

Diyabetik Ayak Tedavisinde VAC (Vakuum Yardımlı Kapama) Uygulamaları

Cihan Adanaş¹

Sezai Özkan²

Özet

Diyabetik ayak ülserleri, diyabetes mellitusun en ciddi komplikasyonlarından biri olup hem morbiditeyi hem de mortaliteyi artırmaktadır. Hastaların yaklaşık %15–25'i yaşamları boyunca en az bir kez ayak ülseri ile karşılaşmaktadır. Uygun şekilde yönetilmediğinde enfeksiyon, sepsis, gangren ve majör amputasyonlar gibi ağır sonuçlara yol açabilmektedir. Diyabetik ayak bakımında multidisipliner yaklaşım esastır; metabolik kontrolün sağlanması, enfeksiyon tedavisi, vasküler dolaşımın düzeltilmesi ve etkin yara yönetimi bu yaklaşımın temel unsurlarıdır. Son yıllarda yaygınlaşan modern tedavi yöntemlerinden biri negatif basınçlı yara tedavisi (VAC) olup, standart pansumanlara göre daha etkili sonuçlar sunmaktadır. VAC tedavisi; negatif basınç ile eksuda drenajı, ödem azalması, bakteriyel yük kontrolü ve granülasyon dokusu gelişimini hızlandırma gibi mekanizmalar yoluyla iyileşmeyi desteklemektedir. Uygulama öncesi yara yatağının uygun şekilde hazırlanması, debridman yapılması ve enfeksiyon kontrolü önem taşır. VAC sistemlerinde kullanılan köpük türleri ve basınç ayarları hastanın klinik durumuna göre belirlenmektedir. Tedavi, özellikle geniş yüzeyle ülserlerde, amputasyon sahalarında ve enfekte yaralarda etkili sonuçlar vermektedir. Literatürde VAC'ın yara kapanma süresini kısalttığı, granülasyon gelişimini artırdığı ve amputasyon oranlarını azalttığına dair güçlü klinik kanıtlar bulunmaktadır. Bununla birlikte yüksek maliyet ve yanlış kullanımda doku hasarı gibi dezavantajları da vardır. Sonuç olarak VAC tedavisi, doğru hasta seçimi ve multidisipliner yaklaşım ile diyabetik ayak yaralarının yönetiminde önemli bir tedavi seçeneği haline gelmiştir.

- 1 Doç. Dr., Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Van, cihanadanas@hotmail.com, ORCID: 0000-0002-3652-6077
- 2 Doç. Dr., Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Van, doktorsezai@hotmail.com, ORCID: 0000-0003-4444-6939

1. Giriş

Diyabetik ayak ülserleri, diyabetes mellitusun en ciddi ve maliyetli komplikasyonları arasında yer almakta olup hem morbiditeyi hem de mortaliteyi belirgin biçimde artırmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü raporlarına göre diyabet hastalarının yaklaşık %15–25'i yaşamları boyunca en az bir kez ayak ülseri ile karşılaşmaktadır (Armstrong & Boulton, 2017). Bu ülserlerin önemli bir bölümü enfeksiyon, sepsis, gangren ve alt ekstremité amputasyonları ile sonuçlanmaktadır (Lipsky et al., 2020).

Diyabetik ayak yaralarının başarılı yönetimi; metabolik kontrolün sağlanması, enfeksiyonun tedavisi, vasküler dolaşımın yeniden sağlanması, basınç azaltıcı yaklaşımlar ve etkin yara bakımını kapsayan multidisipliner bir yaklaşım gerektirir. Bu kapsamda son yıllarda yaygınlaşan yöntemlerden biri negatif basınçlı yara tedavisidir (VAC – vacuum-assisted closure, NPWT). İlk olarak Argenta ve Morykwas tarafından 1990'lı yıllarda tanımlanan bu yöntem (Morykwas et al., 1997), günümüzde diyabetik ayak ülserlerinin tedavisinde standart yara bakımına kıyasla daha etkin sonuçlar sunmaktadır.

VAC tedavisi; yara yüzeyine kontrollü negatif basınç uygulanması yoluyla eksudanın uzaklaştırılması, periyonal ödemin azaltılması, bakteriyel yükün kontrol altına alınması ve granülasyon dokusunun uyarılması esasına dayanır (Orgill & Bayer, 2013). Bu etkiler, yöntemi karmaşık ve iyileşmesi güç diyabetik ayak yaralarında önemli bir tedavi seçeneği haline getirmiştir.

2. Diyabetik Ayak Patofizyolojisi ve VAC Tedavisinin Bilimsel Temelleri

Diyabetik ayak ülserlerinin ortaya çıkışında üç temel mekanizma rol oynar:

2.1. Periferik nöropati:

Periferik nöropati, diyabetik ayak ülserlerinin gelişiminde en temel ve en sık karşılaşılan patofizyolojik mekanizmalardan biridir. Diyabete bağlı kronik hiperglisemi, periferik sinir liflerinde yapısal ve fonksiyonel hasara yol açarak duyuşal, motor ve otonom nöropati tablolarının ortaya çıkmasına neden olur. Bu üç nöropati tipi sıklıkla bir arada bulunur ve diyabetik ayak patogeneğinde birbirini olumsuz yönde etkileyen mekanizmalarla rol oynar.

Duyuşal nöropati, ağrı, ısı ve basınç duyusunun azalmasına veya kaybına yol açarak hastanın minör travmaları, tekrarlayan mikrobasişçaları ve uygun olmayan ayakkabı kullanımına bağlı hasarları fark edememesine neden olur. Bu durum, özellikle plantar bölgede uzun süreli basınca maruz kalan

alanlarda cilt bütünlüğünün bozulmasını ve ülser gelişimini kolaylaştırır. Ağrı duyusunun azalması, hastaların lezyon farkındalığını geciktirerek tanı ve tedavide gecikmeye yol açmaktadır.

Motor nöropati, intrinsik ayak kaslarında atrofi ve dengesizlik oluşturarak pençe parmak, çekiç parmak ve metatars başlarında çıkıntılılaşma gibi deformitelere neden olur. Bu yapısal değişiklikler, plantar basınç dağılımını bozarak belirli noktalarda aşırı yüklenmeye ve kallus oluşumuna zemin hazırlar. Kallus altı kanamalar ve cilt bütünlüğünün bozulması, diyabetik ayak ülserlerinin başlangıç noktası olarak sıklıkla karşımıza çıkmaktadır.

Otonom nöropati ise terleme fonksiyonunun azalmasına bağlı olarak ciltte kuruluk, elastikiyet kaybı ve fissür oluşumuna neden olur. Cilt bariyerinin bozulması, mikroorganizmalara giriş kapısı oluşturarak enfeksiyon riskini belirgin şekilde artırır. Ayrıca otonom disfonksiyonun neden olduğu mikrovasküler değişiklikler, lokal doku perfüzyonunu ve yara iyileşme kapasitesini olumsuz etkileyerek ülserlerin kronikleşmesine katkıda bulunur (Boulton, 2013).

Resim 1: Duyusal ve motor nöropatisi sonucu ayakta cilt kuruluğu ve deforme başlangıcı olan diyabetli bir hastamızın ayak görünümü.



2.2. Periferik arter hastalığı (PAH):

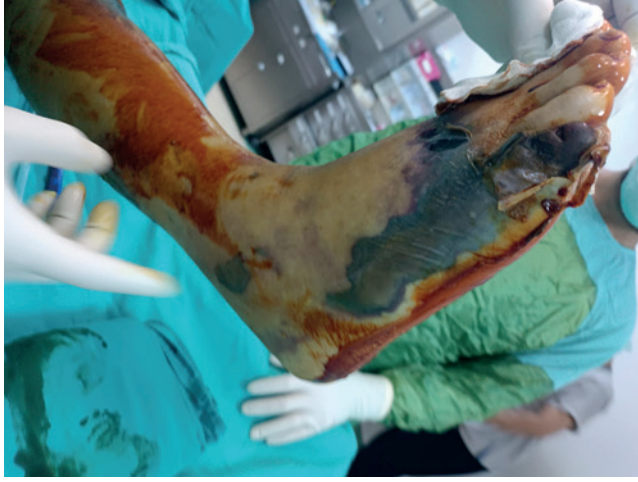
Periferik arter hastalığı (PAH), diyabetik ayak ülserlerinin gelişimi ve iyileşme sürecini belirleyen en önemli vasküler faktörlerden biridir. Diyabetes mellituslu hastalarda aterosklerotik süreç daha erken yaşta başlamakta, daha hızlı ilerlemekte ve sıklıkla diz altı arterleri tutarak distal ekstremitte perfüzyonunu ciddi şekilde azaltmaktadır. PAH varlığı, diyabetik ayak ülserlerinde doku oksijenizasyonunun bozulmasına, enfeksiyon riskinin artmasına ve yara iyileşmesinin belirgin şekilde gecikmesine neden olmaktadır.

Diyabetik hastalarda PAH genellikle sessiz seyirlidir ve eşlik eden periferik nöropati nedeniyle intermittan kladikasyon gibi klasik semptomlar maskelenebilir. Bu durum, hastalığın tanısında gecikmeye yol açarak ülserlerin kronikleşmesine ve ileri evre iskemik lezyonların gelişmesine zemin hazırlar. Kritik ekstremitte iskemisi gelişen olgularda istirahat ağrısı, nekroz ve gangren gibi ciddi klinik tablolar ortaya çıkabilmektedir.

PAH'ye bağlı azalmış kan akımı, yalnızca makrovasküler düzeyde değil, aynı zamanda mikrosirkülasyon düzeyinde de doku beslenmesini olumsuz etkiler. Endotel disfonksiyonu, kapiller yoğunluk azalması ve nitrik oksit biyoyararlanımındaki düşüş, lokal iyileşme kapasitesini sınırlayan temel patofizyolojik mekanizmalardır. Bu süreçler, granülasyon dokusu oluşumunu baskılamakta ve uygulanan yara tedavilerinin etkinliğini azaltmaktadır.

Tanısal değerlendirmede ayak nabızlarının palpasyonu, ayak bileği-kol indeksi (ABI), ayak parmağı basınç ölçümleri ve transkutanöz oksijen basıncı (TcPO₂) ölçümleri önemli yer tutar. Ancak diyabetik hastalarda arteriyel kalsifikasyona bağlı yalancı yüksek ABI değerleri görülebileceğinden, ileri görüntüleme yöntemleri ve fonksiyonel testler sıklıkla gereklidir.

Resim 2:Hastanemize geç başvuru sonucu doku akımı ileri derecede bozulmuş ve nekrozu olan diyabetik hastamızın ayak görünümünü.



2.3.Bağışıklık sistemi disfonksiyonu:

Diyabetik bireylerde fagositoz, kemotaksis ve nötrofil fonksiyonları belirgin ölçüde azalmıştır (Schuetz, P et al., 2011). Bu durum enfeksiyonların kontrol edilmesini zorlaştırır.

Resim 3: Ayakta osteomyeliti olan diyabetik bir hastamız



Bu patofizyolojik süreçler, diyabetik yaraların kronikleşmesine neden olur. VAC tedavisinin etkinliği aşağıdaki mekanizmalarla açıklanabilir:

- Yara içi ödemi azaltarak mikrosirkülasyonu artırır (Morykwas et al., 1997).
- Makro ve mikro deformasyon etkisiyle granülasyon dokusunu hızlandırır.
- Bakteriyel yükü azaltır ve kontaminasyonu sınırlar.
- Nemli ve kontrollü bir yara ortamı oluşturarak fibroblast aktivasyonunu artırır (Orgill & Bayer, 2013).

3. VAC Uygulama Tekniği

3.1. Yara Hazırlığı

VAC tedavisine başlamadan önce yara yatağı mutlaka uygun şekilde hazırlanmalı; nekrotik, devitalize dokular cerrahi debridman ile

uzaklaştırılmalıdır. Enfekte yaralarda kültür sonuçlarına göre sistemik antibiyotik tedavisi planlanır (Dalmedico, M. M et al., 2010).

Resim 4: Diyabetik ayak VAC uygulaması öncesi yara debridmanı



3.2. Uygulama Basamakları

1. Yara boyutuna uygun köpük (siyah, beyaz veya gümüş emdirilmiş) seçilir.
2. Köpük yara yüzeyine yerleştirilir.
3. Yarayı tamamen örten hava geçirmez şeffaf film uygulanır.
4. Film üzerine açılan porttan drenaj hattı bağlanır.
5. Cihaz aracılığıyla belirlenen negatif basınç uygulanır.

3.3. Basınç Parametreleri

- Sürekli negatif basınç: genellikle -75 ila -125 mmHg
- Aralıklı mod: 5 dakika negatif basınç, 2 dakika duraklama (granülasyon artırıcı etki)

(Morykwas et al., 1997)

3.4. Köpük Türleri

- Siyah poliüretan köpük: Granülasyon dokusu gelişimi için en uygun yapıdadır.
- Beyaz poliester köpük: Tendon, damar, sinir gibi hassas yapıların üzerinde tercih edilir.
- Gümüş emdirilmiş köpük: Antimikrobiyal etki sağlar (Armstrong et al., 2017).

Resim 5: Diyabetik ayak nedeniyle VAC uygulaması yaptığımız 54 yaşındaki hastamız



Resim 6: Diyabetik ayak nedeniyle VAC uygulaması yapılan 42 yaşındaki 2. Hastamız



3.5. Pansuman Değişim Aralığı

Genellikle 48–72 saatte bir değiştirilir. Ağır enfeksiyonlarda günlük değişim gerekebilir.

4. Endikasyonlar ve Kontrendikasyonlar

4.1. Endikasyonlar

- Debridman sonrası geniş yüzeyli diyabetik ülserler
- Amputasyon sahasının yönetimi
- Enfekte veya fazla eksuda içeren yaralar
- Wagner Evre 2–4 ülserler (Lipsky et al., 2020)

4.2. Kontrendikasyonlar

- Aktif malign yara
- Tedavi edilmemiş osteomyelit
- Şiddetli iskemi ($ABI < 0.5$)
- Masif nekrotik dokunun varlığı
- Fistül, viseral organ açıklığı (Orgill & Bayer, 2013)

Resim 7: Şiddetli iskemi ve enfeksiyonu olan bir hastamız



Resim 8: Ayak 1. parmakta masif nekrotik dokunun varlığı ve osteomyeliti olan hastamıza VAC uygulanmadı



Resim 9: Dış merkezde VAC uygulamasından fayda görmeyen hastamızın ayak görünümü



5. Klinik Kanıtlar

- Blume et al. (2008): VAC tedavisinin granülasyon gelişimini hızlandırdığı ve amputasyon gereksinimini azalttığı gösterilmiştir.
- Armstrong & Lavery (2005): Amputasyon sonrası yaralarda VAC'ın kapanma süresini anlamlı şekilde kısalttığı raporlanmıştır.
- Morykwas et al. (1997): Negatif basıncın lokal kan akımını %400'e kadar artırdığı ve bakteriyel yükü azalttığı bulunmuştur.
- Theodorakopoulos, G et al. (2025): VAC tedavisi hastanede kalış süresini ve enfeksiyon oranlarını azaltmıştır. Standart pansumana kıyasla VAC'ın amputasyon seviyesini ve süresini düşürdüğü saptanmıştır.

Resim 10: 4 seans VAC uygulaması sonucu yara yerinde granülasyon olan hastamızın ayak görünümü



6. VAC Tedavisinin Avantajları ve Dezavantajları

6.1. Avantajlar

- Hızlı granülasyon dokusu gelişimi
- Yara kapanma süresinde kısalma
- Majör amputasyon oranlarında azalma
- Daha az pansuman değişimi ve artmış hasta konforu
- Ödem ve bakteriyel yükte azalma (Dalmedico, M. M., et al., 2010)

6.2. Dezavantajlar

- Görece yüksek tedavi maliyeti
- Yanlış basınç ayarında doku nekrozu riski
- Pansuman değişiminde ağrı veya kanama
- Revaskülarize edilmemiş ciddi iskemilerde etkisiz (Orgill & Bayer, 2013)

7. Multidisipliner Yaklaşımın Önemi

VAC tedavisinin başarısı, diyabetik ayak yönetimindeki diğer disiplinlerle entegrasyonuna bağlıdır:

- Endokrinoloji: glisemik kontrol
- Enfeksiyon hastalıkları: uygun antibiyotik tedavisi
- Vasküler cerrahi: revaskülarizasyon işlemleri
- Ortopedi / Plastik cerrahi: debridman ve rekonstrüksiyon
- Fizik tedavi: basınç azaltıcı ortezler ve ayakkabılar

(Schuetz P et al., 2011)

8. Gelecek Perspektifleri

VAC teknolojisinin biyolojik ajanlar, büyüme faktörleri ve kök hücre tedavileri ile kombine kullanılması üzerine çalışmalar giderek artmaktadır (Horch, R. E et al., 2021). Ayrıca taşınabilir, hafif ve ev kullanımına uygun cihazların yaygınlaşması tedavi maliyetlerini düşürebilecektir.

9. Sonuç

Diyabetik ayak ülserleri, yüksek amputasyon riski ve uzun iyileşme süreleri nedeniyle multidisipliner yaklaşım gerektiren kompleks yaralardır ve bu süreçte negatif basınçlı yara tedavisi (VAC), yara eksüdasının etkin kontrolü, lokal perfüzyonun artırılması ve granülasyon dokusu oluşumunun hızlandırılması gibi mekanizmaları sayesinde etkili bir tedavi yöntemi olarak öne çıkmaktadır; özellikle cerrahi debridman sonrası derin ve komplike yaralarda konvansiyonel pansumanlara kıyasla daha hızlı yara iyileşmesi ve daha iyi enfeksiyon kontrolü sağlamaktadır. Bununla birlikte VAC tedavisinin başarısı, uygun hasta seçimi, yeterli vasküler dolaşımın sağlanması ve enfeksiyonun etkin biçimde kontrol altına alınmasına bağlı olup, bu nedenle VAC tek başına bir yöntem olarak değil, revaskülarizasyon, antibiyotik tedavisi ve gerekli cerrahi girişimleri içeren bütüncül bir tedavi algoritmasının ayrılmaz bir parçası olarak değerlendirilmelidir; doğru endikasyonlarla uygulandığında ekstremitenin korunmasına önemli katkı sağlayarak amputasyon oranlarının azaltılmasında etkili bir rol üstlenmektedir.

Kaynaklar

- 1-Armstrong, D. G., & Boulton, A. J. M. (2017). The diabetic foot. *New England Journal of Medicine*, 376(24), 2367–2375.
- 2-Armstrong, D. G., & Lavery, L. A. (2005). Negative pressure wound therapy after partial diabetic foot amputation: A multicenter, randomized controlled trial. *The Lancet*, 366(9498), 1704–1710.
- 3-Blume, P. A., Walters, J., Payne, W., Ayala, J., & Lantis, J. (2008). Comparison of negative pressure wound therapy using vacuum-assisted closure with advanced moist wound therapy in the treatment of diabetic foot ulcers. *Diabetes Care*, 31(4), 631–636.
- 4- Boulton A. J. (2013). The pathway to foot ulceration in diabetes. *The Medical clinics of North America*, 97(5), 775–790. <https://doi.org/10.1016/j.mcna.2013.03.007>
- 5- Dalmedico, M. M., do Rocio Fedalto, A., Martins, W. A., de Carvalho, C. K. L., Fernandes, B. L., & Ioshii, S. O. (2024). Effectiveness of negative pressure wound therapy in treating diabetic foot ulcers: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Wounds : a compendium of clinical research and practice*, 36(8), 281–289. <https://doi.org/10.25270/wnds/23140>
- 6-Horch, R. E., Ludolph, I., Müller-Seubert, W., Zetzmann, K., Hauck, T., Arkudas, A., & Geierlehner, A. (2020). Topical negative-pressure wound therapy: emerging devices and techniques. *Expert review of medical devices*, 17(2), 139–148. <https://doi.org/10.1080/17434440.2020.1714434>
- 7-Theodorakopoulos, G., & Armstrong, D. G. (2025). Negative-Pressure Wound Therapy in Diabetic Foot Management: Synthesis of International Randomized Evidence over Two Decades. *Diabetology*, 6(11), 126. <https://doi.org/10.3390/diabetology6110126>
- 8-Schuetz, P., Castro, P., & Shapiro, N. I. (2011). Diabetes and sepsis: preclinical findings and clinical relevance. *Diabetes care*, 34(3), 771–778. <https://doi.org/10.2337/dc10-1185>
- 9-Lipsky, B. A., et al. (2020). Guidelines on the diagnosis and treatment of foot infection in persons with diabetes. *Diabetes/Metabolism Research and Reviews*, 36(S1), e3280.
- 10-Morykwas, M. J., Argenta, L. C., Shelton-Brown, E. I., & McGuirt, W. (1997). Vacuum-assisted closure: Animal studies and basic foundation. *Annals of Plastic Surgery*, 38(6), 553–562.
- 11-Orgill, D. P., & Bayer, L. R. (2013). Negative pressure wound therapy: Past, present and future. *International Wound Journal*, 10(S1), 15–19.