemli bir komplikasyondur (3).

GEREÇ ve YÖNTEM

Bu çalışma Abant İzzet Baysal Eğitim ve Araştırma Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı'nda deneysel çalışma olarak yapılmıştır.

Tüketim amacıyla kesilmiş 6 aylık koyunların sol arka tibiaları yumuşak dokularından sıyrılarak 16 adet koyun tibiası elde edildi. Elde edilen bu tibialardan her biri tibiotalar eklem yüzünün 6 cm proksimalinden elektirikli testere ile osteotomize edilerek transvers kırık hattı oluşturuldu. Her bir tibiada oluşturulan osteotomi hattının proksimal kısımları çalışma dışında bırakıldı. Osteotomi hattının distalinde

kalan toplam 16 adet distal tibia fragmanı her biri 4'er taneden oluşmak üzere toplamda 4 gruba ayrıldı. Çalışmamızda grup 2'de ithal, grup 1, grup 3 ve grup 4'te yerli üretim çivi markaları kullandık (grup 1 – ZIMED, Gaziantep, Türkiye; grup 2 – ORTHOFIX, Bussolengo, İtalya; grup 3 – TST, İstanbul, Türkiye; grup 4 – TIPMED, İzmir, Türkiye). Grup 2 ve grup 4'te üçer adet, grup 3'te DSBLS ve grup 1'de ise iki adet distal kilitleme vidası kullandık. 4 ayrı markanın 8 mm çapındaki toplamda 16 adet intramedüller çivisi oyma işlemi yapılmadan intramedüller olarak, osteotomi hattında ortalama medüller çapı 9 mm olan tibialara yerleştirildi ve distal kilitleme tekniklerine uygun olarak skopi eşliğinde kilitleme yapıldı.

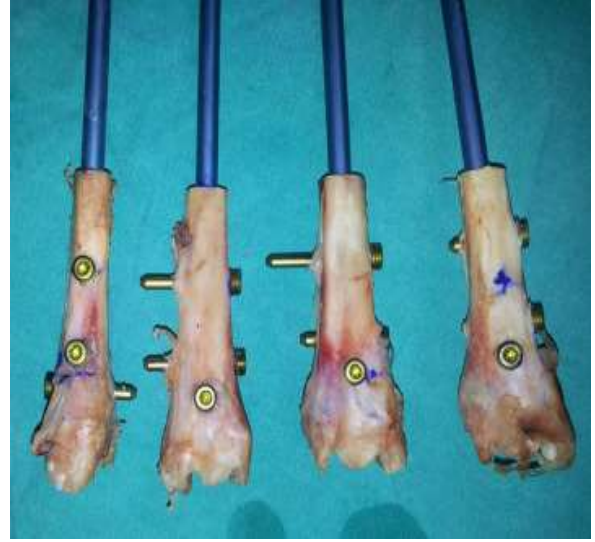
Grup 1'deki 4 adet distal tibia fragmanının her birine ayrı ayrı, skopi eşliğinde 4 adet intramedüller çivi, proksimaldeki osteotomi hattından distale doğru intramedüller olarak, çivinin distal ucu tibiotalar eklem subkondral bölgesine degecek şekilde yerleştirildi. Sonrasında 2 adet medialden laterale; 4,5 mm çapında kortikal distal kilitleme vidası yerleştirilmek üzere drilizasyon yapıldı ve vidalar ikişer korteks geçecek şekilde yerleştirilerek distal kilitleme sağlandı. Bu işlem grup 1'deki 4 koyun tibiasına uygulanarak 4 adet denek oluşturuldu (Şekil 1 a, b).

Grup 2'deki, 4 adet distal tibia fragmanının her birine ayrı ayrı, skopi eşliğinde 4 adet intramedüller çivi, proksimaldeki osteotomi hattından distale doğru intramedüller olarak, çivinin distal ucu tibiotalar eklem subkondral bölgesine degecek şekilde yerleştirildi.

Sonrasında 2 adet medialden laterale ve 1 adet anteriordan posteriora; 4,8 mm çapında, vida başı yivli, kortikal distal kilitleme vidası yerleştirilmek üzere drilizasyon yapıldı ve vidalar



Şekil 1 a: Grup 1, ön ve yan görüntüleri



Şekil 2 a: Grup 2, ön ve yan görüntüleri



Şekil 1 b: Grup 1, ön ve yan skopi görüntüleri



Şekil 2 b: Grup 2, ön ve yan skopi görüntüleri

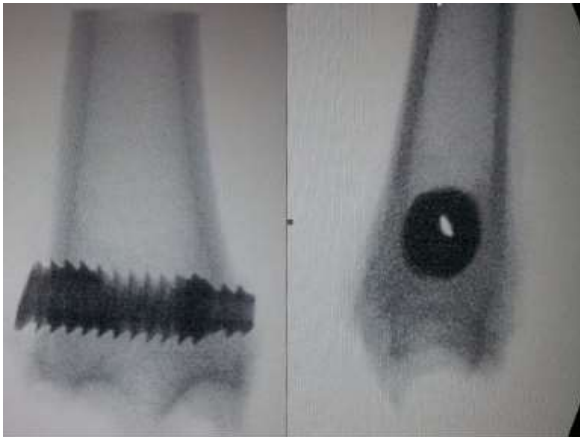
ikişer korteks geçecek şekilde yerleştirilerek distal kilitleme sağlandı. Bu işlem grup 2'deki 4 koyun tibiasına uygulanarak 4 adet denek oluşturuldu (Şekil 2 a, b).

Grup 3'teki 4 adet distal tibia fragmanlarından her birine öncelikle DSBSLS yerleştirilmek üzere skopi altında DSBSLS'nin yerleştirileceği yer ve pozisyon ayarlandı. DSBSLS'nin yerleştirileceği yer tibiotalar eklemin subkondral bölgesine paralel ve teğet olacak şekilde tayin edildi ve 1 adet K teli medialden laterale yerleştirilerek işaretlendi ve skopi ile K telinin yeri ve pozisyonu kontrol edildi (Şekil 3 a). Yerleştirilen K teli üzerinden

DSBLS'nin çapına uygun drilizasyon yapılarak vidanın yerleştirileceği yer açıldı. Uygun tornavida ile DSBLS medial ve lateral kortekse tutunacak şekilde ve ivin oturmağı oluk medullayı ortalayacak şekilde yerleştirildi (şekil 3 b). Tibia intramedüller çivi, tibianın osteotomi yapılan proksimal bölgesinden distale doğru intramedüller olarak yerleştirildi ve skopi ile ivin DSBLS içerisine yerleştiği hem AP hem de lateral grafiler ile kontrol edildi (şekil 3 c). Sonrasında 1 adet kompresyon vidası bolt vidası içerisine medialden yerleştirilerek bolt vidası, çivi ve tibia birbirine fikse edilerek distal kilitleme sağlandı. Bu işlem grup 3'teki 4 koyun tibiasına uygulanarak 4 adet denek oluşturuldu (şekil 3 d).



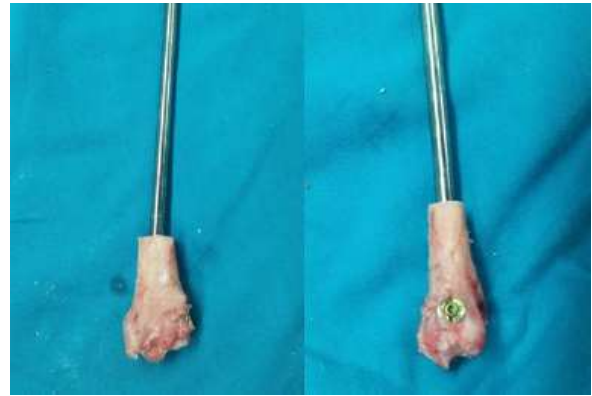
şekil 3 a: DSBLS yerleştirilmesi için K teli ile yer tayni, n ve yan skopi görüntüleri



şekil 3 b: DSBLS vidası yerleştirilmiş tibia, n ve yan grafiler



şekil 3 c: Grup 3, DSBLS ile kilitleme, n ve yan grafiler



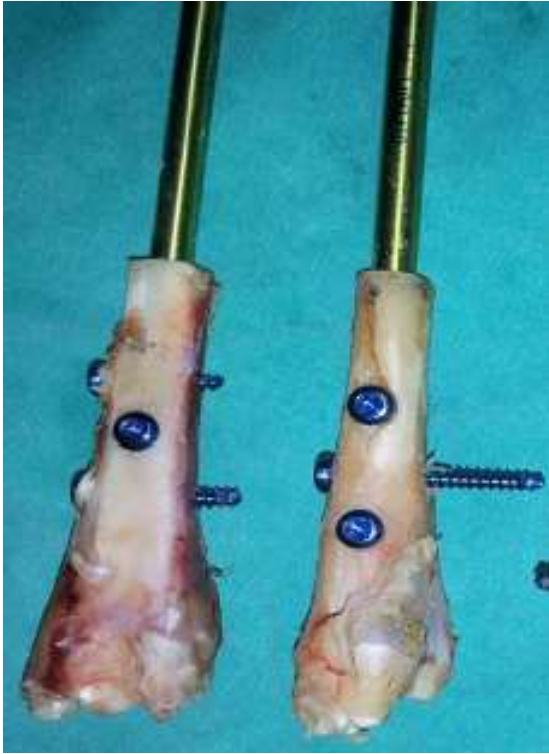
şekil 3 d: Grup 3, n ve yan görüntüleri

Grup 4'teki, 4 adet distal tibia fragmanının her birine ayrı ayrı, skopi eşliğinde 4 adet intramedüller çivi, proksimaldeki osteotomi hattından distale doğru intramedüller olarak, ivin distal ucu tibiotalar eklemi subkondral bölgesine değecek şekilde yerleştirildi.

Sonrasında 2 adet medialden laterale ve 1 adet anteriordan posteriora; 4,5 mm çapında, kortikal distal kilitleme vidası yerleştirilmek üzere drilizasyon yapıldı ve vidalar ikişer korteks geçecek şekilde yerleştirilerek distal kilitleme sağlandı. Bu işlem grup 4'teki 4 koyun tibiasına uygulanarak 4 adet denek oluşturuldu (şekil 4 a, b). Hazırlanan toplam 16 denek biyomekanik laboratuvarına götürülmek üzere saklanmak için formaldehit çözeltisine konuldu ve niversal ekme–Basma Test Cihazı'nda sınanmak üzere Kocaeli Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi

CadCam laboratuvarına götürüldü.

Üniversal betaALŞA Çekme–Basma Test Cihazı, Kocaeli Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi araştırma ve öğretim görevlileri istekleri doğrultusunda betaALŞA Laboratuvar Cihazları Ltd. şti. tarafından özel olarak üretilmiş 2000 kg çekme – basma kapasiteli, 0,001 – 1000 mm/dk test hız aralığı olan, 1/300000 kuvvet ölçüm realizasyonu olan, +- 0,1 % mm deplasman hassasiyeti olan, 400/750 W gücünde, TS EN ISO 7500–1, ASTM E4 10002–2, BS 1610 DIN51221'e göre CLASS 1 kuvvet hassasiyeti olan, TS 138 EN ISO 1002–1, EN ISO 27, EN ISO 604, EN ISO1319, BS3846, ASTM E83, DIN 51221 standartlarını sağlamış, 16–32 BIT data toplama hızı olan bilgisayar kontrollü bir cihazdır.



Şekil 4 a: Grup 4, ön ve yan görüntüleri



Şekil 4 b: Grup 4, ön ve yan grafipleri

Cihazın alt tablası sabit, üst tablası ise hareketlidir. Deneği sabitlemek için cihazın üst ve alt tablalarına, yapılacak olan işleme (çekme ya da basma) ve sinanacak olan deneye göre tutucular takılabilmektedir (1) (Şekil 5).



Şekil 5: Bilgisayar kontrollü Üniversal betaALŞA Çekme – Basma Test Cihazı, Kocaeli

Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi CadCam laboratuvarı Laboratuvara götürülen 16 denegin her biri test cihazına yerlestirilmeden önce, aksiyel yüklenme sırasında uygulanan kuvvet dogrultusunda çivilerin deformasyonunun azaltılması, dolayısıyla distal vidalara yükü aktarma konusunda eksiklik yaşanmasının önüne geçilmesi amacıyla her bir çivi, distali 11 cm kalacak şekilde elektrikli spiral demir keski ile kesildi ve çivilerin proksimal kısımları çalışma dışı bırakıldı (Şekil 6). Aksiyel yüklenme sırasında kilitleme vidalarının kırılmasından daha önce koyun tibiasının talus ile eklem yapan malleol çıkıntılarının kırılarak testi durduracağı ve cihaz tarafından vida kırılması olarak algılanabileceği, dolayısıyla testiyanlış yönlendireceği ön görülerek bu çıkıntılar elektrikli testere ile kesildi ve eksiz edildi.



Şekil 6: Çivilerin distali 11 cm kalacak şekilde kesilmiş hali

Bu işlem 16 deneye uygulanarak tibiaların cihaz zeminine daha düzgün oturması sağlandı.

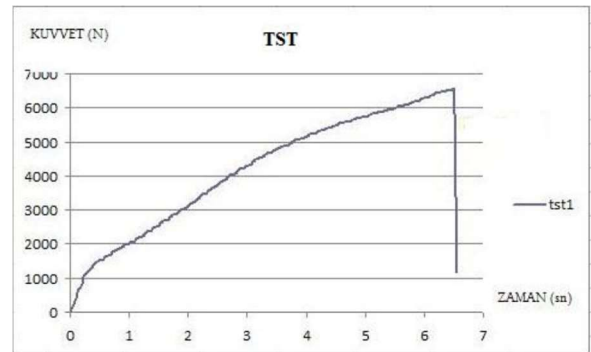
Biz çalışmamızda cihaza yerleştirilen deneklerin alt uçlarının sağa – sola kaymasını engellemek için her iki tarafına metal sabit şeritler yerleştirdik ve alt tabla üzerinde kaymasını engelledik. Üst tablaya ise çivinin üst ucunun yerleşebileceği ters huni şeklinde çelik bir aparat takarak üst ucunun aksiyel yüklenme esnasında hareket etmesini engelledik ve üst tablanın uyguladığı kuvvetin, çivi vasıtası ile alt tablaya

dik bir şekilde iletilmesini sağladık (Şekil 7).



Şekil 7: Cihazda üst ve alt tabla arasında sıkıştırılmış vaziyette denekler

Denekler sırası ile cihaza yerleştirilerek her birine, cihazın alt ve üst tutucuları arasındaki mesafeyi 10 mm/dk hızda daraltabilecek şekilde kuvvet uygulandı. Uygulanan kuvvet (N), oluşan deformasyon (mm) ve kırılmaya kadar olan geçen zaman (sn) test cihazına bağlı olan bilgisayardaki betaALŞA Üniversal Test Programı ile kaydedildi. Geçen süre karşısında artan kuvvetin ani olarak düşmesi cihaz tarafından kırılma olarak algılandı ve test sonlandırıldı (Grafik 1). 16 denek sırası ile aynı işlemden geçirildi. Her bir deneyde hız 10 mm/dk sabit olarak uygulandı ve bu sabit hız karşısında elde edilen kuvvet (N), deformasyon (mm) ve zaman (sn) değişkenleri dijital ortamda kayıt altına alındı. İmplantlar koyun tibialarından uygun aparatlar yardımı ile çıkarılarak kırılmaları makroskopik olarak gözlemlendi (Şekil 8 a, b, c).



Resim 1: Test aşamasında uygulanan kuvvet karşısında test programının çizmiş olduğu grafik Örneği



Şekil 8 a: DSBS ve çivi çıkarılması sonrası tibia örnekleri; sırasıyla üstten, önden, medialden, alttan ve lateralden bakış



Şekil 8 b: Distal kilit vidaları çıkarıldıktan sonra kemiğin görüntüsü



Şekil 8 c: Kırılmış vida görüntüleri sırası ile ZIMED, ORTHOFIX, TIPMED, TST

Grup 1, grup 2, grup 3 ve grup 4' teki toplam 16 adet deneğin verileri istatistikî olarak mukayese edildi. Verilerin analizi SPSS 15.0 (Chicago, Amerika Birleşik Devletleri) programı ile yapıldı ve %95 güven düzeyi ile çalışıldı. Analizlerde parametrik testlerden, Pearson korelasyon ve One-Way ANOVA kullanıldı.

BULGULAR

İstatistik sonuçları ile ilgili genel bilgi

Grup 1, grup 2, grup 3 ve grup 4'teki toplam 16 adet deneğin verilerinin istatistiki olarak değerlendirilmesi ve mukayese sonuçları yer almaktadır. Verilerin analizi SPSS 15.0 programı ile yapılmış ve % 95 güven düzeyi ile çalışılmıştır. Analizlerde parametrik testlerden pearson korelasyon ve One-Way ANOVA kullanılmıştır.

Parametrik Testler:

One – Way ANOVA: Bağımsız k grubun ($k>2$) nicel bir değişken açısından karşılaştırılmasında kullanılan test tekniğidir. Söz konusu testin uygulanabilmesi için her iki grubun normal dağılım varsayımını sağlaması gerekir.

Spearman Korelasyon Katsayısı: Nicel iki değişkenin arasındaki ilişkinin yönü ve kuvvetinin belirlenmesinde kullanılan test tekniğidir.

Korelasyon katsayısı r ; -1 ile +1 arasında değer almaktadır. Katsayının işareti ilişkinin yönünü gösterirken büyüklüğü ilişkinin kuvvetini göstermektedir.

Elde edilen kuvvet, zaman ve deformasyon değerleri

Elde edilen kuvvet, zaman ve deformasyon değerleri Tablo 1'de verilmiştir.

Grup 1'e uygulanan kuvvet ortalaması $3358,604 \pm 2298,4281$; grup 2'ye uygulanan kuvvet ortalaması $3639,613 \pm 2085,3790$; grup 3'e uygulanan kuvvet ortalaması $4870,951 \pm 2466,7548$ ve grup 4'e uygulanan kuvvet ortalaması $3631,570 \pm 2367,6953$ Newton'dur.

Grup 1'in deformasyon ortalaması $4,65459 \pm 2,874957$; grup 2'nin deformasyon ortalaması $9,36562 \pm 6,756616$; grup 3'ün deformasyon ortalaması $3,86441 \pm 2,310996$ ve grup 4'ün deformasyon ortalaması $4,96054 \pm 3,369941$ mm'dir. Grup 1'in zaman ortalaması $37,09059 \pm 23,052661$; grup 2'nin zaman ortalaması $75,94461 \pm 53,775512$; grup 3'ün zaman ortalaması $30,99204 \pm 18,416602$ ve grup 4'ün zaman ortalaması $41,36910 \pm 26,796235$ sn' dir.

Tablo 1: Çalışmada kullanılan çivilerin gruplara göre kuvve

		n	Minimum	Maximum	X	ss
Uygulanan Kuvvet	Grup 1	905	4,0	7893,0	3358,604	2298,4281
	Grup 2	1709	3,0	8350,0	3639,613	2085,3790
	Grup 3	771	4,0	10880,0	4870,951	2466,7548
	Grup 4	966	2,0	9160,0	3631,570	2367,6953
Deformasyon (mm)	Grup 1	905	0,000	11,155	4,65459	2,874957
	Grup 2	1709	0,000	26,901	9,36562	6,756616
	Grup 3	771	0,000	8,847	3,86441	2,310996
	Grup 4	966	0,000	12,476	4,96054	3,369941
Zaman (sn)	Grup 1	905	,656	88,797	37,09059	23,052661
	Grup 2	1709	,672	214,984	75,94461	53,775512
	Grup 3	771	,672	70,750	30,99204	18,416602
	Grup 4	966	,656	102,734	41,36910	26,796235

deformasyon (mm), zaman (sn) ortalamaları (X), minimum ve maximum değerleri

t (N),

Tablo 2: Korelasyon analizi sonuçları

	Grup 1 (ZIMED)			Grup 2 (ORTHOFLIX)			Grup 3 (TST)			Grup 4 (TIPMED)				
	Uygulanan Kuvvet	Deformasyon (mm)	Zaman (sn)	Uygulanan Kuvvet	Deformasyon (mm)	Zaman (sn)	Uygulanan Kuvvet	Deformasyon (mm)	Zaman (sn)	Uygulanan Kuvvet	Deformasyon (mm)	Zaman (sn)		
Uygulanan Kuvvet	<i>r</i>	1	.846**	.850**	1	.912**	.910**	1	.807**	.806**	1	.869**	.873**	
	<i>p</i>		0	0		0	0		0	0		0	0	
Deformasyon (mm)	<i>r</i>		1	1,000**		1	1,000**		1	1,000**		.869**	1	.998**
	<i>p</i>			0			0			0			0	0
Zaman (sn)	<i>r</i>			1			1			1			1	
	<i>p</i>													1

İlişki korelasyon analizi: İlişki korelasyon analizi Tablo 2’de verilmiştir.

Grup 1 için uygulanan kuvvet ile deformasyon ve zaman arasında pozitif yönlü kuvvetli ilişki bulunmaktadır ($p<0,05$). Grup 1 için deformasyon ile zaman arasında pozitif yönlü tam ilişki bulunmaktadır ($p<0,05$).

Grup 2 için uygulanan kuvvet ile deformasyon ve zaman arasında pozitif yönlü çok kuvvetli ilişki bulunmaktadır ($p<0,05$). Grup 2 için deformasyon ile zaman arasında pozitif yönlü tam ilişki bulunmaktadır ($p<0,05$).

Grup 3 için uygulanan kuvvet ile deformasyon ve zaman arasında pozitif yönlü kuvvetli ilişki bulunmaktadır ($p<0,05$). Grup 3 için deformasyon ile zaman arasında pozitif yönlü tam ilişki bulunmaktadır ($p<0,05$).

Grup 4 için uygulanan kuvvet ile deformasyon ve zaman arasında pozitif yönlü kuvvetli ilişki bulunmaktadır ($p<0,05$). Grup 4 için deformasyon ile zaman arasında pozitif yönlü çok kuvvetli ilişki bulunmaktadır ($p<0,05$).

Gruplar arası karşılaştırma (ANOVA) analizi sonuçları:

Gruplar arası karşılaştırma (ANOVA) analizi sonuçları Tablo 3’te verilmiştir. Gruplar için yapılan Anova testi sonuçlarına göre; Uygulanan kuvvet açısından farklı firmalar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmaktadır ($p<0,05$). Grup 3’ün uygulanan kuvvet ortalaması en yüksek iken; grup 1’ in ortalaması en düşüktür. Grup 2’ye uygulanan kuvvet ortalaması grup 4’e göre istatistiksel olarak anlamlı yüksek çıkmıştır. Buna göre grupların farklı seviyelerde kuvvet değerlerine ulaştığı sonucuna ulaşılmıştır.

Deformasyon açısından çivi grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmaktadır ($p<0,05$). Grup 2’nin deformasyon ortalaması en yüksek iken; grup 3’ün ortalaması en düşüktür. Buna göre grupların farklı seviyelerde deformasyon oluşturduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Zaman açısından çivi grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmaktadır ($p<0,05$). Grup 2’nin zaman ortalaması en yüksek iken; grup 3’ün ortalaması en düşüktür. Buna göre gruplar arası kırılma zamanlarının farklı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 3: Gruplar arası karşılaştırma analizi

		N	X	SS	F	p
Uygulanan Kuvvet	Zimed (grup 1)	905	3358,604	2298,4281	73,556	,000
	Orthofix (grup 2)	1709	3639,613	2085,3790		
	Tst (grup 3)	771	4870,951	2466,7548		
	Tipmed (grup 4)	966	3631,570	2367,6953		
Deformasyon (mm)	Zimed (grup 1)	905	4,65459	2,874957	356,659	,000
	Orthofix (grup 2)	1709	9,36562	6,756616		
	Tst (grup 3)	771	3,86441	2,310996		
	Tipmed (grup 4)	966	4,96054	3,369941		
Zaman (sn)	Zimed (grup 1)	905	37,09059	23,052661	370,622	,000
	Orthofix (grup 2)	1709	75,94461	53,775512		
	Tst (grup 3)	771	30,99204	18,416602		
	Tipmed (grup 4)	966	41,36910	26,796235		

TARTIŞMA

Günümüzde yetişkinlerde görülen tibia shaft kırıklarının tedavisinde en çok kabul edilen metod intramedüller çivilemedir (2,3). Teknik olarak uygulama kolaylığı, kapalı uygulandığında yumuşak dokuların korunabilmesi, bükülme kuvvetine karşı oldukça sağlam olması ve erken yük verebilme olarak sıralanabilir. Her ne kadar literatürde çeşitli çalışmalar olsa da tibia kırıklarında intramedüller çivilemelerin distal kilitleme seçeneklerinden herhangi birinin kesin üstünlüğü konusunda fikir birliği oluşmamıştır (5,6,7,8). Whittle ve ark. çalışmalarında çivi ve vida kırılmalarının, ince çivi ile tedavi edilen vakalarda % 13.8 oranında görüldüğünü bildirmişlerdir (9). Genellikle vida yetmezliği, oran olarak çivi yetmezliğinden daha fazla görülür (10). Sanders ve ark. yaptığı çalışmaya göre vida yetmezliği görülme sıklığı % 0–6 oranında görülürken, Whittle ve ark. yaptığı çalışmaya göre vida yetmezliği sıklığı % 6–14 oranında görülmektedir (9,10).

Kilitleme vidalarının yetmezlikleri ve çivi kırılmaları daha küçük çaplı çivilerin kullanımı ile daha çok gündeme gelmiştir (11). Intramedüller oyulma yapılmadan gerçekleştirilen ve daha küçük çaplı çiviler kullanılarak yapılan intramedüller çivilemede kırık hattında aşırı hareket görülmektedir (12).

Kırık hattında aşırı hareket arttıkça gecikmiş kaynama, kaynamama ya da yanlış kaynama gibi komplikasyonlar artmaktadır (13). Yeni gelişimler bu hareketleri azaltma ve stabilizeyi artırma yönündedir (14). Daha stabil bir distal kilitleme seçeneği arayışı buradan gelmektedir.

Tibia intramedüller çivilemenin oymalı veya oymasız yapılması konusunda tam bir fikir birliği yoktur. Tibia kırıklarında oyma işlemini yapmanın avantajları ve dezavantajları vardır (15). İntramedüller oyma yapılmadan daha ince çivinin yerleştirilmesi endosteal kanlanmayı korumakta dolayısıyla, kırık iyileşmesini olumlu yönde etkilemekte ve enfeksiyon riskini azaltmaktadır (8, 15, 16, 17). Fakat intramedüller oyma işlemi yapılmadan tedavi edilen olgularda distal vida yetmezliği daha sık görülmektedir (18). Xia L ve ark. kapalı tibia kırıklarının tedavisinde oymalı ve oymasız çivileme tekniğini mukayese etmiş ve oymalı teknik ile yapılan çivilemenin distal kilitleme vidası yetmezliğini anlamlı şekilde azalttığını ortaya koymuştur (18). Bu durumda, oyma yapılmadan daha ince çivilerin kullanılması, bu çivilerdeki distal kilitleme seçeneğinin daha stabil ve uygulanan yüklere karşı daha dirençli olması gereksinimini ortaya çıkarmaktadır. Bu açıdan bakıldığında, DSBL's'nin aksiyel yüklenmeye karşı diğer gruplardaki distal kilitleme seçeneklerine göre

daha yüksek kuvvetlere dayanıklı olması, bize bu seçeneğin daha stabil olduğunu ve daha ince çiviler ile birlikte oyma işlemi yapılmadan kullanılarak özellikle endosteal kanlanmayı bozmadan ve de diğer oymasız intramedüller çivileme avantajlarına sahip olarak uygulama yapılabileceğini düşündürmektedir.

Küçük çaplı çivilerde metal yetmezliği ve kilit vidalarına aşırı yük binmesine bağlı vidalarda yetmezlik ve vidalarda kırılma olabilir. Erken yük vermek mümkün vida ve çivi kırılmalarına yol açabilir, kötü dizilim riski daha fazladır (19,20,21,22,23). Geabler ve ark. yaptıkları çalışmada, küçük çaplı çivi kullanılarak tedavi edilen basit kırıklarda, hastanın telöre edebildiği sürece tam yük vermesinde bir sakınca olmadığını; yine küçük çaplı çivi ile tedavi edilen segmenter yada defektli kırıklarda ise tam yük vermenin önerilmemesi gerektiğini belirtmişlerdir (24). Buna karşın Küçükdurmaz ve ark.'nın DSBSL kilitleme sistemi kullanarak tedavi ettiği 50 tibia kırığına içeren klinik çalışmada, DSBSL ile kilitleme yapılan tibia kırıklı hastalara kırığın şekline ve yerine bakılmaksızın, operasyonun ertesi günü tam yük basmasına izin verilmiş, hiçbirinde distal kilitleme ile ilgili bir yetmezlik görülmemiş (25).

Yaptığımız literatür çalışmasında DSBSL ile diğer klasik kilitleme metodlarının biyomekanik olarak mukayese edildiği herhangi bir çalışmaya rastlamadık. Bizim çalışmamızda aksiyel yüklenme kuvvetlerine karşı, distal kilitleme bolt vidasının, çalışmamızda yer verdiğimiz hem ikili (2 adet medio-lateral yönde) hem de üçlü (2 adet mediolateral, 1 adet antero-posterior yönde) kilitleme seçeneklerine göre daha yüksek kuvvetlere dayanıklı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu da Küçükdurmaz ve ark. yapmış olduğu klinik çalışmayı biyomekanik olarak erken yük verme açısından destekler niteliktedir.

Weninger ve ark. yaptıkları biyomekanik çalışmada kanüllü çivilerin, kanüle olmayan çivilere göre distal vida yetmezliğini artırdığını ortaya koymuşlardır ve bunu kanülsüz çivilerde çivi – vida temas yüzeyinin kanüle çivilerdeki çivi – vida temas yüzeyinden daha fazla olması ve vidadaki stres dağılımının daha iyi olmasına bağlamıştır (11). Weigner ve ark. yapmış oldukları aynı çalışmada distal kilit vidalarının

kor çapının vida yetmezliğine karşı direnci artırabileceğini belirtmiştir (11). Biz çalışmamızda çivilerin kanüllü ya da kanülsüz olmasının sonucu etkilememesi açısından tüm çivileri kanülsüz olarak seçtik. Çalışmamızda grup 2 ve 4'ü mukayese ettiğimizde; her iki grupta da üçer vida aynı pozisyonlarda (2 adet medio-lateral, 1 adet antero-posterior) gönderilerek kilitleme sağlanmış fakat vida kor çapı 4.8 mm olan grup 2, aksiyel yüklenme karşısında vida kor çapı 4.5 mm olan grup 4'ten anlamlı olarak üstün çıkmıştır. Bizim çalışmamızda elde ettiğimiz bu sonuç Weigner ve ark.'nın bulduğu sonuç ile örtüşmektedir. Bu konuyla ilgili değinilmesi gereken bir diğer husus ise intramedüller çiviye kilitlemede kullanılacak en geniş çaplı vida, kullanılan çivinin vida delik çapı ile sınırlıdır. Vida çapını artırmak için vida deliğinin büyütülmesi gerekir. Bu durum ise çivinin zayıflamasına ve o bölgeden kırılmasına neden olabilmektedir (26). DSBSL ile kilitleme seçeneğinde çivinin distalinde herhangi bir delik bulunmamaktadır ve bahsi geçen sebepten dolayı çivinin kırılma ihtimali yoktur. Bu durum DSBSL'yi bu açıdan avantajlı kılmaktadır.

Gong F. ve ark. yaptıkları çalışmada distal kilitleme vida sayısının stabilite üzerine etkisini biyomekanik olarak mukayese etmiş ve kompresif güçlere karşı 2 vida ile kilitlemenin, 1 vida ile kilitlemeye anlamlı istatistiksel üstünlük sağladığını ortaya koymuşlardır (27). Kneifel ve Buckley benzer şekilde tek distal kilit vidasının, 2 adet distal kilit vidası ile kilitlemeye göre daha kolay yetmezliğe uğradığını ortaya koymuştur (28). Lucas ve ark. distal vida pozisyonu ve konfigürasyonunun stabilite üzerine etkisini araştırmak için yaptıkları çalışmada 2 adet (medio-lateral yönde yerleştirilen) vida ile kilitleme ile 3 adet (1 mediolateral, 1 anteroposterior, 1 oblik) vida ile distal kilitleme arasında stabilite açısından anlamlı fark olmadığını ortaya koymuşlardır (29).

Chan Ds ve ark. yaptıkları deneysel biyomekanik çalışma sonucunda aksiyel yüklerle karşı, 3 vida ile distal kilitlemenin, 2 vida ile distal kilitlemeye göre anlamlı derecede dayanıklı olduğunu ortaya koymuştur (30). Çalışmamızda; 2 adet medio-lateral, 1 adet antero-posterior pozisyonda olmak üzere toplamda üç adet kilitleme vidası kullanılan grup 2 ve grup 4 ile yalnızca 2 adet

medio-lateral pozisyonda vida yerleştirilerek kilitleme yapılan grup 1' in aksiyel yüklenme karşısında vida yetmezliği görüldüğü kuvvetler arasında istatistikî olarak anlamlı fark bulunmuş ve 3 adet vida ile kilitlemenin 2 adet vida ile kilitlemeye göre anlamlı olarak daha yüksek kuvvetlere dayanıklı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Çalışmamızda yer verdiğimiz DSBLs ve diğer kilitleme metodlarının uygulama esnasında dikkatimizi çeken farklarına değinecek olursak, DSBLs'nin göze çarpan farklılıklarından biri DSBLs'nin tamamen kortekse gömülebilme özelliğidir (31). Tibia distal medialinde cilt altı yumuşak dokuların ince olması nedeniyle özellikle zayıf hastalarda bu bölgede kullanılan distal kilitleme vidaları yumuşak doku irritasyonuna sebep olabilmektedir. Distal bolt kilitleme vidasının kortekse tamamen gömülebilmesi cilt irritasyonuna sebep olmaması açısından göze çarpan bir avantajı olabileceğini düşünmekteyiz.

DSBLs'nin diğer bir farkı tek bir vida ile aksiyel, koronal ve sagittal düzlemlerde kilitleme yapabilmesi ve buna bağlı olarak, tibiotalar eklem yüzeyinin 2,5 cm proksimaline kadar uzanan tibia kırıklarında kullanılabilmesi, çalışmamızda yer verdiğimiz ikili ve üçlü kilitleme metodlarına göre ek bir avantaj olarak karşımıza çıkmaktadır (31).

Statik kilitleme, parçalı ve segmenter kırıklarda kemiğin normal boyunu sağlamak ve kılmasını önlemek amacıyla kullanılır bu da aksiyel, rotasyonel ve bükülme kuvvetlerine karşı daha fazla direnci sağlar. Eğer statik kilitleme yapılan hastalarda kaynama gecikmesi görülürse kırık hattına uzak taraftaki statik vidalar çıkarılarak dinamizasyon yapılabilir (9). DSBLs ile kilitleme ve diğer kilitleme seçenekleri arasında bu uygulama farklılık göstermektedir. DSBLs ile distal kilitleme yapılmış bir intramedüller çiviye dinamizasyon yapılmak istendiğinde, çivi proksimale çekilmeden, dolayısıyla proksimal vidalar çıkarılmadan distal bolt kilitleme vidası çıkarılmayacağı için pratik olarak dinamizasyon yalnızca proksimaldeki statik vidalar çıkarılarak yapılabilir. Bu durumun kaynama üzerine etkisi yeni klinik ve deneysel çalışmalar ile incelenmesi gerektiğini düşünmekteyiz.

SONUÇ

Tibia intramedüller çivileme ile tedavi edilen tibia kırıklarında önemli bir komplikasyon olarak karşımıza çıkan distal kilitleme vidası yetmezliği ve buna bağlı problemleri çözüme amacıyla yakın zamanda geliştirilen ve yeni bir distal kilitleme sistemi olan DSBLs, aksiyel yüklenme kuvvetine karşı, çalışmamızda yer verdiğimiz üçlü (2 mediolateral, 1 anteroposterior pozisyonda) ve ikili (2 adet mediolateral pozisyonda) distal kilitleme seçeneklerine göre anlamlı şekilde üstün bulunmuştur.

Bunun yanı sıra; 2 mediolateral ve 1 anteroposterior pozisyonda yerleştirilmiş toplamda üç vida ile distal kilitleme seçeneği, aksiyel yüklenme kuvvetine karşı, 2 adet mediolateral pozisyonda yerleştirilmiş distal kilitleme seçeneğine karşı anlamlı şekilde üstün bulunmuştur.

Distal kilitleme vidasının kor çapının artması, aksiyel yüklenme kuvveti karşısında, distal vida dayanıklılığını anlamlı şekilde artırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

KAYNAKLAR

1. ALŞA Laboratuar Cihazları, Elektromekanik Test Cihazları Kullanım Klavuzu, <http://www.alsalab.com/elektromekanik-test-cihazlari-mck2.html>
2. Im GI, Tae SK Distal metaphyseal fractures of tibia: a prospective randomized trial of closed reduction and intramedullary nail versus open reduction and plate and screws fixation. J Trauma 2005;59:1219-23.
3. Goldhahn S, Moser R, Bigler R, Matter P Treatment methods and outcomes of tibial shaft fractures in Switzerland. A prospective multicenter study of the Swiss AO. Swiss Surg 2000;6:315-22.
4. Buchler CK, Green J, Woll ST, Duweliu JP Technical Tricks a Technique for Intramedullary Nailing of Proximal Third Tibia Fractures. Journal of Orthopedic Trauma.Lippincot. Raven Publishers. 1997; 11-3: 218-223
5. 5-Abramowitz A, Wetzler MJ, Levy A, Whitelaw PG Treatment of Open Tibial Fractures with Ender Rods. J.B. Lippicot Company Clin. Orthop 1993;293: 246- 255
6. Brown CCM, Christie J, Mcqueen MM Closed Intramedullary Tibial Nailing.Its Use in Closed and Type 1 Open Fractures. British Editorial society of Bone and Joint Surgery. 1990; 72: 605-11

7. Kocaoglu M, Yazıcıoğlu Ö, Sen C, Akmehtem MS, Aritamur A Tibia kırıklarında Fleksibile Ender Çivileri ile Osteosentez. 13. Milli Türk Ortopedi ve Travmatoloji Kongre Kitabı. S: 1994; 701-3
8. Olerud S, Karlstrom G The spectrum of intramedullary nailing of the tibia. Clin. Orthop. 1996; 212: 101-12.
9. Whittle AP, Wester W, Russell TA Fatigue Failure in Small Diameter Nails. Clin Orthop Relat Res. 1995 Jun;(315):119-28.
10. Sanders R, Jersinovich I, Anglen J, DiPasquale T, Herscovici D Jr The treatment of open tibial shaft fractures using an interlocked intramedullary nail without reaming. J Orthop Trauma 1994 Dec; 8(6) 504-10
11. Weninger P, Schueller M, Jamek M, Stanzl-Tschegg S, Redl H, Tschegg EK Factors influencing interlocking screw failure in unreamed small diameter nails - A biomechanical study using a distal tibia fracture model. Clin Biomech (Bristol, Avon). 2009; 24 (4): 379-84
12. Augat P, Penzkofer R, Nolte A, Maier M, Panzer S, Oldenburg G et al. Interfragmentary movement in diaphyseal tibia fractures fixed with locked intramedullary nails. J Orthop Trauma 2008;22:30-6.
13. Horn J, Linke B, Höntzsch D, Gueorguiev B, Schwieger K Angle stable interlocking screws improve construct stability of intramedullary nailing of distal tibia fractures: a biomechanical study. Injury 2009;40:767-71.
14. Penzkofer R, Maier M, Nolte A, von Oldenburg G, Püschel K, Bühren V, et al. Influence of intramedullary nail diameter and locking mode on the stability of tibial shaft fracture fixation. Arch Orthop Trauma Surg 2009;129:525-31.
15. Kessler SB, Hallfeldt KJ, Perren SM, Schwei BL The effects of reaming and intramedullary nail on fracture healing. Clin. Orthop. 1986; 212: 18-25
16. Rhinelander FW Tibial Blood Supply in Relation to Fracture Healing. Clin Orthop Relat Res. 1974; 105:34-81.
17. Bhandari M, Schemitsch EH Bone formation following intramedullary femoral reaming is decreased by indomethacin and antibodies to insulin-like growth factors. J Orthop Trauma. 2002;16:717-22.
18. Xia L, Zhou J, Zhang Y, Mei G, Jin D A meta-analysis of reamed versus unreamed intramedullary nailing for the treatment of closed tibial fractures. Orthopedics 2014; 37 (4):e332-8
19. Russell TA. Fractures of the Tibia and Fibula: Rockwood and Green's fractures in adults. Fourth edition. 1996; 2127-200.
20. Blachut PA, O'Brein PJ, Meek RN, Broekhuysen HM Interlocking intramedullary nailing with and without reaming for the treatment of closed fractures of the tibial shaft. A prospective randomised study. J.B.J.S. 1997; 79A:640-6.
21. Asık M Tibia ve fibula cisim kırıkları. Alturfan A.K. (ed). Ortopedik Travmatoloji. Nobel Tıp Kitapevleri. Tayf ofset. İstanbul. 2002; 311-38.
22. Perçin S, Özkan Y, İpek R Kilitli İntramedüller Çivilerde Biyomekanik. Artroplastik ve Artroskopik Cerrahi 1995; 6(11): 52-5.
23. Schmidt AH, Finkemeier CG, Tornetta P Treatment of closed tibial fractures. J.B.J.S. 2003; 85A: 352-67.
24. Geabler C, Stanzl-Tschegg S, Heinze G, Holper B, Milne T, Berger G, Vecsei V Fatigue strength of locking screws and prototypes used in small-diameter tibial nails: a biomechanical study. J Trauma 1999; 47 (2): 379-84.
25. Küçükdemir F., Akpınar F, Saka G, Sağlam N, Acı C A newly designed intramedullary nail with distal interlocking system for tibia fractures in adults – the clinical results. Ulus Travma Acil Cerrahi Derg 2012; 18 (3): 243-9.
26. Hipp JA, Cheal EJ, Hayes WC Biomechanics of fractures. In: Browner BD, Jubiter JB, Levine AM, Trafton PG (Eds). Skeletal Trauma. 2 nd ed. Philadelphia: Saunders Co;1992; 95-125.
27. Gong FL, Wang KZ, Dang XQ, Wang CS, Shi ZB Effect of one versus two locking bolts on the biomechanics of tibial interlocking nail: a comparative study using a new model. Di Yi Jun Yi Da Xue Xue Bao 2005; 25 (5): 488-92
28. Kneifel T and Buckley R. A comparison of one versus two distal locking screws in tibial fractures treated with unreamed tibial nails: A prospective randomized clinical trial. Injury, 1996; 27: 271-273.
29. Lucas BL, Chong ACM, Buhr BR, Jones TL, Wooley PH Biomechanical comparison of distal locking screws for distal tibia fracture intramedullary nailing. J. Biomedical Science and Engineering, 2011; 4: 235-41.
30. Chan DS, Nayak A, Blaisdell G, James C, Denard A, Miles J, Santoni BG Effect of Distal Interlocking Screw Number and Position after Intramedullary Nailing of Distal Tibial Fractures: A Biomechanical Study Simulating Immediate Weight-Bearing.
31. TST Tibbi Aletler San. ve Tic. Ltd. Şti Tibia İntramedüller Çivi Sistemi Kullanım Klavuzu