

# Derin Sternal Yara Enfeksiyonlarında Hiperbarik Oksijen Tedavisi

## Hyperbaric Oxygen Therapy in Deep Sternal Infections

Dr. Ozan EMİROĞLU,<sup>a</sup>  
Dr. Mehmet ARIKBUKA,<sup>a</sup>  
Dr. Tarık İZBUL,<sup>b</sup>  
Dr. Ramadan KAMILOĞLU<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniği,  
<sup>b</sup>Hiperbarik Oksijen Tedavi Merkezi,  
Lefkoşa Devlet Hastanesi, KKTC

Geliş Tarihi/Received: 11.04.2008  
Kabul Tarihi/Accepted: 16.06.2008

Yazışma Adresi/Correspondence:  
Dr. Ozan EMİROĞLU  
Lefkoşa Devlet Hastanesi,  
Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniği, KKTC  
ozanemiroglu@mail.com

**ÖZET Amaç:** Derin sternal yara enfeksiyonu yüksek morbidite, mortalite ve maliyete neden olan bir komplikasyondur. Açık kalp cerrahisi sonrası derin sternal enfeksiyonu gelişen hastalara hiperbarik oksijen tedavisi uyguladık ve günümüze kadar yapılan çalışmalarını derledik. **Gereç ve Yöntemler:** Çalışmamıza, medyan sternotomi ile geçirdikleri açık kalp cerrahisi sonrası Oakley ve Wright sınıflamasına göre Tip IVB derin sternal enfeksiyonu olan beş hasta dahil edildi. HBO tedavisine başlamadan önce ve tamamlandıktan sonra hastaların kan beyaz küre oranı (WBC) (K/ $\mu$ L), eritrosit sedimentasyon hızı (ESH) (mm/saat) ve C-reaktif protein (CRP) (mg/L) değerleri ölçüldü. Tedavi günlük tek seanslarla haftada 5 gün maksimum 1.8 ATA (18 metre) basınçta, 100 dakika süreyle uygulandı. **Bulgular:** CABG sonrasında derin sternal enfeksiyonu gelişen 5 hastaya HBO tedavisi uygulandı. Hastalarda 10-16 seansda tam iyileşme görüldü. Bir hastada seanslar sırasında üst solunum yolu enfeksiyonu görülürken bunun dışında komplikasyon olmadı. Konuyla ilgili günümüze kadar olan literatürü incelediğimizde 4 yayına ulaştık. **Sonuç:** Derin sternal enfeksiyonda HBO tedavisinin kullanıldığı 4 yurt dışı yayın bulunmasına karşı ulusal yayın bulunmamaktadır. Derin sternal enfeksiyonda HBO tedavisi uygulamasının sonuçlarını sunduğumuz ve ulusal ve uluslararası yayınlanmış makalelerdeki bilgileri derlediğimiz bu yazımızda, HBO tedavisinin derin sternal enfeksiyonlarda iyileşme sürecini hızlandırmada, etkin ve güvenilir bir ek tedavi seçeneği olabileceği sonucuna vardık.

**Anahtar Kelimeler:** Hiperbarik oksijen; koroner arter bypass

**ABSTRACT Objective:** Deep sternal wound infection is a complication that increases morbidity, mortality and costs. In this study, we applied hyperbaric oxygen therapy to the patients with deep sternal wound infection after open heart surgery and we searched thoroughly and reviewed the literature for the relevant articles published. **Material and Methods:** Five patients who underwent open heart surgery with median sternotomy and diagnosed to have Type IVB deep sternal infection according to the Oakley and Wright classification were included in the study. Before and after the HBO therapy white blood cells (WBC) (K/ $\mu$ L), erythrocytes sedimentation rate (ESR) (mm/hour) and C-reactive protein (CRP) (mg/L) levels were measured. Therapies were applied one session a day for five days in a week with a maximum 1.8 ATA (18 meters), lasting 100 minutes. **Results:** HBO therapy was applied to 5 patients that had deep sternal wound infection after CABG. Total recovery was observed in 10-16 days. No complications were observed apart from one patient that upper respiratory system infection was observed. Literature search results retrieved 4 articles on HBO therapy. **Conclusion:** Although there are 4 international publications about HBO therapy in deep sternal infections there are not any national publications. According to the literatures' common conclusion and cases that we have experienced, hyperbaric oxygen therapy could be used as an adjuvant therapy in deep sternal wound infections to accelerate the recovery period.

**Key Words:** Hyperbaric oxygenations; coronary artery bypass

**A**çık kalp cerrahisi sonrası derin sternal yara enfeksiyonu, risk faktörlerine bağlı olarak %1-4.4 arasında görülebilen ve geliştiği zaman yüksek morbidite, mortalite ve maliyete neden olan bir komplikasyondur.<sup>1-3</sup> Sternum yara enfeksiyonu nedeniyle uzayan hastane yatış süresi ve tedavisi, hem hasta için hem de sağlık personeli açısından zor bir süreçtir ve tedavisi günümüzde hala daha büyük bir sorun oluşturmaya devam etmektedir. Kültür antibiyogram sonucuna göre uygun antibiyotik, agresif ve tekrarlayan debridmanlar, açık veya negatif basınçlı kapalı yara pansumanı, sternal dehisens yoksa enfeksiyon bölgesindeki sternum tellerinin çıkarılması, parsiyel sternal rezeksiyon ve refiksasyon, drenaj, irrigasyon ve iyi kanlanan fleplerle rekonstrüksiyon derin sternal yara enfeksiyonu tedavileri arasında yer almaktadır ve günümüzde morbidite, mortalite ve maliyeti azaltabilecek ek tedavi seçenekleri üzerine araştırmalar devam etmektedir.<sup>1,4-6</sup> Son yıllarda endikasyonu hızla artan ve başlıca kullanım alanları Tablo 1’de özetlenen hiperbarik oksijen (HBO) tedavisi,<sup>7,8</sup> derin sternal yara enfeksiyonunda da alternatif ek tedavi seçeneği olarak denenmiş ve başarılı sonuçların ardından bu vakalar ile uluslararası literatüre geçmiştir.<sup>9-12</sup>

**TABLO 1:** Hiperbarik oksijen tedavisi kesin endikasyonları.<sup>8</sup>

1. Hava veya gaz embolisi
2. Karbonmonoksit zehirlenmesi
3. Klostridial myonekrozu (gazlı gangren)
4. Crush yaralanması ve iskelet-kas kompartman sendromu
5. Dekompresyon hastalığı
6. Seçilmiş problemler için iyileşmesini hızlandırmada
7. Aşırı kan kaybı anemisi
8. İntrakraniyal abse
9. Nekrotizan yumuşak doku enfeksiyonu
10. Refrakter osteomyelit
11. Radyasyon hasarı (yumuşak doku ve kemik nekrozu)
12. Riskli cilt greftleri ve flepleri
13. Termal yanıklar

Çalışmamızda, açık kalp cerrahisi sonrası derin sternal enfeksiyon gelişen hastalara rutin tedavi protokolüne ek olarak HBO tedavisi uyguladık ve derin sternal enfeksiyonda HBO tedavisi üzerine günümüze kadar yapılan ulusal ve uluslararası çalışmaları derleyip HBO tedavisinin kullanım olanaklarını ve maliyetini araştırdık.

**TABLO 2:** Oakley ve Wright sternal yara enfeksiyonunun tanımlama ve sınıflaması.<sup>13</sup>

Mediastinal dehisens	Klinik veya mikrobiyolojik enfeksiyon bulguları olmadan medyan sternotomi hattının ayrışması
Mediastinal yara enfeksiyonu	Klinik veya mikrobiyolojik presternal ve sternal osteomyelit enfeksiyon bulguları (mediastinal sepsis var veya yok, unstabil sternum var veya yok)
Enfeksiyon alt grupları	
A: yüzeysel yara enfeksiyonu	Subkütan doku ile sınırlı yara enfeksiyonu
B: derin yara enfeksiyonu (mediastinit)	Sternal osteomyelit gelişen yara enfeksiyonu (retrosternal doku enfeksiyonu var veya yok)
Mediastinit alt grupları	
Tip I	Operasyondan sonra ilk 2 hafta içinde, risk faktörleri olmadan gelişen mediastinit
Tip II	Operasyondan sonra 2-6. haftada, risk faktörleri olmadan gelişen mediastinit
Tip IIIA	1 veya daha fazla risk faktörü varlığında gelişen Tip I mediastinit
Tip IIIB	1 veya daha fazla risk faktörü varlığında gelişen Tip II mediastinit
Tip IVA	Bir başarısız tedavi girişiminden sonra gelişen mediastinit Tip I, II veya III
Tip IVB	Birden fazla başarısız tedavi girişiminden sonra gelişen mediastinit Tip I, II veya III
Tip V	Operasyondan 6 hafta sonra ilk kez gelişen mediastinit

<sup>a</sup> risk faktörleri: Diyabet, obezite ve immunsupresyon

**TABLO 3:** Hiperbarik oksijen tedavisi komplikasyonları.

Orta kulak barotravması
Sinus ağrısı
Myopi (reversibl) ve katarakt
Pulmoner barotravma
Oksijen toksisitesi nöbeti
Dekompresyon hastalığı
Genetik etkiler
Klostrofobi

## GEREÇ VE YÖNTEMLER

Çalışmamıza, medyan sternotomi ile geçirdikleri açık kalp cerrahisi sonrası Lefkoşa Devlet Hastanesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniğinde Oakley ve Wright sınıflamasına (Tablo 2) göre Tip IVB derin sternal enfeksiyonu olan beş hasta dahil edildi.<sup>13</sup>

Çalışmamız Helsinki Deklerasyon prensiplerine uygun olarak planlanıp, hastalara, hastaların anlayabileceği terimler ile HBO tedavi endikasyonları, uygulanış yöntemi ve yan etkileri (Tablo 3) anlatıldı ve bilgilendirilmiş olur formu onaylandı.

Hastalar HBO tedavisi öncesi, Hiperbarik Oksijen Tedavi Merkezi sorumlu hekimi (Diving Medical Officer) tarafından değerlendirilip, hastaların gerekli tetkik ve konsültasyonları yapıldı. Hastalarda Tablo 4'de listelenen tanılardan herhangi birisinin bulunması, HBO tedavisi için kontrendikasyon oluşturduğundan çalışmaya dahil edilmeme kriterleri olarak alınmıştır.<sup>14,15</sup>

Hastaların antibiyotik tedavileri enfeksiyon kliniği ile konsülte edilerek düzenlendi. Hastalara günlük antibiyotik dozları HBO tedavisinden önce uygulandı. HBO tedavisine başlamadan önce ve tamamlandıktan sonra hastaların kan beyaz küre oranı (WBC) (K/ $\mu$ L), eritrosit sedimentasyon hızı (ESH) (mm/saat) ve C-reaktif protein (CRP) (mg/L) değerleri ölçüldü.

Pubmed, Türkçe medline, ulakbim veritabanlarından HBO tedavisi üzerine yayınlanmış

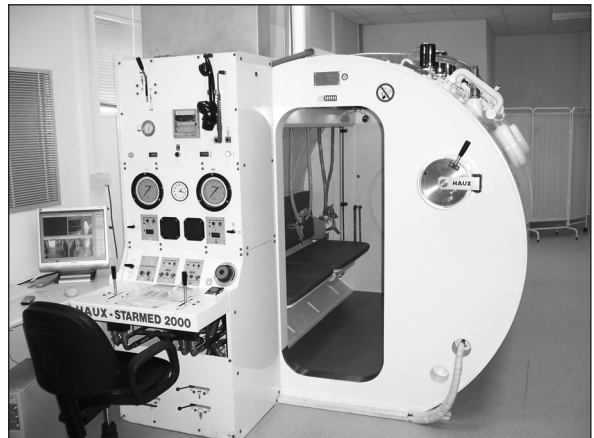
başlıca kitaplardan konuyla ilgili Türkçe ve İngilizce anahtar kelimeleri kullanarak ulaştığımız tüm yazıları ve referanslarını tarayıp derledik.

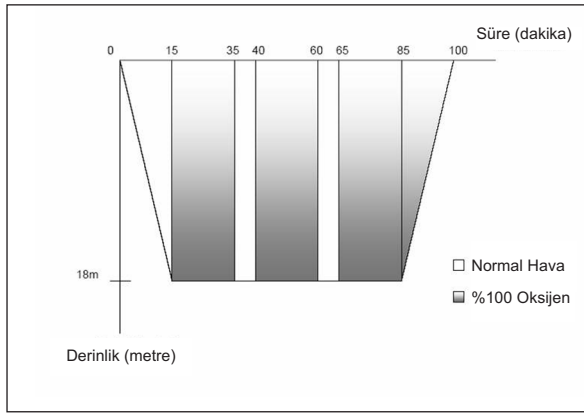
## HİPERBARİK OKSİJEN BASINÇ ODASI

HBO tedavisi, tek-kişili (mono-place) veya çok-kişili (multi-place) kabinlerde, kabine normal atmosferik hava verilerek oluşturulan basınç altında, doğrudan solunan kabin havasından, endotrakeal tüpten, maske ile veya başlık aracılığıyla oksijen solutularak yapılır. Tedavi sırasında hastalar ile iletişim, kabin içindeki kameralar, kabin

**TABLO 4:** Hiperbarik oksijen tedavisi kontrendikasyonları.

Kesin
Tedavi edilmemiş pnömotoraks
Relatif
Üst solunum yolu enfeksiyonu
Amfizem ile CO <sub>2</sub> retansiyonu
Göğüs filminde tanısı konmamış pulmoner lezyona rastlanması
Geçirilmiş toraks veya kulak operasyonu hikayesi
Kontrol altında olmayan yüksek ateş
Gebelik
Klostrofobi
Kontendike olduğu düşünülen
Nöbetssel bozukluklar
Malign hastalıklar

**RESİM 1:** Hiperbarik oksijen basınç odası.



**ŞEKİL 1:** Kliniğimizde iyileşmeyen yaralarda uygulanan hiperbarik oksijen tedavi protokolü.

içerisinin görülebildiği cam pencereler ve kabin içinde ve dışında bulunan mikrofon-hoparlör sistemleri aracılığıyla sağlanmaktadır. Çok kişili kabinlerin üstünlüğü, tedavi sırasında acil müdahale amacıyla ana kabin içine girişe olanak sağlayan geçiş kabininin olması ve hastanın oturur pozisyonda tedavi görebilmesidir. Merkezimizde çok kişili basınç odası bulunmaktadır ve oksijen kapalı devre maske sistemleriyle verilmektedir (Resim 1).

### HİPERBARİK OKSİJEN TEDAVİ PROTOKOLÜ

Kılavuzlarda HBO tedavisinin, iyileşmeyen yaralarda ve osteomyelitlerde 2.0–2.5 ATA (atmosfer absolut) basınç arasında, 90-120 dakika süre ile uygulanması önerilir.<sup>8</sup> Merkezimizde, HBO tedavisi, hiperbarik ortamdan ve oksijenden kaynaklanabilecek olası komplikasyonları en aza indirmek amacıyla maksimum 1.8 ATA (18 metre) basınçta, 100 dakika süreyle uygulandı (Şekil 1).

Hastalara tedavi öncesinde, HBO Tedavi Merkezinde, tedavi ve basınç odası ile ilgili eğitim verildi. Hastalar basınç odasına alındıktan sonra tedavi ilk olarak 1.8 ATA basınçta dalış aşamasıyla (15 dakika) başlatıldı. Dalış fazında hastalarda oda basıncının artması nedeniyle kulaklarında dolgunluk hissi oluşur. Bu aşamada hastalara artan kabin basıncıyla orta kulak basıncını eşitlemek için yutkunması ya da burun kapalı olarak hava üflemele-

ri (valsalva manevrası) söylendi. Planlanan 1.8 ATA basınçta ulaşıldığında, ikinci aşama başladı (70 dakika). İkinci aşamada hastalar uyarıldı ve oksijen maskelerini takarak %100 oksijen solutuldu. Bu aşamada oksijen toksisitesini önlemek amacıyla, 20 dakika aralıklarla hastalara iki kere, beşer dakika maskeleri çıkarmaları söylendi. Üçüncü aşamada, tedavinin bitiş kısmında, tedavi derinliğinden yüze doğru çıkış gerçekleşti (15 dakika). Dekompresyon hastalığını önlemek amacıyla çıkış kısmı yavaş yapıldı. Tedavi günlük tek seanslarla, pazar-tesinden cuma gününe kadar, oksijen toksisitesini önlemek amacıyla hafta sonları 2 gün ara vererek haftada 5 gün yapıldı.

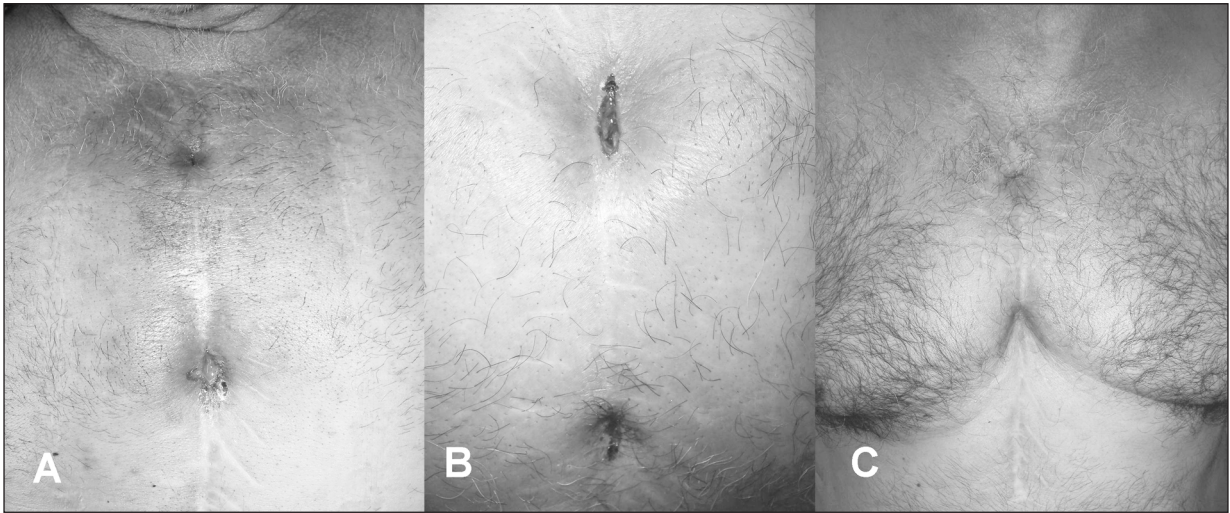
### Olgu 1

Kasım 2005 tarihinde medyan sternotomi ile LİMA grefti kullanılarak CABG operasyonu geçiren Tip II diyabet ve KOAH'lı 62 yaşındaki erkek hastada postoperatif 11. günde sternal dehisens gelişti. Ameliyathanede genel anestezi altında sternal refiksasyon ve pektoral flep rekonstrüksiyonu yapılan ve irrigasyon drenleri konulan hasta yoğun bakıma entübe olarak alındı. Hastadan alınan mediasten kültüründe E. Coli üredi. Refiksasyon sonrası 3. gün ekstübe edilen hastaya akciğer ve mediastinit tedavisi için mediastinal irrigasyon ve amikasin ile 2x500 mg dozunda antibiyotik tedavisi uygulandı. Hasta reoperasyonun 23. gününde servise çıkarıldı. Hasta serviste 10 gün daha takip edildi ve hasta CABG operasyonundan sonraki 44. gün sorunsuz olarak taburcu edildi. Taburcu olduktan 6 ay sonra sternal kesinin orta hattında akıntı şikayeti olan hasta kliniğimize başvurdu. Hastanın yapılan muayenesinde sternal kesinin üst hattında cilde fistülize olduğu yerden branül ucunun sternuma kadar ilerletilebildiği cilt altı enfeksiyonu ve orta hattında 1 cm uzunluğunda pürülan akıntılı etrafı ödemli ve hiperemik yara enfeksiyonu belirtileri görüldü. Hastanın laboratuvar tetkiklerinde WBC 14.8 K/ $\mu$ L, ESH 39 mm/saat ve CRP 4.0 mg/L tesbit edildi. Hastadan alınan yara yeri kültüründe E. coli üremesine (siprofloksasin ve piperasilin duyarlı) ek olarak anerob aktinomiçes suşuna (piperasilin duyarlı) rastlandı. Nazal sürüntü

kültüründe üreme olmadı. Hastaya yapılan kemik sintigrafisinde sternumun üst ve orta bölgesinde lokalize osteomyelit ile uyumlu olabilecek aktivite artışı tespit edildi. Bu bulgular ile hastaya derin sternal enfeksiyon (Tip IVA) teşhisi kondu. Kültür antibiyogram sonucuna göre hastaya 1x200 mg dozunda siprofloksasin ve 4x4.5 gr dozunda piperasilin ile i.v. antibiyotik tedavisi başlandı. Gerekliğinde iyi bir granülasyon dokusu elde edene kadar yapılan agresif debridmanlar ile 8 günlük ıslak pansuman sonucunda yarada derinden gelen pürülan akıntı ve yara etrafındaki hiperemi ve hassasiyet devam etti. Kullanılan antibiyotikleri kesilip 2x500 mg dozunda i.v. amikasin başlandı ve tekrarlanan yara kültüründe kandida üremesi görüldüğü üzerine 1x200 mg dozunda i.v. flukonazol eklendi. Flukonazol eklenmesinden 12 gün sonra tekrarlanan yara kültüründe MRSA üremesi oldu ve hastaya 2x400 mg ilk gün yükleme dozundan sonra günlük 1x400 mg dozunda teikoplanin tedavisi eklendi. Toplam 16 gün daha pansuman ve antibiyotik tedavisinden sonra derin sternal enfeksiyonunda (Tip IVB) iyileşme olmayan hastaya (Resim 2A) diğer tedavilerine ek olarak, gereç ve yöntemler kısmında anlatılan tedavi protokolü ile HBO tedavisi başlanmasına karar verildi.

## Olgu 2

Mayıs 2006 tarihinde medyan sternotomi ile LİMA grefti kullanılarak CABG operasyonu geçiren 53 yaşındaki diyabetik erkek hasta postoperatif 10. gün sorunsuz olarak taburcu edilmiştir. Taburcu olduktan 4 gün sonra sternum kesisinde akıntı şikayeti ile kliniğimize başvuran hastanın yapılan muayenesinde, sternal kesinin üst hattında 5 cm ve orta hattında 1.5 cm uzunluğunda pürülan akıntılı, granülasyon dokulu derin gözüken yara yeri enfeksiyonu belirtileri görüldü. Hastanın laboratuvar tetkiklerinde kan WBC 18.2 K/ $\mu$ L, ESH 56 mm/saat ve CRP 5.3 mg/L tesbit edildi. Yara kültüründe metisilin rezistans stafilokokkus aureus (MRSA) üredi. Nazal sürüntü kültüründe üreme olmadı. Hastaya yapılan üç fazlı kemik sintigrafisinde, 25 mCi Tc-99m HDP'nin bolus enjeksiyonu ile sternumda manibrium üzerinde lokalize bölgede her üç fazda da aktivite tutulumundaki artış osteomyelit ile uyumlu olabilecek nitelikte değerlendirildi. Bu bulgular ile hastaya derin sternal enfeksiyon (Tip IVA) teşhisi kondu. Kültür antibiyogram sonucuna göre hastaya 2x400 mg ilk gün yükleme dozundan sonra günlük 1x400 mg dozunda teikoplanin ile i.v. antibiyotik tedavisi başlandı. Hastanın açlık kan şekeri değerleri 150 mg/dl'nin altında tutuldu. Gerekliğinde iyi bir granülasyon dokusu elde ede-



**RESİM 2 A, B, C:** Olgu 1'in sırasıyla hiperbarik oksijen tedavisi öncesi (A), sonrası yedinci (B) ve tedavi sonlandıktan sonraki onuncu gündeki (C) yara görüntüleri.



ne kadar yapılan agresif debridmanlarla yapılan ıslak pansumanlar sonucunda yarada derinden gelen pürülan akıntı devam etti ve 55 gün sonra derin sternal enfeksiyonunda (Tip IVB) iyileşme olmayan hastaya (Resim 3A), diğer tedavilerine ek olarak, gereç ve yöntemler kısmında anlatılan tedavi protokolüyle HBO tedavisi uygulanmasına karar verildi.

### Olgu 3

Mayıs 2006 tarihinde medyan sternotomi ile LİMA grefti kullanılarak CABG operasyonu geçiren 51 yaşındaki erkek hastada postoperatif 7.günde manibrium üzerindeki sternal keside yüzeysel yara enfeksiyonu belirtileri görülmüş ve alınan yara kültüründe MRSA üremiştir. Yara debridmanı ve vankomisin ile antibiyotik tedavisi tamamlanan hasta postoperatif 30. gün taburcu olmuştur. Taburcu olduktan 9 gün sonra sternum yarasında akıntı şikâyeti ile kliniğimize başvuran hastanın yapılan muayenesinde, sternal kesinin orta hattında 1 cm ve alt hattında 0.5 cm uzunluğunda pürülan akıntılı yara enfeksiyonu belirtileri görüldü. Palpasyonla sternum alt bölgesinde, hastanın hemodinamisini etkilemeyen parsiyel sternal dehissens tespit edildi. Hastanın laboratuvar tetkiklerinde WBC 16.6 K/ $\mu$ L, ESH 44 mm/saat ve CRP 4.6 mg/L tesbit edildi. Hastadan alınan yara yeri kültüründe, önceki kültür sonucu ile uyumlu MRSA üredi. Nazal sürüntü kültüründe üreme olmadı. Hastaya sternal osteomyelit açısından yapılan toraks bilgisayarlı tomografide (BT) lokalize sternal

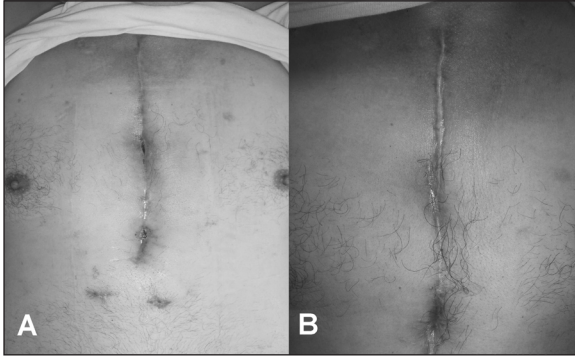
osteomyelit ve yumuşak doku enfeksiyonu bulguları görüldü. Bu bulgular ile hastaya derin sternal enfeksiyon (Tip IVA) teşhisi kondu. Kültür antibiyogram sonucuna göre hastaya 2X400 mg ilk gün yükleme dozundan sonra günlük 1X400 mg dozunda teikoplanin ile intravenöz antibiyotik tedavisi başlandı. Gerekliğinde iyi bir granülasyon dokusu elde edene kadar yapılan agresif debridmanlarla yapılan ıslak pansumanlar sonucunda yarada derinden gelen pürülan akıntı devam etti ve 32 gün sonra derin sternal enfeksiyonunda (Tip IVB) iyileşme olmayan hastaya (Resim 4A) diğer tedavilerine ek olarak, gereç ve yöntemler kısmında anlatılan tedavi protokolüyle HBO tedavisi başlanmasına karar verildi.

### Olgu 4

Haziran 2006 tarihinde medyan sternotomi ile LİMA grefti kullanılarak CABG operasyonu geçiren 55 yaşındaki diyabetik kadın hasta postoperatif 7. gün sorunsuz olarak taburcu edildi. Taburcu olduktan 7 gün sonra sternum kesisinde ağrı ve şişlik şikâyeti ile kliniğimize başvuran hastanın yapılan muayenesinde, sternal kesinin üst hattında enflamasyon bulguları ve fluktasyonlu şişlik tesbit edildi. Hastanın laboratuvar tetkiklerinde kan WBC 15.0 K/ $\mu$ L, ESH 43 mm/saat ve CRP 4.2 mg/L tesbit edildi. Bu bulgular ile enfeksiyon bulgularının bulunduğu kesi hattı açıldı ve pürülan akıntı görüldü. Yara kültüründe metisilin rezistans stafilokokkus aureus (MRSA) üredi. Nazal sürüntü kültüründe üreme olmadı. Hastaya yapılan üç fazlı kemik sintigrafisinde, 25 mCi Tc-99m HDP'nin



**RESİM 3 A, B, C, D:** Olgu 2'nin sırasıyla hiperbarik oksijen tedavisi öncesi (A), sonrası yedinci (B), onuncu (C) ve on beşinci günündeki (D) yara görüntüleri.



**RESİM 4 A, B:** Olgu 3'ün sırasıyla hiperbarik oksijen tedavisi öncesi (A) ve on ikinci günündeki (B) yara görüntüleri.

bolus enjeksiyonu ile sternumda manibrium üzerinde lokalize bölgede her üç fazda da aktivite tutulumundaki artış osteomyelit ile uyumlu olabilecek nitelikte değerlendirildi. Bu bulgular ile hastaya derin sternal enfeksiyon (Tip IVA) teşhisi kondu. Kültür antibiyogram sonucuna göre hastaya 2x400 mg ilk gün yükleme dozundan sonra günlük 1x400 mg dozunda teikoplanin ile i.v. antibiyotik tedavisi başlandı. Hastanın açlık kan şekeri değerleri 150 mg/dl'nin altında tutuldu. Gerekteğinde iyi bir granülasyon dokusu elde edene kadar yapılan agresif debridmanlarla yapılan ıslak pansumanlar sonucunda yarada derinden gelen pürülan akıntı devam etti ve 40 gün sonra derin sternal enfeksiyonunda (Tip IVB) iyileşme olmayan hastaya, diğer tedavilerine ek olarak, gereç ve yöntemler kısmında anlatılan tedavi protokolüyle HBO tedavisi uygulanmasına karar verildi.

#### Olgu 5

Kasım 2006 tarihinde medyan sternotomi ile LİMA grefti kullanılarak CABG operasyonu geçiren 66 yaşındaki erkek hastada postoperatif 9. günde manibrium üzerindeki sternal keside yüzeysel yara enfeksiyonu belirtileri görülmüş ve alınan yara kültüründe MRSA üremiştir. Yara debridmanı ve vankomisin ile antibiyotik tedavisi tamamlanan hasta postoperatif 22. gün taburcu olmuştur. Taburcu olduktan 12 gün sonra sternum yarasında akıntı şikayeti ile kliniğimize başvuran hastanın yapılan muayenesinde, sternal kesinin orta hattında 1 cm uzunluğunda pürülan akıntılı yara enfeksiyonu be-

lirtileri görüldü. Hastanın laboratuvar tetkiklerinde WBC 21.2 K/ $\mu$ L, ESH 64 mm/saat ve CRP 4.5 mg/L tesbit edildi. Hastadan alınan yara yeri kültüründe MRSA üredi. Nazal sürüntü kültüründe üreme olmadı. Hastaya sternal osteomyelit açısından yapılan toraks BT sonucunda lokalize sternal osteomyelit ve yumuşak doku enfeksiyonu bulguları görüldü. Bu bulgular ile hastaya derin sternal enfeksiyon (Tip IVA) teşhisi kondu. Kültür antibiyogram sonucuna göre hastaya 2X400 mg ilk gün yükleme dozundan sonra günlük 1X400 mg dozunda teikoplanin ile intravenöz antibiyotik tedavisi başlandı. Gerekteğinde iyi bir granülasyon dokusu elde edene kadar yapılan agresif debridmanlarla yapılan ıslak pansumanlar sonucunda yarada derinden gelen pürülan akıntı devam etti ve 25 gün sonra derin sternal enfeksiyonunda (Tip IVB) iyileşme olmayan hastaya diğer tedavilerine ek olarak, gereç ve yöntemler kısmında anlatılan tedavi protokolüyle HBO tedavisi başlanmasına karar verildi.

## BULGULAR

Hastaların demografik bilgileri ve tedavi bulguları Tablo 5'de özetlenmiştir.

#### OLGU 1

HBO tedavisine başladıktan sonra sternal yarasında iyileşme dönemi başlayan hastanın 7 seans sonrasında üst solunum yolu enfeksiyonu gelişmesi sonucunda HBO tedavisi durduruldu. Hastada gelişen üst solunum yolu enfeksiyonu HBO tedavisi sırasında oluşan barotravmaya bağlı olarak gelişmiş olabilir. Ancak yarada 7 seans HBO tedavisi sonrasında pürülan akıntının azalmaya başladığı ve granülasyon dokusunun arttığı gözlemlendi (Resim 2B). Yedi seans sonra alınan yara kültüründe üreme olmadı. HBO tedavisi başlamadan WBC 13.2 K/ $\mu$ L, ESH mm/saat ve CRP 4.5 mg/L olan değerler, 7 seans sonrasında WBC K/ $\mu$ L, ESH 22 mm/saat ve CRP 3.2 mg/L olarak ölçüldü. İyileşme dönemi hızlanan hastanın sternal yarası 10 gün sonra kapandı ve laboratuvar değerleri normal olana kadar i.v. antibiyotik tedavisi 7

**TABLO 5:** Hastaların demografik bilgileri ve tedavi bulguları.

	Olgu 1	Olgu 2	Olgu 3	Olgu 4	Olgu 5
Yaş	62	53	51	55	66
Cinsiyet	E	E	E	K	E
DM	+	+	-	+	-
Operasyon	CABG	CABG	CABG	CABG	CABG
Kültür Sonucu	E. coli aktinomiçes	MRSA	MRSA	MRSA	MRSA
HBO Tedavi Seansı	7	15	12	12	14
Komplikasyon	+	-	-	-	-

gün daha devam edilen hasta Ağustos 2006'da oral antibiyotik tedavisine geçilerek (3x1, amoksisilin trihidrat 875 mg + potasyum klavulanat 125 mg ve 1x1, flukonazol 100 mg) haftada bir kontrol edilmek üzere sorunsuz taburcu edildi (Resim 2C).

#### OLGU 2

HBO tedavisine başladıktan sonra sternal yarada sağlıklı granülasyon dokusunun arttığı hızlı iyileşme dönemi başladı (Resim 3B-3C). Toplam 15 seans sonrasında sternal yarada tam iyileşme oldu (Resim 3D). Tedaviye başladıktan 7 gün sonra alınan yara kültüründe üreme olmadı. HBO tedavisi başlamadan WBC 14.2 K/ $\mu$ L, ESH 41 mm/saat ve CRP 4.2 mg/L olan değerler, 15 seans sonrasında WBC 10.2 K/ $\mu$ L, ESH 12 mm/saat ve CRP 1.8 mg/L olarak ölçüldü. Laboratuvar değerleri normal olana kadar i.v. antibiyotik tedavisine 5 gün daha devam edilen hasta Ağustos 2006'da oral antibiyotik tedavisine geçilerek (2x1, trimetoprim 80 mg + sülfametoksazol 400 mg) taburcu edildi. HBO tedavisinin herhangi bir komplikasyonu hastada görülmedi.

#### OLGU 3

HBO tedavisine başladıktan sonra sternal yarada sağlıklı granülasyon dokusunun arttığı hızlı iyileşme dönemi başladı. Tedaviye başladıktan 7 gün sonra alınan yara kültüründe üreme olmadı. Toplam 12 seans sonrasında sternal yara tamamen iyileşti (Resim 4B). HBO tedavisi başlamadan WBC 15.0 K/ $\mu$ L, ESH 27 mm/saat ve CRP 5.3 mg/L olan değerler, 12 seans sonrasında WBC 9.5 K/ $\mu$ L, ESH

10 mm/saat ve CRP 1.9 mg/L olarak ölçüldü. Parsiyel sternal dehisens cerrahi müdahaleye gerek kalmadan düzeldi. Hastanın i.v. antibiyotik tedavisine laboratuvar değerleri normal olana kadar 7 gün daha devam edildi ve hasta Ağustos 2006'da, oral antibiyotik tedavisine geçilerek (2x1, trimetoprim 80 mg + sülfametoksazol 400 mg) haftada bir kontrol edilmek üzere sorunsuz taburcu edildi. HBO tedavisinin herhangi bir komplikasyonu hastada görülmedi.

#### OLGU 4

HBO başladıktan 7 gün sonra alınan yara kültüründe üreme olmadı. Pürülan akıntılı yara toplam 12 seans sonrasında tamamen iyileşti. HBO tedavisi başlamadan WBC 15.0 K/ $\mu$ L, ESH 43 mm/saat ve CRP 4.2 mg/L olan değerler, 12 seans sonrasında WBC 8.5 K/ $\mu$ L, ESH 13 mm/saat ve CRP 2.0 mg/L olarak ölçüldü. Hastanın i.v. antibiyotik tedavisine laboratuvar değerleri normal olana kadar 8 gün daha devam edildi ve hasta Ağustos 2006'da, oral antibiyotik tedavisine geçilerek (2x1, trimetoprim 80 mg + sülfametoksazol 400 mg) haftada bir kontrol edilmek üzere sorunsuz taburcu edildi. HBO tedavisinin herhangi bir komplikasyonu hastada görülmedi.

#### OLGU 5

HBO tedavisine başladıktan sonra sternal yarada sağlıklı granülasyon dokusunun arttığı hızlı iyileşme dönemi başladı. Toplam 14 seans sonrasında sternal yarada tam iyileşme oldu. Tedaviye başladıktan 7 gün sonra alınan yara kültüründe üreme



olmadı. HBO tedavisi başlamadan WBC 21.2 K/ $\mu$ L, ESH 64 mm/saat ve CRP 4.5 mg/L olan değerler, 14 seans sonrasında WBC 12.2 K/ $\mu$ L, ESH 18 mm/saat ve CRP 1.7 mg/L olarak ölçüldü. Laboratuvar değerleri normal olana kadar i.v. antibiyotik tedavisine 6 gün daha devam edilen hasta Şubat 2007'de oral antibiyotik tedavisine geçilerek (2x1, trimetoprim 80 mg + sülfametoksazol 400 mg) taburcu edildi. HBO tedavisinin herhangi bir komplikasyonu hastada görülmedi.

Oral antibiyotikler sternal osteomyelit rekürrensini önlemek amacıyla tabuculuktan sonra toplam 2 ay daha devam edildi. Hastalar taburcu olduktan sonra 1 yıla kadar izlendi. Yapılan fizik muayenede ve laboratuvar tetkiklerinde sternal cilt kesisinde enfeksiyon ve sternal osteomyelit lehine hiçbir bulguya rastlanmadı bu nedenle hastalara osteomyelit açısından kontrol kemik sintigrafisi veya toraks BT yapılmadı.

## TARTIŞMA

Kalp cerrahisinde sternotomi sonrası oluşan derin sternal enfeksiyonlar morbidite, mortalite ve maliyet artışına neden olmaya günümüzde de devam etmektedir. Hastada ileri yaş, obezite, KOAH, diyabet, sigara tiryakiliği, steroid kullanımı, uzayan operasyon süresi, postoperatif kanama, reoperasyon, İABP ve bilateral İMA kullanımı derin sternal enfeksiyon gelişme riskini arttırmaktadır.<sup>16,17</sup> Bilateral İMA kullanımından sonra derin sternal enfeksiyon riskindeki artış, İMA'nın sternal kanlanmadaki önemli rolünü göstermektedir. İMA üzerine yapılan anatomik çalışmalarla da, İMA'nın sternumun beslenmesindeki ve sternotomi sonrasında iyileşmesindeki önemi vurgulanmıştır.<sup>18</sup> CABG operasyonlarında greft olarak İMA kullanılan hastalarda sternum oksijenlenmesinde azalma tespit edilmiştir.<sup>19</sup> Oksijen primer ve sekonder yara iyileşmesinde kritik rol oynamaktadır. Kronik yaralarda, yara etrafındaki dokularda parsiyel oksijen basıncı (pO<sub>2</sub>) düşer ve dokulardaki O<sub>2</sub> düzeyindeki düşüş fibroblast proliferasyonunu, kollajen üretimini ve kapiller anjiogenezi olumsuz etkileyerek yara iyileşmesinde gecikmeye neden olur.<sup>20</sup>

Arteriyel pO<sub>2</sub> normal deniz seviyesindeki atmosferik basınçta (1 ATA=760 mmHg) 95-97 mmHg düzeyindeyken hiperbarik oksijen basınç odasında 2-3 ATA (20-30 metre) basınçta %100 oksijen solununca arteriyel pO<sub>2</sub> 2100-2200 mmHg'ya, doku pO<sub>2</sub> 400 mmHg'ya kadar yükselir.<sup>21</sup> Artan arteriyel pO<sub>2</sub>, hipoksik dokularda birçok olumlu fizyolojik etki gösterir. Bu etkiler arasında neovaskularizasyon, osteoblastik aktivitede artış,<sup>22</sup> yara iyileşmesini sağlayan kollajen-fibroblast üretiminin artması,<sup>23</sup> antibakteriyel etki,<sup>24,25</sup> sayılabilir. İMA kullanımı sonrası oluşabilen iskemik sternal osteomyelit derin sternal enfeksiyonların tedaviye zor cevap vermesine neden olan mekanizmalardan biri olabileceğinden ve oksijenin iyileşmeyen yaralara ve refrakter osteomyelite olumlu etkileri bilindiğinden açık kalp cerrahisi sonrası gelişen derin sternal yara enfeksiyonlarında HBO tedavisi kullanılmıştır. HBO tedavisinin kalp cerrahisinde kullanılmaya başlanması 1955 yılına kadar eskiye uzanır ve ilgi çekici nokta HBO tedavisi üzerine araştırmaların yoğunlaşması ve gelişiminin hızlanması kalp cerrahisinde kullanılmasıyla başlamasıdır. Henshaw tarafından 1662 yılında icat edilen ilk hiperbarik oda ve 1775'de Priestly tarafından oksijenin bulunması ile HBO tedavisi tarihinin temelleri atıldı. Ancak 1955 yılında Churchill-Davidson ve ark.'nın kanser hastalarında radyasyon tedavisinin yan etkilerini azaltmak amacıyla HBO kullanılması ve aynı yılda Boerema ve ark.'nın sirkülatuar arrest süresinde tolerabiliteyi arttırmak amacıyla Fallot tetralojisi, büyük arter transpozisyonu ve pulmoner arter stenozu gibi konjenital kalp hastalıkları operasyonlarını HBO ortamında gerçekleştirmesinden sonra modern HBO tedavi dönemi başlamış oldu.<sup>26-29</sup> Bu dönemden sonra HBO kesin tedavi endikasyonları netlik kazanırken kalp cerrahisinde HBO kullanımıyla ilgili birçok çalışma yapılmıştır ancak rutin olarak kullanılabilir başarılı sonuçlar elde edilememiştir. Kalp ve Damar Cerrahisinde HBO tedavisinin yeri üzerine günümüzde de araştırmalar devam etmekte ve umut veren sonuçlar ile literatüre geçmektedir.<sup>30-32</sup> Özellikle damar cerrahisinde elde edilen başarılı sonuçlar ile HBO tedavisi iskemik

ve diyabetik yaralarda, crush yaralanması ve iskelet-kas kompartman sendromunda kesin kullanım endikasyonu oluşturmaktadır.<sup>33-35</sup> Açık kalp cerrahisi sonrasında gelişen derin sternal yara enfeksiyonlarında HBO kullanımıyla ilgili yapılan çalışmalar bulunmasına rağmen yeterli hasta sayısı ile yapılmış kontrollü randomize bir çalışma bulunmadığından kanıtı dayalı olarak yararı kesinleşmemiştir. Konuyla ilgili günümüze kadar olan literatürü incelediğimizde 4 yayına ulaştık.

Petzold T ve ark. kalp transplantasyonundan 2 ay sonra derin sternal enfeksiyonu gelişen hastaya 10 hafta lokal debridman, parsiyel sternal tel çıkarılması ve açık antiseptik irrigasyon gibi konservatif cerrahi tedavi yöntemleri uygulamışlar. Pürülan akıntının artması üzerine hastaya diğer tedavilere ek olarak 7 hafta, 40 seans HBO tedavisi uygulanmış ve yarada tam epitelizeasyon sağlanmıştır. Bu deneyimleriyle kalp transplantasyonu sonrasında gelişen derin sternal enfeksiyonda HBO tedavisinin uygulanmasını bildiren ilk olguyu 1999 yılında yayınlamışlardır. Yazıda HBO tedavisinin olgularındaki yararından bahsetmişler ancak kullanımıyla ilgili tavsiyede bulunmamışlardır.<sup>9</sup>

Lappa A ve ark.nın 2003 yılında yayınladıkları derleme makalede 1 hastada sternotomi ile maling timoma operasyonu sonrası ve 2 hastada da sternotomi ile CABG sonrasında derin sternal enfeksiyon gelişmiş ve 3 olgu da diğer tedavilere ek olarak HBO tedavisiyle başarılı olarak tedavi edilmiştir. Bu derleme makalede yazarlar sundukları olguların, Petzold T ve arkadaşlarının sunduğu kalp transplantasyonlu hastadan sonra ilk olduğunu belirtmişlerdir. Derin sternal enfeksiyonda HBO tedavisinin denenmesi gerektiğini ve cerrahi tedavinin hemodinamik parametreleri bozulan olgulara saklanması önermişlerdir.<sup>10</sup>

Mills C ve Bryson P'nin 2006 yılında yazdıkları derleme makalede HBO tedavisinin derin sternal enfeksiyonlarda diğer kolay ulaşılabilir tedavi seçeneklerinde başarısız olduğunda ve hastanın

**TABLO 6:** Şehirlere göre hiperbarik oksijen basınç odalarının dağılımı.

	Toplam	Dağılım	
Ankara	3	GATA	1
		Özel Merkez	2
Antalya	1	Özel Merkez	1
Bursa	1	Özel merkez	1
İstanbul	12	GATA	1
		İ. Ü. Çapa T. F.	1
		Özel Merkez	10
İzmir	2	Özel Merkez	2
KKTC	1	Devlet Hastanesi	1
Kocaeli	1	Özel Merkez	1
Marmaris	1	Deniz Komutanlığı	1
Mersin	1	Deniz Komutanlığı	1
Samsun	1	Özel Merkez	1

ulaştırılması kolay bir mesafede HBO tedavi merkezi bulunması durumunda kullanılabilmesi sonucuna varılmıştır.<sup>11</sup>

Barili ve ark.'nın 2007 yılında yayınladıkları araştırmada derin sternal enfeksiyon gelişen hastalar iki gruba ayrıldı. Ondört hastaya HBO tedavisi uygulanırken 18 hastaya uygulanmadı. İki grup arasında yara iyileşme süresi arasında fark bulunmadı ancak enfeksiyonun tekrarlama oranı, intravenöz antibiyotik kullanma ve hastanede yatış süreleri HBO tedavisi alan grupta anlamlı olarak daha az bulundu.<sup>12</sup>

Bizim kliniğimizdeki çalışmada ise, en az iki başarısız tedavi girişim sonrası iyileşmeyen derin sternal enfeksiyonu (Tip IVB) olan hastalara, derin sternal enfeksiyon tedavisinde HBO kullanımı konusunda uluslararası yayınlardan yararlanarak HBO tedavisi uyguladık. Hastalarımız daha önce bildirilen literatür bilgilerinden farklı olarak HBO tedavisinden 7-16 seans gibi çok kısa bir sürede yarar görmüştür. Hastaların HBO tedavisinden çok kısa sürede yarar görmesindeki olası mekanizmanın, hastalarda sternal enfeksiyonun tedaviye zor cevap vermesinin primer nedeninin İMA çıkarılmasıyla sternum kanlanması azalması olduğu ve azalan sternal oksijenlenmenin HBO te-

davisiyle hızla düzeltilmesinden olduğunu düşünürüz. Buna ek olarak hastalarımızda lokalize sternal osteomyelit bulunması tedavinin etkinliğini kolaylaştırmış olabilir. Kliniğimize derin sternal enfeksiyon nedeniyle başvuran her olguya, HBO tedavisi uyguladığımızdan çalışmamızda kontrol grubu bulunmamaktadır. Bunun yanında makalemiz bir ön çalışma olduğundan vaka sayımızın az oluşu çalışmamızdaki bir diğer kısıtlamadır.

Derin sternal yara enfeksiyonlarında diğer yayınlarda belirtilmeyen ve bizce önemli olan bir nokta, bu hasta grubunun CABG operasyonu geçiren hastalardan oluştuğu ve hastaların her zaman stabil bir hemodinamiğinin olmamasıdır. Kalp yetmezliği HBO tedavisi için kesin bir kontrendikasyon oluşturmasa da yapılan çalışmalarda konjestif kalp yetmezliği ve unstable anginası olan hastalarda HBO tedavisinin riskli olabileceği belirtilmiştir.<sup>8</sup> HBO sistolik kan basıncını artırır ve diastolik kan basıncını düşürürken ortalama (mean) kan basıncı sabit kalır. Periferik arteriyel rezistansı %30 artırır dolayısıyla ventriküler ardyüğü arttırabilir. Kalp hızında ve kardiyak outputunda %20 azalmaya neden olabilir. HBO tedavisi konjestif kalp yetmezliği bulguları olan hastalarda dikkatli kullanılmalıdır. Pulmoner ödem HBO tedavisinin 10.000'de 1 görülebilen nadir bir komplikasyonu olsa da kalp hastalığı olanlarda riskin arttığı belirtilmiştir. Kalp cerrahisinde çoğunluğu oluşturan diyabetik hastalarda HBO tedavisinin nadir de olsa hipoglisemi oluşturma potansiyeli olduğu da unutulmamalıdır.<sup>15,36</sup> Yazımızda belirtilen yayınlardaki hastalarda herhangi bir komplikasyon belirtilmemişse de özellikle kalp cerrahisi geçirmiş hastaların mutlaka hiperbarik oksijen sorumlu hekiminin bulunduğu merkezlerde kontrol altında tedavi görmesi ve tedaviye başlamadan hasta onam formunu imzalamaları gerekmektedir. Bunun yanında her zaman hastanın günlük transportundaki riskleri ile tedaviden göreceği yarar her hasta için ayrı ayrı karşılaştırılıp değerlendirilmelidir.

Bu açıdan özellikle hemodinamik açıdan stabil olmayan hastalar için HBO tedavi merkezinin hastanın yattığı merkeze olan mesafesi önemlidir. Türkiye'de tespit edip ulaşabildiğimiz toplam 23, KKTC'de ise 1 hiperbarik basınç odası bulunmaktadır. Şehirlere göre dağılımları Tablo 6'da özetlenmiştir.

Ülkemizde HBO tedavisi, T.C. Sağlık Bakanlığı tarafından 1 Ağustos 2001 tarihinde Resmi Gazetede yayınlanan "hiperbarik oksijen tedavisi ile ilgili yönetmelik"le düzenlenmiştir.<sup>37</sup> HBO tedavisinin sternal enfeksiyonlara etkisi üzerine daha önce yayınlanmış ulusal bir çalışma olmamasına karşın "Undersea and Hyperbaric Medical Society" tarafından bildirilen HBO tedavi endikasyonlarına, "sternum akut osteomyeliti" yönetmeliğe ayrı bir endikasyon olarak eklenmiştir. ABD'de ortalama 90 dakikalık HBO tedavisinin maliyeti 300-400 dolar iken Türkiye ve KKTC'de ortalama olarak seans başı maliyet 100 YTL'dir (yaklaşık 80 \$). Sternal enfeksiyonlarda HBO tedavisinin kullanımıyla ilgili yapılmış istatistiksel bir maliyet araştırması yoktur ancak günümüze kadar yapılan çalışmalarda HBO tedavisinin hastane yatış süresini kısalttığı yönündeki ortak görüşten HBO tedavisinin maliyeti büyük oranda azalttığı sonucuna varabiliriz.

## SONUÇ

Derin sternal enfeksiyonda HBO tedavisinin kullanıldığı 4 yurt dışı yayın bulunmasına karşın ulusal yayın bulunmamaktadır. Derin sternal enfeksiyonda HBO tedavisi uygulamasının sonuçlarını sunduğumuz ve ulusal ve uluslararası yayınlanmış makalelerdeki bilgileri derlediğimiz bu yazımızda HBO tedavisinin derin sternal enfeksiyonlarda iyileşme sürecini hızlandırmada etkin ve güvenilir bir ek tedavi seçeneği olabileceği sonucuna vardık.

## KAYNAKLAR

1. Immer FF, Durrer M, Mühlemann KS, Erni D, Gahl B, Carrel TP. Deep sternal wound infection after cardiac surgery: modality of treatment and outcome. *Ann Thorac Surg* 2005;80: 957-61.
2. Badak Mİ, Boğa M, Özkısacık EA, Gürcün U, Gülmen Ş, Dişçigil B. Açık kalp cerrahisinde profilaktik nazal mupirosin uygulaması. *Turkish J Thorac Cardiovasc Surg* 2005;13: 350-3.
3. Loop FD, Lytle BW, Cosgrove DM, Mahfood S, McHenry MC, Goormastic M, et al. J. Maxwell Chamberlain memorial paper. Sternal wound complications after isolated coronary artery bypass grafting: early and late mortality, morbidity, and cost of care. *Ann Thorac Surg* 1990;49: 179-86.
4. De Feo M, Gregorio R, Della Corte A, Marra C, Amarelli C, Renzulli A, et al. Deep sternal wound infection: the role of early debridement surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 2001;19: 811-6.
5. Douville EC, Asaph JW, Dworkin RJ, Handy JR Jr, Canepa CS, Grunkemeier GL, et al. Sternal preservation: a better way to treat most sternal wound complications after cardiac surgery. *Ann Thorac Surg* 2004;78:1659-64.
6. Başel H, Odabaşı D, Akbayrak H, Dostbil A, Yakut C. Yüksek Torakal Epidural Anestezi Eşliğinde Sternum Revizyonu. *Türkiye Klinikleri J Cardiovasc Sci* 2007;19: 190-2.
7. Gökben M. Hiperbarik Oksijen ve Tedavideki Yeri. *Anestezi Dergisi* 2001;9:237-44.
8. Feldmeier JJ. The hyperbaric oxygen therapy committee report UHMS. In: Feldmeier JJ, ed. *Hyperbaric oxygen 2003. Indications and results*. 1st ed. Kensington, Maryland; 2003. p. 87-100.
9. Petzold T, Feindt PR, Carl UM, Gams E.. Hyperbaric oxygen therapy in deep sternal wound infection after heart transplantation. *Chest* 1999;115:1455-8.
10. Lappa A, Malpieri MR, Cicco M, Bucci A, Malpieri M, Araimo F, et al. An alternative inexpensive treatment for deep sternal wound infections after sternotomy. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2003;2:629-32.
11. Mills C, Bryson P. The role of hyperbaric oxygen therapy in the treatment of sternal wound infection. *Eur J Cardiothorac Surg* 2006;30: 153-9.
12. Barili F, Polvani G, Topkara VK, Dainese L, Cheema FH, Roberto M, et al. Role of hyperbaric oxygen therapy in the treatment of postoperative organ/space sternal surgical site infections. *World J Surg* 2007;31:1702-6.
13. El Oakley RM, Wright JE. Postoperative mediastinitis: classification and management. *Ann Thorac Surg* 1996;61:1030-6.
14. Foster JH. Hyperbaric oxygen therapy: contraindications and complications. *Oral Maxillofac Surg* 1992;50:1081-6.
15. Jain K.K. Indications, Contraindications and Complications of Hyperbaric Oxygen Therapy. In: Jain K.K, eds. *Textbook of Hyperbaric Medicine*. 4th ed. Cambridge: Hogrefe and Huber Publishers; 2004. p.73-8.
16. Risk factors for deep sternal wound infection after sternotomy: a prospective, multicenter study. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1996;111: 1200-7.
17. Borger MA, Rao V, Weisel RD, Ivanov J, Cohen G, Scully HE, et al. Deep sternal wound infection: risk factors and outcomes. *Ann Thorac Surg* 1998;65:1050-6.
18. de Jesus RA, Acland RD. Anatomic study of the collateral blood supply of the sternum. *Ann Thorac Surg* 1995;59:163-8.
19. Carrier M, Grégoire J, Tronc F, Cartier R, Leclerc Y, Pelletier LC. Effect of internal mammary artery dissection on sternal vascularization. *Ann Thorac Surg* 1992;53:115-9.
20. LaVan FB, Hunt TK. Oxygen and wound healing. *Clin Plast Surg* 1990;17:463-72.
21. Tibbles PM, Edelsberg JS. Hyperbaric-oxygen therapy. *N Engl J Med* 1996;20:1642-8.
22. Muhonen A, Haaparanta M, Grönroos T, Bergman J, Knuuti J, Hinkka S, et al. Osteoblastic activity and neoangiogenesis in distracted bone of irradiated rabbit mandible with or without hyperbaric oxygen treatment. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2004;33:173-8.
23. Niinikoski JH. Clinical hyperbaric oxygen therapy, wound perfusion, and transcutaneous oximetry. *World J Surg* 2004;28:307-11.
24. Knighton DR, Halliday B, Hunt TK. Oxygen as an antibiotic. A comparison of the effects of inspired oxygen concentration and antibiotic administration on in vivo bacterial clearance. *Arch Surg* 1986;121:191-5.
25. Tsuneyoshi I, Boyle WA 3rd, Kanmura Y, Fujimoto T. Hyperbaric hyperoxia suppresses growth of *Staphylococcus aureus*, including methicillin-resistant strains. *J Anesth* 2001;15: 29-32.
26. Churchill-Davidson I, Sanger C, Thomlinson RH. High-pressure oxygen and radiotherapy. *Lancet*.1955;268:1091-5.
27. Boerema I, Huiskes JW, Kroll JA, Kroon B, Lokin E, Meyne NG High atmospheric pressure as an aid to cardiac surgery. *Arch Chir Neerl* 1956;8:193-211.
28. Haux GFK. Past-Present-Future-In a Nutshell. In: Haux GFK, eds. *History of Hyperbaric Chambers*. 1st ed. Flagstaff: Best Publishing Company; 2000. p.1-9.
29. Bakker DJ. History of hyperbaric medicine and surgery. In: Bakker DJ, Cramer FS, eds. *Hyperbaric Surgery: Perioperative Care*. 1st ed. Flagstaff: Best Publishing Company; 2002. p.1-22.
30. Ziser A, Adir Y, Lavon H, Shupak A. Hyperbaric oxygen therapy for massive arterial air embolism during cardiac operations. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1999;117:818-21.
31. Como AF, Boone Y, Mallabiabarrena I, Augstburger M, von Segesser LK. Aqueous oxygen: the solution to relief hypoxic pulmonary hypertension. *Eur J Cardiothorac Surg* 2004;26: 301-5.
32. Alex J, Laden G, Cale AR, Bennett S, Flowers K, Madden L, et al. Pretreatment with hyperbaric oxygen and its effect on neuropsychometric dysfunction and systemic inflammatory response after cardiopulmonary bypass: a prospective randomized double-blind trial. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2005; 130: 1623- 30.
33. Us MH, Rodop O, Özkan S, Civelek A, Elbüken E, İnan K, et al. 17 Ağustos depreminde kompartman sendromu ve uygulanan tedavilerle ilgili deneyimlerimiz. *Turkish J Thorac and Cardiovasc Surg* 2000;8:805-7.
34. Abidia A, Laden G, Kuhan G, Johnson BF, Wilkinson AR, Renwick PM, 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.
35. Garcia-Covarrubias L, McSwain NE Jr, Van Meter K, Bell RM. Adjuvant hyperbaric oxygen therapy in the management of crush injury and traumatic ischemia: an evidence-based approach. *Am Surg* 2005;71:144-51.
36. Weaver LK, Churchill S. Pulmonary edema associated with hyperbaric oxygen therapy. *Chest* 2001;120:1407-9.
37. Hiperbarik Oksijen Tedavisi Uygulanan Özel Sağlık Kuruluşları Hakkında Yönetmelik, Ek-5. T.C. Resmi Gazete 1.8.2001;24480.