



KLİMİK
TÜRK KLİNİK MİKROBİYOLOJİ VE
İNFEKSİYON HASTALIKLARI DERNEĞİ



**Kronik Yarada Hiperbarik Oksijen Tedavisi;
Hangi Hastada ve Ne Zaman?**

Yrd.Doç.Dr. Erdiñ ERCAN
Sağlık Bilimleri Üniversitesi
Hava ve Uzay Hekimliği Merkez ve AD

"Uygulamalı Yara Bakım Kursu"
28 – 30 Eylül 2017 - Eskişehir

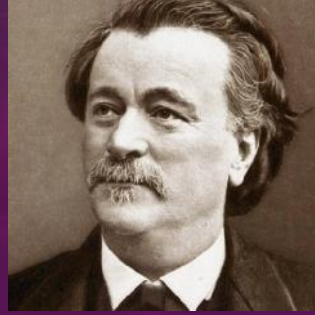
Hiperbarik Oksijen Tedavisi nedir ?

Basıncı arttırılmış kapalı bir cihaz içerisinde hastalara %100 Oksijen verilmesi işlemine Hiperbarik Oksijen tedavisi denir.

"Uygulamalı Yara Bakım Kursu"
28 – 30 Eylül 2017 - Eskişehir

Tarihçe

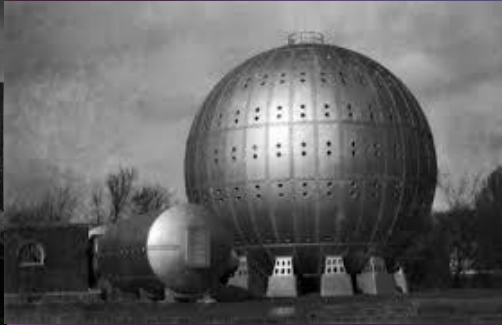
- Yaklaşık 3 asırdır bilinmekte,
- 1878’de Paul Bert “La Pression Barometrique” – Oksijen Toksikitesi,
- 1937’de DCS tedavisinde Behnke basınçlı oksijeni kullandı.
- 1961’de W.H. Brummelkamp Clostridial Miyonekrozda tedavisinde HBOT kullandı.



Paul Bert

"Uygulamalı Yara Bakım Kursu"
28 – 30 Eylül 2017 - Eskişehir

Hiperbarik Oksijen Tedavisi



İnşa edilmiş En Büyük Basınç Odası
“Cunningham Steel Ball Hospital”

"Uygulamalı Yara Bakım Kursu"
28 – 30 Eylül 2017 - Eskişehir

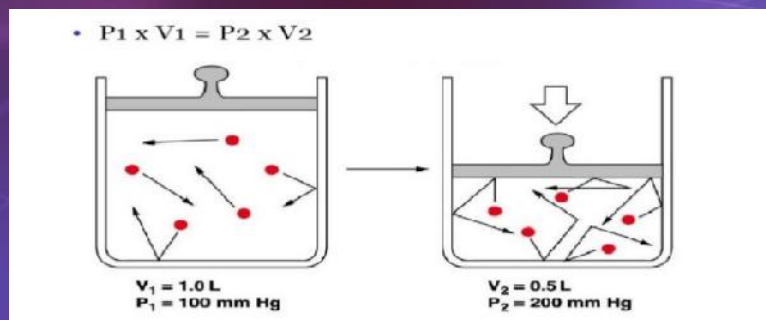


Hiperbarik oksijen uygulaması ile iki temel etki oluşur;

- Mekanik etki veya basıncın direk etkisi
- Tüm dokularda oluşturulan hiperoksijenasyon

"Uygulamalı Yara Bakım Kursu"
28 - 30 Eylül 2017 - Eskişehir

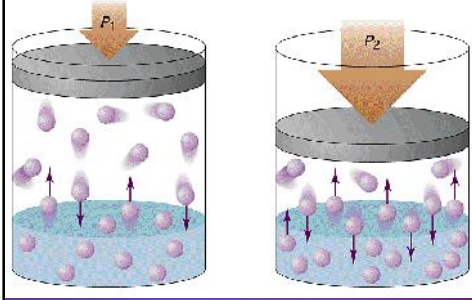
Boyle Kanunu



Sıcaklık sabit kaldığında; bir gazın hacmi, maruz kaldığı basınçla ters orantılı olarak değişir.

"Uygulamalı Yara Bakım Kursu"
28 - 30 Eylül 2017 - Eskişehir

Henry Kanunu



Herhangi bir sıcaklıkta sıvı içerisinde eriyen gaz miktarı o gazın kısmi basıncı ile doğru orantılıdır.

"Uygulamalı Yara Bakım Kursu"
28 - 30 Eylül 2017 - Eskişehir

Solunum

- Hücresel solunum
- Organizma ile dış çevre arasında gaz değişimi.

"Uygulamalı Yara Bakım Kursu"
28 - 30 Eylül 2017 - Eskişehir

Solunum Sistemi Fonksiyonları

- Oksijen sağlanması,
- Karbondioksit uzaklaştırılması,
- Kanın asit baz düzenlenmesi,
- Konuşma seslerinin oluşumu.

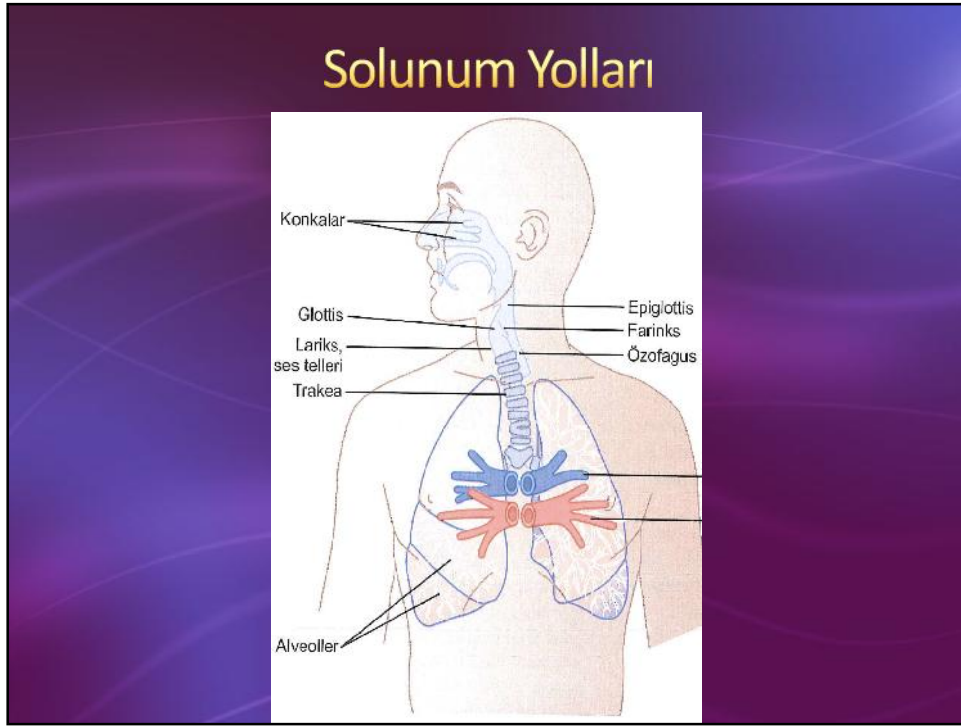
"Uygulamalı Yara Bakım Kursu"
28 – 30 Eylül 2017 - Eskişehir

Solunum Sistemi Bileşenleri

- Hava yolları,
- Akciğerler,
- Solunum hareketini sağlayan yapılar.

"Uygulamalı Yara Bakım Kursu"
28 – 30 Eylül 2017 - Eskişehir

Solunum Yolları

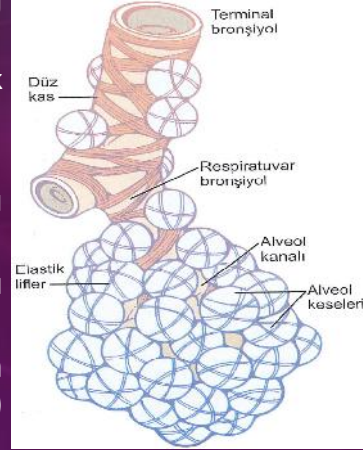


İletici Hava Yollarının İşlevleri

- Hava akımı için uygun bir yol oluşturur
- Mikroorganizmalara karşı savunma yapar (siliolar (tüycükler), mukus salgısı ve çeşitli fagositik (alveoler makrofajlar) hücrelerle)
- Solunum havasını ısıtır ve nemlendirir
- Fonasyon (Ses oluşumu)

Alt Solunum Yollarının Yapısal Özellikleri

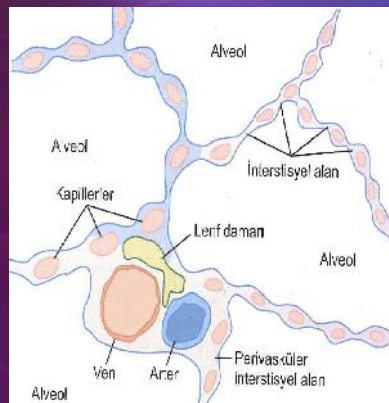
- Trakea-Terminal Bronşiol dahil kartilaj yapılar
 - bronşların duvarında, silindirik şekillerini verir
 - destek sağlar,
- Kıkırdak bulunmayan ilk hava yolları respiratuvar bronşiyollerdir.
- Solunum yolları akciğer distaline doğru ilerledikçe giderek dallanır ve daralır.
- Terminal bronşiollerden sonra gelen respiratuvar (solunumsal) bronşiollerde difüzyon başlar.



"Uygulamalı Yara Bakım Kursu"
28 - 30 Eylül 2017 - Eskişehir

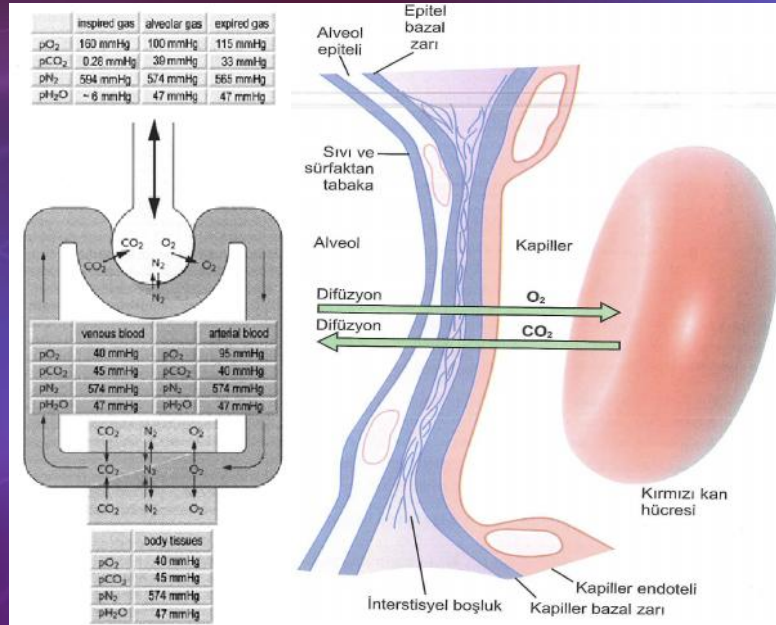
Alveoller

- Açık uçları hava yollarının lümeni ile devam eden ince duvarlı keseciklerdir.
- Keseciklerin duvarı, çoğunu Tip I Alveolar epitel hücrelerinin oluşturduğu, tek katlı bir hücre tabakasıyla sınırlıdır.
- Bu epitelin altında bazal membranı da vardır ve çok dar bir interstisyel aralık ile kapiller bazal membran ve endotel hücrelerinden ayrılmıştır.



"Uygulamalı Yara Bakım Kursu"
28 - 30 Eylül 2017 - Eskişehir

Difüzyon Membranı



Farklı Basınlarda ve %100 O₂'da Kanda Çözünmüş Oksijen İçeriği

Basınç		Çözünmüş oksijen içeriği	
		Hava	%100 O ₂
(ATA)	(mmHg)	(ml/dl)	(ml/dl)
1	760	0.32	2.09
1.5	1140	0.61	3.26
2	1520	0.81	4.44
2.5	1900	1.06	5.62
3	2280	1.31	6.80

"Uygulamalı Yara Bakım Kursu"
28 - 30 Eylül 2017 - Eskişehir

	ARTERİAL KAN	VENÖZ KAN
	O₂	
Miktar	$(1,34\text{ml} \times 15\text{gr} = 20,1\text{X}\%97)=$ 19,4 ml/dl	$(1,34\text{ml} \times 15\text{gr} = 20,1\text{X}\%75)=$ 14,4 ml/dl
Basınç	100 mmHg	40 mmHg
Miktar	% 20 vol.	% 15 vol.

5ml O₂

Dinlenme durumunda O₂ tüketimi: 3ml /dk. / kg.
 Yetişkin ortalama bir erkek için yaklaşık 250ml / dk.

"Uygulamalı Yara Bakım Kursu"
 28 – 30 Eylül 2017 - Eskişehir

Basınç altında %100 Oksijen Solunması İle

Plasmada çözünen oksijenin hemoglobine bağlı oksijenden daha hızlı olarak kullanılacaktır.



"Uygulamalı Yara Bakım Kursu"
 28 – 30 Eylül 2017 - Eskişehir

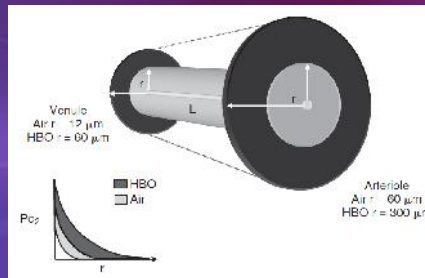
Artmış Oksijen Parsiyel Basıncına Bağlı etkiler

- Doku Hiperoksijenasyonu,
- Vazokonstriksiyon ve Anti-Ödem Etki,
- Enfeksiyonlara Etkisi,
- Yara iyileşmesine Etkisi.

"Uygulamalı Yara Bakım Kursu"
28 – 30 Eylül 2017 - Eskişehir

Hiperoksijenasyon

- Hiperoksi plazmada yüksek miktarda oksijen çözünmesine ve dokularda oksijen difüzyon mesafesinin etkin bir şekilde artmasına neden olur.



"Uygulamalı Yara Bakım Kursu"
28 – 30 Eylül 2017 - Eskişehir

Hava, %100 O₂ ve HBO Tedavisi Sırasında Doku PO₂ Değişimleri

	1 ATA	1 ATA	2 ATA	2.5 ATA
	(hava)	(O ₂)	(O ₂)	(O ₂)
Arteriyel PO ₂	100	600	1400	1800
Transküten PO ₂	70-75	450-550	1200-1300	1400-1500
Yara PO ₂	5-20	200-400	600-800	800-1100

"Uygulamalı Yara Bakım Kursu"
28 - 30 Eylül 2017 - Eskişehir

Hiperoksijenasyon

- Mitokondrial O₂ parsiyel basıncını artırıp enzimatik reaksiyonların devamını sağlar.
- Tüm hücrelerde aerobik metabolizmanın devam etmesi sağlanır.

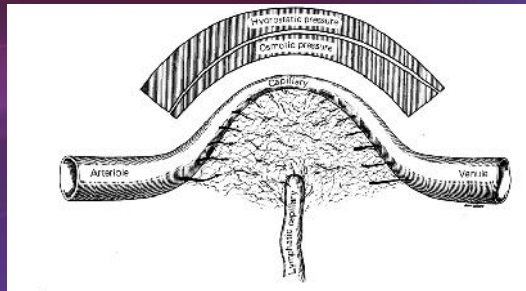
"Uygulamalı Yara Bakım Kursu"
28 - 30 Eylül 2017 - Eskişehir

Vazokonstriksiyon

- O_2 dokuda PO_2 artırırken, eş zamanlı olarak da **vazokonstriksiyon** yapan tek ilaçtır.
- Miyokard, böbrek, beyin, göz küresi, splanklik alanlarda ve ekstremitlerde kan akımını azaltır.

"Uygulamalı Yara Bakım Kursu"
28 – 30 Eylül 2017 - Eskişehir

Anti-Ödem Etki



- HBO oluşturduğu vazokonstriksiyonla,
 - Kapiller kan basıncını düşürür,
 - Diapedesis ve vasküler permeabiliteyi azaltır,
 - Transkapiller sıvı geçişi azalır,
 - Ekstravasküler sıvı rezorpsiyonu hızlanır,
 - İntersitisyel sıvı basıncı düşerek **ödem çözülür.**

"Uygulamalı Yara Bakım Kursu"
28 – 30 Eylül 2017 - Eskişehir

- **HBOT'un anti-ödem etkisinden**
 - Yanıklarda,
 - Serebral ödemde,
 - Periferik travmalarda (Crush Yaralanmalar),
 - Embolilerde,
 - Purpura fulminans tedavisinde faydalanılır

"Uygulamalı Yara Bakım Kursu"
28 – 30 Eylül 2017 - Eskişehir

Enfeksiyonlara Etki

- PMNL ve makrofajlar bakteriel enfeksiyonlara karşı savunma mekanizmalarının en önemlileridir.
- PMNL'lerde oksijen bağımlı ve oksijenden bağımsız olmak üzere iki bakteri öldürme sistemi vardır.

"Uygulamalı Yara Bakım Kursu"
28 – 30 Eylül 2017 - Eskişehir

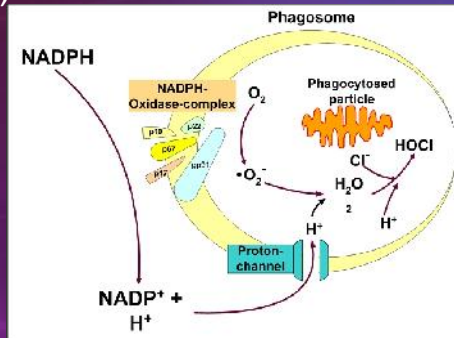
Oksijenden Bağımsız Sistem:

- Lizozomlar içinde bulunan enzimler tarafından oluşturulur.
- PMNL bakteri fagosite ettiğinde bu granüllerdeki enzimler boşalarak antibakteriyel etki gösterir.
- Bu sistem tek başına enfeksiyonlarla mücadelede yeterli değildir.

"Uygulamalı Yara Bakım Kursu"
28 – 30 Eylül 2017 - Eskişehir

Oksijen Bağımlı Sistem:

- Moleküler oksijenin yüksek enerjili radikallere (süperoksit, hidroksil radikali, peroksitler, aldehit hipoklorit, hipoklorit) dönüştürülmesi ile oluşur.
- Bu işlem NADPH oksidaz tarafından yapılır.
- Hipoksi durumunda enzimin substratı olmadığı için oksijen bağımlı bakteri öldürme sistemi yeterli etkinlik gösteremez.



"Uygulamalı Yara Bakım Kursu"
28 – 30 Eylül 2017 - Eskişehir

PO₂ ve NADPH Oksidaz Aktivitesi

PO ₂	
< 30 mmHg	Bakteriyel öldürme kapasitesinde ciddi kayıp olur.
45-80 mmHg	Enzim maksimum enzimatik hızın yarısı hızda çalışır.
300 mmHg	Maksimum enzimatik hızın %90'ında çalışır.

Allen et al. Wound hypoxia and acidosis limit neutrophil bacterial killing mechanisms. Arch Surg. 1997 Sep;132(9):991-6.

"Uygulamalı Yara Bakım Kursu"
28 - 30 Eylül 2017 - Eskişehir

Antibakteriyel Etkinlik

- HBOT serbest oksijen radikalleri üretimini artırarak bunlara karşı savunma sistemleri olmayan anaerob bakterilere karşı **bakterisidal** etkinlik gösterir.
- HBOT aerobik ve fakültatif anaerobik bakterilere karşı **bakteriostatik** etkinlik gösterir. HBO bakterilerde protein sentezi, nükleik asitler, mebran transport fonksiyonlarını etkiler.

"Uygulamalı Yara Bakım Kursu"
28 - 30 Eylül 2017 - Eskişehir

Kronik Hipoksi ve Yara İyileşmesi

- Hipoksi yara iyileşmesini geciktiren önemli faktörlerden biridir.
- İyileşmeyen yaralarda PO₂ 5-20 mmHg'dır.
- Hipoksik yaralarda granülasyon dokusu oluşumu ve epitelizasyon gecikir.

"Uygulamalı Yara Bakım Kursu"
28 - 30 Eylül 2017 - Eskişehir

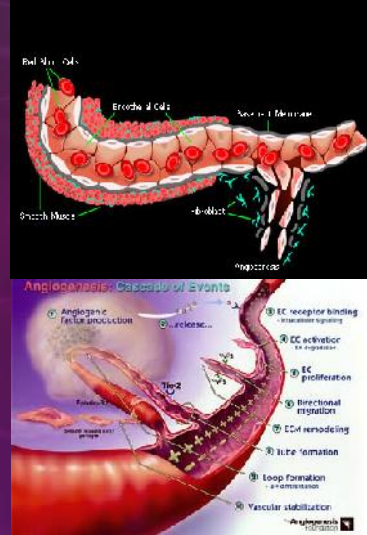
Kronik Hipoksi ve Fibroblastlar

- Fibroblastlar proliferasyon için oksijene ihtiyaç duyarlar.
- Proliferasyon için minimum PO₂ 15 mmHg olmalıdır.
- Maksimum fibroblast proliferasyonu PO₂ 1875 mmHg olduğunda (HBOT ile ulaşılabilir) olur.
- Kronik hipoksi fibroblastların kollajen sentez hızını da azaltır.

"Uygulamalı Yara Bakım Kursu"
28 - 30 Eylül 2017 - Eskişehir

Angiogenesis

- Hem sağlıklı hem de hastalıklarda oluşan önemli bir doğal süreçtir.
- Vücutta anjiyonez bir dizi uyarıcı ve inhibe edici faktörün dengesi ile düzenlenmektedir.
- Çoğunlukla sağlıklı bir vücutta inhibe edici faktörler baskın halde olduğu için anjiyonez olmaz.



"Uygulamalı Yara Bakım Kursu"
28 – 30 Eylül 2017 - Eskişehir

HBO Tedavisi & Anjiyonez indüksiyonu

- Vascular endothelial growth factor (VEGF) seviyesini artırır.
- HBO recombinant platelet derived growth factor (PDGF) ile birlikte kullanıldığında PDGF reseptör miktarını artırır.
- Rekombinant basic fibroblast growth factor (bFGF) tedavisi non-iskemik yaralarda yara iyileşmesi üzerine faydalı etkiler gösterirken iskemik yaralarda bu etkiler gözükmemektedir.

"Uygulamalı Yara Bakım Kursu"
28 – 30 Eylül 2017 - Eskişehir

İntermittan doku hiperoksisi (HBOT) kronik hipoksik yarada;

- Fibroblast proliferasyonunu artırır.
- Kollajen sentezini ve maturasyonunu artırır.
- Enfeksiyon gelişimini engeller.
- Epitelizasyonu hızlandırır.
- Anjiogenesisi artırır.

"Uygulamalı Yara Bakım Kursu"
28 – 30 Eylül 2017 - Eskişehir

UHMS-ECHM

Kabul Edilen Endikasyonlar

1. Dekompresyon hastalığı
2. Hava veya gaz embolisi
3. Clostridial myonekroz (gazlı gangren) ve diğer anaerobik enfeksiyonlar
4. Karbon monoksit ve duman inhalasyonu
5. Crush injury, kompartman sendromu ve diğer akut travmatik iskemiler
6. Kronik cilt, cilt altını tutan mikst enfeksiyonlar
7. Refrakter osteomyelit
8. Her türlü problem yaralar (Diabetik yaralar v.b.)
9. Osteoradyonekroz
10. Termal yanıklar
11. Problemlili cilt greft ve flepleri
12. Intracranial apse

"Uygulamalı Yara Bakım Kursu"
28 – 30 Eylül 2017 - Eskişehir

Türkiye’de Kabul Edilen Endikasyonlar

EK-5

Hiperbarik Oksijen Tedavisi Endikasyonları;

1. Dekompresyon hastalığı,
2. Hava veya gaz embolisi,
3. Karbonmonoksit, siyanid zehirlenmesi, akut duman inhalasyonu,
4. Gazlı gangren,
5. Yumuşak dokunun nekrotizan enfeksiyonları (derialtı, kas, fasya),
6. Crush yaralanmaları, kompartıman sendromu ve diğer akut travmatik iskemiler,
7. Yara iyileşmesinin geciktiği durumlar (diyabetik ve non-diyabetik),
8. Kronik refrakter osteomyelit,
9. Aşırı kan kaybı,
10. Radyasyon nekrozları,
11. Tutması şüpheli deri flepleri ve greftleri,
12. Termal yanıklar,
13. Beyin absesi,
14. Anoksik ansefolapati,
15. Ani işitme kaybı,
16. Retinal arter oklüzyonu,
17. Kafa kemikleri, sternum ve vertebraların akut osteomyelitleri.

Yan Etkiler

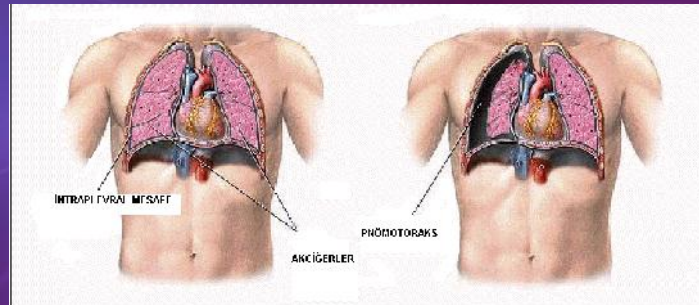
- Barotravmalar (Orta kulak , sinüs)
- Oksijen Toksisitesi (SSS, Pulmoner)
- Klostrofobi,
- Revesibl Miyopi, Katarakt (standart protokollerde görülmez)
- Epileptik nöbetlerini presipite edebilir.
- Substernal Yanma hissi, Öksürük, Pulmoner fonksiyonlarda Reversibl azalma

HBOT Kontrendikasyonları

"Uygulamalı Yara Bakım Kursu"
28 - 30 Eylül 2017 - Eskişehir

Tedavi Edilmemiş Pnömotoraks

Tansiyon pnömotoraksa neden
olabileceğinden tedaviye alınamaz



Relative Kontrendikasyonlar

- ASYE
- ÜSYE
- Epilepsi (Nöbet Yatkınlığı Olan Hastalıklar)
- KOAH (CO₂ retansiyonu)
- Spontan Pnömotoraks Öyküsü
- Torasik Cerrahi Öyküsü
- Otoskleroz Cerrahisi Öyküsü
- Viral Enfeksiyon
- Kongenital Sferositoz
- Optik Nörit Öyküsü
- Bazı Kemoterapötikler

"Uygulamalı Yara Bakım Kursu"
28 – 30 Eylül 2017 - Eskişehir

Diyabetik ayak

"Uygulamalı Yara Bakım Kursu"
28 – 30 Eylül 2017 - Eskişehir

WAGNER SINIFLAMASI

Evre 0

Evre 1

Evre 2

Evre 3

Evre 4

Evre 5

Wagner Sınıflaması	
Evre 0:	Sağlam deri ile birlikte kemik çıkıntısı ve/veya kalus oluşumu (ülserasyon için risk)
Evre 1:	Derin deri/aıcı yayılımı olmadığı yüzeysel ülser
Evre 2:	Tendon, kemik, ligament veya eklemleri içeren derin ülser
Evre 3:	Apse ve/veya osteomyeliti içeren derin ülser
Evre 4:	Parmakları ve/veya metatarsı kapsayan gangren
Evre 5:	Kurtarılmayacak düzeyde ve amputasyon gerektiren topuk ve/veya ayak bileğinin gangreni

Wagner FW. Foot Ankle 1981;2:64

"Uygulamalı Yara Bakım Kursu"
28 – 30 Eylül 2017 - Eskişehir

Diyabetik ayak

- Diyabetik ayak enfeksiyonu ve gangreni cerrahi bir hastalıktır,
- Fakat multidisipliner bir ekip ve yaklaşım gerektirmektedir.

"Uygulamalı Yara Bakım Kursu"
28 – 30 Eylül 2017 - Eskişehir

Diyabetik ayakta kanıta dayalı tedavi

- Ayağa binen yükü azaltmak, basıyı azaltmak
- Debridman
- Pansuman
- Antibiyotik
- Vasküler Cerrahi
- Ampütasyona veya Rekonstruktif Ayak Cerrahisi
- Yardımcı tedaviler
- Kan şekerinin düzenlenmesi
- Eşlik eden hastalıkların düzenlenmesi
- Ödemin tedavisi
- Nutrisyon desteği
- Fizik tedavi ve emosyonel tedavi

"Uygulamalı Yara Bakım Kursu"
28 – 30 Eylül 2017 - Eskişehir

Diyabetik ayak

- En hızlı ve kalıcı iyileşme için ayağa pulsatil kan akımının restorasyonu gereklidir.

"Uygulamalı Yara Bakım Kursu"
28 – 30 Eylül 2017 - Eskişehir

Diyabetik Hasta Ayakkabısı

- Ayakkabı ayağın şeklinde olmalı,
- Ayakkabı içi parmak ve ayak kenarlarına basınç uygulamamalı,
- Topuk ayakkabıya çok güzel oturmalı, Alçak topuklu olmalı(5 cm den az),
- Ayakkabı ve kenarları yumuşak ve dikişsiz olmalı,
- Ayakkabı içinde ayağın alçı kalıbı alınarak yapılan bir tabanlık olmalı, ve bası yarası oluşan noktalar burada boşa çıkartılarak bası azaltılmalı,
- Sürtünmeyi azaltan bir çorap olmalı,
- Çorap pamuk gibi absorban bir materyalden yapılmalı,
- Eğer ayakkabı ayağa bası yaparak kızarma, kallus ve blister oluşturursa ayakkabı bir daha giyilmemeli,
- Sıcak havalarda sandal tercih edilebilir fakat ayağı travmalara açık hale getirir, dikkat edilmelidir.

"Uygulamalı Yara Bakım Kursu"
28 – 30 Eylül 2017 - Eskişehir