

# DOLAŞIM SİSTEMİ

*“VASKÜLER SİSTEM”*

PROF.DR.MİTAT KOZ

# Dolaşım sisteminin görevleri

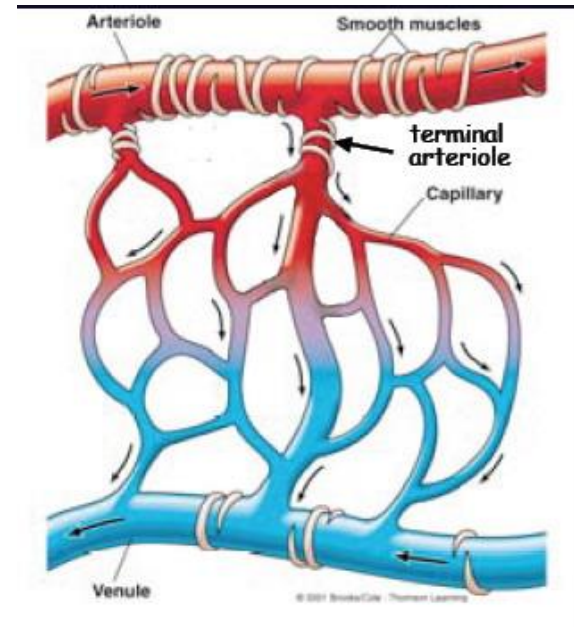
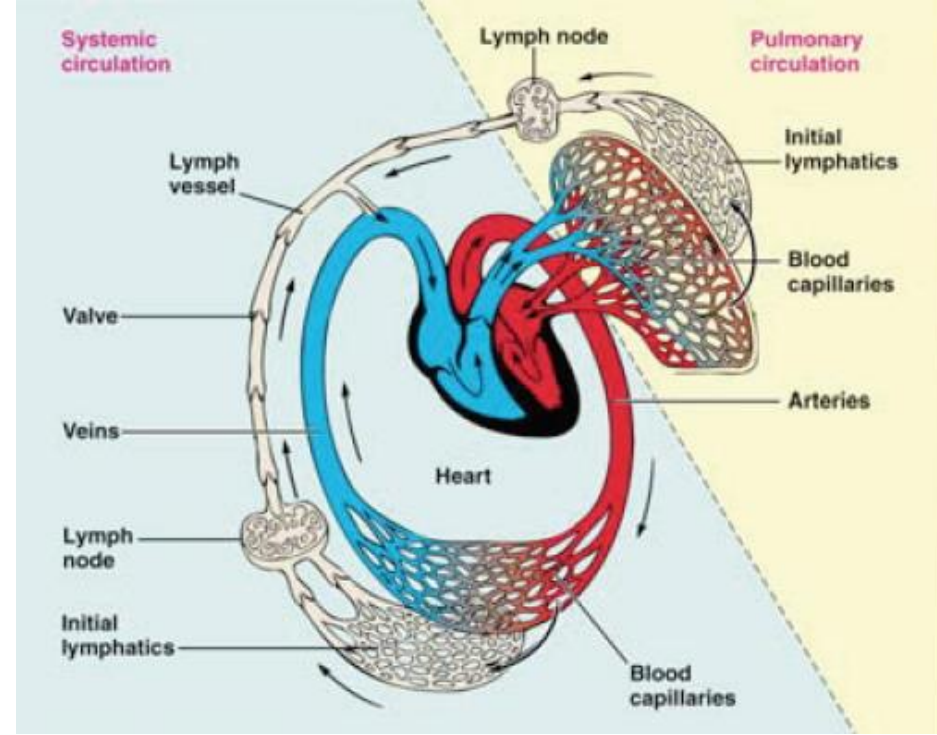
- Besinleri dokulara taşımak,
- Artık maddeleri dokulardan uzaklaştırmak,
- Hormonları ve diğer kimyasalları vücudun bir bölümünden diğerine taşımak,
- Isı transferi yapmak,
- Tüm hücrelerin optimal işlev görebilmesi ve yaşayabilmesi için tüm doku sıvılarında uygun çevreyi sağlamak

# Dolaşım sisteminin bölümleri

- Sistemik dolaşım
- Pulmoner dolaşım

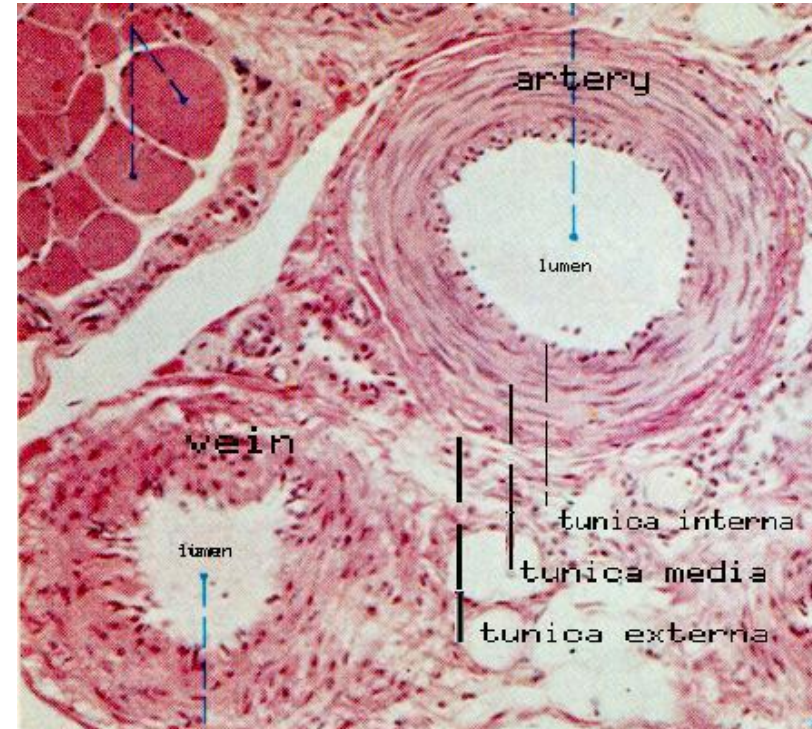
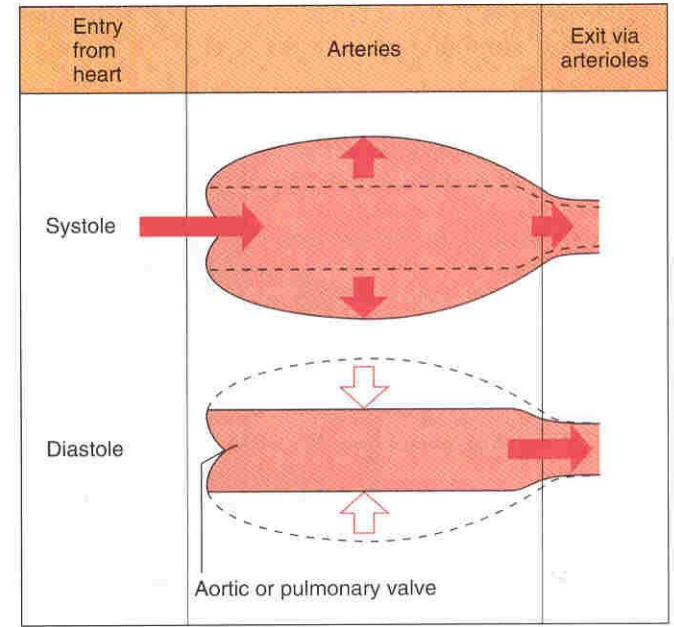
# Dolaşım sisteminin fonksiyonel üniteleri

- Arterler
- Arteriyoller
- Kapillerler
- Venüller
- Venler



# Arterler

- Kanı yüksek basınç altında dokulara ve akciğerlere taşımak
- Kanın hızlı akışını sağlamak
- Güçlü bir çeper yapısı
- Elastik olma özelliği

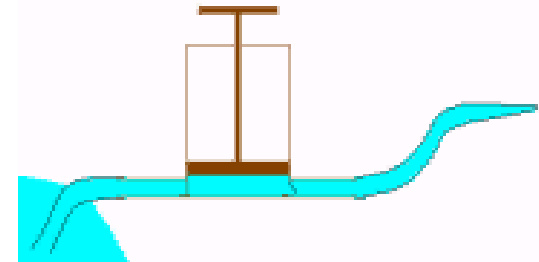


# Arterler

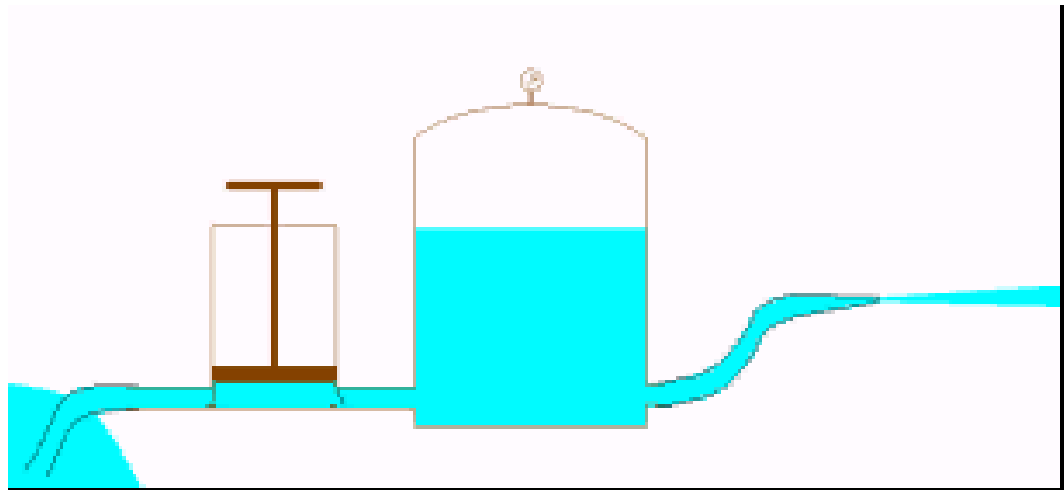
- Kalbin kanı pompalama biçimi kesikli bir akım şeklinde olduğu halde, dolaşım sistemindeki kan basıncı (belirli bir dalgalanmaya sahip olmakla birlikte) süreklilik gösterir.
- Bu etki, özellikle büyük arterlerin kalbin oluşturduğu itici gücün (basınç enerjisinin) tamponlamasıyla ilişkilidir.
- Arteriyel sistemin bu fonksiyonu **windkessel etkisi** olarak bilinir.

# "WINDKESSEL" ETKİSİ

- "Windkessel" 1800'lü yıllarda Almanya'da kullanılan yangın tulumlarına verilen addır.
- Bu yıllarda, yangın söndürme işleminde emme-basma tulumlar kullanılırdı. Bu tulumlar kesikli su akımı sağlayabilirler. Pompanın "emme" safhasında hortumdan akan su kesilir. "Basma" safhasında akar.
- Sistol sırasında kan aortaya pompalanır. Ancak, bütün diastol süresinde sol ventrikülden aortaya kan geçişi olmaz.



- Yangın tulumlarında akımı sürekli hale getirmek için, emme-basma tulumunun önüne yarı yarıya hava ve suyla dolu bir silindir yerleştirilmiştir.
- Pompanın silindir içine su pompalamasıyla hava sıkıştırılır ve basıncı artar. Bu hava basıncı, tulumunun "emme" safhasında da suyun hortumdan akmasını sağlar.
- Apartmanlarda bulunan hidroforlar da benzer bir mantıkla işlerler.

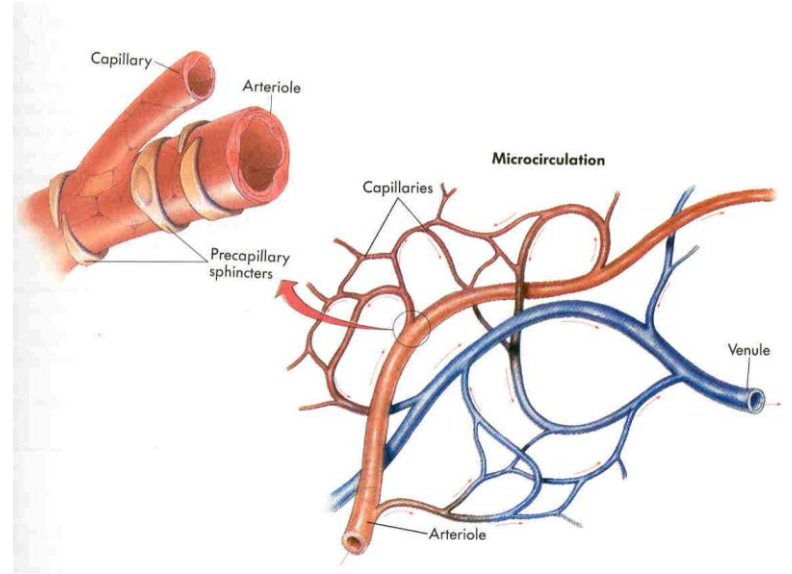




- Dolaşım sisteminde bu tamponlama etkisi, özellikle büyük arterlerin duvarlarındaki elastik lifler sayesinde yerine getirilir.
- Sistol sırasında aort köküne fırlatılan kanın bir bölümü bu bölümdeki elastik lifleri gerer.
- **Bir anlamda, sistol sırasında kalp kası tarafından üretilen basınç enerjisinin bir bölümü aort duvarının elastik liflerinde depolanır.**
- Bu enerji, diastol sırasında (aortaya kan akımının durduğu dönemde) basıncın sıfıra düşmesine önlemek ve değişim damarlarında kan akımını devam ettirmek için kullanılır.

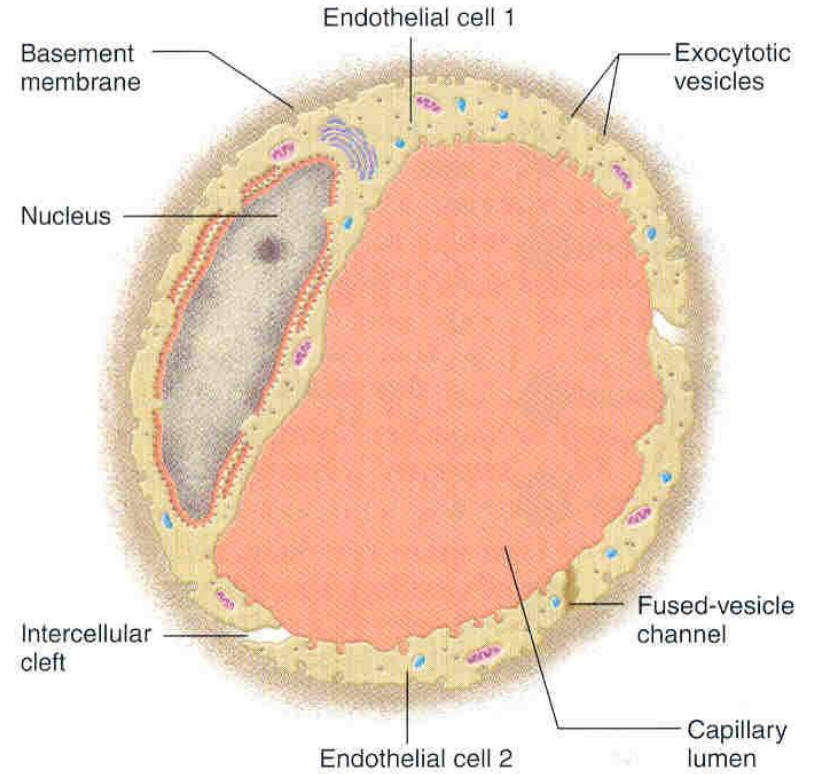
# Arteriyoller

- Arteriyel sistemin son küçük dalları
- Kapillerlere kan geçişinde kontrol kapakları olarak görev yaparlar
- Güçlü kas tabakası ile sarılıdırlar,
- Dokuya kan geçişini ayarlarlar



# Kapillerler

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



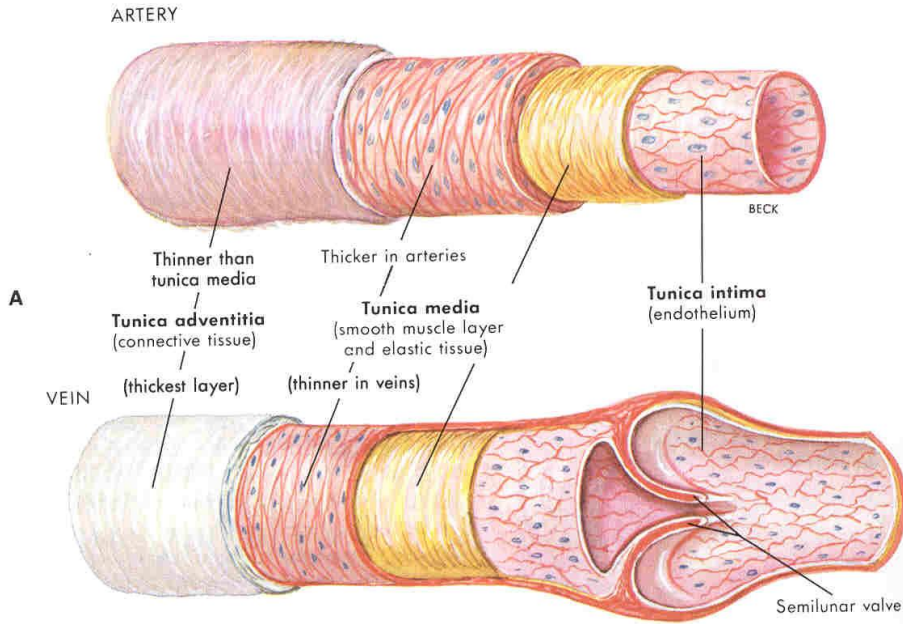
# Venüller

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

# Venler

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

# Kapasite damarları: venüller ve venler



- Venüller kapillerden gelen kanı toplarlar
- Birleşerek venleri oluştururlar
- Venler dokudan kalbe dönen kan için taşıma kanalları
- Çeperleri kashı ve ince
- Kan deposu

# Kapasite damarları:

- Normalde, dolaşım sistemindeki kanın dörtte üçü venöz sistemde bulunur.
- Bu bölümde bulunan kan miktarı koşullara göre önemli ölçüde artabilir.
- Venlerin kompliansı (gerilebilirlik) diğer damar bölümlerine göre yüksektir.
- Kompliyans damarlardaki belirli bir basınç değişikliğine karşılık ortaya çıkan hacim değişikliğini ifade eder. Yani;  
$$\text{Komplians} = \Delta V / \Delta P$$

# Dolaşımdaki kan damar sisteminin hangi bölümlerinde bulunur ?

- % 84 sistemik dolaşım
  - % 64 venler
  - % 7 arteriyol ve kapillerler
  - % 13 arterler
- % 7 kalp
- % 9 pulmoner dolaşım



# HEMODİNAMİ

Hemodinami, kanın damarlar içindeki hareketiyle (kan akımı) sürücü kuvvet (kan basıncı) ilişkisini inceler.

# KANIN DAMAR İÇİNDEKİ HAREKETİ (KAN AKIMI)

- Fizyolojide kanın hareketi iki ayrı parametre ile değerlendirilebilir:
- Akım hızı --» Birim zamanda yer değiştirme (cm/sn)
- Akım (debi) --» Birim zamanda taşınan (veya boru kesitinden geçen) hacim (cm<sup>3</sup>/sn, ml/sn)

# Dolaşım sistemini oluşturan damarların enine kesit alanları ve kan akımı hızı

- Aorta 2,5 cm<sup>2</sup>
- Küçük arterler 20 ''
- Arteriyoller 40 ''
- Kapillerler 2500 ''
- Venüller 250 ''
- Küçük venler 80 ''
- Vena cavalılar 8 ''
  - Kan akış hızı enine kesit alanlar ile ters orantılıdır.
  - Aortada 33 cm/sn
  - Kapillerlerde 0,3 mm/sn

# Basınç-akım-direnç arasındaki ilişkiler...

- 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.

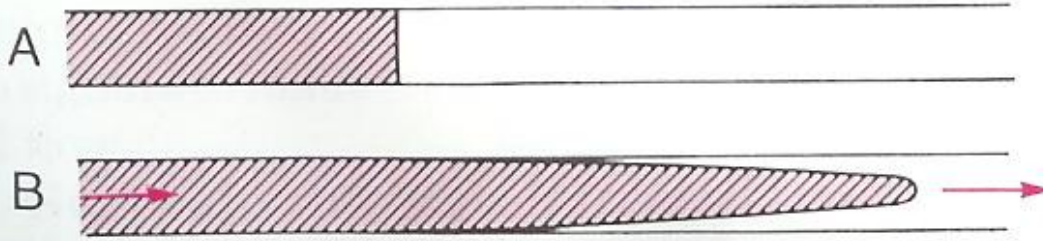
$$\text{Kan akımı (Q)} = \text{Basınç farkı(P)}/\text{Direnç ( R )}$$

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

# Kan akımı

- Dolaşımın belirli noktalarından belirli zaman içinde geçen kan miktarı, dakikada mililitre yada litre ile ifade edilir.
- Tüm dolaşımdaki kan akımı dakikada yaklaşık 5000 ml dir, kalp debisi.
- Kan damarda 2 türlü akar
  - Laminar akım
  - Girdaplı akım

# Laminar kan akımı



**Figure 14-6.** An experiment illustrating laminar blood flow. A, Two separate fluids before flow begins; B, the same fluids 1 second after flow begins.

- Kanın uzun düz bir damardan sabit bir hızda akışına laminar yada düzgün akım denir.
- Laminar akımda damar içindeki kan yerini korur.(damarın çevresindeki damar çevresinde, ortasındaki kanda damar aortasında kalır)
- Laminar akımda damar çeperine yakın olan kan daha yavaş hızda akar.

# Girdaplı akım

- Akım hızı çok arttığında,
- bir darlık bölgesinden geçtiğinde,
- damar keskin bir dirsek yaptığıında,
- yada pürüzlü bir bölge aşıldığında kan düz akımdan çok girdaplı akar.
- Girdaplı akımda sürtünme arttığı için akıma oluşan direnç daha fazladır.

# Kan basıncı

- Kanın damar çeperinin herhangi bir birim alanına uyguladığı basınç demektir.
- Kan basıncı milimetre cıva (mmHg) ile ifade edilir.



# Kan akımına direnç

## *Total periferik direnç...*

- Sistemik dolaşımında 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.

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

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

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

$$Q = \frac{P \times r^4}{8 n \times l} \quad (\text{Poiseuille Yasası})$$

# Arteriyollerin etkisi

- Arteriyollerin iç çapları 4 mikrometreyle 25 mikrometre arasında değişir
- Yine arteriyoller çaplarını 4 katı kadar artırıp azaltabilirler.
- Sistemik dolaşımda direncin  $2/3$  ü küçük arteriyollerce oluşturulur.
- Örneğin damar çapında 4 katlık bir artış olduğunda kan akımını teorik olarak 256 katı bir artış oluşur.
- Dokulara kan akımının ayarlanmasında arteriyoller çok önemlidir.

# Kan hematokrit ve viskozitesinin damar direnci ve kan akımı üzerine etkisi

- Poiseuille Yasasındaki önemli faktörlerden biri kanın viskozitesidir.
- Tüm diğer faktörler değişmemek kaydıyla viskozite ne kadar büyürse damarda akım o kadar azalır.

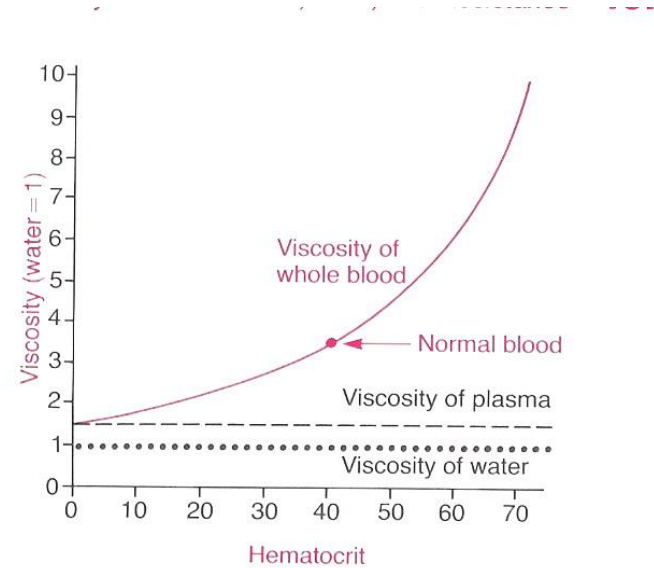


Figure 14-11. Effect of hematocrit on viscosity.

# Damarların gerilebilme yeteneği

- Tüm damarlar gerilebilir.
- Bu damara dilatasyona, direnç azalmasına ve sonuçta da kan akımının artışına yol açar-arteriyollerde
- Arterlerin esnek yapısı kalbin kanı pulsatil tarzda pompalamasına karşın kanın düzgün akışına izin verir.
- Büyük damarlar içinde en fazla gerilebilme yeteneği olan venlerdir.

# Arterler ile venler arasındaki gerilebilirlik farkları

- Arter duvarı kalın,
- Venler 8 kat daha fazla gerilebilir-
- Sistemik dolaşımda aynı miktardaki basınç artışında venlerde 8 kat daha fazla kan birikir.
- Pulmoner dolaşım içinde bu geçerli ancak, pulmoner dolaşımda basınçlar bu kadar yüksek değil.

# Arteriyel basınç pulsasyonları (nabızları)

- Her atımla kan arterleri doldurur.
- Arterlerin gerilebilme yeteneği kanın sürekli akışını sağlar
- Hem sistolde-hem diyastolde

# Sistolik-Diyastolik ve Nabız basınçları

- Kan kalpten 120 mmHg lık basınçla aortaya fırlatılır, bu sistemdeki en yüksek basınçtır-  
Sistolik basınç.
- Daha sonra aortadaki basınç diyastol esnasında 80 mmHg ya düşer-diyastolik basınç.
- İkisi arasındaki fark nabız basıncıdır- 40 mmHg



# Nabız basıncı

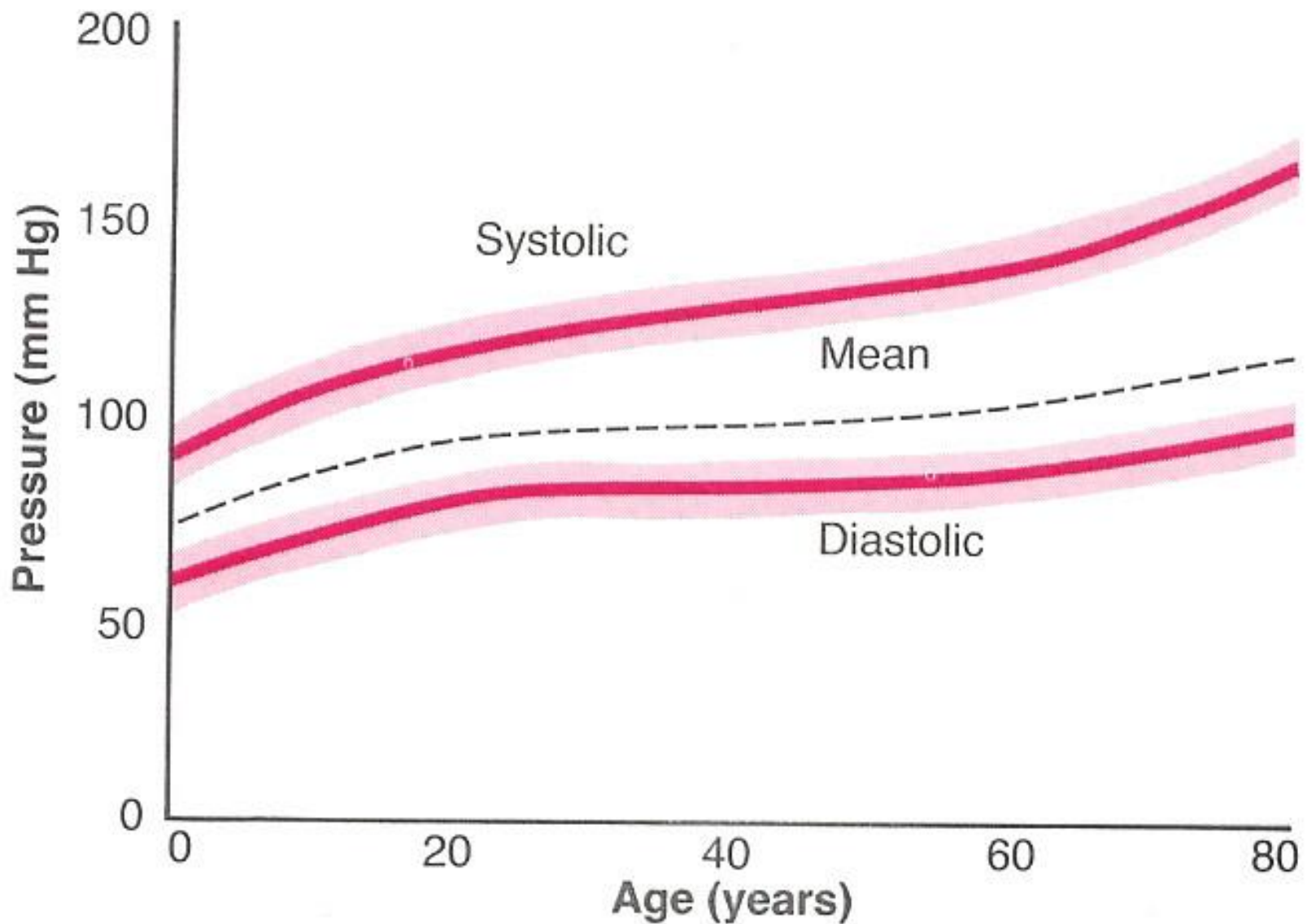
- İki önemli faktör etkiler
  - Kalbin atım hacmi
  - Arter sisteminin toplam gerilebilme yataeneği-arteriyosklerozda olduğu gibi kompliyansın azalması nabız basıncını artırır.

# Kan basıncının ölçümü

- Sistolik ve diyastolik basınçlar oskültasyon yöntemiyle indirekt olarak ölçülür.
- Ölçüm sırasında steteskopta duyulan seslere Korotkoff sesleri denir.
- Nedeni sıkıştırılmış bir bölgeden geçen kanın oluşturduğu türbülans ile damar çeperine çarpıp titreştirmesidir.
- İlk duyulan ses esansında ölçülen basınç sistolik basıncı, sesin kaybolduğu anda ölçülen basınç ise diyastolik basıncı gösterir.

# Ortalama arter basıncı

- Aortadaki sistolik ve diyastolik basınçların ortalamasına denir, 100 mmHg dır,
- Ortalama arter basıncı sol ventrikülün yenmek zorunda oldukları basınçtır.
- Ortalama arter basıncı 120 mmHg lık sistolik basınç ile 80 mmHg lık diyastolik basınçların ortalamasıdır.
- Hesaplanması :
  - “diyastolik basınç + 1/3 nabız basıncıdır”
- Nabız basıncı= Sistolik Bas. – Diyastolik bas.
- Kan sistemik dolaşımında ilerledikçe sistemde oluşan direnç nedeniyle basınç düşer.
- Sağ atriyuma ulaştığında 0 mmHg ya iner.



**Figure 15–8.** Changes in systolic, diastolic, and mean arterial pressures with age. The shaded areas show the normal range.

# VENLER VE FONKSİYONLARI

- Venler sadece kanın kalbe dönüş yolları değildir.
- Kasılma ve genişleme yetenekleriyle fazla miktarda kanı depo edip, dolaşımın herhangi bir yerinde gerektiği zaman hazır durumda tutmaları özellikle önemlidir.
- Gerçekte venler venöz pompa denen mekanizma ile kanı ileriye doğru iterek, kalp debisinin düzenlenmesine de yardımcı olurlar.