



Cerrahi alanda gelişen enfeksiyonların tedavisinde vakum yardımcı örtüm sistemi uygulamalarımız

Use of vacuum-assisted closure in the topical treatment of surgical site infections

Ayhan KILIÇ, Ufuk ÖZKAYA, Sami SÖKÜCÜ, Seçkin BASILGAN, Yavuz KABUKÇUOĞLU

Taksim Eğitim ve Araştırma Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği

Amaç: Cerrahi alanda gelişen enfeksiyonun bölgesel tedavisinde vakum yardımcı örtüm sistemi ile elde ettiğimiz sonuçları değerlendirildi.

Çalışma planı: Cerrahi alanda gelişen enfeksiyon nedeniyle 17 hastaya (10 erkek, 7 kadın; ort. yaş 60 ± 20) VAC sistemi (Vacuum-Assisted Closure, Kinetic Concept Inc.) ile vakum yardımcı yara örtme tedavisi uygulandı. Enfeksiyonlu yaraların altısı kalça, beşi krus, üçü diz, ikisi sakrum ve biri el bölgesindeydi. On beş hastada (%88.2) enfeksiyon etkeni olarak gram-pozitif bakteri saptandı. Altı hastada (%35.3) enfeksiyon hastane kökenliydi. Yaralara, ilk iki gün sürekli, sonraki günlerde ise aralıklı olarak 100-125 mmHg negatif basınç uygulandı. Hastalar ortalama 11 ± 6 ay takip edildi.

Sonuçlar: Vakum tedavisinin uygulama süresi ortalama 16 ± 4 gün, hastanede yatış süresi 31 ± 19 gün idi. Hastalara vakum tedavisi öncesinde ortalama üç cerrahi girişim (dağılım 1-6) yapıldı. Yaradan gelen akıntı miktarı 500 ± 150 ml ölçüldü. Yaraların tümünde doku ödemi ve akıntı sorunu çözüldü. Temiz ve kuru görümlü bir cerrahi yara sahası elde edildi. On bir hastada (%64.7) cerrahi bölgesindeki enfeksiyon, uygun antibiyotik kullanımı ve vakum tedavisi ile klinik ve bakteriyolojik olarak tedavi edildi. Hastane nedenli enfeksiyonları olan altı hastada ise yara sorunlarının çözümünü takiben yara kültürüne uygun antibiyotik kullanımına devam edildi. Tedavi öncesinde 36 ± 14 cm² olan yara alanı uygulama sonunda 11 ± 10 cm²'ye geriledi ($p<0.05$). Vakum tedavisinden sonra sadece iki hastanın (%11.8) yaralarının örtümünde ek cerrahi girişime gerek görüldü. İki hastada (%11.8) uygulama sırasında basınca bağlı ağrı görüldü.

Çıkarımlar: Vakum yardımcı yara örtüm yöntemi, enfekte yaraların bakımında bölgesel üstünlükleri yanı sıra daha hızlı ve konforlu bir tedavi olanağı sunar. Bu özellikleri ile konvansiyonel yara bakım yöntemlerine güvenilir bir seçenek sayılabilir.

Anahtar sözcükler: Negatif basınçlı yara tedavisi; yara iyileşmesi; yara enfeksiyonu/tedavi.

Objectives: This study was designed to evaluate the results of vacuum-assisted closure in the topical treatment of surgical site infections.

Methods: Vacuum therapy was performed in 17 patients (10 males, 7 females; mean age 60 ± 20 years) using the VAC system (Vacuum-Assisted Closure, Kinetic Concept Inc) for the treatment of surgical site infections. Infective wounds were in the hip (n=6), crus (n=5), knee (n=3), sacrum (n=2), and hand (n=1). The causative organism for infections was gram-positive bacteria in 15 patients (88.2%), and six patients (35.3%) had nosocomial infections. The wounds were treated with a negative pressure of 100-125 mmHg applied continuously for the first two days, and then intermittently for the following days. The mean follow-up period was 11 ± 6 months.

Results: The mean duration of vacuum therapy was 16 ± 4 days and the mean length of hospitalization was 31 ± 19 days. The patients underwent a mean number of three surgical procedures (range 1 to 6) before vacuum therapy. The mean amount of discharge from the wound was 500 ± 150 ml. Tissue edema and discharge problems were resolved in all the wounds and a hygienic and dry-looking surgical site was attained. In 11 patients (64.7%), clinical and bacteriologic eradication of infections was achieved at the surgical site through antibiotic use and vacuum therapy. Six patients with nosocomial infections continued to receive antibiotic treatment following resolution of surgical site problems. The mean wound area showed a significant reduction from 36 ± 14 cm² to 11 ± 10 cm² following vacuum therapy ($p<0.05$). Only two patients (11.8%) required further surgical interventions for the closure of wound site. Two patients (11.8%) complained of pain associated with vacuum application.

Conclusion: Besides its topical advantages in the care of infected wounds, vacuum-assisted closure provides a more rapid and comfortable treatment opportunity, representing a reliable alternative to conventional wound care methods.

Key words: Negative-pressure wound therapy; wound healing; wound infection/therapy.

Yazışma adresi / Correspondence: Dr. Ayhan Kılıç, Taksim Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, 34433 Beyoğlu, İstanbul. Tel: 0212 - 252 43 00 / 1403 e-posta: kilicayhan@yahoo.com

Başvuru tarihi / Submitted: 06.01.2009 **Kabul tarihi / Accepted:** 03.05.2009

© 2009 Türk Ortopedi ve Travmatoloji Derneği / © 2009 Turkish Association of Orthopaedics and Traumatology

Ekstremitte cerrahisinin en karmaşık sorunlarından biri yumuşak doku kayıpları ile birlikte olan enfeksiyonlardır. Yara alanındaki cerrahi materyallerin ve kemik yapının örtüm sorunlarına yol açan bu durum ortopedik girişimlerin %1-12'sinde görülür.^[1,2] Tedavi yönteminin seçiminde farklı görüşler vardır. Konvansiyonel tedavide, yara alanının yıkanması ve ölü doku temizliğini takiben ıslak pansumanlar, kolloid jeller ve cilt greftlemesinden serbest doku nakline kadar değişen özel cerrahi girişimler uygulanır.^[3,4] Diğer bir yöntem de, son yıllarda yaygın kullanım alanı bulan vakum yardımcı yara örtüm sistemleridir. Pek çok isim altında anılan bu tedavi yönteminin en bilinen tanımlamaları, topikal negatif basınç, subatmosferik basınç tedavisi, subatmosferik basınçlı pansuman ve vakum tedavisidir (VT).^[3-6]

2007 yılı verilerine göre, Cochrane bilgi bankasında vakum tedavisi ile ilgili 269'u orijinal makale olmak üzere, toplam 674 çalışma bulunmaktadır.^[5,6] Vakum

tedavisinin yara dokusu üzerine bilinen en önemli etkisi bölgesel kan akımını artırmasıdır. Morykwas ve ark.^[7] yaraya 125 mmHg bir negatif basınç uygulanması durumunda kan akımının dört kat arttığını ve bu etkinin devamlılığı için negatif basıncın aralıklı olarak uygulanması gerektiğini göstermişlerdir. Diğer bir etki ise vakum tedavisinin yara yüzeyindeki hücrelerde yarattığı mekanik streştir. Buna bağlı olarak hücre yapımında artış meydana gelir ve granülasyon dokusu oluşumu hızlanır. Üçüncü ve en tartışmalı etki ise yara iyileşmesine engel olan proteazların emilerek yaradan uzaklaştırılması ve enfekte dokudaki bakteri sayısını azaltmasıdır.^[8-12] Bu konunun cerrahi uygulamalardan sonra gelişen yara sorunlarının tedavisindeki klinik önemi açıktır. Ancak, bu alandaki bilgi aktarımı birkaç çalışmayla sınırlıdır.^[10,13-20]

Bu çalışmada, cerrahi alanda gelişen enfeksiyonların bölgesel tedavisinde vakum yardımcı örtüm sistemi ile elde ettiğimiz sonuçlar değerlendirildi.



Şekil 1. Her iki bacağına vuran bel ağrısı ve uyuşma yakınmaları olan hastanın (a) manyetik rezonans görüntülerinde sakrum S₁ ve S₂ segmentlerini tutan, önde presakral alana, arkada spinal kanala uzanan, omurlara zarar veren, 48x32x60 mm boyutlarında heterojen yoğunlukta kitle izlendi. (b) Hastanın radikal rezeksiyon ve posterior stabilizasyon ameliyatı sonrası radyografileri. (c) *E. coli* nedenli derin enfeksiyon gelişen hastanın debridmanlardan sonra cerrahi sahada açık bırakılan yarası ve vakum tedavisi uygulaması görülmekte. (d) Hastanın vakum tedavisine başladıktan sonraki fiziksel aktivite seviyesi.



Şekil 2. (a) Sağ el sırtında kızarıklık, şişlik ve ağrı yakınmaları olan hasta acil olarak ameliyata alınarak kangrenli dördüncü parmağı metakarpofalangeal eklemden ampute edildi. Bölgesel yara temizliği yapıldı ve yara kültürü alındı. (b) Yara kültüründe *Clostridium* üremesi üzerine hastaya yatışının ikinci gününde geniş yara temizliği ve yıkama işlemi uygulandı. Enfeksiyonun önkol dorsal yüzünde derin dokuları da içine aldığı gözlemlendi. (c) Hastanın ikinci ameliyatından sonra yaraya 12 gün süreyle vakum tedavisi uygulandı ve (d) yarada iyileşme sağlandı. (e) Dördüncü metakarpın ray amputasyonu yapılan hasta yatışından 23 gün sonra taburcu edildi.

Hastalar ve yöntem

Kliniğimizde 2006-2008 yılları arasında vakum tedavisi uygulanan 17 hasta (10 erkek, 7 kadın; ort. yaş 60 ± 20) geriye dönük olarak incelendi. Hasta seçim ölçütlerimiz, cerrahi uygulanan sahada beş günden uzun süren akıntı olması, kültür pozitif enfeksiyon varlığı ve yara dudaklarında akıntıya eşlik eden nekroz ve açılma olmasıydı.^[18] Enfeksiyonlu yaraların altısı (%35.3) kalça, beşi (%29.4) krus, üçü (%17.7) diz, ikisi (%11.8) sakrum ve biri (%5.9) el bölgesindeydi. Uygulanan cerrahi girişimler şunlardı: kırık cerrahisi (n=8), artroplastisi (n=4), tümör cerrahisi (n=2) ve diğer cerrahiler (gazlı kangren, diyabete bağlı diz altı amputasyon, künt travmaya bağlı açık yaralanma) (Şekil 1, 2).

Cerrahi olarak ilk girişimler sırasında kemik ve eklem yüzeyine materyal (DHS çivisi, plak vida, protez) yerleştirilen 13 hastada (%76.5) bu materyaller önceki yara temizliği aşamalarında çıkartılmıştı. Travma cerrahisi uygulanan hastaların üçüne iskelet traksiyonu,

beşine ise eksternal fiksator uygulamıştı. Protez uygulaması yapılan (tümör rezeksiyon protezi uygulanan bir hasta da dahil) hastalarda ise enfekte protezlerin çıkartılmasını takiben cerrahi sahaya kemik çimentosundan yapılan ve antibiyotik (teikoplanin 4 gr) emdirilen eklem blokları konmuştu. Bu hastalarda vakum tedavisine ilk altı haftadan sonra başlandı.

Enfeksiyonlar, hastane enfeksiyon komitesi ile birlikte değerlendirildi. Hastalar, birer hafta ara ile alınan yara kültürleri ve laboratuvar parametreleri (sedimentasyon, CRP, lökosit sayısı) ile takip edildi. On beş hastada (%88.2) enfeksiyon etkeni olarak gram-pozitif bakteriler saptandı (Tablo 1). Etken bakteri yapılarına göre yapılan değerlendirmede ise, altı hastada (%35.3) hastane enfeksiyonu saptandı. Hastaların tümüne bir veya birkaç kez yara temizliği ve yıkama ameliyatı yapıldı. Yara kültürü sonuçlarına göre intravenöz yolla antibiyotik uygulamasına ve vakum tedavisine başlandı.

Tablo 1. Enfeksiyon etkeni olan bakterilerinin dağılımı

	Sayı	Yüzde
<i>Staphylococcus aureus</i>		
Metisiline dirençli (MRSA)	3	17.7
Metisiline duyarlı	4	23.5
<i>Escherichia coli</i>	2	11.8
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	4	23.5
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	2	11.8
<i>Acinetobacter baumannii</i>	1	5.9
<i>Clostridium perfringens</i>	1	5.9

Çalışmada vakum yardımcı yara örtüm sistemi olarak VAC sistemi (Vacuum-Assisted Closure, Kinetic Concept Inc., San Antonio, TX, ABD) kullanıldı. Yaraya, ilk iki gün sürekli, sonraki günlerde ise aralıklı olarak 100-125 mmHg negatif basınç uygulandı. Pansuman değişimleri 48 saatte bir yapıldı. Yaranın pansumanı sırasında boyutları ölçülerek, yüzey temizliği yapıldı, toplama kabında biriken akıntı kaydedildi. Yara boyutlarının ölçümünde üniversal eklem gonyometresinin cetveli kullanıldı.

Tedavinin sonlandırılması için kabul edilen durumlar şunlardı: (i) İki uygulama sonunda 20 ml'den az akıntı gelmesi; (ii) laboratuvar olarak enfeksiyon değerlerinin düzelmesi ve/veya yara kültüründe bakteri görülmemesi; (iii) yaradaki doku kaybının azalması ve basit rekonstrüktif yöntemlerle kapatılabilir hale gelmesi.

Uygulamanın sonlandırılmasının zorunlu görüldüğü durumlar ise, aşırı ağrı, psikolojik olarak kabul lenememe, pansumanda ya da toplama kabında belirgin pürülan materyal olması, aşırı kanama olarak belirlendi.

Vakum yardımcı uygulamada, yarayı doldurmak için 400-600 µm gözenekli, poliüretan ve polivinil alkolden oluşan süngerler, yarayı örtmek için ise yapışkanlı, yarıgeçirgen kapama filmleri kullanıldı. Basınç düzenleyici bir bağlantı düzeneği (TRAC system, Kinetic Concept Inc.), akıntının toplandığı kap ve negatif basıncı oluşturan cihaz sistemin diğer parçalarıydı (Şekil 3).

Hastaların ilk yara temizliği ve yıkama işlemleri ameliyathane koşullarında yapıldı. Derin doku temizliğinden sonra kas tabakası kapatılabilen yaralarda (kalça ve sakrum uygulamaları), kas ve fasya katmanları uygun dikiş materyalleri ile kapatıldıktan sonra ciltaltı ve cilt tabakasında açık bırakılan 4x6

**Şekil 3.** Vakum tedavi cihazı ve uygulaması.

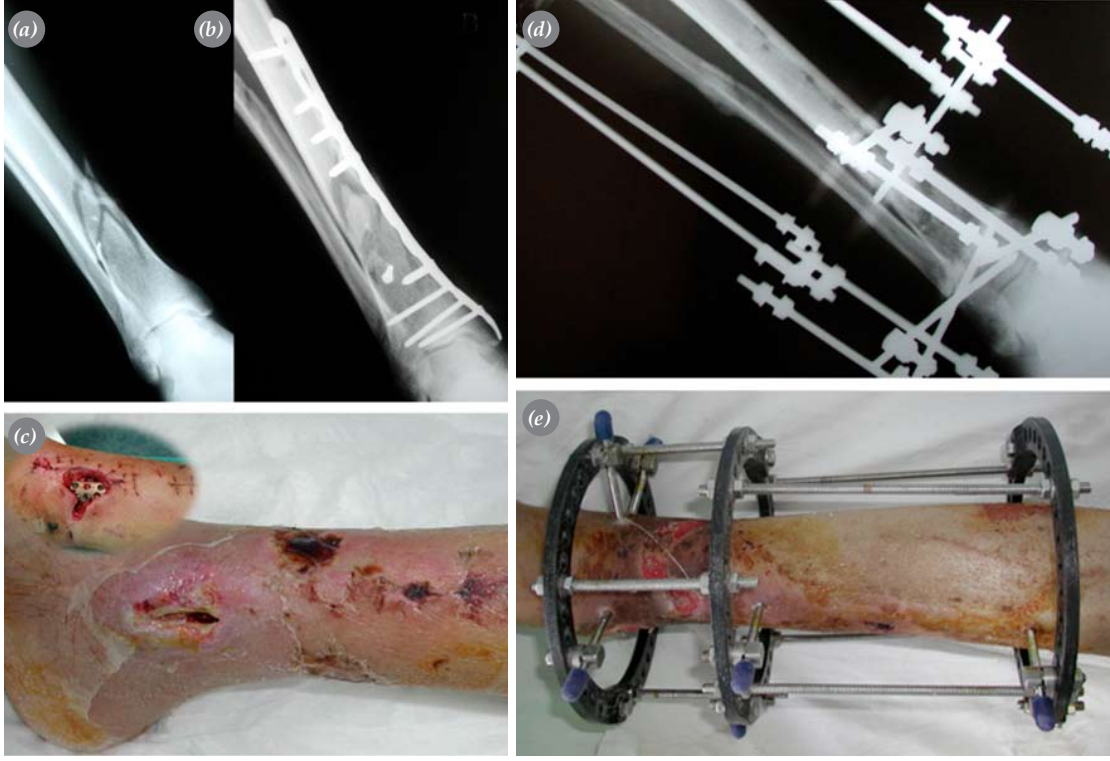
cm'lik (~20 cm²) bir alana veya doğrudan yara yüzeyine, uygun boyutlarında kesilen poliüretan sünger yerleştirildi. Yara yarıgeçirgen yapışkanlı kaplamalar ile örtüldü. Kaplama üzerinde açılan delikten cihazın bağlantı düzeneği yerleştirildi ve sistem çalıştırıldı. Tedavi sırasındaki büyük ölü doku temizlikleri ve yıkamaları genel anestezi altında yapıldı. Hastalar ortalama 11±6 ay takip edildi.

Verilerin istatistiksel analizi SPSS 11.5 programı kullanılarak Wilcoxon testi ile yapıldı.

Sonuçlar

Vakum tedavisinin uygulama süresi ortalama 16±4 gün, hastanede yatış süresi 31±19 gün idi. Hastalara vakum tedavisi öncesinde ortalama üç cerrahi girişim (dağılım 1-6) yapıldı. Yaradan gelen toplam akıntı miktarı 500±150 ml ölçüldü.

Yaraların tümünde görülen doku ödemi ve akıntı sorunu çözüldü. Temiz ve kuru görümlü bir cerrahi yara sahası elde edildi (Şekil 4). On bir hastada (%64.7) cerrahi bölgesindeki enfeksiyon, uygun antibiyotik kullanımı ve vakum tedavisi ile klinik ve bakteriyolojik açıdan tedavi edildi. Hastane nedenli enfeksiyonları olan altı hastada ise yara sorunlarının çözümünü takiben vakum tedavisi sonlandırıldı; fakat, yara kültürüne uygun antibiyotik kullanımına devam edildi. Hastaların daha sonraki takipleri ise enfeksiyon kliniğinde yapıldı. Bu grupta yer alan ve osteosarkom tanısı ile tümör protezi uygulanan bir hastaya daha sonra dizüstü amputasyon yapılması gerekti. Vakum tedavisinden sonra sadece iki hastanın (%11.8) yaralarının örtümünde ek cerrahi gi-



Şekil 4. Trafik kazası sonrasında 70 yaşındaki erkek hastanın (a) sağ krurisinde çift kemik kırığı saptandı ve (b) travmadan 3 gün sonra minimal invaziv teknikle kilitli plak uygulaması yapıldı. (c) Bir ay sonra ayak bileği medialindeki cerrahi sahada akıntı, çevresel ödem ve yarada açılma görüldü. Yara temizliği ve yıkama yapıldı. (d) Plak vida çıkartıldı, çember fiksator uygulandı. (e) Hastanın 14 günlük vakum tedavisi uygulamasından sonraki görüntüsü.

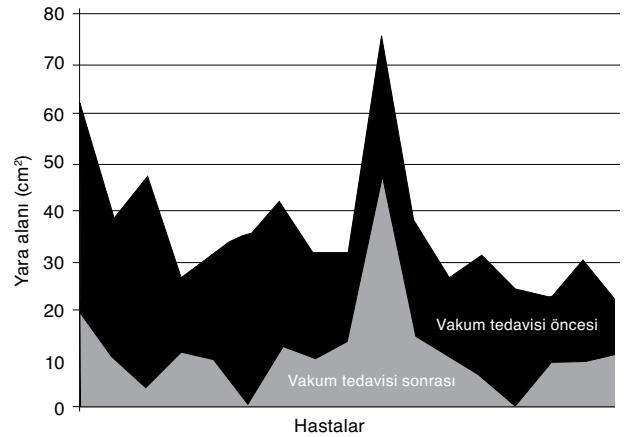
rişimlere gerek görüldü (cilt grefti ve bölgesel döndürme flebi).

Tedavi öncesinde 36 ± 14 cm² olan yara alanı, uygulama sonunda 11 ± 10 cm²'ye geriledi ($p < 0.05$) (Şekil 5). İki hastada (%11.8) uygulama sırasında basınca bağlı ağrı gelişimi görüldü. Negatif basıncın miktarı 25 mmHg azaltılarak hastaların yakınmaları giderildi.

Tartışma

Vakum tedavisi önceleri yanık ve bası yarası gibi yüzeysel doku kayıplarında kullanılırken, son yıllarda ciddi yumuşak doku kayıpları ile birlikte olan ortopedik enfeksiyonlarda ve tümör cerrahisinde yeni uygulama alanları bulmuştur.^[1,2,4,8,10,13,21,22] Tedavisinde uzun süreli antibiyotik kullanımı ve serbest doku transferi gibi özel teknikler gerektirebilen bu yaraların bakım süreçleri de oldukça sorunludur.^[1,2,14-17] Bu amaçla bölgesel vakum tedavisinin kullanılması pek çok avantaj sağlar. Bunlardan ilki, çoğu zaman derin yara enfeksiyonlarının ve geniş yumuşak doku nekrozlarının habercisi olan akıntının emilerek yara dan uzaklaştırılmasıdır.^[10,15-18] Vakum tedavisi, doku

iyileşmesine katkı sağlayan hücreler üzerine olumsuz etkili proteazların atılımını sağladığı gibi, bakteri konsantrasyonlarını azaltarak enfeksiyonun bölgesel ve sistemik kontrolüne katkı sağlar.^[23] Vakum tedavisinin bu etkileri, olgularımızda yaraların tümünde görülen doku ödemi ve akıntı sorununu çözmemize yardımcı oldu; ölü boşluk gelişimi önlenerek, temiz



Şekil 5. Vakum tedavisi uygulaması yapılan yara alanlarındaki değişimler.

ve kuru görünümlü bir cerrahi yara sahası elde edildi. Bölgesel kan akımının artırılması ile granülasyon dokusunun gelişimi hızlandırıldı. Çalışmaya katılan hastalarda ortalama 16 gün sonunda yara alanında belirgin küçülme gözlemlendi. Bu konuda en geniş olgu serisine sahip olan Kaplan ve ark.nın^[24] genel beden travması geçiren 1500 hasta üzerinde yaptıkları çalışmada, VT ile hastanede yatış süresi ve tedavi maliyetlerinde yarıya yakın azalma olduğu gösterilmiştir. Çalışmamızda da VT, 11 hastanın bölgesel ve genel enfeksiyonlarının tam olarak tedavisine katkı sağladı. Çalışmamızda 15 yara (%88.2) ek cerrahi girişime gerek olmadan kapandı. Sadece iki yara (%11.8), 10 günlük vakum tedavisinden sonra ek cerrahi yöntemlerle tedavi edildi. Brandi ve ark.^[25] da de-epidermalize deri ile beraber uyguladıkları VT ile bacak bölgesinde örtüm sorunu olan kas ve tendonların tümünde sorunsuz olarak örtüm sağlamışlardır.

Seçilen tedaviden bağımsız olarak, uzun süre hastanede yatmayı gerektiren bu yaralar yoğun ilaç kullanımını ve birden fazla sayıda cerrahi girişim gerektirebilir.^[26] Ortalama üç ameliyat geçiren hastalarımız, bir ay hastanede kalmak zorunda kaldı. Günlük yaşamı kısıtlayan ve ekonomik maliyetleri artıran bir sosyal sorun olan bu süreç, geleneksel pansumanlarla kıyaslandığında daha kısaydı.^[27,28] Çalışma süresince sadece iki hastada (%11.8) uygulama sırasında basıncın yüksekliğine bağlı ağrı sorunu yaşandı. Tekrarlayan enfeksiyon, septisemi ve sıvı-elektrolit kaybı gibi komplikasyonlarla karşılaşılmadı.^[28]

Çalışmamızın en belirgin kısıtlılıkları, hasta sayısının sınırlı olması ve kontrol grubu olmamasıdır. Ayrıca, yara sahasında bakteri konsantrasyonuna ait ölçümlerin yapılamaması bir diğer yetersizliktir.

Sonuç olarak, vakum yardımcı yara örtüm yöntemi, enfekte yaraların bakımında bölgesel üstünlükler sağlaması yanı sıra daha hızlı ve konforlu bir tedavi olanağı sunar. Bu özellikleri ile konvansiyonel yara bakım yöntemlerine güvenilir bir seçenek oluşturur.

Kaynaklar

1. Bihariesingh VJ, Stolarczyk EM, Karim RB, van Kooten EO. Plastic solutions for orthopaedic problems. *Arch Orthop Trauma Surg* 2004;124:73-6.
2. Kramhøft M, Bødtker S, Carlsen A. Outcome of infected total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 1994;9:617-21.
3. Demir A, Demirtaş Y, Çifci M, Öztürk N, Karacalar A. Topikal negatif basınç (vakum yardımcı kapama [VAC]) uygulamalarımız. *Türk Plast Rekonstr Est Cer Derg* 2006; 14:171-7.
4. Başer NT, Işık V, Bulutoğlu R, Gökrem S, Aslan G. Yara bakımı ve tedavisinde subatmosferik basınçlı yara pansumanı. *Türkiye Klinikleri J Med Sci* 2007;27:902-15.
5. Schintler MV, Prandl EC. Vacuum-assisted closure - what is evidence based? *Eur Surg* 2008;40:11-8.
6. Hunter JE, Teot L, Horch R, Banwell PE. Evidence-based medicine: vacuum-assisted closure in wound care management. *Int Wound J* 2007;4:256-69.
7. Morykwas MJ, Argenta LC, Shelton-Brown EI, McGuirt W. Vacuum-assisted closure: a new method for wound control and treatment: animal studies and basic foundation. *Ann Plast Surg* 1997;38:553-62.
8. Vikatmaa P, Juutilainen V, Kuukasjärvi P, Malmivaara A. Negative pressure wound therapy: a systematic review on effectiveness and safety. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2008; 36:438-48.
9. Scherer SS, Pietramaggiori G, Mathews JC, Prsa MJ, Huang S, Orgill DP. The mechanism of action of the vacuum-assisted closure device. *Plast Reconstr Surg* 2008;122:786-97.
10. Argenta LC, Morykwas MJ, Marks MW, DeFranzo AJ, Molnar JA, David LR. Vacuum-assisted closure: state of clinic art. *Plast Reconstr Surg* 2006;117(7 Suppl):127S-42S.
11. Saxena V, Hwang CW, Huang S, Eichbaum Q, Ingber D, Orgill DP. Vacuum-assisted closure: microdeformations of wounds and cell proliferation. *Plast Reconstr Surg* 2004; 114:1086-96.
12. Venturi ML, Attinger CE, Mesbahi AN, Hess CL, Graw KS. Mechanisms and clinical applications of the vacuum-assisted closure (VAC) Device: a review. *Am J Clin Dermatol* 2005;6:185-94.
13. Joseph E, Hamori CA, Bergman S, Roaf E, Swann NF, Anastasi GW. A prospective, randomized trial of vacuum-assisted closure versus standard therapy of chronic non-healing wounds. *Wounds* 2000;12:60-7.
14. Kanakaris NK, Thanasis C, Keramaris N, Kontakis G, Granick MS, Giannoudis PV. The efficacy of negative pressure wound therapy in the management of lower extremity trauma: review of clinical evidence. *Injury* 2007;38 Suppl 5:S9-18.
15. DeFranzo AJ, Argenta LC, Marks MW, Molnar JA, David LR, Webb LX, et al. The use of vacuum-assisted closure therapy for the treatment of lower-extremity wounds with exposed bone. *Plast Reconstr Surg* 2001;108:1184-91.
16. Webb LX. New techniques in wound management: vacuum-assisted wound closure. *J Am Acad Orthop Surg* 2002; 10:303-11.
17. Herscovici D Jr, Sanders RW, Scaduto JM, Infante A, DiPasquale T. Vacuum-assisted wound closure (VAC therapy) for the management of patients with high-energy soft tissue injuries. *J Orthop Trauma* 2003;17:683-8.
18. Gomoll AH, Lin A, Harris MB. Incisional vacuum-assisted closure therapy. *J Orthop Trauma* 2006;20:705-9.
19. Blume PA, Walters J, Payne W, Ayala J, Lantis J. Com-

- parison of negative pressure wound therapy using vacuum-assisted closure with advanced moist wound therapy in the treatment of diabetic foot ulcers: a multicenter randomized controlled trial. *Diabetes Care* 2008;31:631-6.
20. Wongworawat MD, Schnall SB, Holtom PD, Moon C, Schiller F. Negative pressure dressings as an alternative technique for the treatment of infected wounds. *Clin Orthop Relat Res* 2003;(414):45-8.
 21. Saleh K, Olson M, Resig S, Bershadsky B, Kuskowski M, Gioe T, et al. Predictors of wound infection in hip and knee joint replacement: results from a 20 year surveillance program. *J Orthop Res* 2002;20:506-15.
 22. Bickels J, Kollender Y, Wittig JC, Cohen N, Meller I, Malawer MM. Vacuum-assisted wound closure after resection of musculoskeletal tumors. *Clin Orthop Relat Res* 2005; 441:346-50.
 23. Mouës CM, Vos MC, van den Bemd GJ, Stijnen T, Hovius SE. Bacterial load in relation to vacuum-assisted closure wound therapy: a prospective randomized trial. *Wound Repair Regen* 2004;12:11-7.
 24. Kaplan M, Daly D, Stemkowski S. Early intervention of negative pressure wound therapy using Vacuum-Assisted Closure in trauma patients: impact on hospital length of stay and cost. *Adv Skin Wound Care* 2009;22:128-32.
 25. Brandi C, Grimaldi L, Nisi G, Silvestri A, Brafa A, Calabrò M, et al. Treatment with vacuum-assisted closure and cryo-preserved homologous de-epidermalised dermis of complex traumas to the lower limbs with loss of substance, and bones and tendons exposure. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2008;61:1507-11.
 26. Apelqvist J, Armstrong DG, Lavery LA, Boulton AJ. Resource utilization and economic costs of care based on a randomized trial of vacuum-assisted closure therapy in the treatment of diabetic foot wounds. *Am J Surg* 2008;195:782-8.
 27. Özsüt H, Tözün R, Çağatay A, Eraksoy H. Kronik osteomyelit ve total protez infeksiyonlarında yüzeysel sürüntü kültürleriyle, derin doku veya aspirat materyallerinin mikrobiyolojik sonuçlarının karşılaştırılması. *Klimik Dergisi* 2007;20:71-6.
 28. Norton SE, De Souza B, Marsh D, Moir G. Vacuum-assisted closure (VAC Therapy) and the risk of fluid loss in acute trauma. *Ann Plast Surg* 2006;56:194-5.