



OPEN ACCESS

# Diyabet Hastalarının Alt Ekstremitte Termal Yanıklarında Hiperbarik Oksijen Tedavisinin Yara İyileşmesi Üzerine Etkisi

## The Effect of Hyperbaric Oxygen Therapy on Wound Healing in Lower Extremity Thermal Burns of Diabetic Patients

Figen Aydın<sup>1</sup>, Mustafa İncesu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sağlık Bilimleri Üniversitesi, İzmir Bozyaka Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Kliniği, İzmir, Türkiye

<sup>2</sup>Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Tepecik Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, İzmir, Türkiye

**Atrif:** Aydın F, İncesu M. The Effect of Hyperbaric Oxygen Therapy on Wound Healing in Lower Extremity Thermal Burns of Diabetic Patients. J Tepecik Educ Res Hosp 2022;32(1):29-33

### Öz

**Amaç:** Diyabet ve diyabete bağlı komplikasyonlar tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de giderek artmaktadır. Diyabetin en sık komplikasyonlarından olan nöropati özellikle alt ekstremiteleri travmalara açık hale getirmekte ve bu nedenle oluşan termal yanıklar diyabet hastalarındaki ayak ülserlerinin önemli bir nedenini oluşturmaktadır. Hiperbarik oksijen (HBO) tedavisi diyabetik ayak ülserlerinde kullanılan yardımcı bir tedavi yöntemidir.

**Yöntem:** Bu çalışmada termal yanık nedeniyle alt ekstremitte ülseri oluşan 12 diyabetik hastanın HBO tedavisi sonuçları paylaşılmıştır.

**Bulgular:** Çalışmaya dahil edilen 12 hastaya ortalama 39,1 (24-60) seans HBO tedavisi uygulandı. Hastaların tamamında ek cerrahi girişime gerek kalmaksızın şifa sağlandı.

**Sonuç:** Diyabet hastalarında nöropati nedeniyle termal yanıklar sık gözlenmektedir. Erken dönemde standart tedavilere eklenecek HBO tedavisi yara iyileşmesini hızlandırarak cerrahi işlemleri azaltabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Diyabetik ayak ülseri, termal yanık, hiperbarik oksijen tedavisi

### Abstract

**Objective:** Diabetes and complications related to diabetes are increasing in our country as well as all over the world. Neuropathy is one of the most common complications of diabetes and exposes the lower extremities to trauma. Therefore, thermal burns are an important cause of foot ulcers in diabetic patients. Hyperbaric oxygen (HBO) therapy is an adjunct treatment method used in diabetic foot ulcers.

**Methods:** In this study, the results of HBO therapy of twelve diabetic patients with lower extremity ulcers due to thermal burns were shared.

**Results:** An average of 39.1 (24-60) sessions of HBO therapy was applied to 12 patients included in the study. All patients recovered without the need for additional surgical intervention.

**Conclusion:** Thermal burns are common in diabetic patients due to neuropathy. The addition of HBO therapy to standard treatments in the early period, wound healing may be accelerated and surgical procedures may be reduced.

**Keywords:** Diabetic foot ulcer, thermal burn, hyperbaric oxygen therapy



**Yazışma Adresi/Address for Correspondence:** Dr. Figen Aydın, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, İzmir Bozyaka Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Kliniği, İzmir, Türkiye  
**Tel.:** +90 533 435 80 03 **E-posta:** figen.aydin@yahoo.com  
**ORCID ID:** orcid.org/0000-0001-8947-8446

**Geliş tarihi/Received:** 22.01.2021

**Kabul tarihi/Accepted:** 27.01.2021

## Giriş

Türkiye Diyabet, Hipertansiyon, Obezite ve Endokrinolojik Hastalıklar Prevalans Çalışması-II verilerine göre erişkin toplumumuzda diyabet görülme sıklığı %16,5'e yükselmiştir<sup>(1)</sup>. Prevalansı dünyada ve ülkemizde giderek artmakta olan diyabet hastalığı, yol açtığı mikrovasküler ve makrovasküler komplikasyonlar nedeniyle yaşam kalitesini düşürmekte ve beklenen yaşam süresini kısaltmaktadır. Diyabetin en olumsuz komorbiditelerinden biri olan nöropati sıklıkla distal simetrik polinöropati şeklinde olup, duyuşsal bozukluklar sonucunda hastaları ayak travmalarına açık hale getirmektedir<sup>(2,3)</sup>. Periferik nöropatili hastalarda termal yanıklar ev kazalarıyla, sıcak banyo suyuyla, ayağın çeşitli ısıtıcılarla ısıtılması sırasında ya da yazın sıcak havada çıplak ayakla yürüme sonucu oluşabilmekte, hastalardaki duyu kaybı nedeniyle hastaneye başvurular gecikebilmektedir<sup>(2,3)</sup>.

Yanık sahasındaki mikrovaskülerizasyonun kötüleşmesi, hücrel ve humoral bağışıklığın engellenmesi ile makrofaj fonksiyonlarını bozar. Aynı zamanda kapiller geçirgenliğin artmasıyla hipoproteinemi sonucu yaygın ödemler oluşur. Sonuçta dokudaki oksijenasyon azlığı ile yanık sahasında hızlı bir şekilde iskemik nekrozlar ortaya çıkar<sup>(2-4)</sup>. Diyabet hastalarındaki yanık ülserlerinde ödemin ve doku hasarının azaltılması ile olası komplikasyonların önlenmesi için erken evrede hastanın yatak istirahati ve uygun yara bakımları ile takibi gerekmektedir. Yanığa bağlı oluşan eskarın ekzizyonu ve gerektiğinde deri greftleri ya da fleplerle kapatılması için hastanın uzun süre hastanede yatması gerekebilir<sup>(5)</sup>.

Hiperbarik oksijen (HBO) tedavisi, tamamen kapalı bir basınç odasına alınan hastaya 1 atmosferden daha yüksek basınçlarda aralıklı olarak %100 oksijen solutulması esasına dayalı medikal bir tedavi yöntemidir<sup>(6,7)</sup>. HBO tedavisi ile plazmada çözünmüş yüksek oksijen sayesinde antiödem, antitoksik ve anti enfeksiyöz etkiler elde edilir<sup>(8,9)</sup>. Bu tedavi ayrıca fibroblast proliferasyonu, kollagen sentezi, salınımı ve fibrilleşmesini artırarak yara iyileşmesini hızlandırır<sup>(10-13)</sup>. HBO tedavisi sırasında oluşan anjiyogenez, kronik ülserlerdeki hipoksiyi ortadan kaldırarak dokudaki beslenmeyi artırır<sup>(6,11,12)</sup>. Anjiyogenez etkinin, vasküler endotelial büyüme faktörlerinin ekspresyonunun artırılması sayesinde olduğu deneysel çalışmalarla da gösterilmiştir<sup>(14,15)</sup>. Tüm dünyada non-travmatik amputasyonların önemli nedeni olan diyabetik ayak ülserlerinde adjuvan HBO tedavisinin kullanımına dair pek çok klinik çalışma mevcuttur<sup>(16-24)</sup>. Başta yara iyileşmesinin geciktiği durumlar olmak üzere, dekompresyon hastalığı, karbonmonoksit intoksikasyonları, kronik osteomyelit,

crush ve kompartman sendromları, radyasyon hasarı, tutması şüpheli greft ve flepler, ani görme ve işitme kayıpları gibi birçok endikasyonda kullanılan HBO tedavisinin kesin kontrendikasyonu tedavi edilmemiş pnömotoraks olup, en sık görülen yan etkisi barotravmalardır<sup>(25,26)</sup>.

## Gereç ve Yöntem

Bu çalışmada 2 yıllık süreçte, termal yanık sonrası gelişen alt ekstremitte ülserleri nedeniyle takip edilen 12 diyabetik hastada HBO tedavisi ile elde edilen sonuçlar paylaşılmıştır. HBO tedavisi çok kişilik (multiplace) basınç odasında, 2,4 ATA'da 120 dakikalık seanslar halinde ve günde tek seans olarak gerçekleştirilmiş, hastalara gerektiğinde debridmanları içeren günlük yara bakımı prosedürleri uygulanmıştır.

## Bulgular

Çalışmaya dahil edilen 12 olgunun 7'si erkek, 5'i kadın olup yaş ortalaması 62,5 idi (44-73). Hastalardaki ortalama diyabet süresi 9,4 yıl (1-20 yıl), ortalama HbA1c düzeyi ise 8,7 (6,7-10,4) mg/dL idi. HBO tedavisine alınan 12 hastanın tamamı diyabete bağlı polinöropati nedeniyle ilaç tedavisi almaktaydı. Hastaların 8'inde 20 paket yılından daha uzun süre sigara öyküsü vardı. Dokuz hastada arteriyel renkli Doppler ultrasonografide krural seviyede aterosklerotik görünüm mevcuttu ancak ciddi oklüzyon bulgusu yoktu. Yanık 7 hastada sıcak banyo suyuyla, 3 hastada ısınmak için kullanılan sıcak su torbası ya da tuğla ile (Resim 1), 2 hastada ise çıplak ayakla plajda yürüyüş sonucu gerçekleşmişti. Erken dönemde başvuran bir hastada yanık yüzeysel ikinci derecede iken diğer hastalarda 3. derece



**Resim 1.** Tip 2 diabetes mellitus hastasının ayağını sıcak tuğla ile ısıtmak istemesi sonucu oluşan yanık, başvuru

yanık nedeniyle ülser alanına eskar dokusu izlenmekteydi. Başvurularında hastalardan alınan doku kültürlerinin bir tanesi dışında hepsinde üreme gerçekleşti. İki hastada etken *Staphylococcus aureus* iken, diğer hastalarda *Pseudomonas aeruginosa* idi ve HBO tedavisine başlanıncaya kadar geçen süre ortalama 51,1 (5-120) gündü. Hastalara antibiyogram sonucuna uygun antibiyotik tedavileri oral yolla verildi, gerektiğinde debridmanları içeren günlük yara bakımları gerçekleştirildi. Glisemi regülasyonu ile birlikte metabolik kontrolleri sağlanan hastalara, ortalama 39,1 (24-60) seans HBO tedavisi uygulandı. Tedaviler sonucunda herhangi bir cerrahi girişime gerek kalmaksızın tüm hastaların ülserleri epitelize olarak kapandı (Resim 2).

## Tartışma

Ayak ülserleri, diyabet hastalarındaki morbidite ve mortalitenin önemli bir nedenidir. Bu hastalarda termal yanıklar dolaşım bozukluğuna bağlı soğuk hissi olan ayaklarını doğrudan soba veya kalorifer peteğine yaklaştırmaları, sıcak su torbası ya da diğer sıcak objelerle ayaklarını ısıtmaya çalışmaları, banyo suyunun sıcaklığını fark edememeleri ya da plajda veya sokakta sıcak zeminde çıplak ayak yürümeleri sonrası ortaya çıkabilmektedir. Hastalarda nöropatiye bağlı ağrı duyusu kaybolduğu için 2. ve hatta 3. derece yanıklar oluşabilmektedir. Yanık alanında deri bütünlüğünün kaybolması bu sahalara bakteri invazyonunu kolaylaştırır. Alanın enfekte olması sonucu ciddi ülserler ile doku iskemisi ve doku nekrozu ortaya çıkar. Başarılı bir yara tedavisi ve izlem yapılamamışsa bu süreçler sonucunda ekstremitte kayıpları söz konusu olabilmektedir<sup>(2-5)</sup>.

Literatürdeki randomize kontrollü çalışmalarda diyabetik ayak ülserlerinde standart tedaviye eklenen HBO tedavisinin



**Resim 2.** Otuz seans hiperbarik oksijen tedavisi sonrası

ampütasyon oranlarını düşürerek iyileşmeyi artırdığı bildirilmektedir<sup>(17-20)</sup>. Yüz seksen dört hastayı kapsayan retrospektif çalışmamızda da HBO tedavisinin diyabetik ayak ülserlerinde majör ampütasyon oranlarını azaltmaya yardımcı olabileceği bildirilmiştir<sup>(12)</sup>.

Yanıklarda HBO tedavisi ödemi, patolojik enflamasyonu ve iskemi reperfüzyon hasarını azaltarak doku hipoksisini giderir. Bu sayede doku hasarının yayılmasını önleyerek iyileşme prosesini düzenler<sup>(6-13)</sup>. Avrupa Hiperbarik Tıp Komitesi (The European Committee for Hyperbaric Medicine) tarafından oluşturulan konsensus raporuna göre yanıklar (>%20 ya da 2. derece) HBO tedavisinin onaylanan endikasyonları arasındadır ve kanıt düzeyi C'dir<sup>(26)</sup>.

Termal yanıklarda HBO tedavi grubunda mortalite, hastanede kalış süresi ve tedavi maliyetinin daha az olduğu gösterilmekle birlikte bu verilerin HBO tedavisinin etkinliğini kanıtlamak için yeterli olmadığı bildirilmiştir<sup>(27-29)</sup>. Diğer çalışmalarda da HBO tedavisinin iskemi ortadan kaldırarak ve ödemi geriletirerek yanık ülserlerinde iyileşmeyi sağladığı ve hastanede kalış sürelerini azalttığı bildirilmektedir<sup>(29-32)</sup>. Deneysel çalışmalar HBO tedavisinin yanık yaralarının iyileşmesinde yararlı olduğuna dair verileri desteklemektedir<sup>(33)</sup>.

Bu çalışmamızdaki 12 hastalık serimizde hastaların biri dışında tamamında yanığa bağlı enfeksiyon ve yer yer eskar oluşumu söz konusuydu. Hastalarda HBO tedavisi ile istenen düzeyde demarkasyon sağlandıktan sonra debridmanlar gerçekleştirildi. Sonuçta herhangi bir cerrahi girişim gereksinimi olmaksızın ülserlerde epitelizeasyon sağlandığı, hipertrofik skar oluşumunun çok az olduğu ve hem fonksiyonel hem de kozmetik bir kapanmanın sağlandığı gözlemlendi. Erken dönemde başvuran 2. derece yanık hastasında ise HBO tedavisi ile ödem ve reperfüzyon hasarının önlenmesi sonucu çok daha hızlı epitelizeasyon sağlanabildi.

## Çalışmanın Kısıtlılıkları

Çalışmamızda örneklem grubunda olgu sayısının az olması, retrospektif dizayn edilmesi ve kontrol grubumuzun olmaması çalışmamızın kısıtlılıkları olarak değerlendirilebilir.

## Sonuç

Sonuç olarak diyabet hastalarının alt ekstremitte termal yanıklarında, erken dönemde standart tedavilere eklenecek HBO tedavisi ile komplikasyonlar önlenerek yara iyileşmesinin hızlandırılması ve hastanede kalış süresinin

kısaltılması mümkün olabilir. Ancak bu konuda daha fazla çalışmaya gereksinim vardır.

## Etik

**Etik Kurul Onayı:** Çalışma için Tepecik Eğitim ve Araştırma Hastanesi Etik Kurulu'ndan onay alınmıştır (protokol no: 2020/14-53, tarih: 23.12.2020).

**Hasta Onayı:** Retrospektif çalışmadır.

**Hakem Değerlendirmesi:** Editörler kurulu tarafından değerlendirilmiştir.

## Yazarlık Katkıları

Cerrahi ve Medikal Uygulama: F.A., M.İ., Konsept: F.A., M.İ., Dizayn: F.A., M.İ., Veri Toplama veya İşleme: F.A., M.İ., Analiz veya Yorumlama: F.A., M.İ., Literatür Arama: F.A., M.İ., Yazan: F.A., M.İ.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar bu makale ile ilgili olarak herhangi bir çıkar çatışması bildirmemiştir.

**Finansal Destek:** Çalışmamız için hiçbir kurum ya da kişiden finansal destek alınmamıştır.

## Kaynaklar

1. Satman I, Omer B, Tutuncu Y, et al. Twelve-year trends in the prevalence and risk factors of diabetes and prediabetes in Turkish adults. *Eur J Epidemiol* 2013;28:169-80.
2. Kimball Z, Patil S, Mansour H, Marano MA, Petrone SJ, Chamberlain RS. Clinical Outcomes of Isolated Lower Extremity or Foot Burns in Diabetic versus non-Diabetic Patients: A 10-Year Retrospective Analysis. *Burns* 2013;39:279-84.
3. Al-Zacko Saadallah M, Mohammad Ayman S. Foot Burn Injury in Patient with Diabetic Neuropathy-Case Report and Review of Literature. *Journal of US-China Medical Science* 2017;14:135-8.
4. Momeni M, Jafarian AA, Maroufi SS, Ranjpour F, Karimi H. Diabetes and Foot Burns. *Ann Burns Fire Disasters* 2018;31:181-4.
5. Shalom A, Friedman T, Wong L. Burns and diabetes. *Ann Burns Fire Disasters* 2005;18:31-3.
6. Basset BE, Bennett PB. Introduction to the physical and physiological bases of hyperbaric therapy. In Hunt TK, Davis JC (eds). *Hyperbaric oxygen therapy*. Maryland: Undersea Medical Society Inc.; 1977: p. 11-24.
7. Çimşit M. Hiperbarik Oksijenin Fiziksel ve Fizyolojik Esasları. *Hiperbarik Tıp*. 1. Basım. Ankara, Eflatun Yayınevi.; 2009. p. 23-34.
8. Mathieu D, Wattel F. Physiologic effects of hyperbaric oxygen on microorganisms and host defences against infection. In Mathieu D (ed) *Handbook on Hyperbaric Medicine* 1st ed. Netherlands, Springer Press.; 2006. p. 103-19.
9. Mooney I, La Motte J. A review of the potential to restore vision with stem cells. *Clin Exp Optom* 2008;91:78-84.
10. Knighton DR. Mechanism of wound healing. In Kindwall EP (ed). *Hyperbaric Medicine Practice*. 3rd ed. Flagstaff USA, Best Publishing Company.; 1994. p. 119-39.
11. Niinikonski J. Physiologic effects of hyperbaric oxygen on wound healing processes. In Mathieu D (ed). *Handbook on Hyperbaric Medicine* 1st ed. Netherlands, Springer Press.; 2006. p. 135-45.
12. Gordillo GM, Sen CK. Revisiting the essential role of oxygen in wound healing. *Am J Surg* 2003;186:259-63.
13. Zamboni WA, Browder LK, Martinez J. Hyperbaric oxygen and wound healing. *Clin Plast Surg* 2003;30:67-75.
14. Sheikh AY, Gibson JJ, Rollins MD, Hopf HW, Hussain Z, Hunt TK. Effects of hyperoxia on vascular endothelial growth factor levels in a wound model. *Arch Surg* 2000;135:1293-7.
15. Corral CJ, Siddiqui A, Wu L, Farrell CL, Lyons D, Mustoe TA. Vascular endothelial growth factor is more important than basic fibroblastic growth factor during ischemic wound healing. *Arc Surg* 1999;134:200-5.
16. Ahmad N, Thomas GN, Gill P, Torella F. The prevalence of major lower limb amputation in the diabetic and non-diabetic population of England 2003-2013. *Diab Vasc Dis Res* 2016;13:348-53.
17. Faglia E, Favales F, Aldeghi A, et al. Adjunctive systemic hyperbaric oxygen therapy in treatment of severe prevalently ischemic diabetic foot ulcer. A randomized study. *Diabetes Care* 1996;19:1338-43.
18. Doctor N, Pandya S, Supe A. Hyperbaric oxygen therapy in diabetic foot. *J Postgrad Med* 1992;38:112-4.
19. Abidia A, Laden G, Kuhan G, et al. The role of hyperbaric oxygen therapy in ischaemic diabetic lower extremity ulcers: a double-blind randomised-controlled trial. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2003;25:513-8.
20. Kalani M, Jörnskog G, Naderi N, Lind F, Brismar K. Hyperbaric oxygen (HBO) therapy in treatment of diabetic foot ulcers. Long-term follow-up. *J Diabetes Complications* 2002;16:153-8.
21. Aydin F, Kaya A, Karapinar L, et al. IGF-1 Increases with Hyperbaric Oxygen Therapy and Promotes Wound Healing in Diabetic Foot Ulcers. *J Diabetes Res* 2013;2013:567834.
22. Faglia E, Favales F, Aldeghi A, et al. Change in major amputation rate in a center dedicated to diabetic foot care during the 1980s: prognostic determinants for major amputation. *J Diabetes Complications* 1998;12:96-102.
23. Kaya A, Aydin F, Altay T, Karapinar L, Ozturk H, Karakuzu C. Can major amputation rates be decreased in diabetic foot ulcers with hyperbaric oxygen therapy? *Int Orthop* 2009;33:441-6.
24. Duzgun AP, Satir HZ, Ozozan O, Saylam B, Kulah B, Coskun F. Effect of hyperbaric oxygen therapy on healing of diabetic foot ulcers. *J Foot Ankle Surg* 2008;47:515-9.
25. Resmî Gazete Sayı: 24480 Tarih: 01.08.2001 Hiperbarik Oksijen Tedavisi Uygulanan Özel Sağlık Kuruluşları Hakkında Yönetmelik. Erişim adresi: <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=4809&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>
26. Recommendations of the injury. In Wattel F, Mathieu D (eds) *Proceedings of the 1st European Conference on hyperbaric medicine*. Lille, France: The European Committee for Hyperbaric Medicine, 1994. p. 493-504.
27. Villanueva E, Bennett MH, Wasiak J, Lehm JP. Hyperbaric oxygen therapy for thermal burns. *Cochrane Database Syst Rev* 2004;2004:CD004727.
28. Cianci P, Sato R. Adjunctive hyperbaric oxygen therapy in the treatment of thermal burns: a review. *Burns* 1994;20:5-14.
29. Cianci P, Williams C, Lueders H, et al. Adjunctive Hyperbaric Oxygen in the Treatment of Thermal Burns: An Economic Analysis *J Burn Care Rehabil* 1990;11:140-3.
30. Cianci P, Slade JB Jr, Sato RM, Faulkner J. Adjunctive hyperbaric oxygen therapy in the treatment of thermal burns. *Undersea Hyperb Med* 2013;40:89-108.

31. Cianci P, Lueders HW, Lee H, et al. Adjunctive hyperbaric oxygen therapy reduces length of hospitalization in thermal burns. *J Burn Care Rehabil* 1989;10:432-5.
32. Strużyna J, Staroń K, Krajewski A. Hyperbaric Oxygen Therapy Of Burns Polski. *Przegląd Chirurgiczny* 2008:80-8.
33. Bilic I, Petri NM, Bezic J, et al. Effects of hyperbaric oxygen therapy on experimental burn wound healing in rats: A randomized controlled study. *Undersan Heyperb Med* 2005;32:1-9.