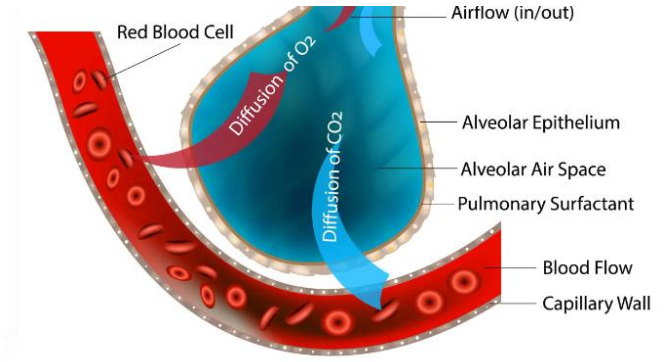


# DİFÜZYON TESTLERİ

**Hazılayan: Araş. Gör. Mine Tül Yaman**

**Moderatör: Doç. Dr. Aslı Görek Dilektaşlı**

# Fizyoloji



- Akciğerlerde gazların difüzyonu pasif olarak gerçekleşir
- Moleküllerin basıncının yüksek olduğu bir alandan düşük olduğu alanlara geçişi
- Difüzyon kuralları 1855'te Adolf Fick tarafından tanımlanmıştır
- Fick Yasası'na göre bir gazın bir dokudan transfer hızı;
  - Dokunun yüzey alanı ve gazların parsiyel basınç farkı ile doğru
  - Doku kalınlığı ile ters orantılı
- Yüzey alanında ya da kalınlığında meydana gelebilecek değişiklikler, akciğerdeki difüzyonu olumlu ya da olumsuz olarak etkiler

- Difüzyon hızı, dokunun özelliklerine ve gazın özelliklerine bağlı olan bir difüzyon sabitiyle orantılıdır
- Difüzyon sabiti gazın transfer hızı ile doğru orantılıdır
  - Gazın çözünürlüğü ile doğru
  - Moleküler ağırlığının karekökü ile ise ters orantılıdır
- CO<sub>2</sub>'nin moleküler ağırlığı O<sub>2</sub>'ye yakın olduğu halde çözünürlüğü sıvı içinde 24 kat daha fazladır ve bu nedenle O<sub>2</sub>'ye göre daha hızlı difüze olur

# Difüzyon Sınırlaması

---

- CO'nun Hb'e afinitesi oksijene kıyasla 210 kat fazla
- Pulmoner kapiller kandaki parsiyel basıncı ile alveoldeki parsiyel basıncı hiçbir zaman eşitlenemez

# Perfüzyon Sınırlaması

- $N_2O$  ;
  - Alveolokapiller bariyerden çok hızlı geçer ve eritrosit içinde Hb ile birleşmez
  - Pulmoner kapiller kandaki  $N_2O$  parsiyel basıncı alveoler  $N_2O$  parsiyel basıncı ile çok hızlı dengelenir
- $O_2$ ,
  - Normal alveoler  $O_2$  basıncında, Hb  $O_2$  ile hızla bağlanır ve satüre olur
  - Bu sırada kandaki parsiyel  $O_2$  basıncı da alveoler parsiyel  $O_2$  basıncına eşitlenir ve oksijen geçişi sonlanır
- $CO_2$ 'de perfüzyon sınırlıdır

# ÖLÇÜM TEKNİKLERİ

Tek soluk DLCO ölçümü

Intrabreath DLCO ölçümü

Rebreathing Tekniđi (DLCO<sub>rb</sub>)

Steady State Tekniđi (DLCO<sub>ss</sub>)

# ÖLÇÜM TEKNİKLER

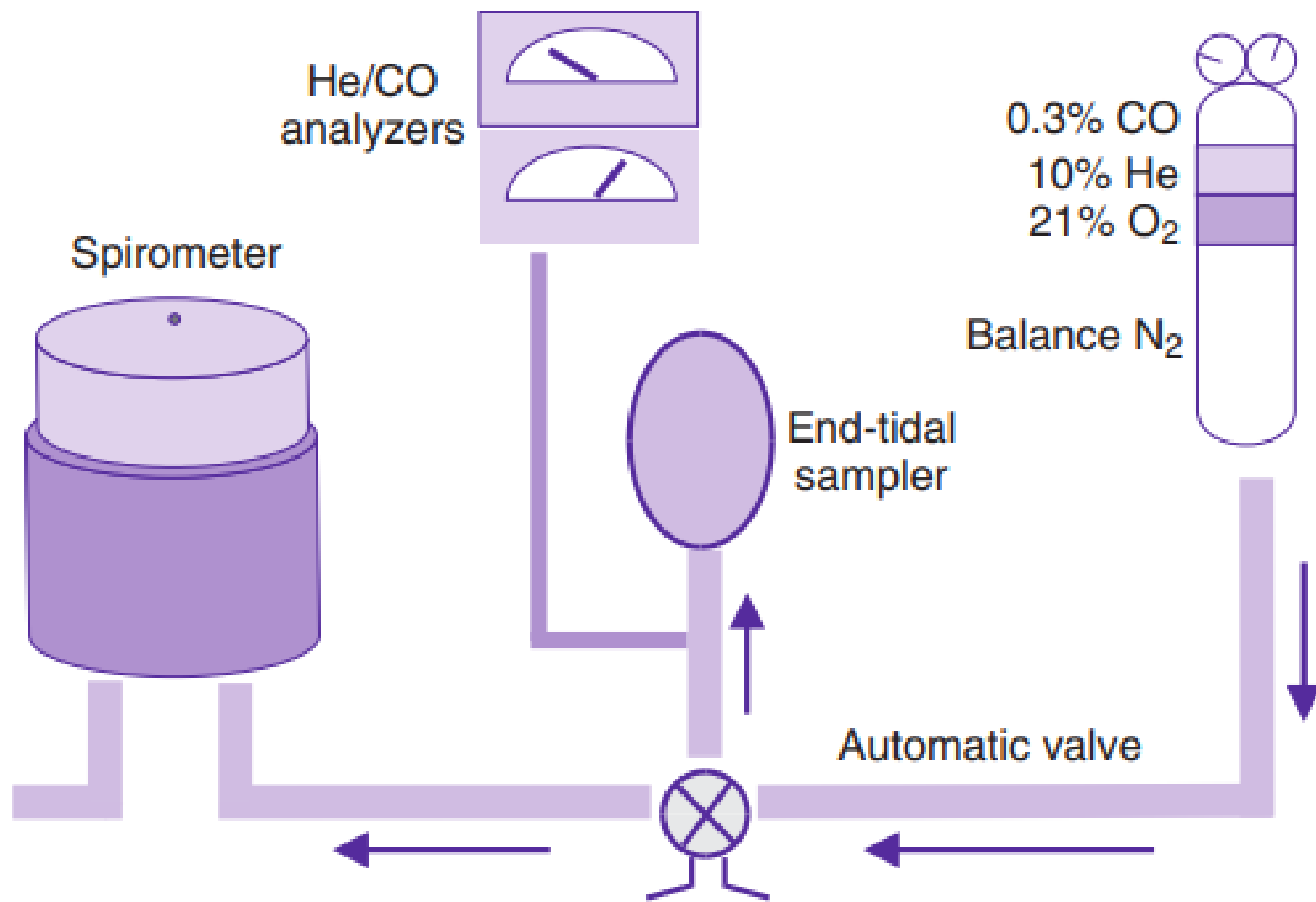
- Ölçümde en çok kullanılan yöntem tek soluk veya nefes tutma tekniğidir
- Tek soluk yöntemi en yaygın standartlaştırılmış yöntemdir
- Difüzyon kapasitesi genellikle küçük konsantrasyonlarda karbon monoksit (CO) kullanılarak ölçülür
  - Alveolden eritrosit içine hızla girer
  - Hemoglobine yüksek afinitelidir (oksijenden 210 kat fazla)
  - Hemoglobin arasındaki yüksek afiniteden dolayı plazma parsiyel basıncında herhangi bir değişim olmaz
  - Difüzyonunu sınırlayan tek etken alveolo-kapiller membrandır

# Tek Soluk DLCO Ölçümü

## Hastanın teste hazırlanması

- Test hakkında bilgilendirilmeli
- Klinik olarak uygun olması koşuluyla nazal oksijen en az 10 dakika önce kesilmeli
- Oturur pozisyonda, istirahat halinde ve uygun oda ısısı koşullarında yapılmalı
- Hasta testten önce 5 dakika dinlendirilmeli
- Test günü sigara içilmemesi önerilmeli, son içilen sigara saati kaydedilmeli Test günü hasta alkol almamış olmalı
- Polistemi ve anemi DLCO sonucunu etkilediğinden hemoglobin değeri kaydedilmeli ve gerekirse düzeltme yapılmalı



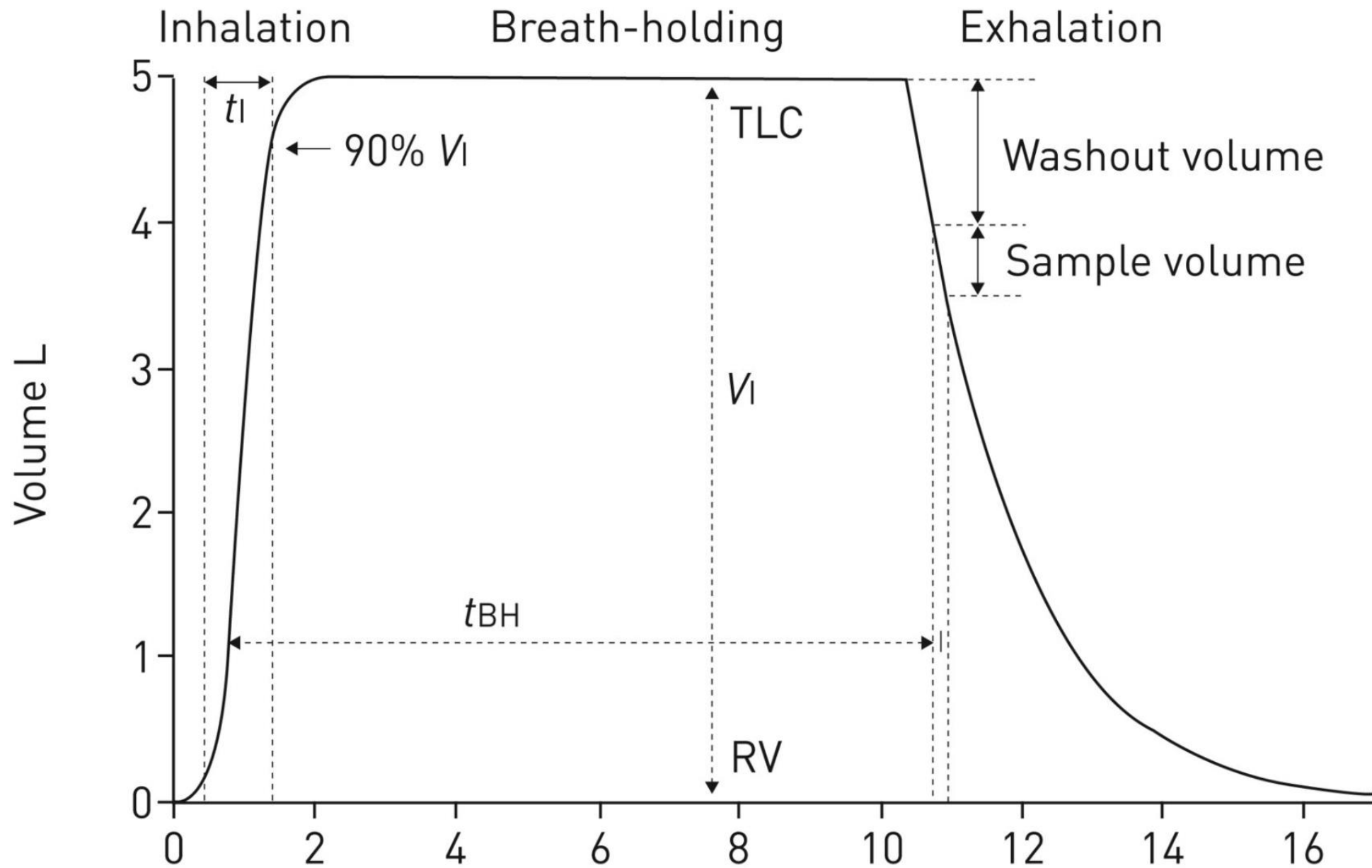


# İnspirasyon Gaz Karışımı

- % 0.3 karbon monoksit
- % 21 oksijen
- Akciğer hacmini belirlemek için inert bir gaz
- Dengeleme için nitrojenden oluşmalıdır

## **İnert gaz**

- Başlangıç alveoler CO konsantrasyonu ve alveoler volümün (VA) hesaplanmasında kullanılır
- Difüzyon özelliği gaz fazında CO'ye benzer olmalıdır
- CO konsantrasyon ölçümünü etkilememelidir
- Alveollerde bulunmayan bir gaz olmalı
- Helyum veya metan gazı kullanılmakta



# Tek Soluk DLCO Ölçümü

## Testin Uygulanması

Ağızlık ve burun mandalı yerleştirildikten sonra kaçak olmadığının gözlenmesi için bir süre tidal solunum yaptırılmalı  
Sonrasında DLCO manevrası uygulanır;

Önce rezidüel volüme (RV) kadar yavaş ekshalasyon yaptırılır  
6 saniye veya daha kısa olmalıdır  
Obstrüktif havayolu hastalıklarında 12 saniyeye kadar uzatılabilir

# Testin Uygulanması

TLC düzeyine kadar hızlı bir inhalasyon yapması istenir

- İnspire edilen gaz volümü (VI) hastanın vital kapasitesinin en az % 90'ı düzeyinde olmalıdır
- VI'nın VC'nin % 85'i ve kabul edilebilir DLCO manevraları içinde VA değerinde 200 mL ya da % 5''ten az fark olması durumunda da test kabul edilebilir
- İnhalasyon hızlı olmalı VI'nın % 85'i 4 sn'de tamamlanmalıdır
- İnspirasyon süresinin uzaması TLC düzeyinde soluk tutma süresinin kısalmasına neden olacağından DLCO değerinin düşmesine yol açar

## Testin Uygulanması

İnspirasyon sonrasında Jones ve Meade metoduna göre 8-12 saniye soluk tutulur

- Soluk tutma süresince intrapulmoner basınç atmosferik basınca yakın tutulmalı
- Hastanın minimal efor harcaması sağlanmalı

Soluk tutma süresinin bitiminde yavaş ve kesintisiz bir ekspirasyon yapılmalı

- Klasik sistemlerde ekshalasyon süresi 4 sn olmalı

# Testin Uygulanması

- BTPS koşullarında ;
  - İlk 0.75- 1 L volüm dışarı atıldıktan sonra alveoler alandan gelen 0.5-1 L gaz volümü toplanarak alveoler karbon monoksit ve inert gaz konsantrasyonları analiz edilir
  - Hastanın vital kapasitesi < 2 L ise ilk 0.5 L volüm atılmalıdır
- RGA sistemlerinde ;
  - DLCO ölçümünde kullanılan CO ve inert gaz konsantrasyonları sanal alveoler gaz örneğinde hesaplanır
  - Sanal alveoler gaz hacmi 85- 500 mL arasında değişmektedir



$$DLCO = \frac{VA \times 60}{(\text{Barometrik basınç}-47)} \times \text{zaman} \times \ln \frac{F_{ACO, \text{başlangıç}}}{F_{ACO, \text{son}}}$$

**Suluk tutma periodunun başlangıcında alveoller CO konsantrasyonu;**

- İnspire edilen CO konsantrasyonu
- İnspire ve ekspire edilen inert gaz konsantrasyonlarından hesaplanmaktadır

**Suluk tutma döneminin bitimindeki CO konsantrasyonu ;**

- Ekspire edilen gaz örneğindeki CO konsantrasyonuna eşit

**Alveoler volüm (VA);**

- İnert gaz dilüsyonu üzerinden hesaplanmaktadır  
Normal kişilerde VA ve ölü boşluk hacmi pletismograf ile ölçülen total akciğer kapasitesi (TLC) değerine yakındır
- Obstrüktif hastalıklarda ventilasyonun distribüsyonunun bozulduğu durumlarda tek soluk yöntemiyle ölçülen VA pletismografı ile ölçülen TLC değerinden düşük olabilir



To perform right on the test, you will now have to:

# Manevralar arası süre

- En az iki kabul edilebilir test yapılmalı ve ortalaması alınmalı
- Testler arasındaki fark 2 mL/dk/mmHg'dan az olmalı
- Karboksihemoglobin artışı olacağından en fazla beş test yapılmalı
- Test gazının akciğerlerden atılabilmesi için iki test arasında en az 4 dk süre bulunmalı
- Havayolu obstrüksiyonu olan hastalarda bekleme süresi 10 dakikaya çıkabilir
- Bu sürede birkaç kez derin soluk alıp verme test gazının daha hızlı atılımını sağlayabilir

- Son dönemlerde kullanımı artan hızlı gaz analiz sistemlerinde (Rapid gas analyser-RGA) önceki testten kalan gazın atılımını değerlendirmek için inert gaz izlenir
- Ekshalasyon sonrasında inert gaz düzeyinin  $\leq$  % 2 olması gazlardan arınmanın tamamlandığını gösterir
- Bu süreç genellikle 4 dakikadan az sürer

# Kabul Edilebilirlik Kriterleri

- İmpire edilen test gazı hacminin (VI), aynı solunum fonksiyon testi seansında ölçülen en büyük vital kapasitenin (VC) %90'ı düzeyinde olmalı
- $0.85 < VI/VC < 0.90$  olan manevralardaki VA değeri ile diğer kabul edilebilir manevralarda ölçülen en yüksek VA değeri arasındaki fark 200 mL veya %5'in altında ise kabul edilebilir
- Test gazının %85'inin 4 saniyeden daha kısa sürede inhale edilmesi gerekmektedir

# Kabul Edilebilirlik Kriterleri

- Soluk tutma süresi 8-12 saniye olmalıdır.
- Soluk tutma periyodunda Valsalva veya Müller manevraları yapılmamalıdır
- Alveoler örneğin toplanması ekshalasyonun başlamasını takip eden 4 saniye içinde gerçekleştirilmelidir
- RGA sistemlerde, ekshale gazdan örnek toplanması, ölü-boşluk hacmi atıldıktan hemen sonra başlatılmalıdır

# Tekrar Edilebilirlik

- En az iki kabul edilebilir ölçüm arasında 2 mL/dk/mmHg değerinden daha az fark olması
- İki tekrarlanabilir ölçümün ortalaması raporlanır
- En az iki kabul edilebilir DLCO manevrası yapılması gereklidir
- Beşten fazla test tekrarı önerilmemektedir

	<b>VI/VC</b>	<b>tBH</b>	<b>Örnek toplama süresi</b>
A	≥%90	8-12sn	≤4 sn
B	≥85	8-12sn	≤4 sn
C	≥80	8-12sn	≤5 sn
D	≤80	< 8 veya >12 sn	≤5 sn
E	≤80	< 8 veya >12 sn	>5 sn

- Tekrarlanabilir iki veya daha fazla A sınıfı ölçüm elde edilemediyse, iki kabul edilebilir manevradaki DLCO değerinin ortalaması raporlanır
- Sadece bir A sınıfında ölçüm yapılabildiyse bu manevradaki DLCO değeri raporlanır
- Manevraların hiçbiri kabul edilebilirlik kriterlerini karşılamıyorsa, B, C veya D sınıfı manevralardaki DLCO değerinin ortalaması raporlanır
- Gerçekleştirilen manevraların hepsi F sınıfında ise DLCO değeri raporlanmaz



# Raporlama

Değişken	Gereklilik
$D_{\text{LCO}}$ (düzeltilmemiş)	Gerekli
$D_{\text{LCO adjusted}}$ ( $P_{\text{B}}$ için )	Gerekli
$D_{\text{LCO}}$ (LLN ve/veya z-puanı)	Gerekli
$D_{\text{LCO}}$ (beklenen)	Gerekli
$D_{\text{LCO}}$ (adjusted, beklenen)	İsteğe bağlı (herhangi bir ayarlama yapıldıysa gereklidir - ayarlamaları belirtin)
$D_{\text{LCO}}$ (beklenenin yüzdesi)	Gerekli
$VA_{\text{ ( BTPS)}}$	Gerekli
$V_{\text{A}}$ (LLN ve/veya z-puanı)	Gerekli
$V_{\text{A}}$ (beklenenin yüzdesi)	İsteğe bağlı
$K_{\text{CO}}$	Gerekli
$K_{\text{CO}}$ (LLN ve/veya z-puanı)	Gerekli
$KCO_{\text{ ( beklenen)}}$	Gerekli
$K_{\text{CO}}$ (beklenenin yüzdesi)	Gerekli
$P_{\text{B}}$	Gerekli
$tBH_{\text{ _}}$	Gerekli
$VI_{\text{ ( BTPS)}}$	Gerekli

<b>Anatomik ölü boşluk</b>	RGA sistemleri için gereklidir
<b>TLC<sub>sb</sub></b>	RGA sistemleri için gereklidir
<b>Referans değerlerin kaynağı</b>	Gerekli
<b>Test kalite notu</b>	Önerilen ( $D_{LCO}$ kabul edilebilir manevralarındaki değişkenlik yüzdesini dahil edin)
<b>Teknisyen notları</b>	Gerekli (manevra sayısı, kabul edilebilir manevra sayısı)
<b>Grafikler</b>	Gerekli ( RGA sistemleri için belirtilen numune toplama ile hacime <i>karşı tam manevra ve nefesle verilen gaz konsantrasyonu</i> )
<b>Hb</b>	<i>İsteğe bağlı</i> (DLCO için düzeltme gerekiyorsa bulunmalı)
<b>COHb</b>	<i>İsteğe bağlı</i> (DLCO için düzeltme gerekiyorsa bulunmalı)
<b>Alternatif hesaplamalar ( <i>örneğin</i> üç denklemlili <math>D_{LCO}</math> , faz III'ün normalleştirilmiş eğimi)</b>	İsteğe bağlı

# Kalibrasyon

Kalibrasyon Tekniđi	Sıklık
Akım analizörü sıfırlama	Her testten önce
Gaz analizörü sıfırlama	Her testten önce ve sonra
Volüm kalibrasyon kontrolu	Her gün
Biyolojik kontrol	Haftada bir
Kalibrasyon şırıngası DLCO kontrolu	Haftada bir
Kalibrasyon şırıngası kaçak kontrolu	Ayda bir
Linearite kotrolu (kalibrasyon şırıngası veya simülatör ile)	Ayda bir

2017 ERS/ATS Standardizasyonu DLCO analizörleri için kalibrasyon önerileri

# Değerlendirme

- DLCO;
  - Yaş (erişkinlerde artan yaşla azalır), cinsiyet ve vücut büyüklüğü (boy ve yüzey alanı arttıkça artar) ile ilişkilidir
  - <5. persentil düşük
  - >95. persentil yüksek olarak kabul edilir
  - İn hale edilen hava hacmi ile doğru orantılı değişkenlik gösterir
  - VA ile birlikte değerlendirerek (DLCO/VA), DLCO'nun inhale edilen hava hacmi oranından ve vücut yüzey alanından bağımsız olarak değerlendirilebilmesi sağlanır

Difüzyon bozukluğu düzeyi	DLCO %
Normal	%81-140
Hafif	% 61–80
Orta	% 41-60
Ağır	<%40

# Difüzyonu Etkileyen Fizyolojik Durumlar

## 1. Hemoglobin düzeyi

- Hemoglobin düzeyi azaldığında CO taşıma kapasitesi azalır, DLCO azalır
- Hb düzeyinde artış olduğunda da artar
- Her 1 gram Hb değeri için yaklaşık %7'lik CO emilim değişimi olmaktadır

# Difüzyonu Etkileyen Fizyolojik Durumlar

## 2. Karboksihemoglobin (COHb) düzeyi

- COHb düzeyi, sağlıklı, sigara içmeyen, olağan çevresel faktörlere maruziyet durumundaki kişilerde pulmoner kapillerde %2'den daha azdır
- Karboksihemoglobinemide durumunda alveolden kapillere gaz transportunun azalması ve bağlanacak Hb'nin miktarının azalması nedeniyle CO'nun difüzyonu azalır
- %1'lik COHb artışı yaklaşık olarak % 0.8-1'lik DLCO değişimine yol açar

# Difüzyonu Etkileyen Fizyolojik Durumlar

## 3. Yükseklik (PAO<sub>2</sub> düzeyi)

- Yükseklik PAO<sub>2</sub> düzeyini azaltır
- Oksijen tedavisi ise artırır
- DLCO, PAO<sub>2</sub> ile ters orantılı olarak değişir
- Yaklaşık olarak PAO<sub>2</sub>'nin her bir mmHg lik değişimi DLCO'nun %0.35'lik değişimine neden olur



# Difüzyonu Etkileyen Fizyolojik Durumlar

## 4. Akciğer volümü

- Volüm azalırsa membran ve kapiller yerleşim değişikliklerinden dolayı DLCO azalır
- Bu ilişki lineer değişim göstermez
- Hastalığın DLCO ve VA üzerine etkisi değişkendir

# Difüzyonu Etkileyen Fizyolojik Durumlar

## 5. Diğer faktörler

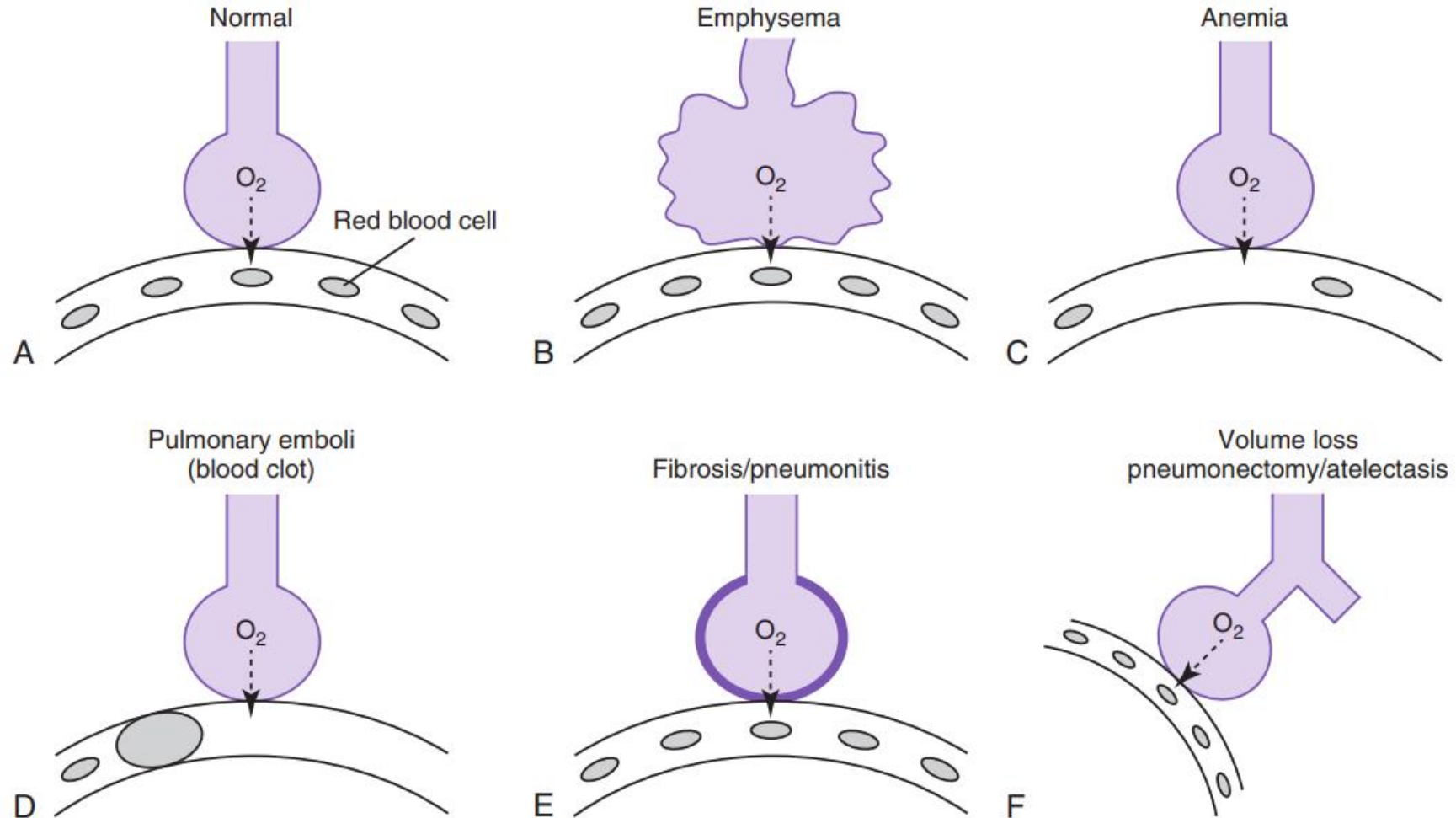
- Kadınlarda menstrüel siklus dönemlerinde DLCO %13 azalır
- Supine pozisyonunda kapiller kan akım dağılımına bağlı olarak DLCO artar
- Egzersizde kapiller kan akım dağılımındaki artışa bağlı olarak DLCO artar
- Valsalva manevrası sırasında, aşırı pozitif intratorasik basınç nedeni ile pulmoner kan akımı azalarak DLCO azalmasına neden olur
- Gebelikte mekanizma tam anlaşılmamakla beraber genellikle DLCO yaklaşık olarak %15 oranında azalır

# DLCO/VA'nın (KCO)

---

- Düşük akciğer volümleri için bir düzeltme faktörüdür????
- Havalanan akciğer birimi başına düşen difüzyon????
- CO'nun kana difüzyonuna ilişkin transfer katsayısıdır

# Havayolu Hastalıklarında Difüzyon Değişimi



# Yüksek DLCO nedenleri

- Yatar pozisyon
  - Üst loblardaki perfüzyon ve üst loblara kan akımının artması nedeniyle
- Egzersiz
  - Artan pulmoner kan akımına bağlı olarak
- Astım
  - Pulmoner kan akımında daha uniform dağılım nedeniyle
- Obezite
  - Artan pulmoner kan akımına bağlı olarak
- Polisitemi
  - Kapiller eritrosit kütlelerinde artış nedeniyle
- İntra-alveoler hemoraji
  - Alveol içerisinde hemoglobin, karbonmonoksit ile birleşerek DLCO'nun yüksek ölçülmesine neden olur
- Sol-sağ intrakardiyak şant
  - Pulmoner kapiller kan hacminde artış nedeniyle

# Düşük DLCO Nedenleri

## Difüzyon yüzey alanını azaltan nedenler

- Amfizem
  - Total akciğer hacmi artar ancak alveol duvarları ve kapillerde destrüksiyon vardır, bu nedenle difüzyon yüzey alanı azalır
- Akciğer rezeksiyon cerrahisi
- Bronşial obstrüksiyon
  - Hem yüzey alanını hem akciğer volümü azalır
  - DLCO/VA oranı korunur
- Pulmoner emboli
  - Alveoler kapillerde perfüzyon bloke olur difüzyon alanı azalır
- Anemi

# Düşük DLCO Nedenleri

## Alveolokapiller membranın kalınlaşmasına yol açan nedenler

- İdiyopatik pulmoner fibrozis
  - Alveolokapiller membranı kalınlaştırarak akciğer volümünde azalmaya yol açar
- Konjestif kalp yetmezliği
  - İnterstisyumda ödem ve alveol içerisine transüstasyon
- Asbestozis, sarkoidozis
  - Pulmoner fibrozis ve alveol duvarlarının kalınlaşması
- Kollajen doku hastalıkları
  - Skleroderma, sistemik lupus eritematosus kapiller yatakta obliterasyona yol açar
- İlaç akciğeri
  - Bleomisin, nitrofurantoin, amiadoron, metotreksat gibi ilaçlarla oluşan pnömonitis alveolekapiller membranı kalınlaştırır
- Hipersensitivite pnömonisi, histiositozis X, alveolar proteinozide de alveolekapillar membranın kalınlaşmasına bağlı difüzyonda düşüş görülebilir

# Havayolu Hastalıklarında Difüzyon Değişimi

	VA	DLCO/VA	DLCO
Yetersiz akciğer ekspansiyonu	↓↓↓	↑↑	↓
İzole alveoler volüm kaybı (ör: pnömonektomi)	↓↓↓	↑	↓↓
Yaygın alveoler volüm kaybı (ör: İAH)	↓↓	↓	↓↓↓
Amfizem	Normal ya da ↓	Normal ya da ↓↓	↓↓↓
Pulmoner vasküler hastalık	Normal	↓↓	↓↓
Yüksek pulmoner kan akımı (ör: KY)	Normal	↑	↑



# Havayolu Hastalıklarında Difüzyon Değişimi

## KOAH

1. Ventilasyonun dengesiz dağılımı
2. Alveoler yüzey alanında meydana gelen destrüksiyona bağlı yüzey alanının azalması
3. Damar yatağında destrüksiyon (hipoksik vazokonstriksiyon ve endotel aktivasyonuna bağlı gelişen mikrotrombüsler damar yatağını azaltır)
4. Anemi



**DLCO ve KCO azalır**

## Astım

- Üst akciğer alanlarında artmış kan akımı
- Artmış kardiyak output



**DLCO ARTAR**

- Ağır astımlılarda
- Yaşlılarda



**DLCO AZALIR**

## Bronşektazi

- Büyük hava yollarının lokal genişlemesine karşın periferik hava yollarında fonksiyonel darlık bulunur
- Bronşektazinin yaygınlığına göre fonksiyonel darlık hava hapsini artırarak RV ve TLC artışına neden olur
  - DLCO ve KCO genellikle normal veya azalmış
- Aşırı mukus sekresyonu olup sekresyonun havayollarını tıkaması sonucu atelettazilerin gelişmesi durumunda TLC azalır
  - KCO artabilir

# İnterstisyel Akciğer Hastalıkları

- Alveolokapiller membran yüzey alanında azalma nedeniyle DLCO'da düşme görülür
  - Hastalığın erken dönemlerinde ilk ve tek gözlenen değişiklik
  - Parankimdeki inflamatuvar ve fibrotik süreç akciğer volümlerini azaltır
  - Prognozu öngörmede
  - Tanı anındaki bazal DLCO değeri mortaliteyi en iyi öngören değişken
- İnterstisyel fibrozise amfizem eşlik ettiğinde DLCO değişimleri FVC değişiminden daha duyarlıdır

# Ekstraparankimal Hastalıklar

- Nöromusküler hastalıklar
- Plevral nedenler
- Göğüs duvarına bağlı nedenler
- Düşük inspirasyon
- Atelektazi
- Pnömonektomi
- Lokal destriksiyon
- İnfiltrasyon

**DLCO AZALIR / KCO ARTAR**

# Nöromusküler Hastalıklar

- İspiratuvar kas güçsüzlüğü ileri düzeyde ise akciğerler yeterince ekspanse olamaz ve DLCO azalır
- Alveoler ekspansiyon tam gerçekleşemediği için VA azalır
- KCO genellikle artar

# Akciğer Rezeksiyonu

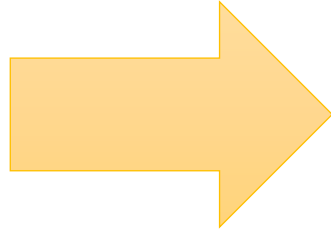
- Lokalize akciğer doku kaybı vardır
- VA ve DLCO azalır
- KCO artar
- DLCO kaybı en fazla lobektomi sonrası
  - Kalan akciğer sağlam ise ilk bir yılda rezeksiyon öncesi DLCO değerine yaklaşılr

# Pulmoner Vasküler Hastalıklar

- Pulmoner kapiller membran difüzyonu ( $D_m$ ) ve pulmoner kapiller kan volumü ( $V_c$ ), DLCO'nun iki önemli komponentidir
- Pulmoner vasküler hastalıklarda hem  $D_m$  hem de  $V_c$  azaldığı için DLCO azalır
- VA korunur
- KCO azalır



- Dispne
- Spirometri ve akciğer volümleri normal
- Tomografide anlamlı parankimal bulgu yok
- DLCO'da izole düşüş



- İdiyopatik pulmoner arteryal hipertansiyon (IPAH),
- Pulmoner emboli,
- Kronik tromboembolik pulmoner hipertansiyon (KTEPH),
- Vaskülit,
- Romatolojik hastalıklara sekonder pulmoner vasküler tutulum

# Intrabreath DLCO Ölçümü

- Soluğunu tutamayan dispneik hastalarda ya da egzersiz yapılırken
- Rezidüel volümden itibaren hızlı ve derin bir inhalasyon yaptıktan sonra sabit bir hızda yavaş ekshalasyon yaptırılır
- Tek bir ekshalasyon sırasında sık aralıklarla ya da sürekli olarak CO konsantrasyonunun ölçülür
- Hızlı yanıt veren gaz analizör sistemlerine gereksinim vardır.
- Tek soluk yönteminde kullanılan CO gaz karışımı kullanılmaktadır
- Akciğer volümünü belirlemek için kızılötesi analizörle hızla ölçülebilen metan gazı kullanılır

# Rebreathing Tekniđi (DLCOrb)

- 30-60 saniye süreyle % 0.3 CO, inert gaz ve havadan (veya oksijen karışımı) oluşan test gazının kapsayan bir rezervuardan 30 soluk/dakika olacak şekilde solunum yaptırılır
- Bu süre sonunda CO, inert gaz ve O<sub>2</sub> konsantrasyonları hesaplanarak DLCO değeri elde edilir
- DLCOrb hızlı yanıt veren gaz analizörleri ile de ölçülebilir
- Hem istirahatte hem de egzersiz sırasında kullanılabilir

# Steady State Tekniđi (DLCOss)

- Düşük konsantrasyonda (% 0.01) CO karışımının inspirasyonla alveollere giren CO gazının kandaki CO miktarına eşitlenene kadar solutulur
- Genellikle 1-2 dakika sürmektedir
- Ekspirasyon havası bir dakika süresince toplanır ve CO konsantrasyonu ölçülür
- Ölçümler alveoler volüm düzeyinde yapıldığından DLCO değeri tek soluk yöntemine göre daha düşüktür
- Hasta kooperasyonu gerektirmemesi nedeniyle egzersiz ve uyku sırasında ya da genel anestezi almış olan hastalar da uygulanabilmektedir
- Arteriyel kan örneđi gerektirmesi nedeniyle invaziv bir tekniktir

# KAYNAKLAR

- Turkish Thoracic Society Consensus Report: Interpretation of Pulmonary Diffusion Capacity
- Ruppel GL, Enright PL. Pulmonary function testing
- 2017 ERS/ATS standards for single-breath carbon monoxide uptake in the lung

TEŞEKKÜRLER





















