

**DENEYSSEL KOMPARTMAN SENDROMUNDA CERRAHİ DEKOMPRESYONLA
KOMBİNE EDİLEN HİPERBARİK OKSİJEN TEDAVİSİNİN ETKİNLİĞİ****THE EFFECTS OF HYPERBARIC OXYGEN AND SURGICAL DECOMPRESSION IN
EXPERIMENTAL COMPARTMENT SYNDROME**

Dr. Figen AYDIN, Dr. Şamil AKTAŞ, Dt. Phd. Vakur OLGAC, Dr. Ali MEZDEĞİ, Dr. Sacit KARAMÜRSEL¹

ÖZET

Amaç: Bu çalışmada bir deneysel kompartman sendromu modelinde, cerrahi dekompresyona eklenmiş hiperbarik oksijen tedavisinin (HBO) etkinliğini araştırmak amaçlanmıştır.

Gereç ve yöntem: Çalışmada ağırlıkları 270-325 gram arasında değişen 20 Wistar albino, erkek sıçan kullanıldı. Hayvanlar; Kontrol, HBO, Fasyotomi ve HBO-Fasyotomi gruplarına ayrıldılar. Kompartman sendromu, hayvanların her iki arka bacağına 4 saat boyunca uygulanan turnikenin ardından reperfüzyonun sağlanmasıyla gerçekleştirildi. Fasyotomiler çift insizyon yöntemiyle açıldı. HBO; ilk 2 gün 4 saat, sonraki 2 gün 6 saat ara ile toplam 20 seans uygulandı. Her bir grupta 4 gün süre ile ayak volümleri ve kompartman içi basınçları kaydedildi, deney sonunda sakrifiye edilen hayvanların bacakları histopatolojik olarak değerlendirildi.

Bulgular: Ayak volümleri karşılaştırıldığında, fasyotominin HBO'ya göre tek başına daha etkin bir yöntem olduğu gözlemlendi. Kompartman içi basıncı düşürmede fasyotominin yine belirgin ölçüde etkili olduğu; HBO'nun ise daha az ve yavaş etkilediği saptandı. Bu iki yöntem kombine edildiğinde ise birbirinin etkilerini arttırdıkları izlendi. Histolojik değerlendirmede ise HBO grubunda Fasyotomi ve HBO-Fasyotomi gruplarına göre daha az iltihap ve nekrozun bulunması, fasyotomi gruplarındaki yüksek enfeksiyon riski ve mekanik travma ile ilişkilendirildi.

Sonuç: Kompartman sendromu tedavisine eklenecek olan HBO tedavisi sonuçları olumlu yönde etkileyecektir.

Anahtar kelimeler: Kompartman sendromu, crush yaralanması, hiperbarik oksijen tedavisi.

ABSTRACT

Background: To determine the beneficial effects of adjuvant hyperbaric oxygen therapy (HBO) in an experimental compartment syndrome model.

Methods: Twenty Wistar albino male rats, weighing between 270-325 g. were divided into four groups as: Control, Fasciotomy, HBO and HBO-Fasciotomy. Rear legs of all animals were strangulated with a tourniquet for 4 hours. Fasciotomy was performed by double incisions. HBO protocol was set as: 6 sessions/day in the first two days, 4 sessions/day in the 3rd and 4th days. The intra-compartmental pressure and leg volume in all groups were measured daily. The legs of the sacrificed animals underwent histopathological examination.

Results: Fasciotomy was more effective than HBO to decrease leg volume and intra-compartmental pressure. The combination of HBO and fasciotomy was more effective than the single application of HBO and fasciotomy. The findings of inflammation and necrosis were less in the HBO group when compared with the fasciotomy and HBO-fasciotomy groups. This result was attributed to the higher risk of infection and mechanical damage in the groups with fasciotomy.

Conclusion: Adjuvant HBO is beneficial in the treatment of compartment syndrome.

Key words: Compartment syndrome, crush injury, hyperbaric oxygen

GİRİŞ

Kompartman sendromunun (KS) tedavisinde amaç, daha fazla basınç artışının önlenmesi ve kompartman basıncının düşürülmesidir. Bu sayede doku nekrozunu engellemek ve fonksiyon kayıplarından korunmak amaçlanır. Fasyotomi, artmış kompartman içi basıncının düşürülmesi için uygulanan etkin, acil bir cerrahi girişimdir.

Fasyotominin invaziv bir girişim olması ve enfeksiyon riski taşıması nedeniyle tedavide yardımcı medikal yöntemler denenmektedir. Mannitol ve diürezin kompartman sendromu tedavisinde başarıyla uygulandığını gösteren çalışmalar vardır.¹⁻³ Hiperbarik Oksijen tedavisi (HBO) ise, fasyotomiye adjuvan, non-invaziv medikal bir yöntem olarak tedavide kullanılmaktadır.⁴⁻⁶

HBO, tamamen kapalı bir basınç odasına alınmış hastanın 1 atmosferden daha yüksek basınçta, maske, başlık ya da ortamdaki sürekli ya da aralıklı olarak %100 oksijen solması şeklinde uygulanan medikal bir tedavi yöntemidir.^{7,8} HBO tedavisi sonucunda parsiyel oksijen basıncı artar, damarlarda vazokonstriksiyon meydana gelir ve doku hipoksi ortadan kaldırılır.^{8,9} HBO ayrıca antibakteriyel etkiye de sahiptir. KS'nun tedavisinde HBO tedavisinin kullanılması ile kas nekrozu ve ödemde belirgin azalma ile, kas fonksiyonlarında korunma gösterilmiştir.⁴⁻⁶ Undersea and Hyperbaric Medical Society'nin (UHMS) kabul ettiği HBO endikasyonları Tablo 1'de gösterilmiştir.⁸

dından HBO tedavisine başlandı.

Bacakta kompartman sendromu oluşturmak için uygulanan kompresyon, standart 2.4x100 mm. plastik kelepçe ile sağlandı. (Erbschloe Werkzeug marka Kabelbinder- Sortiment 200 tlg model). Eter ile anestezi altına alınan sıçanların her iki bacağı bu kelepçe ile sıkıldıktan sonra, 8 MHz proflu Multi-Dopplex II marka doppler aygıtı ile (Huntleigh Health Care) distalde akımın kesildiğinden emin olundu. Kompresyon, 4. saatin sonunda ortadan kaldırıldı ve reperfüzyonun sağlandığı aynı doppler aygıtı ile kontrol edildi.

Eter ile anestezi altına alınan sıçanların her iki arka bacaklarında kompartman içi basınçları, Ni-

Tablo 1. Undersea and Hyperbaric Medical Society'e göre kesin HBO endikasyonları.

-
- Dekompresyon Hastalığı
 - Akut hava ya da gaz embolisi
 - Karbonmonoksit zehirlenmesi, akut duman inhalasyonu ve siyanid zehirlenmesi
 - Klostridial myonekroz (gazlı gangren)
 - Crush yaralanması, kompartman sendromu ve diğer akut travmatik iskemiler
 - Problemlerli yaralar: diyabetik yara, venöz staz ülseri, dekübitis ülserleri, arteriyel dolaşım yetersizliğine bağlı ülserler
 - Nekrotizan yumuşak doku infeksiyonları (deri altı, fasya ve kas)
 - Radyonekrozlar (osteoradyonekroz, hemorajik sistit vb)
 - Kronik refrakter osteomyelit
 - Riskli greft ve flapler
 - Termal yanıklar
 - Aşırı kan kaybı
 - İntrakraniyal abseler
-

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma İstanbul Tıp Fakültesi, Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Anabilim Dalı, Hiperbarik Deney Laboratuvarında yürütüldü. Çalışmada ağırlıkları 270- 325 gr. arasında değişen 20 erkek Wistar Albino cinsi genç erişkin sıçan kullanıldı. Deney hayvanları oda sıcaklığında ve üçerli gruplar halinde barındırıldıkları kafeslerde standart sıçan yemi ve şebeke suyu ile isteğe bağlı olarak beslendiler. Deney öncesi sıçanlar 5'erli 4 eşit alt gruba ayrıldı. Her alt gruptaki sıçanın başlangıç kompartman içi basınç ölçümleri yapıldı. Her iki arka bacaklarına 4 saat boyunca kompresyon uygulandıktan sonra sıçanlar şu şekilde gruplandırıldılar:

Kontrol (K) Grubu: Kompresyondan sonra herhangi bir tedavi uygulanmadı.

HBO Grubu: Kompresyonun ortadan kaldırılmasının ardından 2 saat içinde HBO tedavisine alındı.

Fasyotomi (F) Grubu: Kompresyonun ortadan kaldırılmasının ardından 2 saat içinde her iki bacağa cerrahi dekompresyon (fasyotomi) uygulandı.

HBO-Fasyotomi (HBO-F) Grubu: Kompresyonun ortadan kaldırılmasının ardından 2 saat içinde her iki bacağa fasyotomi uygulandı ve hemen ar-

hon Kohden marka poligraf cihazı kullanılarak ölçüldü. Size 30 FG. 30 cm. uzunlukta intravenöz kanülün ucuna 26 g. iğne takılarak kompartman içine sokuldu. Sistem steril serum fizyolojik (SF) ile dolduruldu. Sisteme 3'lü musluk ile bağlanan 2 ml.'lik insülin enjektöründen ölçüm sırasında 0,04 ml SF doku içine verilerek, poligraf ekranında basınç düzeyi ölçüldü.

Kompartman sendromu nedeniyle ayakta oluşan volüm değişiklikleri eter ile anestezi altına alınan sıçanlarda, Ugo Basile firmasının 'Volüm Differential Meter' adlı civalı pletismometresi ile yapıldı.

Fasyotomiler, ketamin HCl (ketalar) ile anestezi altına alınan sıçanlarda çift insizyon tekniği ile açıldı. Bacak lateral ve medialinden başlayan cilt insizyonları uyluk 1/3 üst seviyeye kadar uzatıldı. Cilt altı planda fasyolar insize edilerek kompartmanlar serbestleştirildi. Cerrahi sonrasında fasyotomi yaralarına yara bakımı ya da antibiyoterapi uygulanmadı.

HBO, 0.6 m³ hacminde tek bölmeli deney basınç odasında gerçekleştirildi. Tedavi protokolü ilk 2 gün eşit aralıklarla günde 6 seans, sonraki 2 gün içinde ise eşit aralıklarla günde 4 seans olarak uy-

gulandı. Basınç odasının %100 oksijenle 10 dk ventilasyonunu takiben her bir tedavi seansı; 5 dk. dalış, 60 dk 2,4 ATA'lık tedavi derinliği ve 5 dk. çıkış olmak üzere toplam 70 dk. dan oluştu. Tedavi 4. günün sonunda, 20. seansta sonlandırıldı.

Histolojik inceleme için sıçanlar 4. günün sonunda eterle sakrifiye edildi. Her hayvanın iki arka bacağı kokso-femoral eklem yerinden ampute edilerek %10'luk formol içinde saklandı. Preparatlar Hematoksilen-Eozin ile boyanarak örneklerin hangi gruba ait olduğunu bilmeyen aynı patolog tarafından ışık mikroskobu altında değerlendirildi. Kesitler ülser, ödem, iltihap ve nekroz kriterleri açısından değerlendirilerek 0 ila 3 pozitif değer arasında 4 derecede sınıflandırıldı.

İstatistiksel incelemede, SPSS for Windows 10.0 paket program kullanılarak, student-t testi, Mann-Whitney U testi, ortalama, standart deviasyon incelemeleri yapıldı. P değerinin 0,05'den küçük olması anlamlı olarak kabul edildi.

BULGULAR

Ayak volümü ölçüm sonuçları

Grupların ayak volümlerindeki % değişim ortalamaları Tablo 2'de gösterilmiştir. Grupların birbiri ile istatistiksel olarak karşılaştırma sonuçları Tablo 3'de yer almaktadır.

Tablo 2. Ayak volümlerinin günlere göre yüzdelik değişim oranları.

Grup	Günler	Ortalama±SD	Grup	Günler	Ortalama±SD
Kontrol	1	86,91±4,98	Fasyotomi	1	68,15±2,78
	2	80,19±7,09		2	56,97±2,98
	3	72,81±8,44		3	48,36±3,07
	4	65,24±7,04		4	47,28±3,33
HBO	1	80,26±6,25	HBO-F	1	58,61±7,36
	2	62,77±8,57		2	50,17±5,62
	3	56,36±7,97		3	45,09±6,28
	4	50,75±6,86		4	33,87±3,58

Tablo 3. Ayak volümlerinin günlere göre değişiminin istatistiksel olarak karşılaştırılması. (*= p<0,05)

Karşılaştırılan gruplar	1. gün	2. gün	3. gün	4. gün
Kontrol x HBO	0,017*	0,000*	0,000*	0,000*
Kontrol x F	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
Kontrol x HBO-F	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
HBO x F	0,000*	0,012*	0,058	0,167
HBO x HBO-F	0,000*	0,002*	0,004*	0,000*
F x HBO-F	0,008*	0,011*	0,166	0,000*

Kontrol grubuna oranla HBO grubu, Fasyotomi grubu ve HBO-Fasyotomi grubunda ayak volümleri tüm günlerde istatistik açıdan anlamlı olarak daha

fazla azalmıştır.

HBO grubuna oranla Fasyotomi grubunda ayak volümleri 1. ve 2. günlerde anlamlı, 3. ve 4. günde anlamsız olarak daha fazla azalmıştır.

HBO grubuna oranla HBO-F grubunda ayak volümleri bütün günlerde anlamlı olarak daha fazla azalmıştır.

Fasyotomi grubuna oranla HBO-F grubunda ayak volümleri 3. günde anlamsız, diğer günlerde anlamlı olarak daha fazla azalmıştır.

Kompartman içi basınç ölçümü sonuçları

Grupların kompartman içi basınç ölçümü % değişim ortalamaları Tablo 4'de gösterilmiştir. Grupların birbiri ile istatistiksel olarak karşılaştırma sonuçları Tablo 5'de yer almaktadır.

Kontrol grubuna oranla HBO grubunda kompartman içi basınçları 1, 2, ve 3. günlerde anlamsız, 4. günde ise anlamlı olarak daha fazla azalmıştır.

Kontrol grubuna oranla Fasyotomi ve HBO-F gruplarında kompartman içi basınçları tüm günlerde anlamlı olarak daha fazla azalmıştır.

HBO grubuna oranla Fasyotomi grubunda kompartman içi basınçları 1, ve 4. günlerde anlamsız, 2. ve 3. günlerde ise anlamlı olarak daha fazla azalmıştır. HBO grubuna oranla HBO-F grubunda kompartman içi basınçlar tüm günlerde anlamlı olarak daha fazla azalmıştır.

Fasyotomi grubuna oranla HBO-F grubunda kompartman içi basınçları 2, günde anlamsız, diğer günlerde ise anlamlı olarak daha fazla azalmıştır.

Tablo 4. Kompartman içi basınçların günlere göre yüzdelik değişim oranları.

Grup	Günler	Ortalama±SD	Grup	Günler	Ortalama±SD
Kontrol	1	83,38±6,58	Fasyotomi	1	64,97±8,75
	2	75,14±14,68		2	53,49±10,49
	3	71,02±14,18		3	46,53±6,60
	4	64,86±12,31		4	44,94±10,13
HBO	1	82,30±24,48	HBO-F	1	48,44±9,89
	2	67,46±14,33		2	43,17±11,44
	3	57,99±14,40		3	36,29±8,74
	4	48,30±15,02		4	29,46±7,53

Tablo 5. Grupların günlere göre kompartman içi basınç değerleri açısından istatistiksel karşılaştırılması. *p<0,05.

Karşılaştırılan gruplar	1. gün	2. gün	3. gün	4. gün
Kontrol x HBO	0,895	0,252	0,057	0,000*
Kontrol x F	0,000*	0,002*	0,000*	0,001*
Kontrol x HBO-F	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
HBO x F	0,058	0,024*	0,040*	0,564
HBO x HBO-F	0,002*	0,001*	0,001*	0,004*
F x HBO-F	0,002*	0,068	0,017*	0,002*

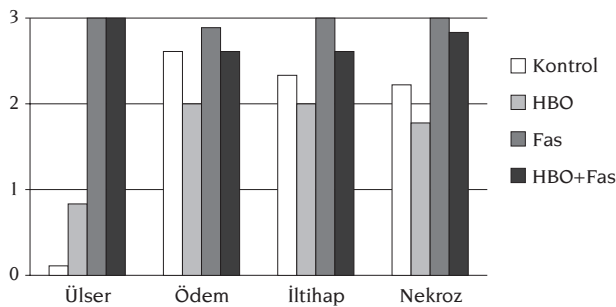
Histopatolojik değerlendirme sonuçları

Grupların histopatolojik inceleme sonuçları Tablo 6'da ve Şekil 1'de; istatistiksel karşılaştırmaları ise Tablo 7'de gösterilmiştir.

Başlıca fasyotomi insizyonuna bağlı ülser oluşumu Kontrol ve HBO grubuna oranla Fasyotomi ve HBO-Fasyotomi gruplarında anlamlı olarak fazladır. Diğer değerlendirmelerin tersine doku düze-

Tablo 6. Grupların histopatolojik inceleme sonuçları.

Grup	İnceleme	Ortalama±SD	Grup	İnceleme	Ortalama±SD
Kontrol	Ülser	0,10±0,32	Fasyotomi	Ülser	3,00±0,00
	Ödem	2,60±0,52		Ödem	2,86±0,38
	İltihap	2,30±0,48		İltihap	3,00±0,00
	Nekroz	2,20±0,79		Nekroz	3,00±0,00
HBO	Ülser	0,80±0,84	HBO-F	Ülser	3,00±0,00
	Ödem	2,00±0,00		Ödem	2,60±0,55
	İltihap	2,00±0,00		İltihap	2,60±0,55
	Nekroz	1,80±0,45		Nekroz	2,80±0,45



Şekil 1. Grupların histopatolojik kriterlere göre derecelendirilmesi.

yinde histopatolojik olarak en az ödem HBO grubunda en fazla Fasyotomi grubunda saptanmıştır. HBO grubunda ödem Kontrol ve Fasyotomi gruplarından anlamlı olarak daha azdır.

Dokuda iltihap oluşumu Fasyotomi grubu ile karşılaştırıldığında Kontrol ve HBO gruplarında anlamlı olarak daha azdır. HBO-Fasyotomi grubu ile anlamlı fark bulunmamıştır.

Dokularda en az nekroz HBO Grubunda en fazla nekroz ise Fasyotomi grubunda bulunmuştur. HBO grubuna oranla hem Fasyotomi grubunda, hem de HBO-Fasyotomi grubunda nekroz anlamlı olarak daha fazladır. Fasyotomi grubunda izlenen nekroz Kontrol grubundan da anlamlı olarak daha fazladır.

Tablo 7. Grupların histopatolojik incelemeler açısından istatistiksel karşılaştırması. *p<0,05.

Karşılaştırılan gruplar	Ülser	Ödem	İltihap	Nekroz
Kontrol x HBO	0,040*	0,031*	0,186	0,281
Kontrol x F	0,000*	0,267	0,005*	0,016*
Kontrol x HBO-F	0,000*	1,000	0,280	0,135
HBO x F	0,001*	0,005*	0,001*	0,001*
HBO x HBO-F	0,005*	0,050	0,050	0,015*
F x HBO-F	1,000	0,332	0,079	0,237

TARTIŞMA

Kompartman sendromunun tedavisinde fasyotomi uzun yıllardır kullanılmaktadır. Çeşitli serilerde özellikle erken dönemde fasyotomi ile %8-13 amputasyon oranı bildirilmiştir.¹⁰⁻¹³ Kompartman basıncının yüksek saptandığı ancak klinik belirtilerin ortaya çıkmadığı durumlarda fasyotominin profilaktik olarak uygulanabileceğini savunan yazarlar bulunmaktadır.^{14,15} Ölçüm yöntemlerinin türüne göre bir miktar değişmekle birlikte 30-40 mmHg'lik kompartman içi basıncı genellikle fasyotomi uygulanması için sınır değeri oluşturmaktadır.¹⁶⁻¹⁸ Bununla birlikte kompartman içi basınç gibi kapiller perfüzyonu doğrudan etkileyen sistemik kan basıncının düzeyi de göz önünde bulundurulmalıdır.^{19,20} Ayrıca kompartman sendromunun dinamik bir süreç oluşu nedeniyle tek ölçümün değil seri ölçümlerin değerli olduğu çeşitli yazarlarca dile getirilmiştir.^{16,21,22}

Kompartman sendromunun ana tedavisi fasyotomi, invaziv bir girişimdir ve en sık görülen komplikasyonu olan infeksiyon, ekstremitte kaybına hatta sepsis sonucu ölüme neden olabilir. Bu nedenle mannitol ve diürez gibi adjuvan ya da fasyotomi yerine geçebilecek çeşitli medikal tedaviler önerilmiştir.³ Hiperbarik oksijen tedavisi kompartman sendromlu hastalarda, doku hipoksisi nedeniyle bozulan damar geçirgenliğini düzenleyerek ödemi azaltacağı ve kompartman içi basıncı düşüreceği düşüncesiyle önerilmektedir. Ayrıca hiperbarik oksijen tedavisi plazmada çözünen oksijen miktarını artırarak doku hipoksisini engeller, doku ve fonksiyon kaybını azaltır. Hiperbarik oksijenin antibakteriyel ve yara iyileşmesi üzerindeki iyileştirici etkilerinden de kompartman sendromunda yararlanılabilir. Crush ve kompartman sendromunun tedavisinde HBO uygulaması yaygın olmakla birlikte deneysel ve karşılaştırmalı çalışmalar sınırlı sayıdadır.^{5,6,23-26}

Köpek ve tavşanlar üzerinde yapılan çeşitli kompartman sendromu modellerinde HBO'nun ödem ve nekrozu azalttığı gösterilmiştir.^{4,6,27} Çalışmamızda depremde gözlenen sıkışma tarzı yaralanmaları taklit edecek biçimde turnike yöntemi kullanılmıştır. Damar intima hasarından kaçınmak amacıyla Seekamp ve arkadaşlarının damar ligas-

yonu yöntemleri benimsenmemiştir.²⁸ Turnike yöntemi non-invaziv oluşu ve uygulama kolaylığı yanında kısa süreli anestezi gerektirmesi açısından da elverişli bulunmuştur. Çalışmamızda kompartman sendromu ve crush yaralanmasının sistemik etkilerini de içeren crush sendromu üzerine etkilerin araştırılması planlanmamış; yalnızca kompartman sendromunun ekstremitede yol açtığı etkilerin (volüm artışı, kompartman içi basınç artışı, doku viabilitesi ve hipoksik hasar) incelenmesi amaçlanmıştır.

UHMS'nin Komite raporunda kabul edilen protokole göre kompartman sendromunun da aralarında bulunduğu akut travmatik iskemilerde HBO tedavisi; ilk 4-6 saat içinde başlatılmalı, ilk iki gün 8 saatte bir, ikinci iki günlerde 12 saatte bir, izleyen günlerde ise günde tek seans 90 dakikalık periyotlarla uygulanmalıdır.⁸ Bununla birlikte bu grup hastalıklarda hızlandırılmış HBO protokolünü öneren çalışma grupları da bulunmaktadır.²⁹ Çalışmamızda HBO seansları, hipoksi nedeniyle gelişecek doku nekrozunun önlenmesi için mümkün olduğu kadar sık; ancak pulmoner oksijen toksisitesinden korunacak kadar da aralıklı olarak düzenlenmiştir. Çalışma süresince hiç bir hayvan oksijen toksisitesinden kaybedilmemiştir.

Çalışmanın sonucunda ayak volümü ve kompartman içi basınçlarını düşürmekte HBO ve fasyotominin ayrı ayrı etkili oldukları gösterilmiştir. Bu iki tedavinin kombine edilmesiyle en iyi sonuçlar alınmıştır. Fasyotomi kompartman içi basıncın ve volümün azaltılmasında HBO tedavisine oranla daha hızlı ve daha etkin bulunmuştur.

Kompartman sendromunda HBO'nun basınç ve volümü azaltıcı etkisi anti ödem etkinliği sayesinde. Fasyotomi ise kompartman içi basınç ve ödem üzerine doğrudan mekanik olarak etki eder. Tedavide kompartman içi basıncın ve ödemin bir an önce düşürülmesi böylece fonksiyon ve doku kayıplarının önlenmesi amaçlanır. Bunun tek nedeni kalıcı hasarlar oluşmadan önce iskemi ve hipoksinin ortadan kaldırılmasıdır. Bu aşamada hiperbarik oksijen tedavisi anti ödem etkinliğinden başka eşsiz bir özelliğe daha sahiptir. Plazmada çözünen oksijen miktarının artışı ile hipoksi ve nekroz en-

gellenir. Bu durum, basınç düşüşü ve volüm azaltılmasına fasyotomiye göre daha az ve yavaş yanıt veren HBO grubunda nekrozun daha az oluşunu açıklamaktadır. Gerek yalnızca fasyotomi gerek HBO ile kombine edilen fasyotomi gruplarında nekrozun fazla oluşu mekanik travma yanında ekstremitte fasyotomisinin en sık komplikasyonu olan ve ekstremitte kaybına, hatta ölüme neden olabilen infeksiyonun bir sonucu olarak değerlendirilmiştir. Bununla birlikte HBO-fasyotomi grubunda görülen nekrozun yalnızca fasyotomi uygulanan gruptan daha az oluşu HBO'nun antihipoksik etki-

sine bağlanmıştır.

Sonuç olarak; kompartman sendromunda kompartman içi basıncın ve ödemin en hızlı ve etkin biçimde azaltılması fasyotomi ile mümkündür. HBO tedavisinden fasyotominin bu etkilerini arttıracığı ve doku hipoksisini azaltarak nekrozu önleyebileceğinden non-invaziv adjuvan bir tedavi olarak yararlanılabilir. Tedavi başarısını etkileyecek en önemli sorun infeksiyondur. Bu nedenle endikasyon dışındaki olgularda fasyotomi için acele edilmemelidir. Bu dönemde HBO tedavisi uygulaması sonuçları olumlu yönde etkileyecektir.

KAYNAKLAR

1. Better OS, Rubinstein I, Winaver J. Recent insights into the pathogenesis and early management of the crush syndrome. *Semin Nephrol.* 1992; 12(2): 217-222.
2. Daniels M, Reichman J, Brezis M. Mannitol treatment for acute compartment syndrome. *Nephron.* 1998; 79(4): 492-493.
3. Reis ND, Michaelson M. Crush injury to the lower limbs, treatment of the local injury. *J Bone Joint Surg Am.* 1986; 68(3): 414-418.
4. Skyhar BM, Hargens AR, Strauss MB, et al. Hyperbaric oxygen reduces edema and necrosis of skeletal muscle in compartment syndromes associated with hemorrhagic hypotension. *J Bone Joint Surg Am.* 1986; 68(8): 1218-1224.
5. Bouachour G, Cronier P, Gouello JP, et al. Hyperbaric oxygen therapy in the management of crush injuries: a randomized double-blind placebo-controlled clinical trial. *J Trauma.* 1996; 41(2): 333-339.
6. Strauss MB, Hargens AR, Gershuni DH. Reduction of skeletal muscle necrosis using intermittent hyperbaric oxygen in a model compartment syndrome. *J Bone Joint Surg Am.* 1983; 65(5): 656-662.
7. Davis JC, Dunn JM, Heimbach RD. Hyperbaric medicine: patient selection, treatment procedures and side effects. In: Davis JC, Dunn JM, eds. *Problem Wounds. The Role of Oxygen.* New York: Elsevier; 1988: 225-235.
8. Hampson NB. *Hyperbaric Oxygen Therapy: 1999 Committee Report.* Kessington MD: Undersea and Hyperbaric Medical Society; 1999.
9. Sheffield PJ. Tissue oxygen measurements. In: Davis JC, Dunn JM, eds. *Problem Wounds. The Role of Oxygen.* New York: Elsevier; 1988: 17-51.
10. Johnson SB, Weaver FA, Yellin AE, et al. Clinical results of decompressive dermatomy-fasciotomy. *Am J Surg.* 1992; 164(3): 286-290.
11. Lagerstrom CF, Reed RL, Rowlands BJ, et al. Early fasciotomy for acute clinically evident posttraumatic compartment syndrome. *Am J Surg.* 1989; 158(1): 36-39.
12. Rollins DL, Bernhard VM, Towne JB. Fasciotomy: an appraisal of controversial issues. *Arch Surg.* 1981; 116(11): 1474-1481.
13. Vitale GC, Richardson JD, George SM, et al. Fasciotomy for severe, blunt and penetrating trauma of the extremity. *Surg Gynecol Obstet.* 1988; 166(5): 397-401.
14. Frykberg ER. Compartment syndrome. In: Cameron JL, ed. *Current Surgical Therapy.* 5th ed. Maryland; 1995: 849-857.
15. Hofmeister EP, Shin AY. The role of prophylactic fasciotomy and medical treatment in limb ischemia and revascularization. *Hand Clin.* 1998; 14(3):457-465.
16. Matsen FA, Mayo KA, Sheridan GW. Monitoring of intramuscular pressure. *Surgery.* 1976; 79(6): 702-709.
17. Owen CA, Mubarak SJ, Hargens AR, et al. Intramuscular pressures with limb compression: clarification of the pathogenesis of the drug-induced muscle compartment syndrome. *New Eng J Med.* 1979; 300(21): 1169-1172.
18. Mubarak SJ, Owen CA, Hargens AR. Acute compartment syndromes: diagnosis and treatment with the aid of wick catheter. *J Bone Joint Surg Am.* 1978; 60(8): 1091-1095.
19. Whitesides TE, Haney TC, Morimoto K, et al. Tissue pressure measurements as a determinant for the need of fasciotomy. *Clin Orthop.* 1975; 113:43-51.
20. Myers RA. Hyperbaric oxygen therapy for trauma: crush injury, compartment syndrome and other acute traumatic peripheral ischemias. *Int Anesthesiol Clin.* 2000; 38(1): 139-151.
21. Matsen FA, Winquist RA, Krugmire RB. Diagnosis and management of compartmental syndrome. *J Bone Joint Surg Am.* 1980; 62(2): 286-291.

22. Hargens AR, Akesson WH, Mubarak SJ. Tissue fluid pressure: from basic research tools to clinical applications. *J Orthop Res.* 1989; 7(6): 902-909.
23. Aktaş Ş, Aydın S, Toklu AS, ve arkadaşları. 17 Ağustos 1999, Marmara bölgesi depreminde hiperbarik oksijen tedavisi uygulanan hastalar. In: Çimşit M, Toklu AS, eds. *HİTAM II. Ulusal Sualtı ve Hiperbarik Tıp Toplantısı Kitabı.* İstanbul: 1999: 102-108.
24. Akgül E, Çimşit M. HBO treatment in 11 crush injury cases. In: Maroni A, Oriani G, Wattel F, eds. *Proceedings of the International Joint Meeting on Hyperbaric and Underwater Medicine.* Italy: 1996: 5-9.
25. Wattel F, Mathieu D, Nevier R, et al. Acute peripheral ischaemia and compartment syndromes: a role for hyperbaric oxygenation. *Anaesthesia.* 1998; 53 (suppl: 2): 63-65.
26. Fitzpatrick DT, Murphy PT, Bryce M. Adjunctive treatment of compartment syndrome with hyperbaric oxygen. *Mil Med.* 1998; 163(8): 577-579.
27. Best TM, Loitz-Ramage B, Corr DT, et al. Hyperbaric oxygen treatment of acute muscle stretch injuries: results in an animal model. *Am J Sports Med.* 1998; 26(3): 367-372.
28. Seekamp A, Van Girensven M, Blankenburg H, et al. Intramuscular partial oxygen tension monitoring in compartment syndrome- an experimental study. *Eur J Emerg Med.* 1997; 4(4): 185-192.
29. Strauss MB. Crush injury and other traumatic peripheral ischemias. In: Kindwall EP, ed. *Hyperbaric Medicine Practise.* Arizona: Best Publ; 1995: 525-549.

İÜ, İstanbul Tıp Fakültesi, Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp AD

Yazışma Adresi: Dr. Şamil Aktaş

İÜ, İstanbul Tıp Fakültesi, Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp AD, 34390 Çapa, İstanbul.

E-posta: samilaktas@yahoo.com