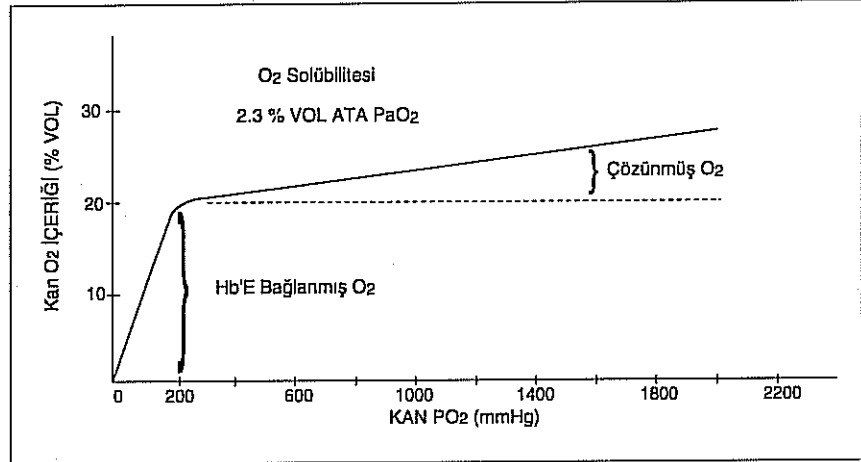


Osteomyelit Tedavisinde Hiperbarik Oksijen Tedavisinin Rolü

Maide Çimşit

Giriş

Kronik osteomyelit için şifa sözcüğünü dikkatle kullanmak gerekse de Boyne (1)'un bildirdiğine göre olguların % 70-80'inde standard tedavi yani uygun cerrahi girişim ve uygun antibiyotik tedavisi ile şifa veya yıllar hatta dekadlar sürebilen arrest sağlanabilmektedir. Ancak bazı olgularda infeksiyon etkenine; infeksiyonun süresine; anatomik lokalizasyon, yaş, diyabet, lokal dolaşım bozukluğu veya immün yetmezlik gibi konağa bağlı nedenlerle standard tedavi yetersiz kalabilmektedir. Bu tip refrakter kronik osteomyelit olgularının tedavisinde şifa ya da arrest sağlayıcı bir yöntem olarak hiperbarik oksijen tedavisi (HBO) devreye girer.



Şekil 1. PO₂ ile kanın O₂ arasındaki ilişki (4).

Tablo 1. Değişik Hiperbarik Şartlarda Dissolve Olan Oksijene (PaO₂) Ait İdeal Değerler

Total Basınç ATA	mm Hg	Hava Solunumu % vol	% 100 O ₂ Solunumu % vol
1	760	0.32	2.09
1.91	1452	0.77	4.23
2	1520	0.81	4.44
2.36	1794	0.99	5.29
2.82	2143	1.17	6.37
3	2281	1.31	6.80
4	3040	1.80	3 ATA'nın üzerindeki değerlerde O ₂ uygulanmaz
5	3800	2.30	
6	4560	2.80	

Medikal bir tedavi yöntemi olan HBO, bütünüyle kapalı bir sistem-basınç odası içine alınan hastaya 1 ATA ile 3 ATA arasındaki basınçlarda aralıklı olarak O₂ solutulmasıdır (1 atmosfer=1 ATA=760 mm Hg). 1 ATA'da % 100 O₂ solunumu ya da topikal kullanımı hiperbarik oksijenasyon değildir. Tedavi tek ya da çok bölmeli basınç odalarında yapılır. Hasta O₂'i ortamdan, maskeden veya endotrakeal tüpten alır. Hastanın hiperbarik şartlara ve basınç değişikliklerine maruz kalmasında bir sakınca olup olmadığı uygulama öncesinde yapılan bir dizi klinik ve laboratuvar tetkikle araştırılır. Tedavinin dozu ve süresi olguya göre saptanır.

Bilindiği gibi, normal atmosferik koşullarda (1 ATA) sağlıklı bir kişide 100 ml arteriyel kanda 20 ml, karışık venöz kanda ise 14 ml O₂ bulunur. Hemoglobün O₂ ile tama yakın (% 97) doymuştur. Kanda çözülmüş halde bulunan O₂

miktarı ise çok düşüktür. Hastanın oksijenasyonunu artırmak istediğimiz durumlarda oksijen parsiyel basıncının yükseltilmesi ancak minimal bir yarar sağlar. Oysa 1 ATA'dan yüksek basınçlardaki O₂ solunumuyla Hb tamamen doyurulduktan başka plazmada çözünen O₂ miktarı da artacaktır. Örneğin 3 ATA'da % 100 O₂ solunumuyla, 100 ml kanda 6 ml O₂ plazmada çözülmüş olacaktır. Bu O₂ miktarı dokuların metabolik gereksinimlerini Hb ile taşınandan bağımsız olarak karşılayabilecek düzeydedir (2-4). Değişik hiperbarik şartlarda solüsyon halinde taşınan ideal O₂ miktarları Tablo 1'de; total O₂ miktarı ile P_{O₂} arasındaki ilişki Şekil 1'de verilmiştir. Hiperbarik oksijenasyon konusunda yapılan pek çok araştırma ve çalışmanın (5-7)

HBO etki mekanizması konusunda vardıkları ortak sonuçlar ise Tablo 2 ve 3'te özetlenmiştir.

Kronik Refrakter Osteomyelitte HBO'nun Etki Mekanizması

Kronik refrakter osteomyelit fizyopatolojisinde kemik iskemisi ve doku hipoksisi vardır (8). Endosteal kan akımı

Tablo 2. Hiperbarik Oksijenasyonun Etkileri

1. Basıncın doğrudan etkisi
2. Antihipoksik etki
3. Antitoksik etki
4. Antiödem etki
5. Antimikrobik etki
6. Fagositozu artırıcı etki
7. Antibiyotik etkisinin güçlenmesi
8. Yara iyileştirici etki

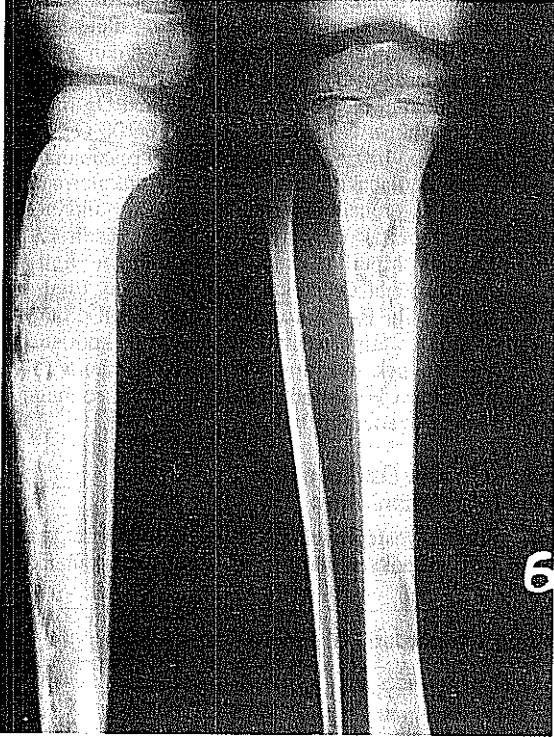
Tablo 3. Hiperbarik Oksijenasyonun Yara İyileşmesindeki Etkileri

1. Fibroblastik aktivitede artma
2. Kolagen matriks birikiminde artma
3. Vasküler proliferasyonda uyarılma
4. Osteogenezde artma

bozulmuştur. Oysa kemiğin iyileşmesinde endosteal kan akımı periosteal kan akımından daha önemlidir. Lezyon ve yakın çevresindeki P_{O_2} düşüktür; fibroblastik aktivite, kolagen formasyonu ve kapiller poliferasyon inhibe edilmiştir. Mikroorganizmaların O_2 'i kullanıyor olması, inflamasyon nedeniyle O_2 tüketiminin artması, ödem nedeniyle gelişen lokal perfüzyon sorunları hep iyileşmeyi geciktirici yönde etki eder.

Hiperbarik oksijenasyon, hipoksik lezyondaki oksijen basıncının 30-40 mm Hg'ya çıkmasını sağlar (1).

Osteomyelit tedavisinde HBO'nun rolü üzerinde 1960'lı yıllardan beri yapılan çeşitli araştırma, uygulama ve klinik gözlemlerin (9-19) sonuçlarına göre, yeterli O_2 basıncında bir yandan lökositlerin bakterisid etkisi ve antibiyotiklerin etkisi artarken, diğer yandan fibroblastik proliferasyon ve bu uygun zeminde neovaskülarizasyon sağlanır. Artan osteoklastik ve osteoblastik aktivite sayesinde adeta "doğal" sekestrektomi ile birlikte yeni kemik yapımı da gelişir. Ölü mcsafe sağlıklı, vaskülerize yeni kemikle dolar. Kallus formasyonu ve mineralizasyonu optimal şartlarda gerçekleşir (Resim 1-7).



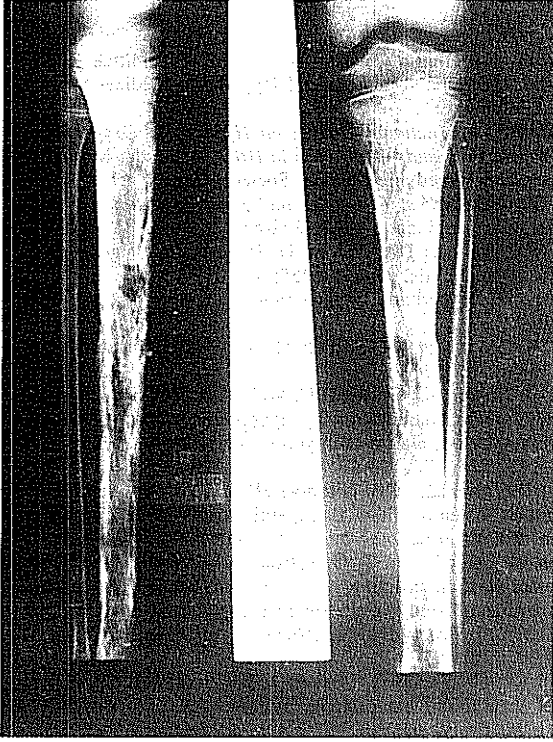
Resim 1. M.M., 9 yaşında, erkek, sağ tibia kronik osteomyeliti. Periost reaksiyonu, kortikal defektler ve sekestr oluşumu izleniyor. Sedimentasyon 40 mm/saat, HBO öncesi.



Resim 2. Resim 1'deki hasta, 29. seans HBO sonrası. Sedimentasyon 15 mm/saat.



Resim 3. Resim 1 ve 2'deki hasta, 45. seans HBO sonrası. Skleroz ile ifade bulan iyileşme ve remodelizasyon izleniyor. Sedimentasyon 10 mm/saat. Tibiadaki deformasyon hastanın hasta ekstremitesine aşırı yük vermesinden kaynaklanmıştır.



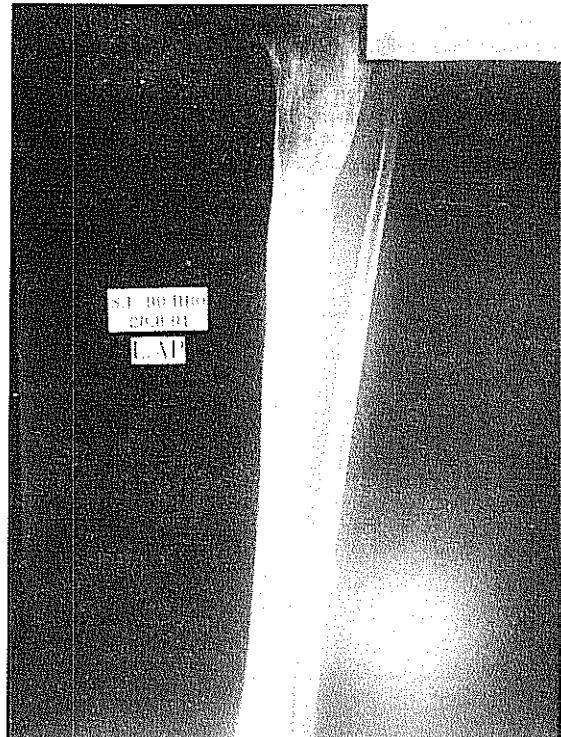
Resim 4. S.İ., 12 yaşında, erkek, sol tibia kronik refrakter osteomyeliti. Sedimentasyon 50 mm/saat, HBO öncesi.



Resim 6. Resim 4 ve Resim 5'teki olgu. 46. seans HBO sonrasında, sekestr küçülüyor, defekt doluyor. Sedimentasyon 22 mm/saat.



Resim 5. Resim 4'teki olgu. Tibia distalinde lezyon.



Resim 7. Resim 4, 5 ve 6'daki olgu, 90. seans HBO sonrasında defekt dolmuş, trabekülasyon izleniyor, remodeli-zasyon tamamlanmış.

Özetle, HBO hipoksik yarayı optimal P_{O_2} 'na ulaştırmak, böylece normal savunma, tamir-iyileşme süreçlerini devreye sokmak için kullanılır.

Uygulama

UHMS, Hiperbarik Oksijenasyon Komitesi tarafından önerilen ve Hiperbarik Tedavi Merkezlerince kabul edilerek uygulanan tedavi protokolü, 2-2. 4 ATA'da günde bir kez 90-120 dakikalık bir seans yapmak üzere haftada 5-6 uygulamadır. Tedavi süresi ortalama 60 seanstır. Hastanın ve hastalığın cevabına, hekimin gözlemlerine göre bu protokolda modifikasyonlar yapılabilir. HBO süresince uygun antibiyotik tedavisi sürdürülür, ortopedi konsültasyonlarının gerekli görmesi halinde cerrahi girişimler gerçekleştirilir ve hasta HBO'in yan etkileri açısından sürekli klinik ve laboratuvar gözetim altında tutulur.

Sonuç olarak, klinik ve laboratuvar tetkikler sonucunda hiperbarik şartlara ve basınç değişikliklerine maruz kalmada sakınca bulunmadığı anlaşılan kronik refrakter osteomyelit olgularının tedavisinde kullanılan HBO, kendi olgularımızda da saptadığımız üzere, çok etkili bir yardımcı tedavidir.

Kaynaklar

1. Boyne PJ. Refractory osteomyelitis of the extremities and axial skeleton. In: Davis JC, Hunt TK, eds. *Hyperbaric Oxygen Therapy*. Bethesda, Maryland: Undersea Medical Society, 1977: 217-27.
2. Basset BE, Bennett PB. Introduction to the physical and physiological bases of hyperbaric therapy. In: Davis JC, Hunt TK, eds. *Hyperbaric Oxygen Therapy*. Bethesda, Maryland: Undersea Medical Society, 1977: 11-24.
3. Çimşit M. Hiperbarik oksijenin kullanım alanları. *Tıbbi Ekol Hidroklimatol Derg* 1984; 2 (Hiperbarik Oksijenasyon Sempozyumu Özel Sayısı): 8-15.
4. Çimşit M. Hiperbarik oksijen tedavisi. In: *TSK X. Askeri Tıp Kongresi Kongre Kitabı*. Ankara: GATA (Baskıda).
5. Davis JC. Background. In: Davis JC, Hunt TK, eds. *Hyperbaric Oxygen Therapy*. Bethesda, Maryland: Undersea Medical Society, 1977.
6. Mader JT. *Hyperbaric Oxygen Therapy: A Committee Report*. Bethesda, Maryland: Undersea and Hyperbaric Medical Society, 1989: 63-72.
7. Strauss MB. *Instructional Course on Hyperbaric Oxygen Therapy. What's True and What's New in HBO*. Bethesda, Maryland: Undersea and Hyperbaric Medical Society, 1990.
8. Turek SI. *Orthopedics: Principles and Their Application*. 4th ed. Philadelphia: Lippincott, 1984: 258-63.
9. Slack WK, Thomas DA, Perrins D. Hyperbaric oxygenation in chronic osteomyelitis. *Lancet* 1965; 1: 1093-4.
10. Hamblex DI. Hyperbaric oxygenation. *J Bone Joint Surg* 1968; 6: 1129-41.
11. Hunt TK, Zederfeldt B, Goldstick TK. Oxygen and healing. *Am J Surg* 1969; 118: 521-7.
12. Mader JL, Brown BL, Guckian JC, Wells CH, Reinartz JA. A mechanism for the amelioration by hyperbaric oxygen of experimental staphylococcal osteomyelitis in rabbits. *J Infect Dis* 1980; 142: 915-22.
13. Triplett RG, Branham GB, Gillmore JD, Lorber M. Experimental mandibular osteomyelitis: therapeutic trials with hyperbaric oxygen. *J Oral Maxillofac Surg* 1982; 40: 640-6.
14. Nilsson LP, Albrektsson T, Granström G, Röckert HOE. Enhanced mineralization utilizing hyperbaric oxygen (HBO) therapy. An experimental study in the rabbit using a bone harvest chamber (BHC). In: *Proceedings of XIIIth Annual Meeting EUBS, Sicily*, 1987: 183-9.
15. Nilsson LP, Granström G, Röckert HOE. Accelerated bone healing of mandibular osteotomies by use of hyperbaric oxygen (HBO). In: *Proceedings of XIIIth Annual Meeting EUBS, Sicily*, 1987: 190-5.
16. Mader JL, Hicks CA, Calhoun J. Bacterial osteomyelitis. Adjunctive hyperbaric oxygen therapy. *Orthop Rev* 1989; 18: 581-5.
17. Nachum Z, Reissman P, Finkelstein R, Reis D, Melamed Y. Hyperbaric oxygen (HBO) therapy for acute and chronic refractory osteomyelitis. In: *Proceedings of XVth Annual Meeting EUBS, Israel*, 1989: 376-82.
18. Nilsson IP. Effects of hyperbaric oxygen treatment on bone healing. An experimental study in the rat mandible and the rabbit tibia. *Swed Dent J [Suppl]* 1989; 64: 1-33.
19. Calhoun JH, Cobos JA, Mader JT. Does hyperbaric oxygen have a place in the treatment of osteomyelitis. *Orthop Clin North Am* 1991; 22: 467-71.