

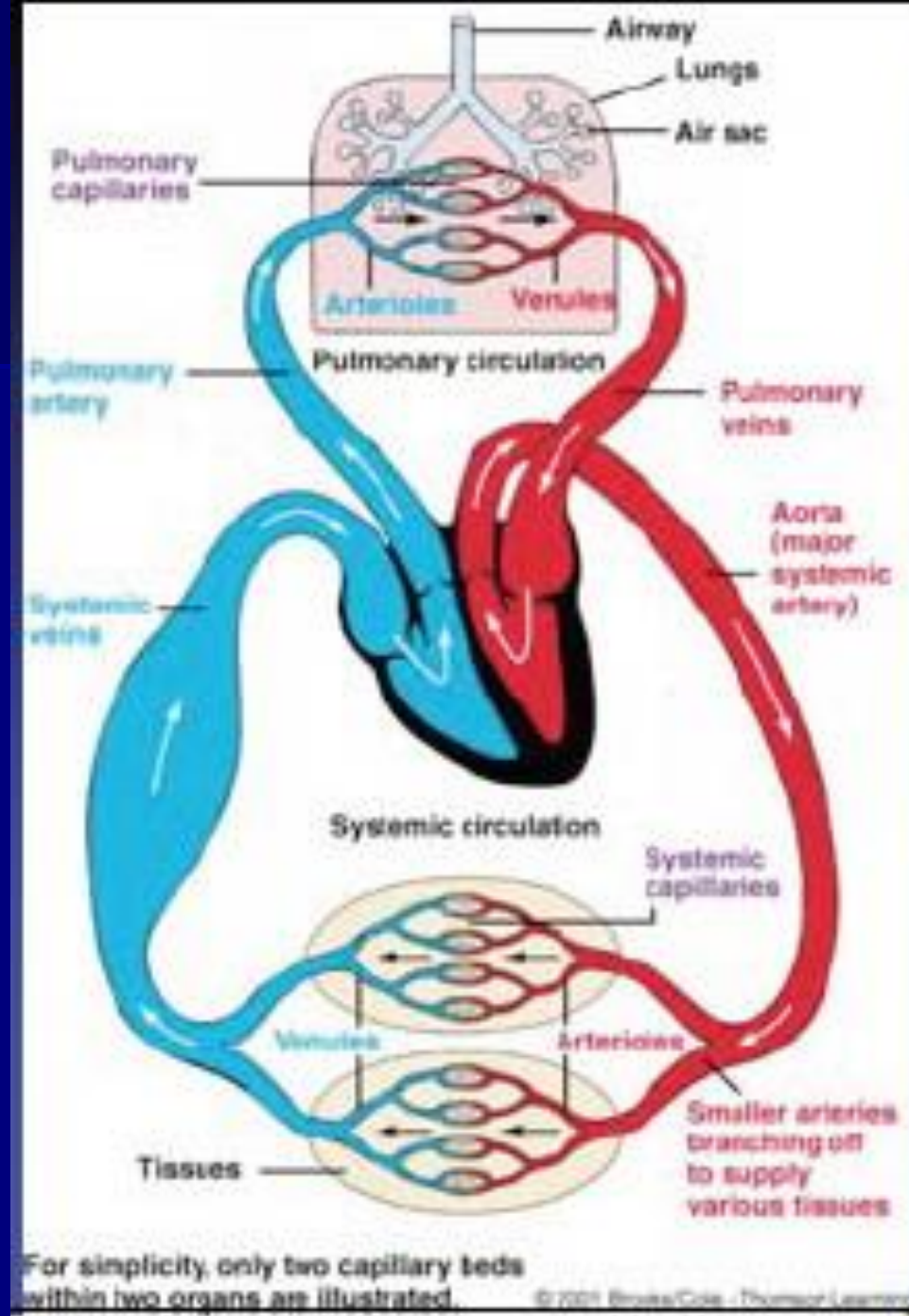
# **EGZERSİZİN DAMAR FONKSİYONLARINA ETKİSİ**

# İçerik...

- Dolaşım sisteminin kısa anatomi ve fizyolojisi
- Egzersizde periferel dolaşımın düzenlenmesi-etkili mekanizmalar
- Damar endotelinin ve Nitrik Oksitin (NO) periferel dolaşımın düzenlenmesindeki rolü

# KALP DAMAR SİSTEMİ (KVS) ORGANİZASYONU

- KVS kalp ve kan damarlarından oluşmuş bir sistemdir.
- Kalp; Kanı damarlara pompalayan kassal bir pompa,
- Damarlar;
  - Kalpten çıkan tüm kanı vücuda dağıtan **arterler**,
  - Periferdeki kanı toplayıp tekrar kalbe taşıyan **venler**,
  - İkisi arasında bulunan ve
    - kan akımını azaltıp çoğaltabilen **arteriyoller** ile
    - metabolik değişimlerin yapıldığı kapillerler ve
    - kanın tekrar toplanmaya başlandığı **venüllerden** oluşur.

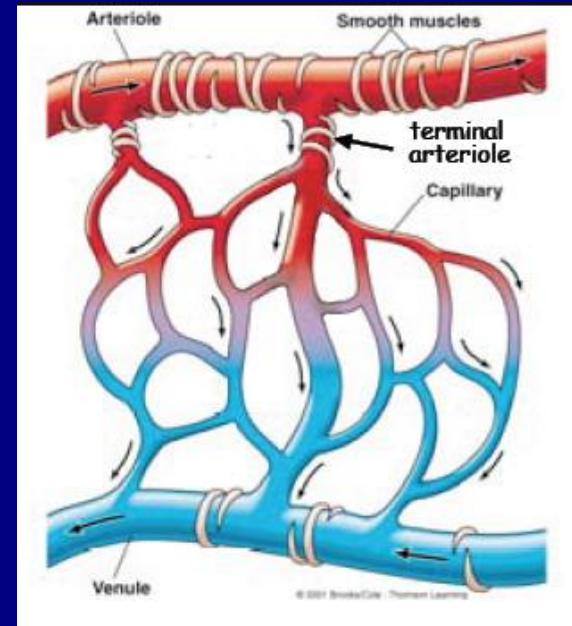
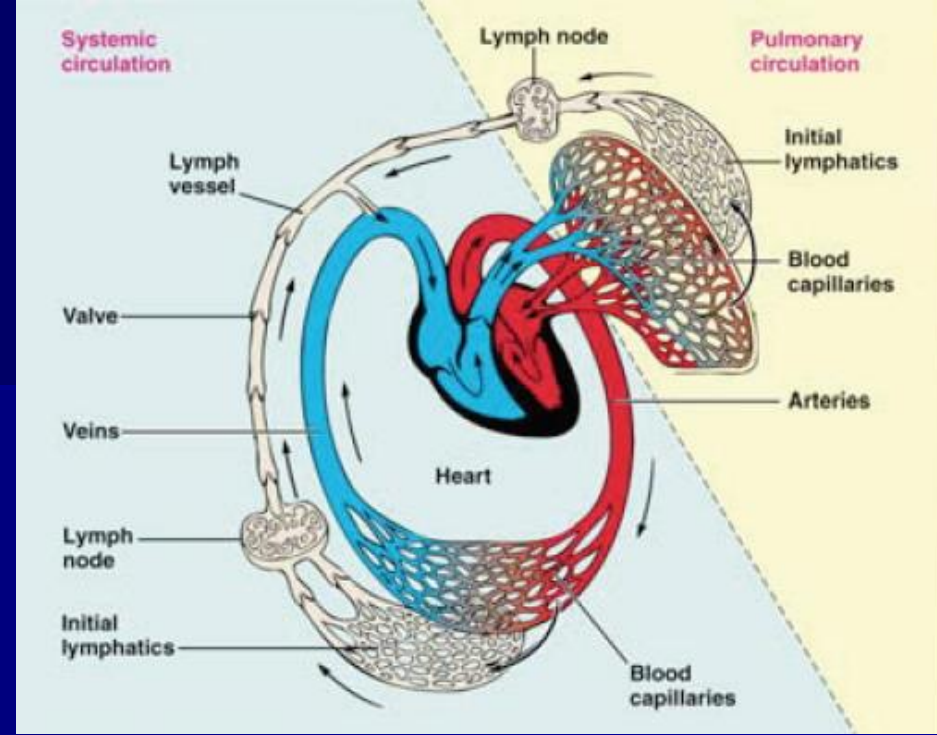


# Dolaşım sisteminin görevleri...

- Besinleri dokulara taşımak,
- Artık maddeleri dokulardan uzaklaştırmak,
- Hormonları ve diğer kimyasalları vücudun bir bölümünden diğerine taşımak,
- Isı transferi yapmak,
- Tüm hücrelerin optimal işlev görebilmesi ve yaşayabilmesi için tüm doku sıvılarında uygun çevreyi sağlamak

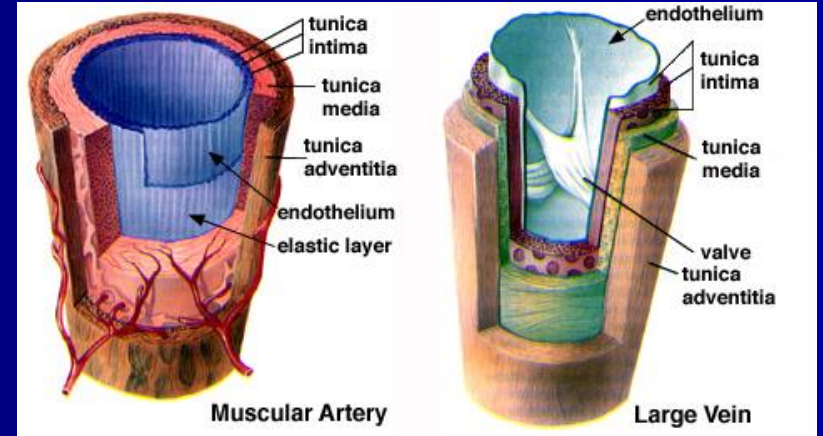
# Dolaşım sisteminin fonksiyonel üniteleri

- Arterler
- Arteriyoller
- Kapillerler
- Venüller
- Venler



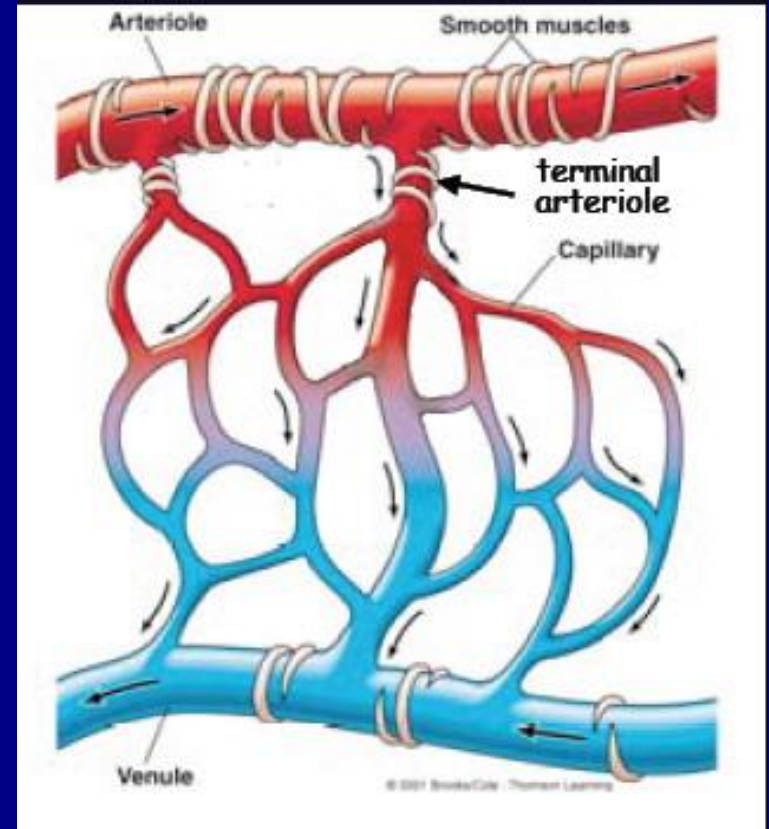
# Arterler

- Kanı dokulara yüksek basınç altında taşımak
- Güçlü damar çeperi,
- Hızlı kan akışı
  - Damar endotelinde hızlı kan akışından kaynaklanan sürtünme kuvvetlerinin yol açtığı sürtünme stresi (shear stres)



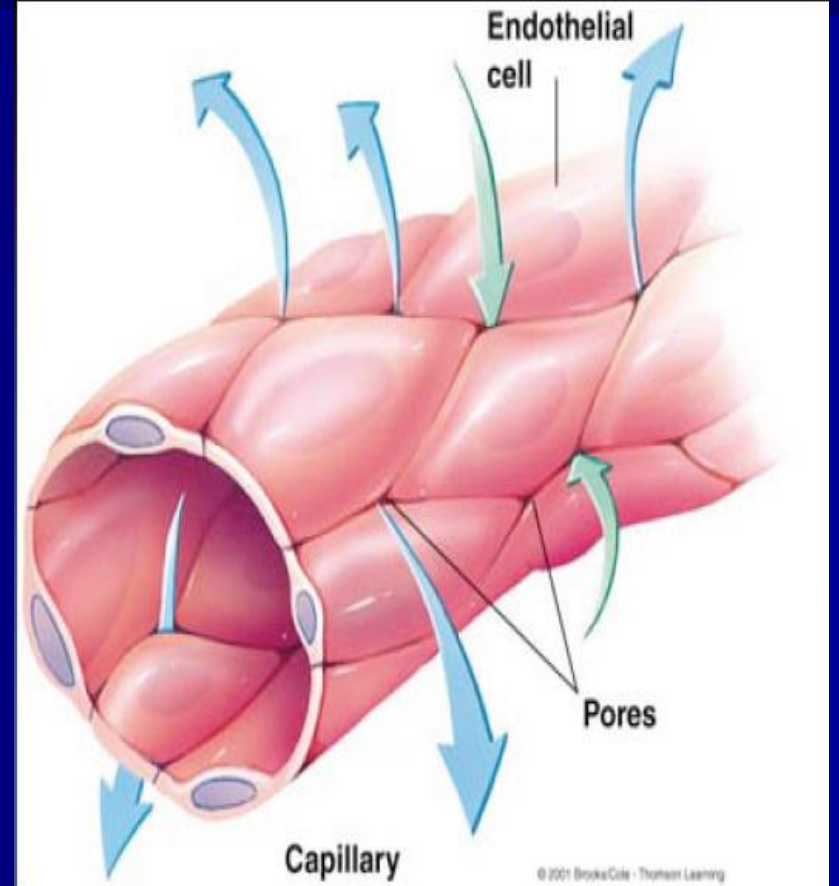
# Arteriyoller

- Arteriyel sistemin son küçük dalları
- Kapillerlere kan geçişinde kontrol kapakları olarak görev yaparlar
- Güçlü **SİRKÜLER** kas tabakası ile sarılıdır,lar,
- Dokuya kan geçişini ayarlanmasında önemli etkileri var.



# Kapillerler-mikrodolařım

- Sıvı, besin maddeleri, elektrolitler, hormonlar ve diğer maddelerin kan ile hücreler arası sıvı arasındaki değişimini sağlarlar
- Çeperleri çok incedir,
- Küçük moleküllü maddelere geçirgendir.





# Venüller

- Kapillerlerden gelen kanı toplarlar.
- Birleşerek büyük venleri oluştururlar.

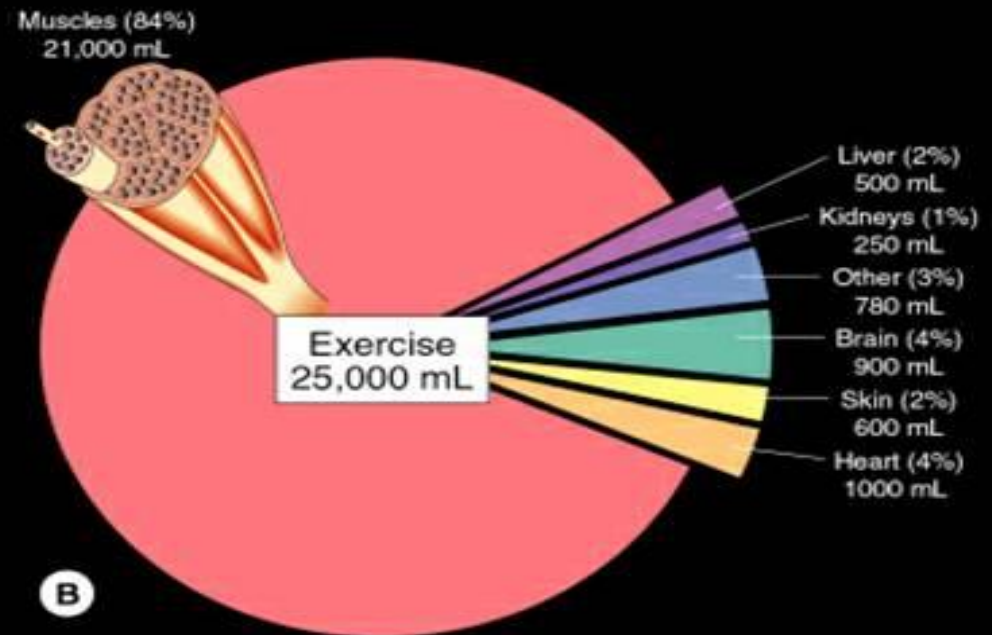
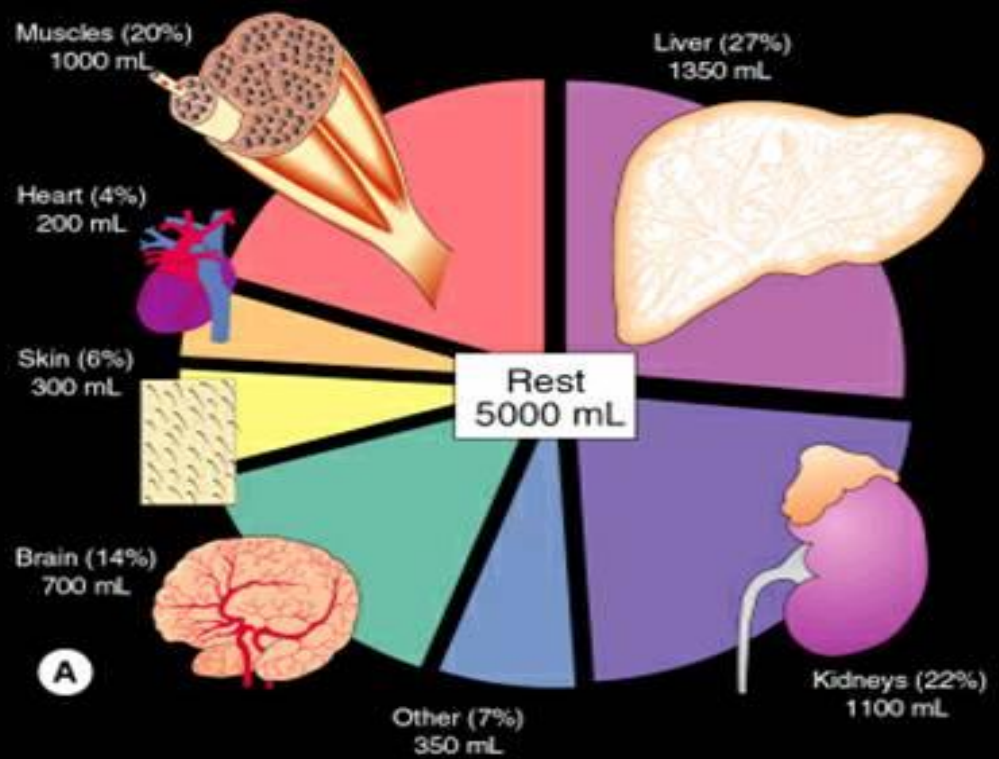
# Venler

- Doku ile kalp arasında taşıma kanalı olarak görev yaparlar,
- Aynı zamanda kan deposu olarak ta çalışırlar,
- Basınç düşük olduğundan çeperleri incedir,
- Çeperlerinde kas içerirler ve kaslar venlerin çaplarının daralıp gevşemesine izin verir.

# Dolaşımdaki kan damar sisteminin hangi bölümlerinde bulunur ?

- % 84 sistemik dolaşım
  - % 6 aorta ve büyük arterler
  - % 8 küçük arterler
  - % 6 kapillerler
  - % 46 küçük venler
  - % 18 büyük venler
- % 7 kalp
- % 9 pulmoner dolaşım

# Değişik organ ve dokuların kan akımı



# Dokulara kan akımı nasıl ayarlanmaktadır ?

## *Basınç-akım-direnç arasındaki ilişkiler...*

- Damarlarda kan hemodinamik prensiplerine göre akar.
- Bir damardaki kan akımı 2 faktöre bağlıdır;
  - Damarın iki ucu arasındaki basınç farkı; kanı damarda iten güç
  - Damar direnci, damar boyunca kan akımına oluşan direnç
- Akım basınç farkı ile doğru orantılı direnç ile ters orantılıdır.

$$\text{Kan akımı (Q)} = \text{Basınç farkı(P)}/\text{Direnç ( R )}$$

$$P = \text{Kan akımı (Q) X Direnç ( R )}$$

# Kan akımına direnç...

- Kan ile damar iç duvarı arasındaki sürtünme kan akımını engelleyen direnç yada güç oluşturur.
- Bu direnç 3 faktörce belirlenir;
  - Kanın yoğunluğu yada viskozitesi
  - Damarın uzunluğu
  - Damarın yarı çapı

# Kan akımına direnç

## *Total periferik direnç...*

- Sistemik dolaşımda kan akımına karşı oluşan direnç total periferik direnç olarak ta adlandırılır.
- Periferik direnç damar uzunluğu ve kanın viskozitesi ile ilişkili olmakla birlikte direncin belirlenmesinde en önemli rolü **damar çapı oynar.**
- Çünkü direnç **yarıçapın dördüncü kuvveti ile ters orantılıdır.**
- Damar çapı arttıkça (vazodilatasyon) direnç düşer basınç ve akım artar.

# *Poiseuille Yasası*

Kan akımı (Q) = Basınç farkı(P)/Direnç ( R )

$$R = \frac{\text{Damar uzunluğu}(l) \times \text{Kanın viskozitesi}(n)}{\text{Damar yarı çapı } (r)^4}$$

$$Q = \frac{P \times r^4}{8 n \times l}$$



# Kan akımına direnç

## *Arteriyollerin etkisi*

- Vücutta damar uzunlukları sabit kalır
- Kanın yoğunluğu da çoğu durumda birazcık değişir
- Arteriyollerin iç çapları 4 mikrometreyle 25 mikrometre arasında değişir
- Yine arteriyoller çaplarını 4 katı kadar artırıp azaltabilirler.
- Sistemik dolaşımda direncin  $\frac{2}{3}$  ü küçük arteriyollerce oluşturulur.

# Kan akımına direnç

## *Arteriyollerin etkisi*

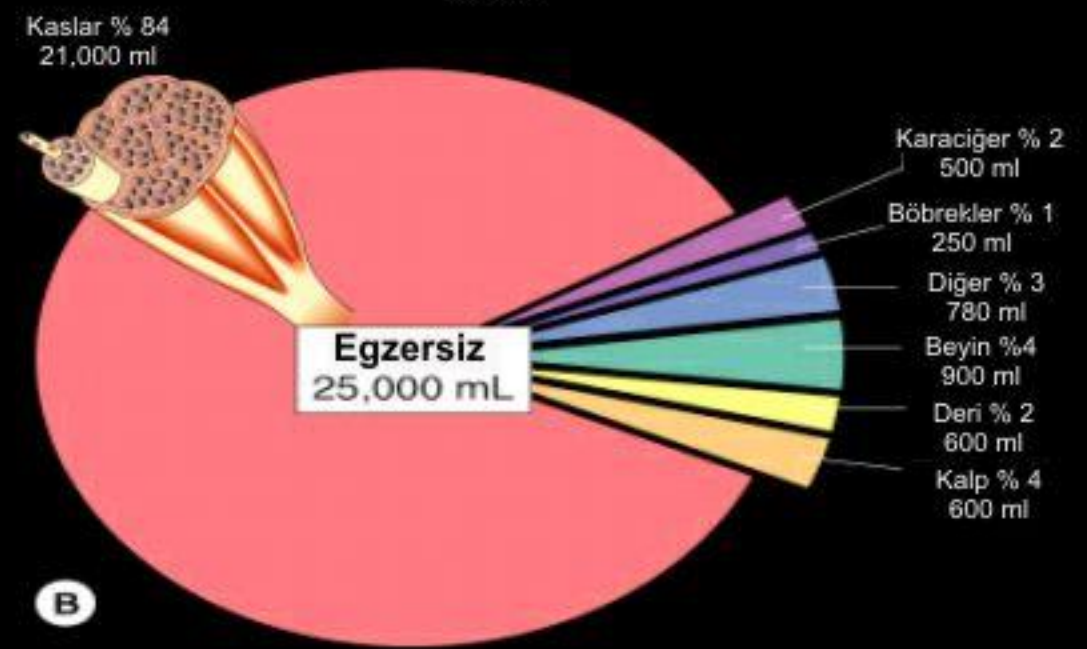
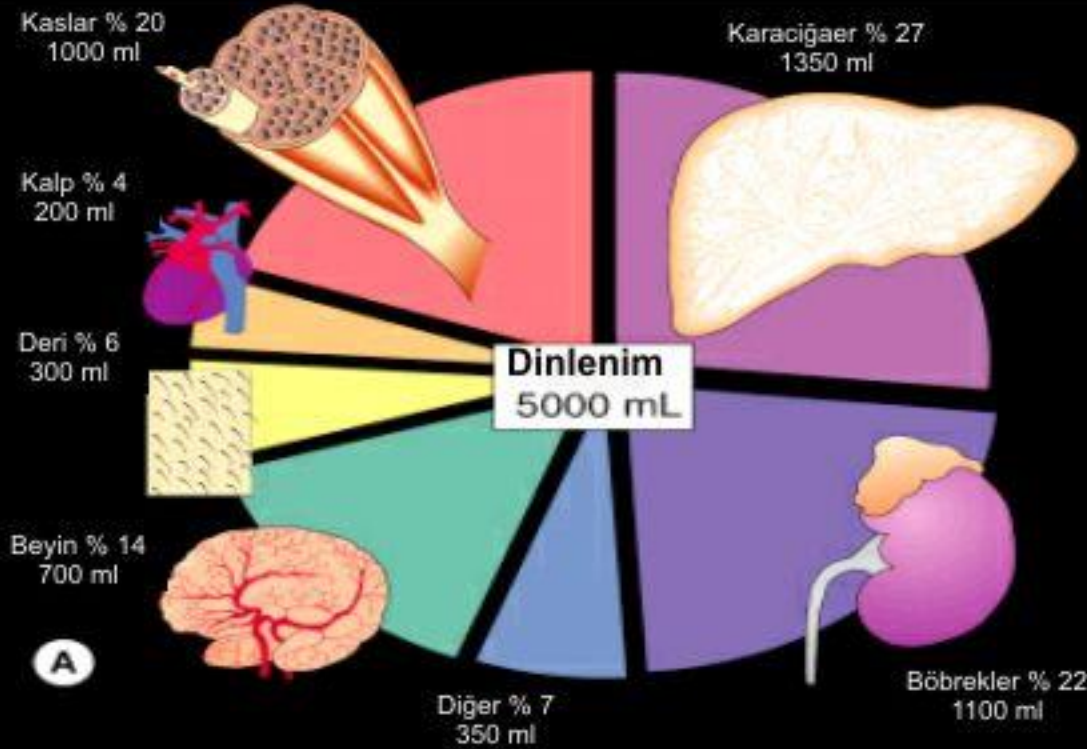
- Örneğin damar çapında 4 katlık bir artış olduğunda kan akımı teorik olarak 256 katı bir artış oluşur.
- **Dokulara kan akımının ayarlanmasında arteriyoller çok önemlidir.**
- Bu nedenle küçük arterlerin daralması ve genişlemesi bölgesel kan akımının ayarlanmasında kritik önem taşır.

# Dokular arasında kan akımının, kan dağılımının düzenlenmesi

## ■ Ana prensip ?

- Dokulara kan akımı dokunun metabolik gereksinimlerine bağlıdır.
- Metabolik aktivitesi artan dokulara giden kan miktarı artırılır.

## ■ Nasıl ?



Dinlenimde ve egzersizde kan dağılımı kastaki artışa dikkat !



# Doku kan akımının düzenlenmesi

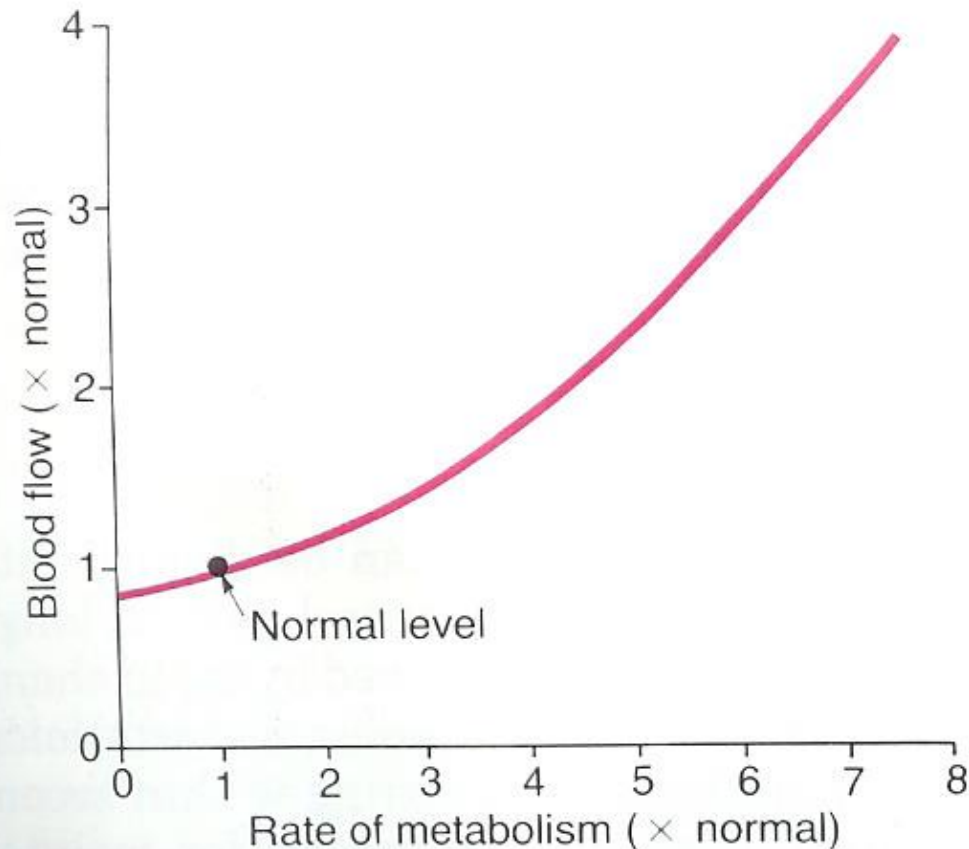
## *Lokal düzenleme-Otoregülasyon*

- Her doku kendi kan akımını metabolik gereksinimlerine göre yine kendisince belirleyebilir-otoregülasyon
- Bu doku metabolizmasının artışı ile dokuda vazodilatasyon (damarların genişlemesi) yaptıran maddelerin artışı ile sağlanır

Bunalar;

- Doku Co<sub>2</sub> sinin yükselmesi
- Doku O<sub>2</sub> sinin azalması
- Dokuda K iyonlarının birikmesi
- Laktik asit birikmesi
- ADP birikmesi
- Isı artışı

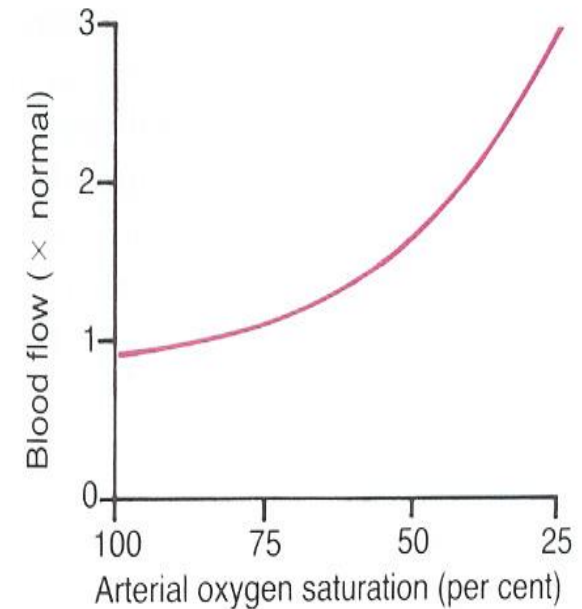
# Doku metabolizması lokal kan akımını etkiler...



**Figure 17-1.** Effect of increasing rate of metabolism on tissue blood flow.

# Dokudaki oksijen miktarı değiştiğinde lokal kan akımı da değişir...

- Yüksek irtifa, pnomoni, CO zehirlenmesi ve siyanin zehirlenmesinde dokuya giden kan akımı belirgin olarak artar
  - Doku için düşük oksijen.



**Figure 17-2.** Effect of arterial oxygen saturation on blood flow through an isolated dog leg.



- Doku metabolizma hızı veya oksijen ihtiyacı değiştiğinde lokal kan akımında meydana gelen değişiklikler iki temel teori ile açıklanmaktadır.
  - Vazodilatör teori
  - Oksijen ihtiyacı teorisi

# Lokal kan akımının regülasyonunda vazodilatör teori-adenozinin rolü

- Doku metabolizması arttıkça veya oksijen miktarı azaldıkça vazodilatör madde miktarı artar.
- Vazodilatör madde prekapiller sfinkterlere, arteriyollere ve metarteriyollere giderek vazodilatasyona neden olur.
  - Adenozin
  - CO<sub>2</sub>
  - Laktik asit
  - ADP
  - Histamin
  - Potasyum iyonları
  - Hidrojen iyonları

# **Kan akımının lokal kontrolünde oksijen ihtiyaç teorisi**

- Tüm hücrelerin metabolizması için oksijen gereklidir.
- Damarlarda bulunan kas hücrelerinin de oksijene ihtiyacı vardır.
- Oksijen azaldığında bu hücreler de kasılamazlar ve doğal olarak gevşeyerek damarı genişletirler.

# ***Mikrovasküler Kan Akımı Arttığında Büyük Arterlerin Dilate Olma Mekanizması-Endotel Kaynaklı Gevşetici Faktör (Nitrik Oksid)***

- Doku kan akımını kontrol eden lokal mekanizmalar sadece dokunun yakınındaki küçük mikrodamarları genişletebilir.
- Bunun nedeni vazodilatatör maddelerin ve oksijen azlığının sadece çevre damarlara ulaşabilmesi, orta ve büyük damarlara etkili olamamasıdır.
- Dolaşımın mikrovasküler yatağında kan akımı arttığında sekonder olarak, farklı bir mekanizma ile büyük arterlerde de dilatasyon oluşur.
- Bu dilatasyonda damar endoteli önemli rol oynar

# Damar endotelii...

- Endotel damar yatağının i yüzeyini oluşturan tek yapıdır.
- Endotel bu özelliği ile dolaşımdaki kan ile çeşitli organ sistemleri arasında bir ara yüzey oluşturur.
- Önceki görüşlerin tersine endotel kan damarının i yüzeyini oluşturan pasif bir duvar olmayıp pek çok aktif görevleri olan dinamik canlı bir dokudur.
- Bu görevleri arasında vazoaaktif maddelerin salgılanması ve düzenlenmesi veya vasküler düz kasların kasılma gevşeme olaylarına katılması sayılabilir.

# Damar endotelii...

- Arteriyoller ve küçük arterlerdeki endotel hücreleri arteryel duvarın kasılma derecesini etkileyebilen çeşitli maddeleri sentez edip salabilirler.
- Bu vazodilatatör maddelerden en önemlisi *endotel-kaynaklı gevşetici faktör* adı verilen bir moleküldür.
- Bu faktör kan yarı ömrü sadece 6 saniye olan nitrik oksit molekülüdür.