

AÇIK VE KAPALI TİBİA KIRIKLARINDA KOMPARTMAN SENDROMU GELİŞME RİSKİ.

RISK OF COMPARTMENT SYNDROME IN OPEN AND CLOSED TIBIAL FRACTURES

Dr. Nadir ÖZKAYIN*, Dr. Kemal AKTUĞLU**

ÖZET

Amaç : Ortopedik travmatolojide akut kompartman sendromu tibia kırıkları sonrasında sık görülen bir komplikasyondur. Çalışmamızda açık ve kapalı tibia kırıkları arasında akut kompartman sendromu gelişmesi açısından fark olup olmadığını araştırdık.

Gereç ve Yöntem: Klinik muayene sonucu akut kompartman sendromu riski taşıyan 29'u (%69) kapalı, 13'ü (%31) açık, 39 olgunun 42 tibia kırığı travmayı takip eden herbiri 12 saatlik 6 periyot boyunca P (P= Diastolik kan basıncı - Absolü kompartman basıncı) ve absolü kompartman basınçları intrakompartmantal basınç ölçme cihazı ile ölçülerek izlendi.

Bulgular: Ortalama absolü kompartman basıncı açık kırıklılarda 31,25 mmHg., kapalı kırıklılarda 29,32 mmHg. ($p=0,484$), ortalama P değeri açık kırıklılarda 47,46 mmHg., kapalı kırıklılarda 49,66 mmHg. bulundu ($p=0,415$). Student's t-testine göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı. Açık tibia kırıklarında %7,7, kapalı tibia kırıklarında %6,9, tüm tibia kırıklarında ise %7,1 oranında akut kompartman sendromu tespit edilip fasyotomi uygulandı.

Sonuçlar: Çalışmamızda açık ve kapalı tibia kırıklarında saptanan basınç düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmaması, açık tibia kırıklarının kapalı tibia kırıkları kadar kompartman sendromu riskine sahip olduğu ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: Kompartman sendromu, Açık tibia kırığı, Kapalı tibia kırığı, Fasyotomi.

SUMMARY

Background: In orthopaedic traumatology, acute compartment syndrome is a common complication associated with tibial fractures. In our study, we investigate differences, if any, between open and closed tibial fractures in terms of their risk of compartment syndrome.

Methods: Forty-two tibial fractures of 39 patients, 29 (69%) closed and 13 (31%) open, having the risk of acute compartment syndrome according to the clinical examination, were monitored following traumas during which their DP (DP= Diastolic blood pressure - Absolute compartment pressure) and absolute compartment pressures were measured via intracompartmental pressure measuring equipment.

Results: Average absolute compartment pressure was found to be 31.25 mmHg in open and 29.32 mmHg in closed fractures ($p=0,484$) whereas average DP was measured to be 47.46 mmHg in open and 49.66 mmHg in closed fractures ($p=0,415$). According to student's test, the difference between the two groups was not significant. We found the incidence of acute compartment syndrome as 7.7% in open fractures, 6.9% in closed and 7.1% in overall tibial fractures and fasciotomy was carried out in those cases.

Conclusion: Statistically not significant difference between the pressure levels, found in open and closed tibial fractures, showed that open type of tibial fractures holds the risk of compartment syndrome as much as the closed one.

Key Words: Compartment syndrome, open tibial fracture, closed tibial fracture, fasciotomy.

GİRİŞ

Ortopedik travmada kompartman sendromu, osteofasiyel kapalı bir anatomik alanda artan doku basıncına sekonder olarak gelişen kanlanma bozukluğunun kas ve sinir nekrozuna yol açması olarak

tanımlanmaktadır (1-3). Richard von Volkmann, suprakondiler humerus kırıklı bir olguda gelişen iskemik kontraktüre ait klinik bulguları ilk kez tanımlamıştır (4,5). 1914'de Murphy doku basıncı yüksekliğinin bu olaydaki önemine dikkat çekmiş ve iskemi gelişmeden fasyotomi

Tablo 1. Olguların yaralanma nedenlerinin dağılımı.

Yaralanma Nedeni	Olgu Sayısı (%)
Trafik Kazası	32 (%82,1)
Yüksekten Düşme	3 (%7,7)
Ateşli Silah Yaralanması	2 (%5,1)
İş kazası	1 (%2,4)
Göçük Altında Kalma	1 (%2,4)
Toplam	39 (%100)

uygulandığında kontraktürün engellenebileceğini bildirmiştir (6,7).

Kompartman sendromu tanı ve tedavisi ortopedik travmatolojideki en sıkıntılı sorunlardan biridir ve öncelikli bir yaklaşım hayati öneme sahiptir (8,9). Kompartman sendromunun klasik klinik belirtileri ağrı, solukluk, parestezi, paralizi ve nabızsızlıktır (1,6,10). Ancak bu 5 bulgu kas iskemisinin tamamlandığı, kas nekrozu aşamasında ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle erken tanı için çoğu kez keskin bir ağrı kompartman sendromunun ilk belirtisi olarak kuşkulandırmayı ve tanı koyma sürecini başlatmalıdır (1,9). Tanı konulduktan sonra kritik basınç ile iskemi oluşmadan önce kompartman basıncını düşürmek amacıyla yapılabilecek tek girişim fasiyotomi uygulanmasıdır. İskemik nekroz için gerekli olan sürenin 8 veya 12 saate kadar uzatılabilmekte ve iskemisinin ilk 6 saati içinde yapılan fasiyotomide tam iyileşme elde edilebilmektedir (1,6,10-14). Bu nedenle ilk 6 saat içerisinde tanı konulması etkili tedavinin elde

edilmesini sağlayacaktır.

Önceleri açık kırıklarda kompartman sendromu beklenilmezken her tibia kırığının, kompartman sendromu riskini de beraberinde getirebildiği belirtilmektedir (6).

Açık kırıklara geniş fasya, yumuşak doku ve cilt defektinin eşlik etmesi bu olguların ne ölçüde kapalı kırıklarda olduğu kadar kompartman sendromu gelişme riski taşıdığı sorusunu gündeme getirmektedir. Bu amaçla çalışmamızda açık ve kapalı tibia kırıklı olguların, takibi süresince saptanan kompartman basınç düzeyleri ve kompartman sendromu gelişmesi açısından istatistiksel olarak fark olup olmadığını araştırdık. Açık ve kapalı kırık mevcudiyetinin kompartman basınç artışı üzerindeki olası etkileri irdelendi.

GEREÇ ve YÖNTEM

Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Servisine Kasım 1999 ile Aralık 2000 tarihleri arasında tibia kırığı nedeniyle acil olarak başvuran ve klinik muayene sonucu akut kompartman sendromu açısından risk taşıyan 39 olgunun 42 krurisi çalışmaya alındı.

Yaş ortalaması 34.2 yıl (13-75) olan olguların 26'sı erkek, 13'ü kadındı. Taraf dağılımı, 15 sağ, 21 sol, üç olguda da bilateral olarak gerçekleşmiştir. Yaralanma nedeni; 32 (%82,1) trafik kazası, üç (%7,7) yüksekten düşme, iki (%5,1) ateşli silah yaralanması, bir (%2,4) iş kazası, bir (%2,4) göçük altında kalma olmuştur (Tablo 1).

Olguların 29'u (%69) kapalı, 13'ü (%31) açık kırıklıdır. Açık kırıklarda Gustilo (27) sınıflaması kullanıldı (Tablo 2). Kapalı kırıklar Tschern (28) sınıflamasına göre değerlendirildi (Tablo 3). Tschern kapalı kırık sınıflamasına göre beş (%17,2) Tip 0, onsekiz (%62,1) Tip I, altı (%20,7) Tip II kapalı kırık saptanmıştır. Gustilo Anderson sınıflamasına göre; 1 (%7,7) Tip I, beş (%38,5) Tip II, bir (%7,7)

Tablo 2. Açık kırıklarda Gustilo Sınıflaması (27).

Tip	Açık kırık Gustilo Sınıflaması.
I	Cilt perforasyonu (≤ 1 cm.), Kontaminasyon yok, minimal kas hasarı, basit kırık.
II	Cilt hasarı > 1 cm., Cilt hasarı ile birlikte orta düzeyde yumuşak doku hasarı, orta düzeyde kas hasarı, orta düzeyde kırık.
III	Şiddetli yumuşak doku hasarı ile birlikte cilt avülsiyonu, kas hasarı ve nörovasküler yapıların hasarı, şiddetli yaralanma.
III a	Şiddetli yumuşak doku hasarı fakat kemik kapatılabilir düzeyde.
III b	Şiddetli yumuşak doku hasarı fakat kemik kapatılamayacak düzeyde.
III c	Kapalı veya açık kırığa eşlik eden tamir gerektiren vasküler hasar.

Tablo 3. Kapalı kırıklar için Tscherne Sınıflaması (28).

Tip	Kapalı kırıklar için Tscherne Sınıflaması
0	Hiç ya da önemli olmayan yumuşak doku hasarı, indirekt yaralanma, basit kırık.
I	Yüzeyel kontüzyon, basit ya da orta düzeyde kırık.
II	Derin kontüzyon veya kontamine abrazyon, direkt hasar, kompartman sendromu tehdidi altında, orta ya da çok parçalı düzeyde kırık.
III	Şiddetli cilt kontüzyonu, kas kontüzyonu, kompartman sendromu, kapalı vasküler hasar, çok parçalı kırık.

Tip IIIA, dört (%30,8) Tip IIIB, iki (%15,4) Tip IIIC açık kırık bulunmuştur.

Klinik olarak akut kompartman sendromu kuşkusu taşıyan tüm olgular iki ortopedist tarafından muayene edildi ve çalışmaya alındı. Bilinci açık bir olguda, baldırda keskin, artan bir ağrı, sertleşme varlığı, duyu değişiklikleri olmasa da olguyu çalışmaya alma için yeterli oldu (6,29). "Stryker intrakompartmental basınç ölçme cihazı [Stryker surgical, Kalamazoo, Michigan]" kullanılarak "Slit" kateter ile yaralı krurisin dört kompartmanına ayrı ayrı girildi ve kompartman içi basıncın ilk ölçümleri yapıldı. Çalışmaya alınan krurisin dört kompartmanında (a. anterior, b. peroneal [lateral], c. yüzeyel posterior, d. derin posterior) ilk ölçümler lokal anestezi altında yapıldı. Daha sonraki ölçümler anterior kompartmandan yapıldı. Bu ölçümler sırasında hastaların hem ortalama absölu kompartman

basıncı ve hem de ölçüm anındaki hastanın diastolik kan basıncı değerleri kaydedildi. Bu değerlerden p hesaplandı.

Çalışmamızda travmayı takip eden 72 saatlik değerler göz önüne alınıp bu süre içerisindeki 12 saatlik toplam altı periyottaki ortalama absölu basınç ve p düzeyleri ayrı ayrı hesaplandı. Kuşkulu 11 olguda da ölçüm beşinci güne kadar sürdürüldü.

Çalışmamızda olgunun diastolik basıncı ile ölçülen kompartman basıncının farkı (P) 30 mmHg ve altında ise, ya da absölu kompartman basıncı 30 mmHg üzerinde ve klinik akut kompartman sendromu bulguları baskınsa (kraş bir yaralanma ya da uzamış bir şok) "koruyucu" fasiyotomi uygulandı.

İstatistiksel analizde Student's t-test'inden yararlanıldı. Bu istatistiksel analizlerde anlamlı seviye 0.05 olarak alındı.

SONUÇLAR

Akut kompartman sendromu açısından risk taşıyan 39 olgunun 42 krurisinin ortalama izlem süresi 18,9 ay (14 - 26) oldu. Bir olgu (bir tibia kırıklı) kompartman basıncı ölçüm periyodu sonrası beşinci günde yaşamını yitirdi. İlk kompartman basınç ölçümleri, her dört kompartmanda da yapıldı. Tümünde en yüksek değerler anterior kompartmandan elde edildi. Bu nedenle daha sonraki ölçümler anterior kompartmandan yapıldı ve bu değerler dikkate alındı.

Olguların 29'u (%69) kapalı, 13'ü (%31) açık kırıklıydı. Tablo 4 ve 5'de görüldüğü gibi altı periyottaki açık kırıklı ve kapalı kırıklı olguların ortalama absölu kompartman basıncı düzeyleri ve ortalama p düzeyleri belirlendi. Yetmişiki saatlik periyotun tamamında olgularda ortalama kompartman basıncı açık kırıklı 13 olguda 31,25 mmHg. iken 29 kapalı kırıklı olguda 29,32 saptandı. Aynı şekilde 72

Tablo 4. Ortalama absölu kompartman basıncı ile kırık tipi arasındaki ilişkinin Student's t-testine istatistiksel analizi

	Açık kırıklı grup (mmHg.)	Kapalı kırıklı grup (mmHg.)	p değeri
1.Periyot	31,39	29,97	0,605
2.Periyot	34,31	32,55	0,510
3.Periyot	36,15	33,83	0,394
4.Periyot	32,92	31,31	0,620
5.Periyot	28,46	26,83	0,624
6.Periyot	24,31	21,48	0,424
Toplam	31,26	29,33	0,484

Tablo 5. Ortalama P basınç değeri ile kırık tipi arasındaki ilişkinin Student's t-testine istatistiksel analizi.

	Açık kırıklı grup (mmHg.)	Kapalı kırıklı grup (mmHg.)	p değeri
1.Periyot	45,54	48,66	0,276
2.Periyot	43,39	46,41	0,280
3.Periyot	43,08	46,17	0,237
4.Periyot	46,31	47,66	0,664
5.Periyot	50,77	51,97	0,719
6.Periyot	55,69	57,14	0,676
Toplam	47,46	49,67	0,415

saatlik süredeki açık kırıklı olgularda ortalama P değeri 47,46 mmHg. saptanırken kapalı kırıklarda bu değer 49,66 mmHg. saptanmıştır. Burada görüldüğü gibi Student's t-testine göre tüm periyotlardaki p değeri $> 0,05$ saptanıp aralarında anlamlı bir fark yoktur. Buna karşın tüm periyotlarda açık kırıklı olgularda ortalama absölu kompartman basıncı kapalı kırıklı olgulardan yüksek saptanmıştır.

Takip sürecinde 29 kapalı kırıklı olgudan ikisine (%6,9), 13 açık kırıklı olgudan birine (%7,7), toplam 42 tibia kırığının üçüne (%7,1) P değeri 30 mmHg veya altında saptanarak akut kompartman sendromu tanısı konularak fasiyotomi uygulanmıştır.

Bu sürede olgularda kompartman sendromunun neden olabileceği komplikasyonlar araştırıldı. Olgular son muayenelerinde bacak ve ayak kas gücü, derin, yüzeysel peroneal ve tibial sinir fonksiyonları açısından değerlendirilip kompartman sendromuna bağlı bir komplikasyona rastlanılmamıştır.

TARTIŞMA

Kompartman basıncının ölçülmesi klinik değerlendirmeye yardımcı olabilir (1,8,9,14,15,16,17,18,19). Mubarek ve Hargens (20,21,22) absölu kompartman basıncı 30 mmHg üzerine çıkınca, Rorabeck (17,23), 35 mmHg üzerinde, Matsen (9) ise 45 mmHg ve üzerinde fasiyotomi önermektedir. Matsen (3), kompartman içi basınçtaki artma ile birlikte venöz basıncında arttığını göstermiştir. Whitesides (10,14,16) ise diastolik basınçtan ölçülen basıncın çıkarılması ile, bulunan değer (P=Ölçüm anındaki diastolik kan basıncı - Absölu kompartman basıncı) 30 mmHg altında ise fasiyotomi önermiştir.

Akut kompartman sendromu günümüzde sık karşılaşılan

bir hatalı tedavi sorunu olarak karşımıza çıkabilmektedir (1,8,9,24). Kompartman sendromu birçok yerleşimde karşımıza çıkabilir. En sık kruris bölgesinde görülür (6,7,24,25). Akut kompartman sendromu, tibia kırıklarının çok iyi tanımlanmış bir komplikasyonu olup nedeni ise, sıklıkla yüksek enerjili tibia kırıklarıdır (6,18,23,24,25,26). Kompartman sendromu görülme sıklığı, kapalı tibia kırıklarında %3-17, açık tibia kırıklarında %1,2-9,1 olarak bildirilmiştir (6,8,15,17,18,26). Rorabeck ve Macnab (12) açık kırıklarda eşlik eden interossöz membran, fasya ve cilt yırtılmasının hematomun boşalmasına neden olmasından dolayı, kompartman sendromu insidansının yumuşak doku hasar derecesiyle ters orantılı olduğunu bildirmişlerdir. Buna karşın DeLee ve Stiehl (6), tamamı yüksek enerjili travma sonrası gelişen Grade II açık tibia kırıklı hasta grubunda %6, aynı periyot içinde kapalı tibia kırıklı hasta grubunda ise %1 oranında kompartman sendromu saptamışlardır. Blick (15) ise DeLee ve Stiehl'i (6) destekler nitelikte, kapalı kırıklı olgularında %1, %83'ü Gustilo Tip III açık kırıklı olgularında %9,1 oranında kompartman sendromuna rastlamışlardır. Açık tibia kırıklı olgularının operasyonları sırasında 1 veya 2 kompartmanın dekompresye olduğunu, buna karşın hasara maruz kalmayan diğer kompartmanlarda ise kompartman sendromu riskinin devam ettiğini bildirmiştir ve kompartman sendromu insidansının yumuşak doku yaralanma şiddeti ile doğru orantılı olduğunu sonucuna varmışlardır. Bunu destekler yönde, fasya defektli bazı hastalarında intrakompartmantal basınçta artış saptamışlardır. Çalışmamızda yetmişiki saatlik izlem süresince, açık kırıklı olgularımızda ortalama kompartman basıncı 31,25 mmHg., P değeri 47,46 mmHg. gibi riskli düzeylerdeydi. Açık tibia kırıklarının %7,7'sinin Tip I,

%38,5'inin Tip II, %53,9'unun ise Tip III olduğu dikkate alındığında, açık kırıklı olgularımızdaki bu yüksek basınç değerleri, oluşan fasya hasarının kompartman içi basınç düzeyinin düşmesinde yetersiz olduğunu ve oluşan yumuşak doku hasar derecesi ile kompartman basıncı düzeyindeki artışın doğru orantılı olduğunu göstermiştir. DeLee ve Stiehl (6); açık tibia kırıklarında %6, kapalı tibia kırıklarında %1, Blick (15); açık tibia kırıklarında %9,1, kapalı kırıklı olgularında %1 akut kompartman sendromu saptamışlardır. McQueen (18,19) tüm tibia kırıklarında %4 açık tibia kırıklarda %1,2 akut kompartman sendromu gelişme oranı bildirirken, bu çalışmalarında açık ve kapalı tibia kırıklarda kompartman sendromu gelişme riski açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulamamışlardır. Çalışmamızda açık ve kapalı tibia kırıklarında kompartman basınç değerleri arasındaki ilişki istatistiksel olarak incelendi. Açık tibia kırıklarında %7,7, kapalı tibia kırıklarında %6,9, tüm tibia kırıklarımızda ise %7,1 oranında akut kompartman sendromu tespit edilip fasiyotomi uygulandı. Tablo 4 ve 5'de görüldüğü gibi altı periyottaki açık ve kapalı kırıklı olguların ortalama absölü kompartman basıncı düzeyleri ve ortalama p düzeyleri belirlendi. Student's t-testine göre tüm periyotlarda p değeri > 0,05 saptanıp, aralarında anlamlı bir fark bulunmadı. Buna karşın, tüm periyotlarda açık kırıklı olgularda ortalama absölü kompartman basıncı kapalı kırıklı olgulardan daha yüksek saptandı. Yetmişiki saatlik izlem süresindeki, ortalama absölü kompartman basıncı açık kırıklı 13 olguda 31,25 mmHg. iken, 29 kapalı kırıklı olguda 29,32 mmHg. saptandı. Bu ilişki Student's t-testine göre anlamlı bulunmadı (p=0,484). Aynı şekilde 72 saatlik süredeki açık kırıklı olgularda ortalama p değeri 47,46 mmHg. saptanırken, kapalı kırıklarda bu değer 49,66 mmHg. saptanmıştır. Bu ilişki de Student's t-testine göre istatistikler olarak anlamlı değildi (p=0,415). Çalışmamızda açık ve kapalı tibia kırıklarında saptanan basınç düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmaması açık tibia kırıklarında oluşan fasya hasarının kompartman içi basınç düzeyinin düşmesinde yetersiz olduğunu, açık tibia kırıklarının kapalı tibia kırıkları kadar kompartman sendromu riskine sahip olduğunu ortaya koymuştur.

KAYNAKLAR

1. Bourne RB, Rorabeck CH. Compartment syndromes of the lower leg. Clin Orthop. 1989; 240: 97-104.
2. Early JS. Anterior compartment syndrome and the treatment of its sequelae. Orthopaedics. 1996; 4: 197-203.
3. Matsen FA, Krugmire RB, King RV. Increased tissue

pressure and its effects on muscle oxygenation in level and elevated human limbs. Clin Orthop. 1979; 144: 311-320.

4. Heppenstall RB, Sapega AA, Scott R, et al. The compartment syndrome. An experimental and clinical study of muscular energy metabolism using phosphorus nuclear magnetic resonance spectroscopy. Clin Orthop. 1988; 226: 138-155.

5. Seiler JG, Casey PJ, Binford SH. Compartment syndromes of the upper extremity. J South Orthop Assoc. 2000; 9: 233-247.

6. DeLee JC, Stiehl JB. Open tibia fracture with compartment syndrome. Clin Orthop. 1981; 160: 175-184.

7. Rorabeck CH, Castle Gs, Hardie R, et al. Compartmental pressure measurements: an experimental investigation using the slit catheter. J Trauma. 1981; 21: 446-449.

8. Gulli B, Templeman D. Compartment syndrome of the lower extremity. Orthop Clin North Am. 1994; 25: 677-683.

9. Matsen FA, Winquist RA, Krugmire RB. Diagnosis and management of compartmental syndromes. J Bone Joint Surg Am. 1980; 62: 286-291.

10. Whitesides TE, Heckman MM. Acute compartment syndrome: Update on diagnosis and treatment. J Am Acad Orthop Surg. 1996; 4: 209-218.

11. Bernot M, Gupta R, Dobrasz J, et al. The effect of antecedent ischemia on the tolerance of skeletal muscle to increased interstitial pressure. J Orthop Trauma. 1996; 10: 555-559.

12. Rorabeck CH, Macnab L. Anterior tibial compartment syndrome complicating fractures of the tibia. J Bone Joint Surg Am. 1976; 58: 549-550.

13. Rorabeck CH, Clarke KM. The pathophysiology of anterior tibial compartment syndrome: an experimental investigation. J Trauma. 1978; 18: 299-304.

14. Whitesides TE, Haney TC, Morimoto K, et al. Tissue pressure measurement as a determinant for the need of fasciotomy. Clin Orthop. 1975; 113: 43-51.

15. Blick SS, Brumback RJ, Poka A, et al. Compartment syndrome in open tibial fractures. J Bone Joint Surg Am. 1986; 68: 1348-1358.

16. Matava MJ, Whitesides TE, Seiler JG, et al. Determination of the compartment pressure threshold of muscle ischemia in a canine model. J Trauma. 1994; 37: 50-58.

17. McQueen MM, Christie J, Court-Brown CM. Compartment pressures after intramedullary nailing of the tibia. J Bone Joint Surg Br. 1990; 72: 395-397.

18. McQueen MM, Christie J, Court-Brown CM. Acute compartment syndrome in tibial diaphyseal fractures. J Bone Joint Surg Br. 1996; 78: 95-98.

19. McQueen MM, Court-Brown CM. Compartment monitoring in tibial fractures: A pressure threshold for

decompression. J Bone Joint Surg Br. 1996; 78: 99-104.

20. Hargens AR, Akeson WH, Mubarak SJ. Fluid balance within the canine anterolateral compartment and its relationship to compartment syndrome. J Bone Joint Surg Am. 1978; 60: 499-505.

21. Mubarak SJ, Hargens AR, Owen CA. The wick catheter technique for measurement of intramuscular pressure. A new research and clinical tool. J Bone Joint Surg Am. 1976; 58: 1016-1021.

22. Mubarak SJ, Owen CA, Hargens AR, et al. Acute compartments syndromes: diagnosis and treatment with the aid of the wick catheter. J Bone Joint Surg Am. 1978; 60: 1091-1095.

23. Rorabeck CH. The treatment of compartment syndromes of the leg. J Bone Joint Surg Br. 1984; 66: 93-97.

24. Gershuni DH, Mubarak SJ, Yaru NC, et al. Fracture of the tibia complicated by acute compartment syndrome. Clin

Orthop. 1987; 217: 221-227.

25. McQueen MM, Gaston P, Court-Brown CM. Acute compartment syndrome. Who is at risk? J Bone Joint Surg Br. 2000; 82: 200-203.

26. Tornetta P, Templeman D. Compartment syndrome associated with tibial fracture. J Bone Joint Surg Am. 1996; 78: 1438-1444.

27. Gustilo RN, Mendoza RM, Williams DN. Problems in the management of type III (severe) open fractures: a new classification of type III open fractures. J Trauma. 1984; 24: 742-746.

28. Tscherné H, Ouster HJ. A new Classification of soft-tissue damage in open and closed fractures. Unfallheilkunde. 1982; 85: 111-115.

29. Triffitt PD, König D, Harper WM, et al. Compartment pressures after closed tibial shaft fracture. Their relation to functional outcome. J Bone Joint Surg Br. 1992; 74: 195-198.