

Serbest Doku Nakli ile Post Travmatik Ayak Bileği Rekonstrüksiyonu

Burak ERSEN¹, Selçuk AKIN², İsmail AKSU², Orhan TUNALI², Mehmet Can ŞAKI³

¹ Dr. Munif Islamoglu Devlet Hastanesi, Plastik Rekonstruktif ve Estetik Cerrahi Kliniği, Kastamonu.

² Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi, Plastik Rekonstruktif ve Estetik Cerrahi Anabilim Dalı, Bursa.

³ Bingöl Devlet Hastanesi, Plastik Rekonstruktif ve Estetik Cerrahi Kliniği, Bingöl.

ÖZET

Çalışmanın amacı; 4 yıllık bir süre boyunca ayak bileği bölgesinde meydana gelmiş kompleks yaraların tedavi süreci ve komplikasyonları ile ilgili faktörlerin analizidir. Mevcut retrospektif çalışma, Ocak 2011- Ocak 2015 yılları arasında ayak bileği defektlerinin serbest fleplerle onarımı yapılmış 20 hastayı kapsamaktadır. Bütün vakalar demografik yapı, oluş mekanizması, yerleşim, eşlik eden yaralanmalar, flep seçimi, flep boyutu, alıcı vasküler yapılar, anastomoz sayısı, hastanede yatış süresi ve post operatif komplikasyonlar açısından analiz edilmiştir. Çalışmamızda ayak bileği defektleri için 20 hastaya toplam 22 serbest flep yapılmıştır. 6 hastada anterolateral uyluk flebi, 6 hastaya lateral kol flebi, 4 hastaya latissimus dorsi kas deri flebi, 3 hastada radial ön kol flebi ve 1 hastada yüzeysel femoral arter perforatör serbest flebi kullanılmıştır. Vakalarda başarı oranının %85 olduğu görülmüştür. Alt ekstremitte rekonstrüksiyonunda birincil amaç fonksiyonun geri kazanılması ve korunmasıdır. Uygun tedavi planının yapılması hayatidir ve bu tip yaralanmalarda serbest flep ile rekonstrüksiyon en ideal tercihtir.

Anahtar Kelimeler: Serbest doku transferi. Anterolateral uyluk flebi. Travma. Mikrocerrahi. Alt ekstremitte rekonstrüksiyonu.

Post-Traumatic Reconstruction of the Ankle Defects With Free Tissue Transfer: Analysis of 20 Consecutive Cases

ABSTRACT

The purpose of this study is to analyze a 4-year experience of managing complex wounds in the ankle region focusing on factors associated with complications. The present retrospective study included 20 patients treated for defects in the ankle area with free flaps from January 2011 to January 2015. All cases were analyzed for the demographics, mechanism and location of the lower extremity injury, collateral injuries, flap selection, flap size, recipient vessels, number of anastomosis, hospital stay, postoperative complications. A total of 22 free flaps performed in 20 patients for tissue defects in the ankle region. There were 6 patients who underwent lower extremity reconstruction using an anterolateral thigh flap and 6 patients with a lateral arm free flap, 4 with a latissimus dorsi muscle-skin flap, 3 with a radial forearm free flap and one with superficial femoral artery perforator free flap. Our success rate in lower extremity reconstruction with free flaps was %85. The primary goal of lower extremity reconstruction is to recover function and maintain it. It is vital to make the appropriate treatment plan, and all this suggests that free flap would be the best treatment for patients with severe injuries to the lower extremities.

Key Words: Free tissue transfer. Anterolateral thigh flap. Trauma. Microsurgery. Lower extremity reconstruction.

Travma sonucu oluşan alt ekstremitte yaralanmaları rekonstrüksiyon için zorlayıcıdır. Özellikle yüksek enerjili travmalar lokal fleplerle kapatılması mümkün olmayan tam kat ve geniş doku defektlerine sebep olabilir¹. Distal alt ekstremitte yaralanmaları kemik, tendon ve nörovasküler yapıların kolay açığa çıktığı

için doğası gereği zorlayıcı yaralanmalardır. Bu yüzden bu tip yaralanmalarda serbest flep ile rekonstrüksiyon çoğu zaman en mantıklı seçenektir. Cerrahlar literatürde bir çok kez raporlanmış ve başarı ile uygulanmış farklı donör alanlarına sahip bir çok serbest flep seçeneği ile karşı karşıyadır². Ancak alt ekstremitte rekonstrüksiyonunda serbest flep kullanımında zorlukları vardır. Alt ekstremitte rekonstrüksiyonunda flep kayıp oranı (%15-20) diğer bütün bölgelerin rekonstrüksiyonunda görünenden (%2) daha fazladır³. Ayrıca ağır alt ekstremitte yaralanmalarının hasta üzerinde belirgin psikolojik ve ekonomik etkileri mevcuttur; tedavinin uygun zamanda başlayıp tamamlanmasının işe dönüş üzerinde önemi büyüktür⁴.

Geliş Tarihi: 24 Ocak 2016
Kabul Tarihi: 11 Şubat 2017

Dr. Burak ERSEN
Dr. Munif Islamoglu Devlet Hastanesi,
Plastik Rekonstruktif ve Estetik Cerrahi Kliniği,
Kastamonu.
Tel: 0366 214 10 53
E-posta: drburakersen@gmail.com

Çalışmamızın amacı; 4 yıl boyunca ayak bileği bölgesi rekonstrüksiyonunda kullandığımız mikrovasküler yöntemlerin analiz edilmesi ve komplikasyonlar ile ilişkisinin incelenmesidir.

Gereç ve Yöntem

Retrospektif çalışmamızda Ocak 2011- Ocak 2015 yılları arasında Uludağ Üniversitesi Plastik Rekonstrüktif ve Estetik Cerrahi Departmanında gerçekleştirilmiş 20 ayak bileği bölgesi defekt rekonstrüksiyonu incelenmiştir. Hastalarımızın tamamında akut travma sonrası cerrahi tedavi uygulandı. Kronik açık yarası olan hastalar (30 günden fazla açık yarası bulunan) çalışmamızdan çıkarıldı. Bütün hastalarımıza operasyon öncesi alt ekstremité anjiyografisi çekildi. Hastaların verileri kurumun bilgisayar sisteminden toplandı ve hastaların demografik yapısı, travma mekanizması, yerleşim yeri, eşlik eden yaralanmalar, flep seçimi, flep boyutu, alıcı damarlar, anastomoz sayısı, hastanede kalış süresi, post operatif komplikasyonlar açısından değerlendirildi.

Toplam 20 hastada gerçekleştirilen 22 serbest flep olgusu çalışmamızda incelendi.

Bulgular

Ayak bileği bölgesinde bulunan 20 defekt olgusunun tamamının travma kaynaklı olduğu görüldü. Hastaların 17'si erkek, 3'ü kadındı. Çalışmamıza dahil ettiğimiz hastaların ortalama yaşının 39.2 (13-64) olduğu görüldü.

Travma mekanizmaları incelendiğinde; 9 hastanın trafik kazası sebebiyle, 5 hastanın elektrik yanığı sebebiyle, 4 hastanın ateşli silah yaralanması sebebiyle, 2 hastanın da kimyasal yanık sebebiyle opere edildiği görüldü. Hastaların 7'sinde eşlik eden tibia fraktürü mevcuttu. Hastaların ortalama hastanede kalış sürelerinin 36.4 gün olduğu görüldü. Hastaların demografik yapısı ve travma mekanizmaları tablo I'de listelendi.

Alt ekstremité rekonstrüksiyonu sırasında flep seçiminde başlıca doku defektinin boyutu ve yerleşimi göz önünde bulunduruldu. Anterolateral uyluk flebi ve lateral kol flebi serbest paternde 6'şar hastada ilk seçenek flepler olarak kullanıldı. Latissimus dorsi kas deri flebi 4 hastada, radial ön kol serbest flebi 3 hastada ve süperfisyal femoral arter perforatör flebi 1 hastada kullanıldı. Çalışmamızda serbest flep ile alt ekstremité rekonstrüksiyonu başarı oranı %85 olarak hesaplandı.

Kullanılan fleplerin ortalama boyutunun 109.6 cm² olduğu görüldü. Kullanılan en küçük serbest flep, anterior ayak bileği defekt rekonstrüksiyonunda kullanılan 8 cm x 5 cm'lik lateral kol flebiydi. En geniş

flep ise posterior bilek, topuk ve plantar bölgeyi kaplayan kompleks defektin rekonstrüksiyonunda kullanılan 20cm x 10cm'lik latissimus dorsi kas deri flebiydi. Alıcı arter olarak 10 hastada anterior tibial arter tercih edilirken, yine 10 hastada posterior tibial arter tercih edildi. Ven anastomozlarının sayısı incelendiğinde 20 hastanın 13'ünde 2 ya da 3 ven anastomozu yapılmış olduğu görüldü. Flep tipleri, boyutları ve alıcı arterler tablo II ve III'te listelenmiştir.

Tablo I. Hasta demografisi, travma mekanizması, eşlik eden yaralanma

Numara	Yaş	Cinsiyet	Travma Mekanizması	Tibia Kırığı
1	48	M	Elektrik yanığı	-
2	18	M	Trafik kazası	+
3	30	M	Trafik kazası	+
4	64	M	Trafik kazası	-
5	13	M	Ateşli Silah	-
6	32	M	Ateşli Silah	-
7	35	M	Trafik kazası	+
8	42	F	Trafik kazası	-
9	28	M	Elektrik yanığı	-
10	24	M	Trafik kazası	-
11	32	M	Ateşli Silah	+
12	52	M	Trafik kazası	+
13	47	M	Kimyasal yanık	-
14	60	M	Elektrik yanığı	-
15	61	M	Elektrik yanığı	-
16	40	M	Elektrik yanığı	-
17	56	F	Trafik kazası	+
18	56	M	Trafik kazası	+
19	18	F	Kimyasal yanık	-
20	24	M	Ateşli Silah	-

Tablo II. Rekonstrüksiyon karakteristikleri

No	Flep	Flap Boyutu (cm ²)	Alıcı Arter	Ven Anastomozu	Yatış Süresi
1	RF	10x8	Ta	1	30
2	RF	15x8	Tp	3	41
3	ALT	15x10	Ta	2	25
4	LD	12x10	Ta	2	13
5	LD	15x10	Tp	2	25
6	LA	8x5	Ta	1	40
7	SFA	10x7	Tp	2	46
8	LD	10x20	Tp	2	15
9	RF	9x8	Ta	4	81
10	LA	8x8	Ta	1	9
11	LA	8x7	Ta	1	20
12	LA	8x15	Ta	1	17
13	LA	10x8	Tp	1	22
14	LD	15x10	Tp	2	21
15	LA	10x8	Ta	1	72
16	ALT	12x10	Tp	2	77
17	ALT	15x8	Tp	2	71
18	ALT	15x10	Tp	2	35
19	ALT	15x10	Tp	2	21
20	ALT	10x10	Ta	2	12

RF: Radial ön kol serbest flebi, ALT: Anterolateral uyluk flebi, LD: Latissimus dorsi kas deri flebi, LA: Lateral kol flebi, SFA: Süperfisyal femoral arter perforatör flebi, Ta: Tibialis anterior arteri, Tp: Tibialis posterior arteri

Post Travmatik Ayak Bileği Rekonstrüksiyonu

Tablo III. Flap boyutları

Flap Tipleri	Sayı	Boyut (cm ²)
RF	3	90
SFA	1	70
ALT	6	132
LA	6	73
LD	4	155
Total	20	110

RF: Radial ön kol serbest flebi, ALT: Anterolateral uyluk flebi, LD: Latissimus dorsi kas deri flebi, LA: Lateral kol flebi, SFA: Süperfişyal femoral arter perforatör flebi

Post operatif dönemde 4 hastada (%20) ilk 24 saatlik dönemde vasküler komplikasyonlar gelişti. 1 olguda arterial tromboz gelişirken, 3 vakada venöz tromboz meydana geldi. Bütün vakalar tekrar ameliyathaneye alınarak anastomozlar yenilendi. Bu fleplerden 3 tanesinde (2 adet lateral kol flebi ve 1 adet latissimus dorsi kas deri flebi) total flep kaybı yaşandı. İlk flep olarak lateral kol flebi kullanılan hastalarda radial ön kol serbest flebi ile tekrar rekonstrüksiyon yapıldı, kaybedilen latissimus dorsi flebinin yerine ise ters akımlı sural flep ile rekonstrüksiyon uygulandı. Primer olarak radial ön kol serbest flebi uygulanan olguların birinde uzun dönemde radial sinir nöroması gelişti ve tekrar operasyona alındı. 4 olguda parsiyel flep kaybı yaşandı. Olguların 3'ü debride edilerek greftlendi, kalan 1 olgu ise sekonder iyileşmeye bırakıldı. 2 olguda post operatif hematoma drenajı yapıldı. Post operatif dönemde karşılaşılan komplikasyonlar tablo IV'te listelendi.

Tablo IV. Post operatif komplikasyonlar

	RF	SFA	ALT	LA	LD	Toplam
Total nekroz	-	-	-	2	1	3
Parsiyel nekroz	-	-	-	2	2	4
Radial sinir nöroması	1	-	-	-	-	1
Re-anastomoz	1	1	-	-	2	4
Hematoma	-	-	1	1	-	2

Olgu 1

56 yaşında erkek hasta, sağ ayak bileği anteriorunda trafik kazası sonrasında gelişmiş açık yara ve cilt nekrozu. Hastanın defektine ayrıca distal tibia fraktürü eşlik etmekteydi, ortopedi ekibi tarafından eksternal fiksatör kırık tedavisi için yerleştirildi. Alıcı bölgenin debridmanı sonrası, geniş semisirküler doku defekti için kontralateral ekstremiteden hazırlanan anterolateral uyluk flebi rekonstrüksiyon yapıldı. Flep arteri, posterior tibial artere uç-yan olarak anastomoz yapıldı. Her iki komitan ven, posterior tibial venlere uç-uca anastomoz yapıldı. Flep donör alanı primer olarak kapatıldı (Şekil 1-3).



Şekil 1:
Anterolateral uyluk flebi (ALT) planlanması



Şekil 2:
Trafik kazasına bağlı anterior ayak bileği açık yarası



Şekil 3:
Post operatif görünüm, ALT

Olgu 2

Kimyasal yanık sonrası ayak bileği posteriorunda gelişen tam kat doku nekrozu için bölümüze yönlendirilen hasta 47 yaşında erkek hasta. Alıcı alan debridmanı sonrası lateral kol serbest flebi ile rekonstrüksiyon yapıldı. Flep arteri posterior tibial artere uç yan anastomoz yapıldı. Flep veni ise posterior tibial venlerden bir tanesine uç uca anastomoz yapıldı. Donör saha primer olarak kapatıldı (Şekil 4-6).



Şekil 4:
Lateral kol flebi planlanması



Şekil 5:
Kimyasal yanığa bağlı posterior ayak bileği
açık yarası



Şekil 6:
Post operatif 3. Hafta



Şekil 7:
Superfisyal femoral arter (SFA) perforatör flebi
planlanması



Şekil 8:
Flep hazırlanması, SFA



Şekil 9:
Post operatif görünüm, SFA

Olgu 3

35 yaşında erkek hasta, trafik kazası sonrası sol taraf açık tibia kırığına eşlik eden 10cm x 7 cm'lik doku defekti mevcuttu. Eksternal fiksasyon sonrası, alıcı alan debride edildi. Aynı ekstremiteden hazırlanan süperfisyal femoral arter perforatör flebi alıcı alana yerleştirildi. Flep arteri posterior tibial artere uç yan anastomoz yapıldı. Mevcut 2 komitan ven posterior tibial venlere uç uca anastomoz yapıldı. Çevre dokuların onarımı için kısmi kalınlıkta doku grefi kullanıldı. Donör saha primer kapatıldı (Şekil 7-9).

Olgu 4

42 yaşında kadın hasta, trafik kazası sonrası posterior ayak bileği, topuk ve plantar bölgeyi kaplayan geniş defekt debride edildi. Sol taraf latissimus dorsi kas deri flebi hazırlandı. Flep arteri uç uca posterior tibial artere, venlerise komitan venlere uç uca anastomoz yapıldı. Donör alan için kısmi kalınlıkta der greftleri kullanıldı (Şekil 10-12).

Post Travmatik Ayak Bileği Rekonstrüksiyonu



Şekil 10:
Plantar bölge, topuk ve posterior ayak bileğini kaplayan kompleks yara



Şekil 11:
Latissimus dorsi kas deri flebi (LD) planlanması



Şekil 12:
Post operatif 6. Ay, LD

Tartışma

Özellikle ayak bileği bölgesinin rekonstrüksiyonu, defektin kapatılması için kullanılabilecek yumuşak

dokudan zengin olmaması ve önemli anatomik yapıların cilde yakın yerleşimleri sebebi ile oldukça zorlayıcıdır. Ayak bileği defektleri açığa çıkan tendon, kemik, eklem ve nörovasküler yapıların kapatılması için ince, esnek yumuşak doku örtüsüne ihtiyaç duyar⁵.

Uzun bir süre boyunca major alt ekstremitte yaralarının rekonstrüksiyonunda kas ve kas deri flepleri ilk seçenek olarak kullanılmıştır. Bu fleplerin enfeksiyona ve kemik kaynamaması durumlarına karşı dirençli oluşu seçim sebebi olmuştur⁶. Her ne kadar bu flepler hala geniş defektlerde rollerini korusada, fasiyokütan flepler kas ve kas-deri fleplerine benzer fonksiyonel sonuçlar ve enfeksiyon oranları sunmaktadır⁷.

Lateral kol flebi, superfisial femoral arter perforatör serbest flebi ve anterolateral uyluk flebinin alt ekstremitte rekonstrüksiyonunda oldukça iyi seçenekler olduğunu gözledik. 119 alt ekstremitte rekonstrüksiyonu olgusunun incelendiği güncel bir çalışmada anterolateral uyluk flebinin başarı oranının (%96), rektus abdominis kas flebinin ise (%86) olduğu gösterilmiştir⁸.

Radial ön kol serbest flebinin alt ekstremitte kullanımında gün geçtikçe artmaktadır. Ancak, radial ön kol flebinin donör alan morbiditesi flebin vasküler avantajlarında rağmen ikinci seçenek olarak kalmasına sebep olmuştur⁹.

Alt ekstremitte rekonstrüksiyonunda flep seçimi alıcı ve donör alan karakteristiklerine bağlıdır. Çalışmamızda donör alanları primer kapatılabilen, cerrahi sırasında pozisyon değişikliği gerektirmeyen, geniş pedikül çaplı ve kas sakrifiye edilmesini gerektirmeyen fasiyokütan flepler tercih edildi. Kas deri fleplerinin temel kullanım şekli oldukça büyük ve birden fazla anatomik alanı kaplayan defektlerin rekonstrüksiyonu idi. Radial ön kol flebi ise ikincil flep olarak tercih edildi. 6 hastada anterolateral uyluk flebi, 6 hastada lateral kol flebi, 4 hastada latissimus dorsi kas deri flebi, 3 hastada radial ön kol flebi ve 1 hastada superfisial femoral arter perforatör flebi kullanıldı.

Nispeten küçük kabul edilen defektlerde lateral kol flebi ilk tercihimizdi. Lateral kol flebi ince, esnek, diseksiyonu kolay bir serbest flep seçeneğidir. Tercih edilen bütün olgularda donör alan primer olarak kapatıldı. Flebin gözlenen dezavantajları olarak kısa pedikül boyu ve tek bir ven içermesidir.

Geniş defektlerde anterolateral uyluk flebi ve superfisial femoral arter perforatör flebi ilk tercihlerimizdi. Operasyon sırasında pozisyon değişikliği gerektirmemeleri ve kas sakrifiye edilmemesi tercih sebepleriydi. Bütün donör alanlar primer olarak kapatıldı ve flep kaldırılmasına bağlı fonksiyonel defisit görülmedi.

3 olguda radial ön kol serbest flebi ilk seçenek olarak kullanıldı. Bu olguların ortak noktası oldukça ağır travmalar olmalarıydı. Rekonstrüksiyon için uzun vasküler pediküllü flep ihtiyacı mevcuttu. 2 olguda radial ön kol serbest flebi ilk serbest flebi total kaybına bağlı ikincil serbest flep olarak kullanıldı. Kaybedi-

len iki flepte venöz yetmezlikten kaybedildiği için yüksek vaskülaritesi sebebiyle radial ön kol flebi tercih edildi. Donör alan morbiditesi yüzünden radial ön kol flebi kliniğimizde ancak diğer fleplerin uygun olmadığı vakalarda kullanıldı.

4 olguda latissimus dorsi kas deri flebi primer flep olarak kullanıldı. Bu olgular, ayak bileğine eşlik eden topuk, plantar bölge gibi ağırlık taşıyan anatomik alanlarında defektli olduğu olgulardı. Çalışmamızda bu flebin ortalama boyutunun 155cm² olduğu görüldü. Latissimus dorsi kas deri flebi başlıca geniş ve kompleks yaralanmalarda kullanıldı. Bu sebeple bu flebin kullanıldığı 4 olgunun 3'ünde donör alan kısmı kalınlıkta deri grefti ile kapatıldı.

Alt ekstremitte total flep kaybı oranı diğer vücut bölgelerine oranla daha yüksektir. Literatürde mevcut birçok çalışma alt ekstremitte rekonstrüksiyonunda flep kaybı oranının, üst ekstremitte, gövde ve baş boyun rekonstrüksiyonunda flep kaybı oranında yüksek olduğunu göstermiştir^{10,11}. Çalışmamızda serbest flep ile alt ekstremitte rekonstrüksiyonunda başarı oranımızın %85 olduğu görülmüştür. Bu oran literatürde bulunan bir çok yayına benzerlik göstermektedir^{10,11}. Melissinos ve Parks¹⁰ yayınladıkları raporda baş-boyun, gövde, üst ekstremitte ve alt ekstremitte rekonstrüksiyonunda serbest flep başarı oranlarını sırası ile %96.8, %100, %98.8 ve %95.6 olarak göstermiştir. Benzer şekilde Percival ve arkadaşlarının¹¹ raporunda ise oranlar %94, %100, %91 ve %85 olarak gösterilmiştir.

Naique ve ark¹² Gustillo evre IIIb yaralanmalarında operasyon sonrası komplikasyon ve revizyon cerrahi oranlarının artmış olduğunu göstermiştir. Çalışmamızda 7 hasta Gustillo evre IIIb tipi yaralanmaya maruz kalmıştı ve bu hastaların literatüre benzer şekilde 5 tanesinde post operatif komplikasyonlar gözlemlendi. 2 hastada total flep kaybı yaşandı. Çalışmamızdaki diğer hastalarda karşılaştırıldığını bu gruba ait hastalarda komplikasyon oranlarının daha yüksek olduğu dikkat çekti.

Alt ekstremitte rekonstrüksiyonunda birincil amaç fonksiyonun kazanılması ve devamının sağlanmasıdır. Bunun için iskelet rekonstrüksiyonu ve yumuşak doku kılıfı kritik öneme sahiptir. Rekonstrüksiyonun başarısız olması durumunda daha fazla doku ve fonksiyon kaybı ihtimali oluşur. Bu sebeple uygun tedavi planı-

nın yapılması hayatidir. Çalışmamızda tedavi sürecini yönettiğimiz 20 alt ekstremitte defekti olgusunun rekonstrüksiyon sonuçlarını paylaştık.

Kaynaklar

1. Basheer MH, Wilson SM, Lewis H, Herbert K. Microvascular free tissue transfer in reconstruction of the lower limb. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2008;61:525-528
2. Hollenbeck ST, Toranto JD, Taylor BJ, Ho TX, Zenn MR, Erdmann D et al. Perineal and lower extremity reconstruction. *Plast Reconstr Surg* 2011;128:551-563
3. Khouri RK, Shaw WW. Reconstruction of the lower extremity with microvascular free flaps: a 10-year experience with 304 consecutive cases. *J Trauma* 1989;29:1086-1094
4. Francel TJ, Vander Kolk CA, Hoopes JE, Manson PN, Yaremchuk MJ. Microvascular soft-tissue transplantation for reconstruction of acute open tibial fractures: timing of coverage and long-term functional results. *Plast Reconstr Surg* 1992;89:478-487
5. Wyble EJ, Yakuboff KP, Clark RG, Neale HW. Use of free fasciocutaneous and muscle flaps for reconstruction of the foot. *Ann Plast Surg* 1990;24:101.
6. Francel TJ, Vander Kolk CA, Hoopes JE, Manson PN, Yaremchuk MJ. Microvascular soft-tissue transplantation for reconstruction of acute open tibial fractures: timing of coverage and long-term functional results. *Plast Reconstr Surg* 1992;89(3):478-487
7. Yazar S, Lin CH, Lin YT, Ulusal AE, Wei FC. Outcome comparison between free muscle and free fasciocutaneous flaps for reconstruction of distal third and ankle traumatic open tibial fractures. *Plast Reconstr Surg* 2006;117(7):2468-2475
8. Fischer JP, Wink JD, Nelson JA, Cleveland E, Grover R, Wu LC, et al. A retrospective review of outcomes and flap selection in free tissue transfers for complex lower extremity reconstruction. *J Reconstr Microsurg* 2013;29(6): 407-416
9. Khan MA, Jose RM, Taylor C, Ahmed W, Prinsloo D. Free radial forearm fasciocutaneous flap in the treatment of distal third tibial osteomyelitis. *Ann Plast Surg* 2012;68(1):58-61
10. Melissinos EG, Parks DH. Post-trauma reconstruction with free tissue transfer: analysis of 442 consecutive cases. *J Trauma* 1989;29:1095-102.
11. Percival NJ, Sykes PJ, Earley MJ. Free flap surgery: the Welsh Regional Unit experience. *Br J Plast Surg* 1989;42:435-40.
12. Naique SB, Pearse M, Nanchahal J. Management of severe open tibial fractures: the need for combined orthopaedic and plastic surgical treatment in specialist centres. *J Bone Joint Surg Br* 2006;88: 351-7.