

# Bölüm 12

## Kardiyovasküler Fizyoloji

**Eric P. Widmaier**

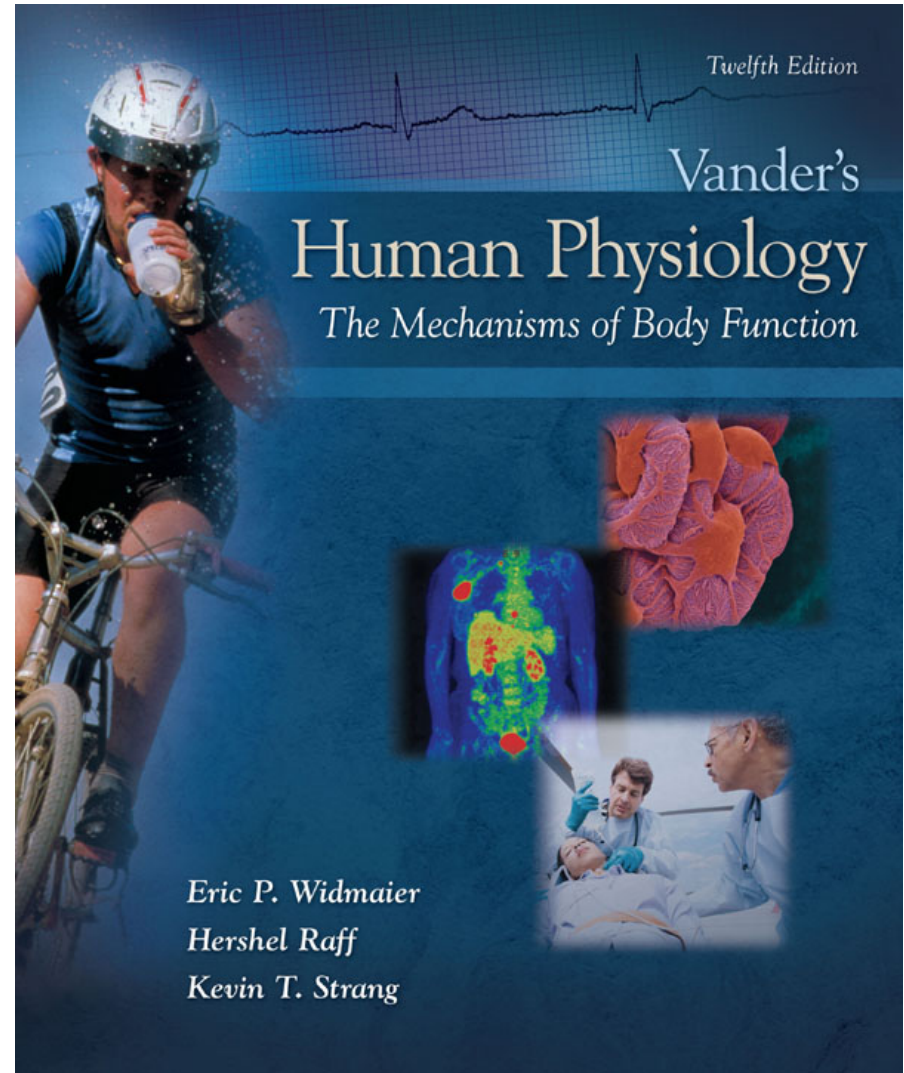
*Boston University*

**Hershel Raff**

*Medical College of Wisconsin*

**Kevin T. Strang**

*University of Wisconsin - Madison*

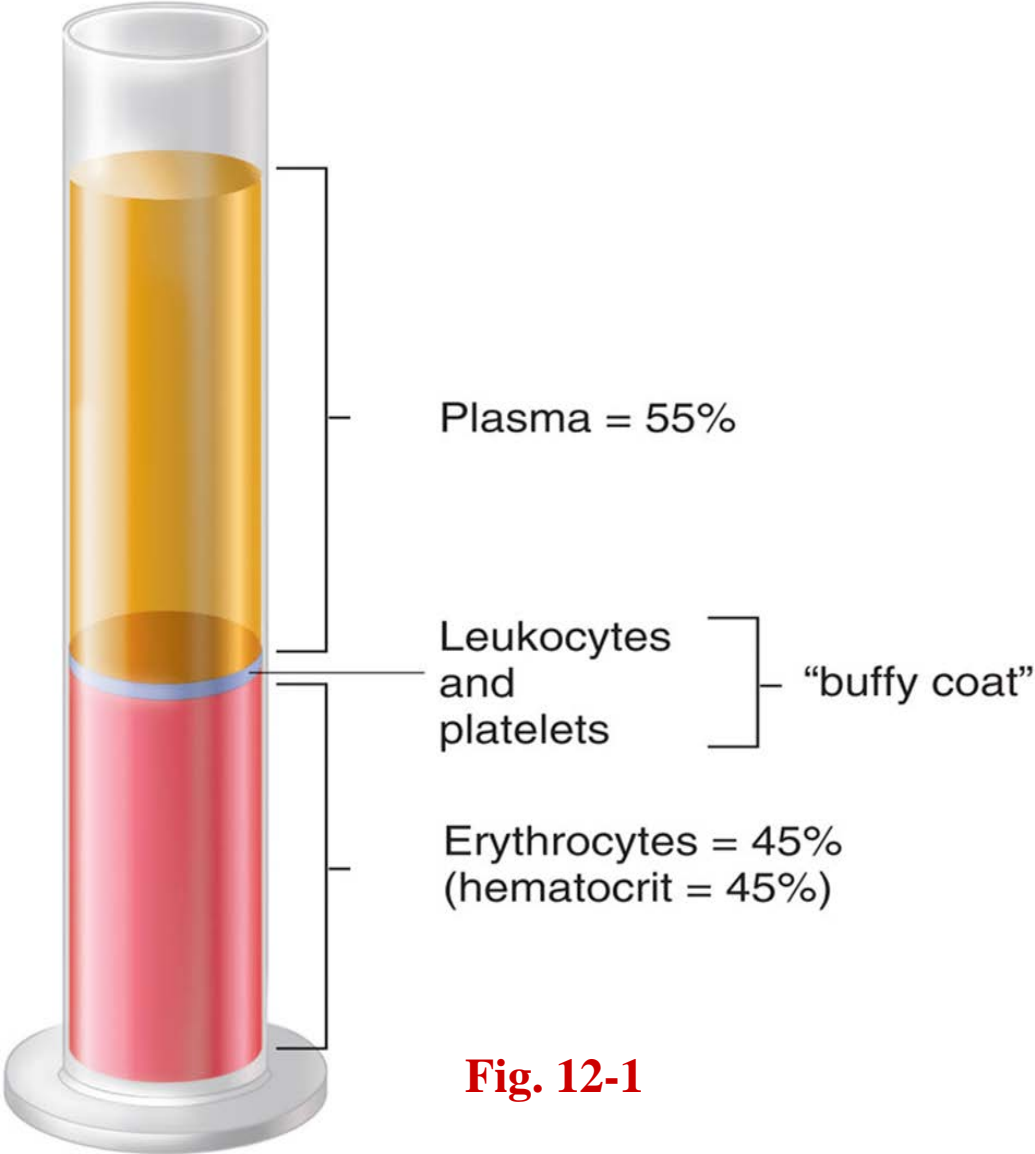


# Sisteme Genel Bakış

- Dolaşım sisteminin üç temel bileşeni:
  - Kalp (pompa)
  - Kan damarları (borular)
  - Kan (taşınan sıvı)
- Kardiyovasküler sistem fonksiyonu (kalp ve dolaşım sistemi); endokrin sistem, sinir sistemi ve böbreklerden etkilenir.

# Kan

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

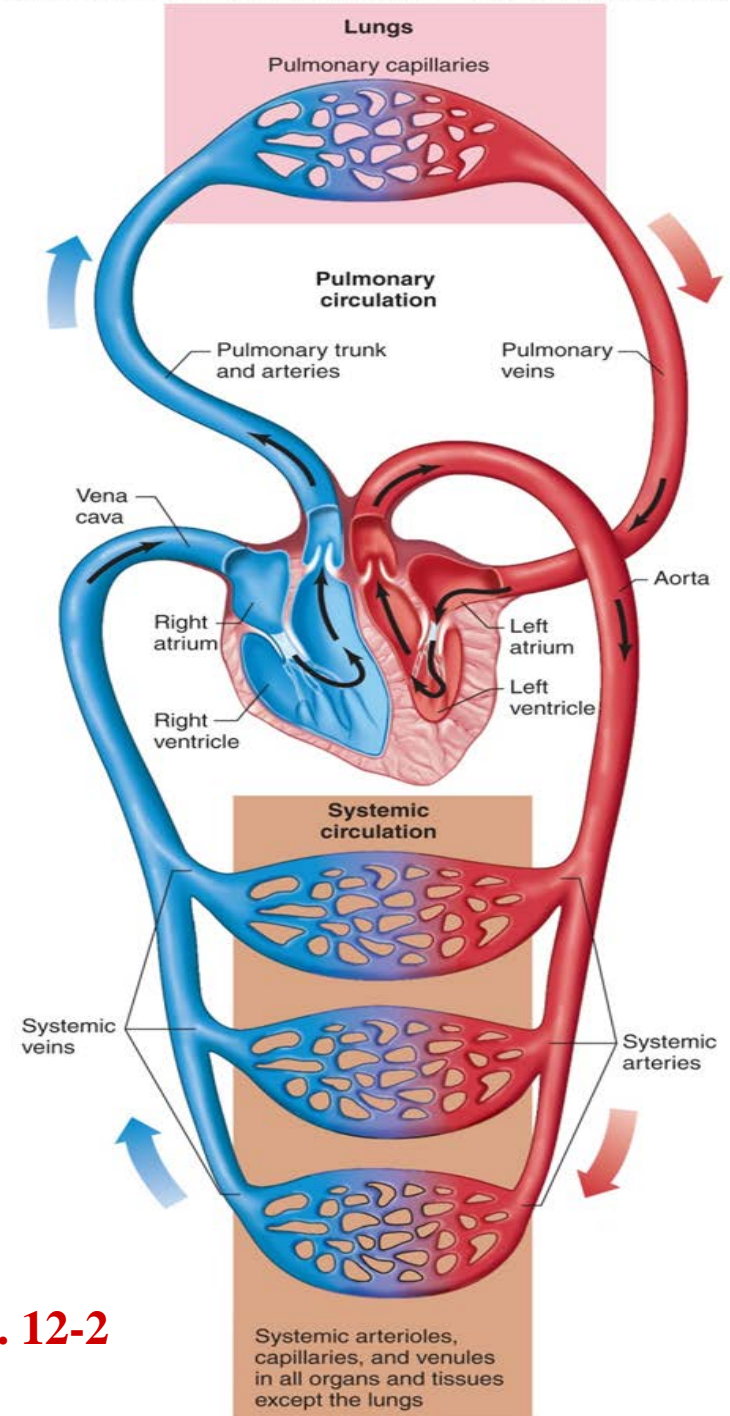


**Fig. 12-1**

- Kan plazma denen bir sıvı içinde asılı duran şekilli elemanlardan” meydana gelir. Örneğin; hücreler, hücre parçaları ve plazma (çoğunlukla su). Hücreler alyuvar ve akyuvarlar olup hücre parçaları ise trombositlerdir.
- Plazma kan hücrelerini, proteinleri, besinleri, metabolik atıkları ve vücutta taşınan diğer molekülleri taşır.
- Kanın içerdiği alyuvar miktarına **Hematokrit** denir.

# Sisteme Genel Bakış

- Kardiyovasküler sistemde iki devre vardır: Sistemik ve pulmoner (akciğer).
- Pulmoner dolaşım (küçük dolaşım), oksijence fakir kanı akciğerlere ve geri kalbe taşır.
- Sistemik dolaşım (büyük dolaşım), kanı kalpten vücudun kalanına taşır.
- Her iki devrede kalpte başlayıp kalpte sonlanır, Bu tamamen kapalı bir sistemdir. Örneğin; kaçaklar daima kötüdür.



**Fig. 12-2**



# Kan Damarları

- Kan damarları kanı kalpten uzaklaştıran damarlara atardamarlar (arter) denir, bunlar daha küçük atardamarlara(arteriyoller), çok sayıda küçük kılcal damarlara bölünebilirler. Kanı dokulardan kalbe taşıyan damarlara ise toplardamarlar(ven) adı verilir.
- Genelde arterler (atardamarlar) oksijenli kanı, venler (toplardamarlar) ise oksijeni alınmış ( $\text{CO}_2$ 'li) kanı taşırlar.
- Pulmoner arterler oksijeni alınmış kanı oksijenlemek için akciğerlere taşır ve pulmoner venler ise oksijenli kanı vücudun kalan kısımlarına göndermek için tekrar kalbe taşır.
- Tüm arterler kanı kalpten uzaklaştırırlar, tüm venler ise kanı kalbe taşırlar.

# Basınç, Debi ve Direnç

- **Basınç** sıvının uyguladığı kuvvettir ve ölçü birimi fizyolojide genelde mmHg dır.
- **Debi** (kan akımı) birim zamanda taşınan kan hacmidir ve birimi mL/dak dır.
- Direnç kanın basınç farklılığı olan iki nokta arasında ne kadar zor aktığıdır. **Direnç** akıma karşı koyan sürtünmenin bir ölçüsüdür.
- Bu değişkenler arasındaki temel bağlantı:

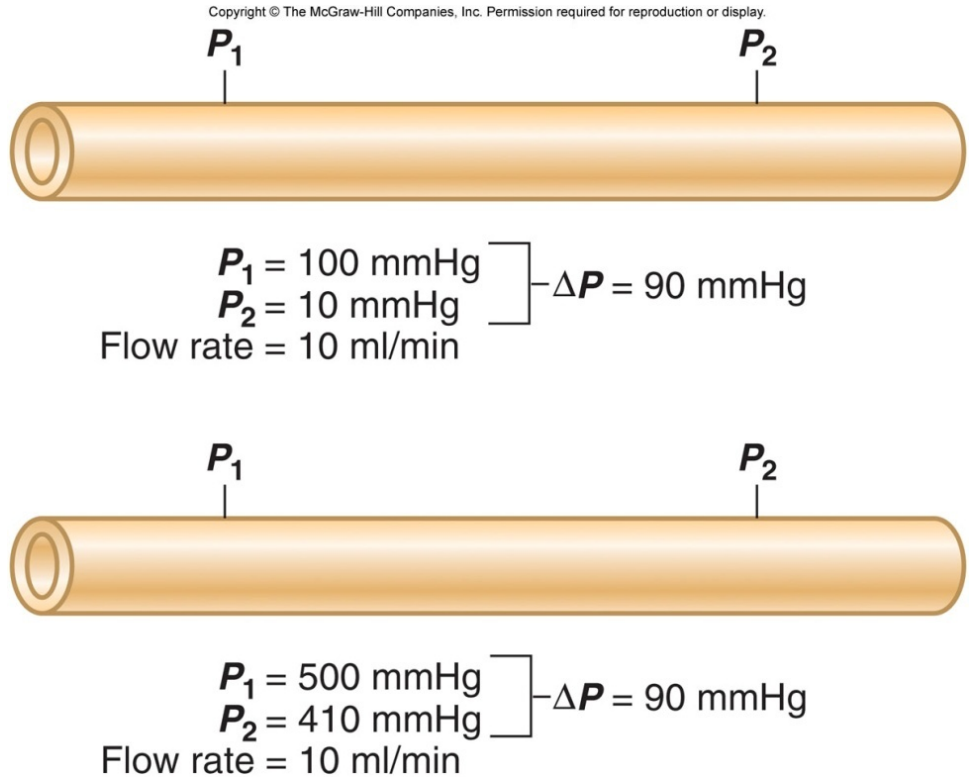
$$F = \Delta P/R$$

- *Basınç aynıyken direnç artarsa debi düşer.*

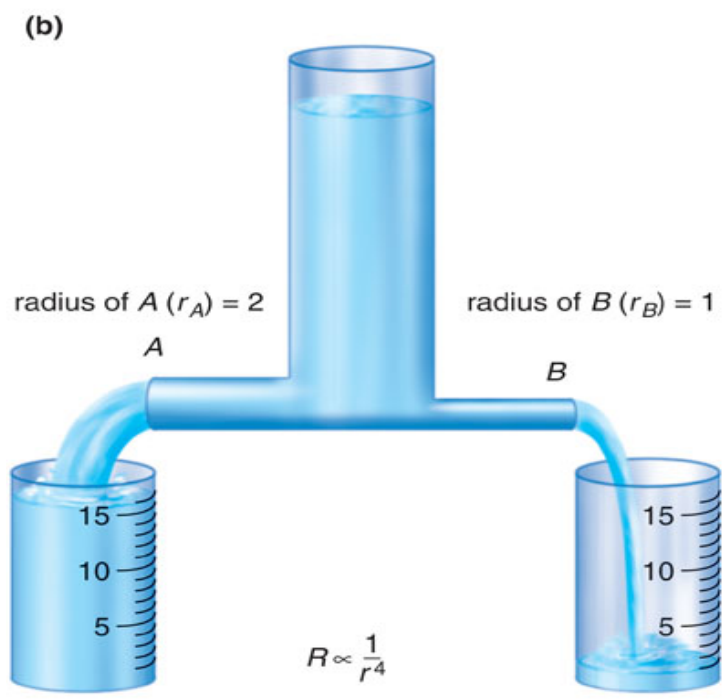
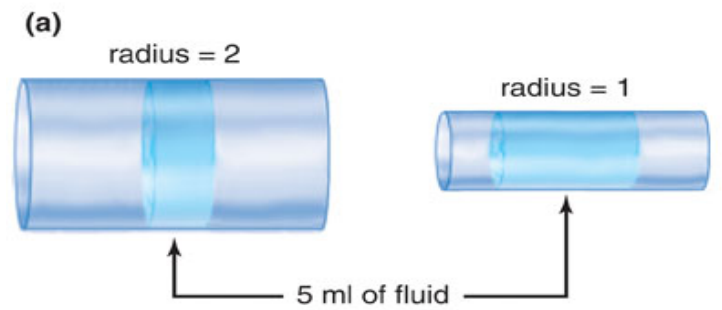
# Direnç

- Dirence sebep olan 3 faktör :
  1. Kanın Viskozitesi (hacim ve kırmızı kan hücrelerinin sayısı etkiler.)
  2. Toplam Kan Damarı Uzunluğu (sabittir)
  3. Kan Damarı Çapı (gevşemiş damarlar direnci azaltır, daralmış damarlar arttırır; bu, damar sistemindeki direncin dakika dakika kontrolü için en büyük yardımcıdır.

# Basınç, Debi ve Direnç



**Fig. 12-4**



$$R_A \propto \frac{1}{(r_A)^4} = \frac{1}{2^4} = \frac{1}{16}$$

$$R_B \propto \frac{1}{(r_B)^4} = \frac{1}{1^4} = \frac{1}{1} = 1$$

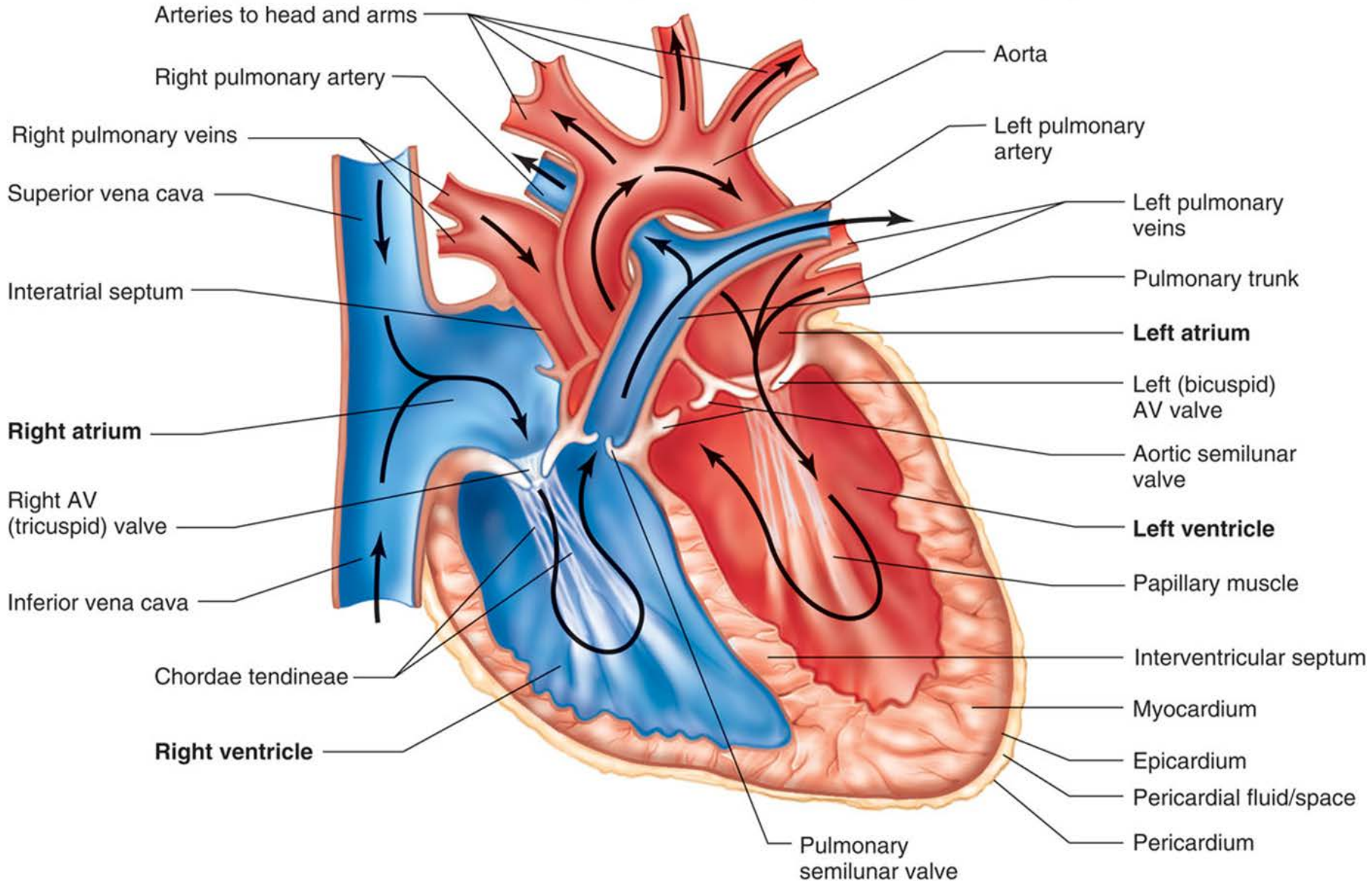
Since flow =  $\frac{\Delta P}{R}$  and  $R_B = 16 \times R_A$ ,

Flow in B =  $\frac{1}{16}$  of flow in A.

**Fig. 12--5**

# Kalbin Anatomisi

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.





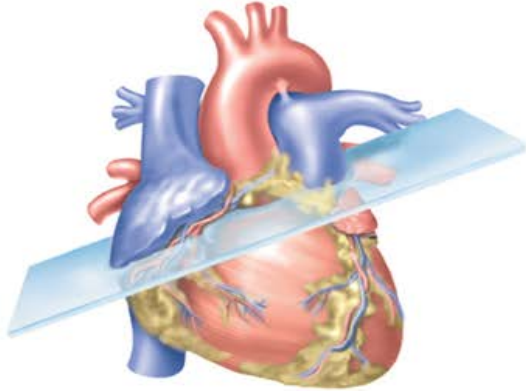
# Kalbin Katmanları

- **Perikard:** En dış koruyucu fibroz bir tabakadır. Epikard, diğer bir fibröz tabaka olup kalbe sıkıca yapışıktır ve perikard ile arasında çok dar boşlukta kaydırıcı sıvı bulunur.
- **Miyokard:** Kalp kasının orta tabakasıdır. Miyokard, kalp kasından oluşur ve kalbin ağırlığının büyük kısmını oluşturur. Bu kasılan tabakadır.
- **Endokard:** İç tabaka, tüm kandamarlarının içini de kaplayan endotel hücreleri gibi ince bir bağ dokusu miyokardın iç yüzeyini kaplamıştır.

# Kalbin Kapakları

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

(a)



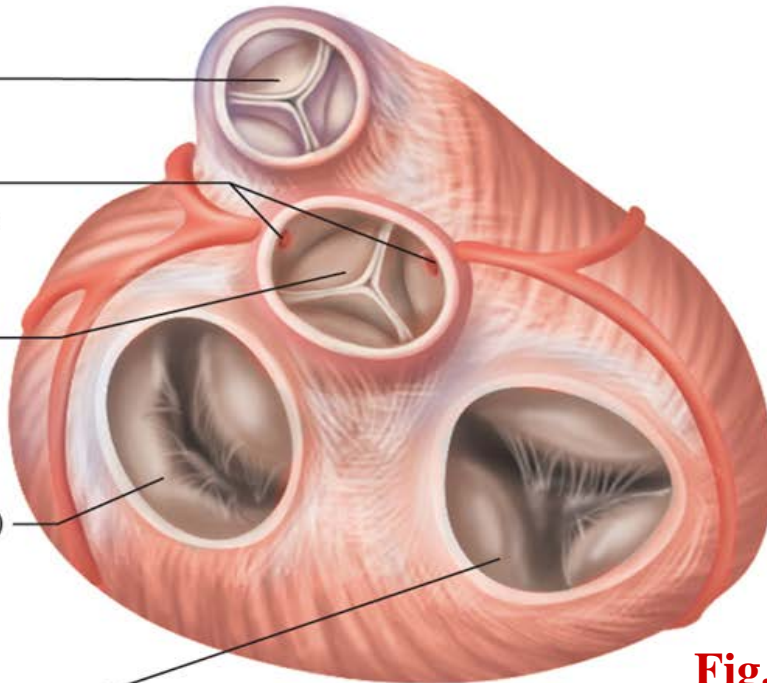
Pulmonary semilunar valve

Openings to coronary arteries

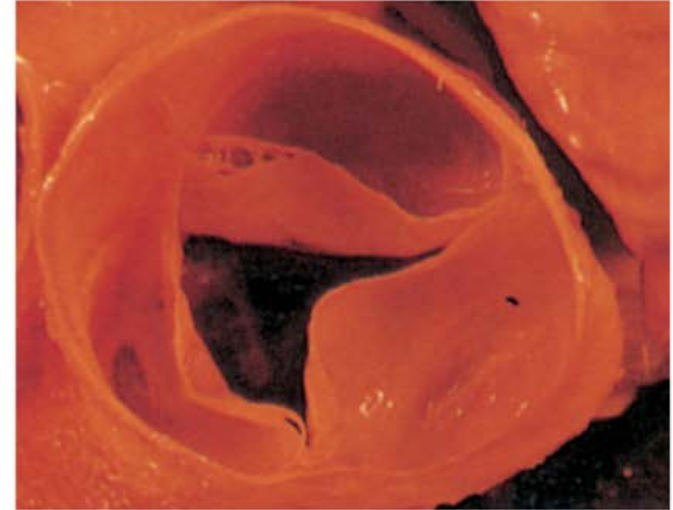
Aortic semilunar valve

Left AV (bicuspid) valve

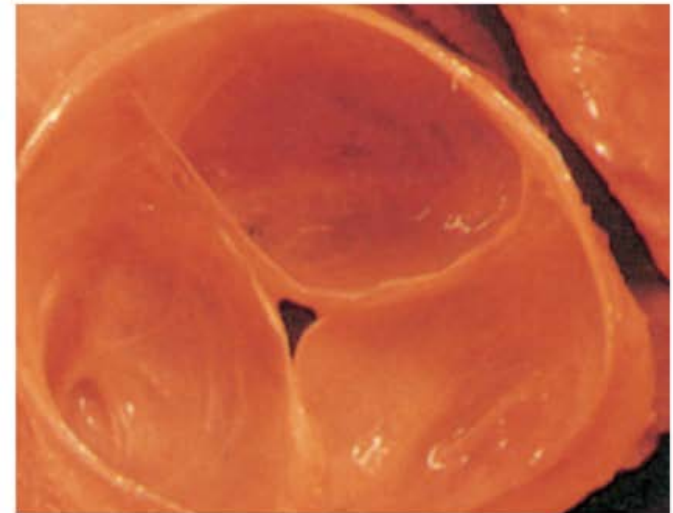
Right AV (tricuspid) valve



(b)



Valve partly open



Valve almost completely closed

**Fig. 12-7**

# Kalp Kası

- Miyokardın kalp kası hücreleri birbirine sıkıca bağlı tabakalar halinde düzenlenmiştir ve kan dolu odacıkları tamamen çevreler.
- Bir odacığın duvarları kasıldığında, tıpkı bir yumruk yapar gibi büzülür ve içerdikleri kan üzerine basınç uygularlar.
- kalp hücrelerinin tümü her kalp atışıyla kasılırlar bu sebeple bu hücreler hiç dinlenmezler.
- Kalbin kas hücrelerini yenilenmesi için sadece bir sınırlı yeteneği vardır. Son araştırmalar, yılda kalp kası hücrelerinin yalnızca % 1'inin yenilenebildiğini gösteriyor. Bu nedenle kalp krizleri ile sonuçlanan miyokard hücrelerinin ölümü sonrasında onarımı çok zordur.

# Kalbin İletim Sistemi

- Kalp hücrelerinin yaklaşık % 1'i kasılmada görev almayıp bunun yerine normal kalp uyarılması için vazgeçilemez öneme haiz olan özelleşmiş niteliklere sahiptirler.
- Bu hücreler kalbin **ileti sistemi** olarak bilinen bir ağ oluştururlar ve gedikli bağlantıları (gap junctions) aracılığıyla kalp kasları ile elektriksel iletişimde bulunurlar.
- İleti sistemi kalp atımını başlatır ve bir aksiyon potansiyelin (uyarının) kalbin her yerine hızlıca yayılmasına yardım eder.

# Kalbin Sinir Donanımı

- Kalp, zengin olarak sempatik ve parasempatik sinir lifleri ile donatılmıştır.
- Kalbin çalışması serebrum, hipotalamus, medulla oblongata, ve otonom sinir sistemi tarafından farklı seviyelerde düzenlenir.
- Otonom sinir sisteminin kalp üzerindeki etkileri düzenleyici tarzdadır, kalbi hızlandırır yada yavaşlatır ve kalp atımlarının oluşması için gerekli değildir.
- Ana kontrol merkezi **medulla oblongata**da bulunmaktadır.
- Bu merkez serebrum ve hipotalamustan vücut ısısı, duygular, düşünceler ve stres hakkında duyuşal inputlar aldığı gibi aortik ark duvarından ve karotid arter sinüslerinde bulunan baroreseptör ve kemoreseptörlerden de duyuşal inputlar alır.



# Kalbin Sinir Donanımı

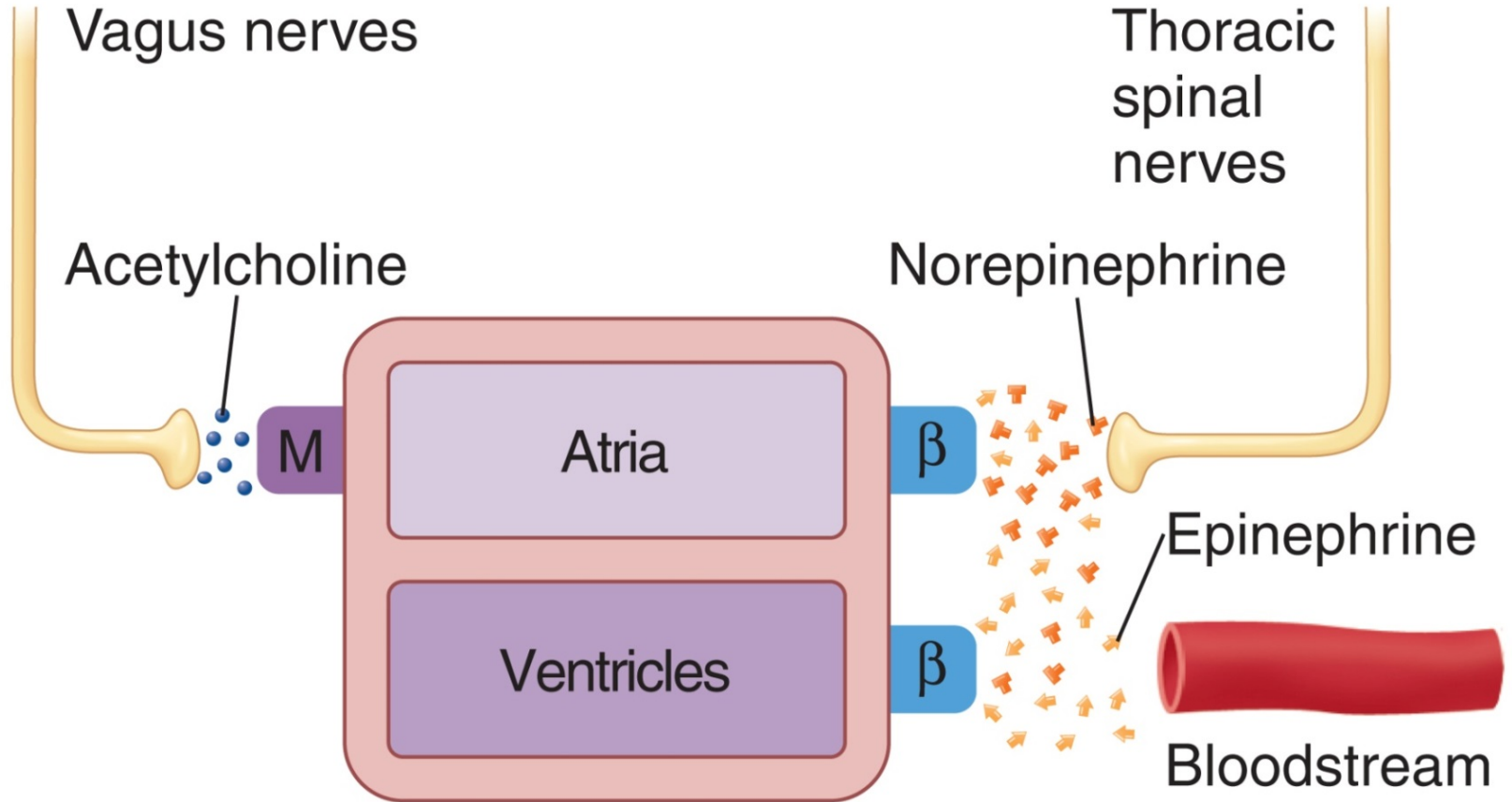
- PSNS lifleri, atriumdaki düğüm hücrelerini inerve eder ve öncelikle asetilkolin salgılamak; SNS lifleri tüm kalp kasını ve düğüm hücrelerini inerve eder ve noradrenalin(NE) salgılar.
- Kalp kası üzerindeki NE almaçları çoğunlukla beta adrenerjiktir. Adrenal medulladan gelen epinefrin hormonu (adrenalin), NE gibi aynı almaçlara bağlanır ve kalpte aynı etkiyi gösterir. SNS,
- 1-Sinüs düğümünün ileti hızını artırır,
- 2-Kalbin bütün bölümlerinde ileti hızını ve uyarılabilirlik durumunu artırır,
- 3-hem atrium hemde ventrikül kasının kasılma kuvvetini artırır.
- Sonuçta sempatik uyarılma ile kalbin pompalama hızı ve gücü artar.
- Parasempatik kontrol vagus siniri ile gerçekleştirilir. Asetilkolin SA nodunun ritmini ve uyarıların ventriküllere geçişini yavaşlatır.
- •Sonuçta parasempatik uyarılma ile kalp hızını yavaşlatır.

# Kalbin Sinir Donatısı

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

**Parasympathetic**

**Sympathetic**



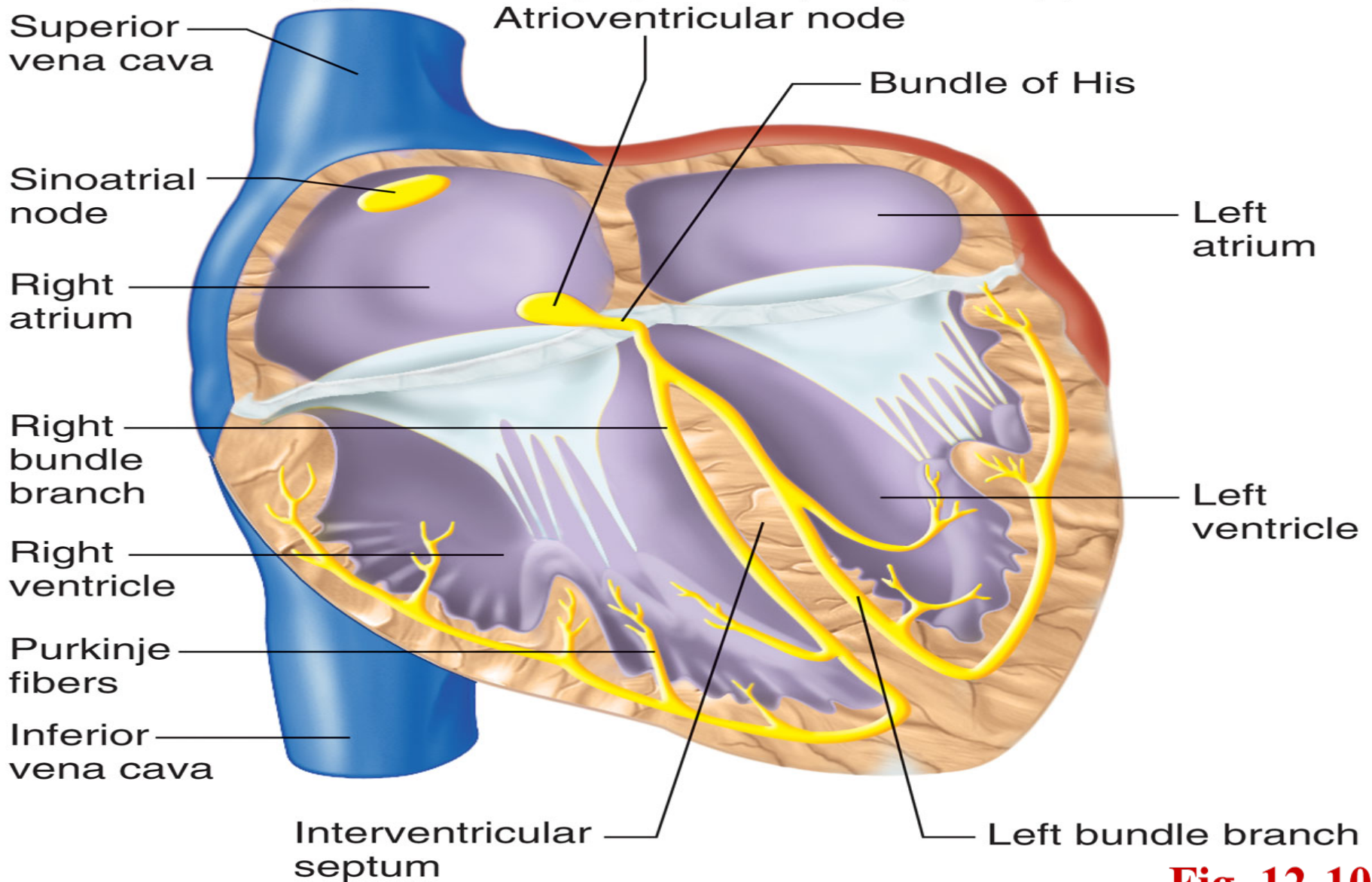
**Fig. 12-9**

# Kalbin Kan Desteği

- Kalp odacıkları aracılığıyla pompalanan kandan, miyokard hücresleri besinler ile metabolik son ürünlerin değiş-tokuşunu doğrudan yapamaz.
- Bunlar tıpkı diğer organ hücresleri gibi kan desteklerini aorttan dallanan arterlerden alır.
- Miyokardı besleyen Koroner arterler, aortun hemen ilk kısmındaki aort kapaklarının arkasından çıkarlar ve diğer organlarda olduğu şekilde ince arterler, arteriyoller, kılcal damarlar, küçük venüllerin ve toplardamarların yaptığı dallanan bir ağa giderler.
- Kalp toplardamarlarının çoğu sağ kulakçığa açılan tek bir geniş vene boşalırlar (koroner sinüs).

# Kalp Atımının Eşgüdümü

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



**Fig. 12-10**

# Kalbin Uyarılma Zinciri

- Sinyal **sinoatrial düğümde** (SA) başlar. (önder-odak)  
(normal hızı dakikada yaklaşık 75 sinyal/dak)
- Depolarizasyon dalgası önce atrium kas hücrelerine yayılır ve aynı anda düğümler arası yol aracılığıyla **atrioventriküler düğüme** (AV) gider. Yayılan aksiyon potansiyel kulakçığın kasılmasına neden olur ve karıncıklar kasılmadan önce karıncıkları tamamen doldurur.
- Depolarizasyon dalgası AV düğümü üzerinden geçerken görece olarak yavaşlatılır (0,1 sn kadar gecikmeyle) sonra interventriküler septum üzerinden aşağıya doğru yayılır.
- His demeti denilen ileti lifleri iki kola ayrılarak kalbin apeksinde birbirinden ayrılan ve her iki ventrikül duvarına giren demet dallarına ayrılır. Bu lifler daha sonra uyarıyı ventriküllerin büyük bölümüne hızla dağıtan kalın çaplı **Purkinje lifleri** ile temas eder.
- **Purkinje lifleri** ayrıca kulakçık kapakçıklarından kanın geri akışı önlemek için AV kapakları içeriden tutan papiller kasları uyararak kapakların kapalı tutulmasını sağlar.



# Uyarılma Zinciri

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

**Atrial excitation**

**Ventricular excitation**

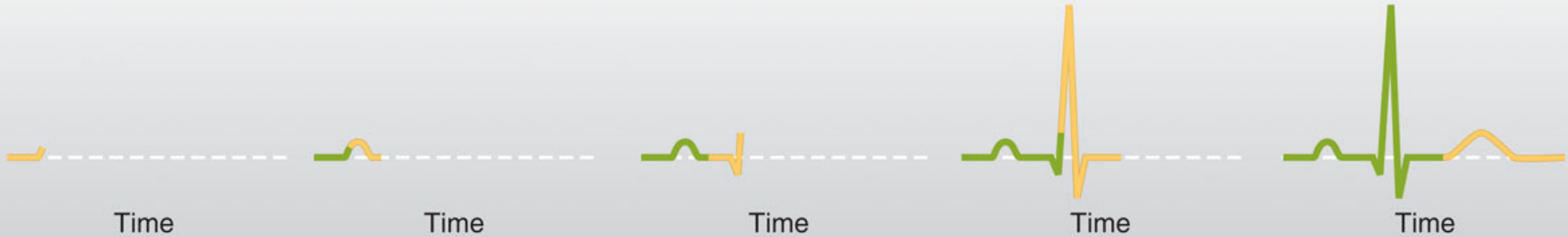
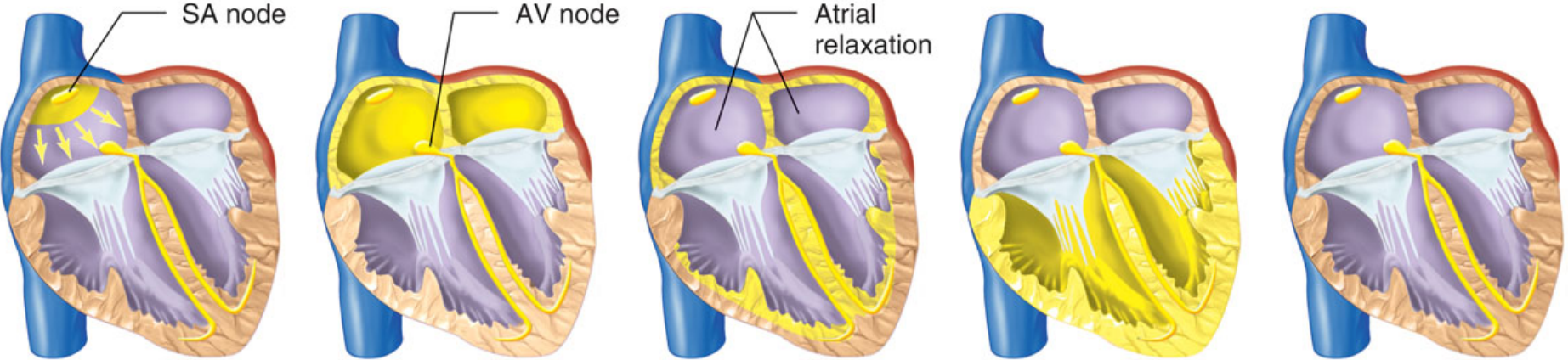
**Ventricular relaxation**

Begins

Complete

Begins

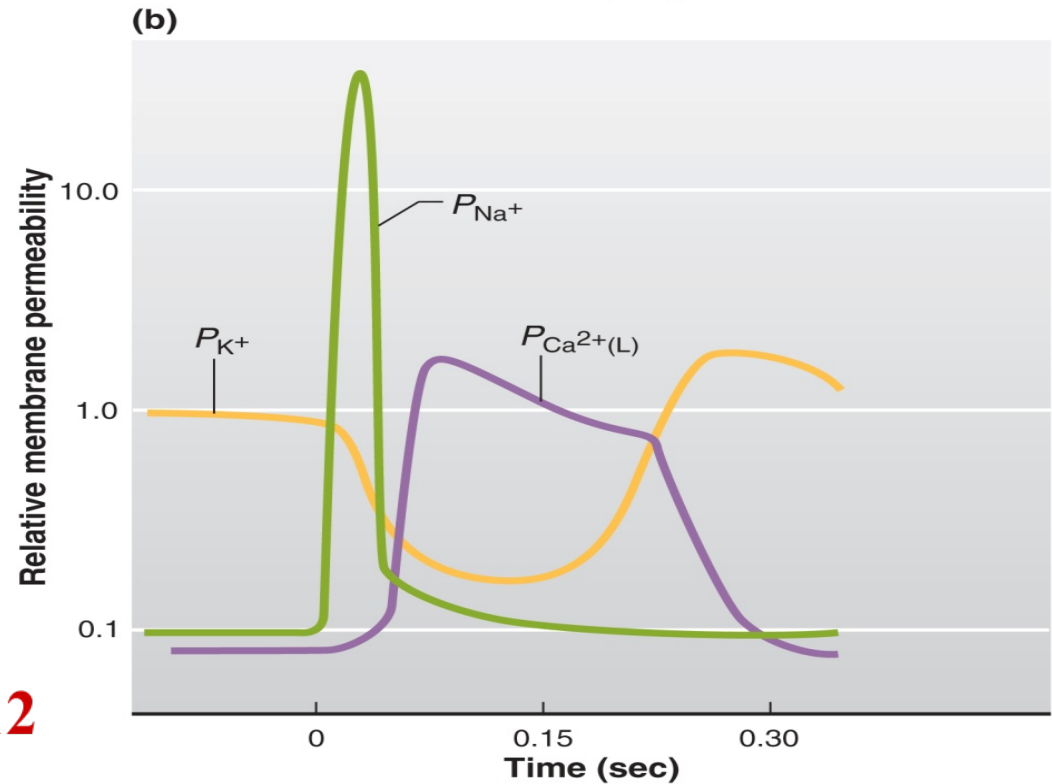
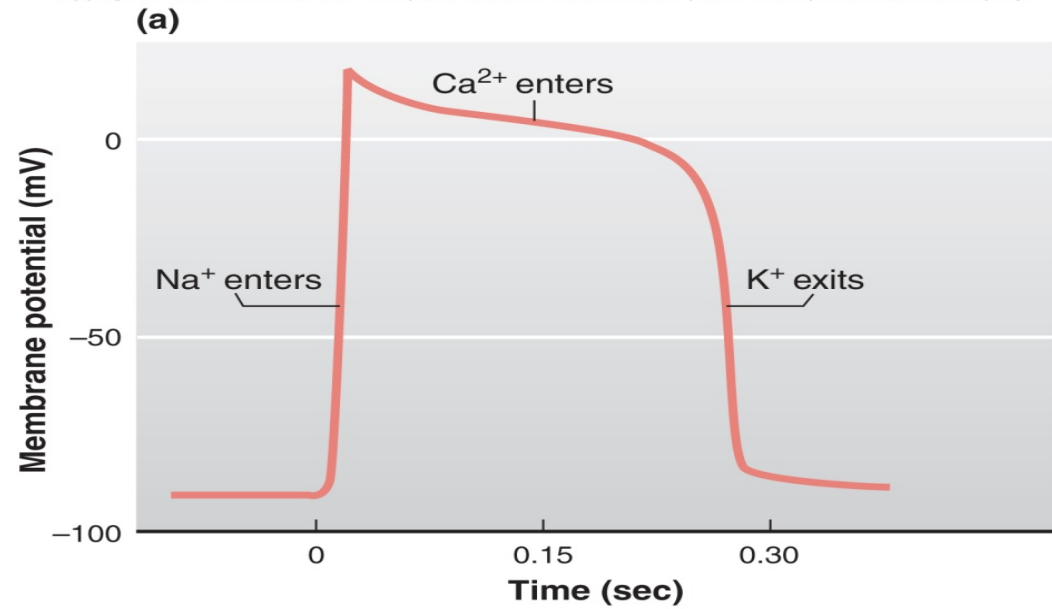
Complete



Electrocardiogram

**Fig. 12-11**

# Kalp Aksiyon Potansiyeli



**Fig. 12-12**

# Düğüm Hücreleri

- İleti sistemindeki kendiliğinden aksiyon potansiyel üretebilen **Düğüm hücreleri** otoritmisiteye sahiptir ve **sinoatrial düğümde** (SA), **antrioventriküler düğümde** (AV), antrioventriküler demette, purkinje liflerinde (karıncıkların duvarında bulunan) ve AV demet dallarında bulunurlar.
- Sağlıklı bir kalpte SA düğümü doğal bir pildir (pacemaker) ve kasılmaya sebep olan elektriksel impulsları kontrol eder.
- SA düğümündeki ya da kalp duvarındaki herhangi bir hasar bu çevrime zarar verir ve problemlere sebep olur.

# SA Dügümünün Uyarımı

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

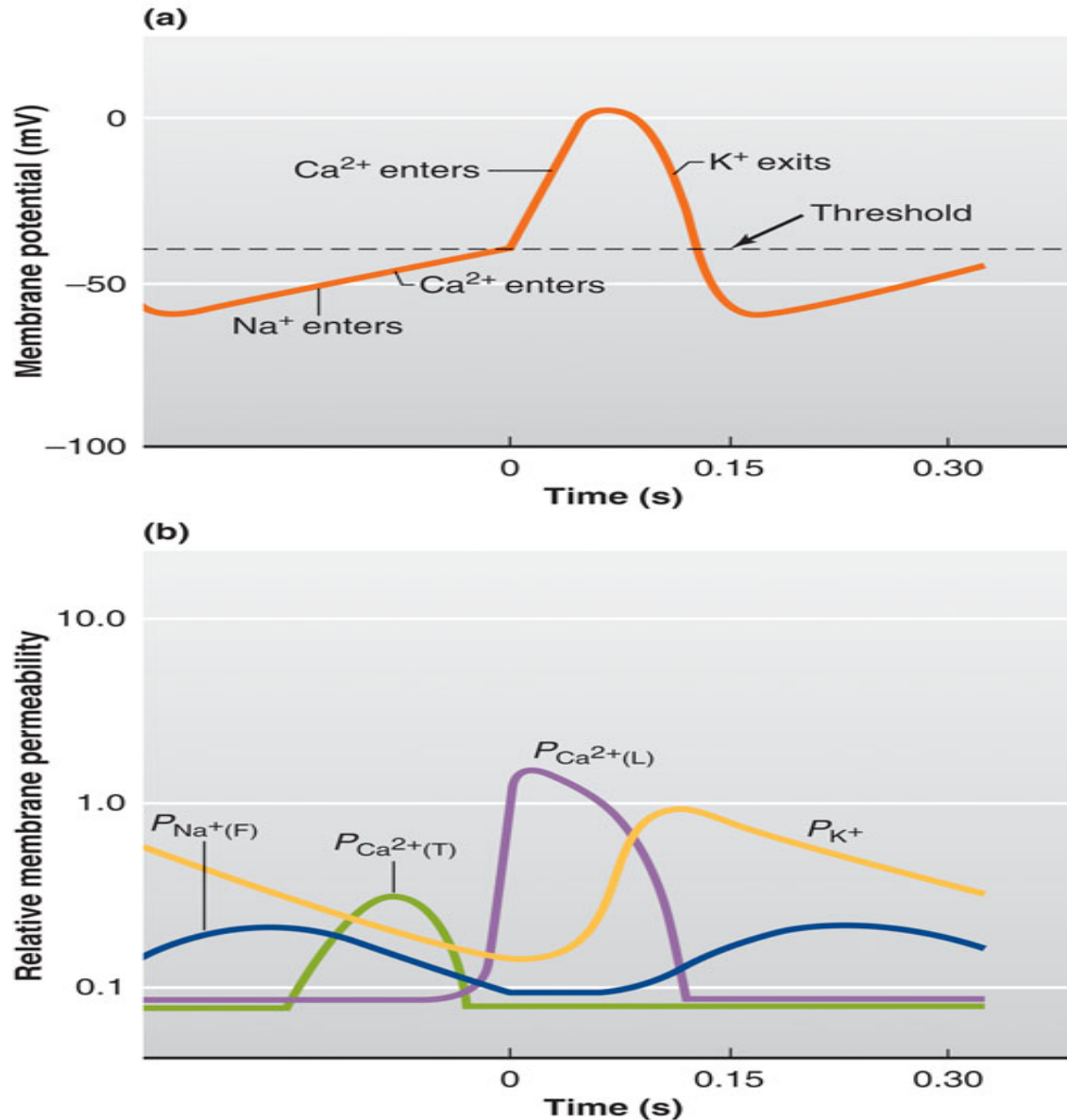


Fig. 12-13

# Klinik Sorunlar

- Düzensiz kalp atışı (Arrhythmias), iletim sistemindeki bir kusurdan kaynaklanan plansız atriyal ve ventriküler kasılmalardır.
- Bir fibrilasyon, SA düğümün kalp hızını kontrol edemediği yerlerdeki ani ve düzensiz (genellikle faz dışı) kasılmalardır.
- Bir atrial fibrilasyon (atrial titreme), pıhtılaşmaya ve karıncıkların yetersiz dolumuna sebep olabilir.
- Bir ventriküler fibrilasyon daha hayatidir. Karıncıklar doldurmadan pompalar ve dolaşımdan sonra ritim hızlı şekilde yeniden kurulmazsa karıncıklar durur ve beyin ölümü meydana gelir.
- Defibrilasyon, kalbi normal SA ritmine döndürecek şok etkisi için kullanılan elektriksel bir uygulamadır. Kronik durumlar için “pacemaker” implantı yaptırılabilir (kalp pili). Kalp pili, SA düğüm yerine elektriksel uyarı yapan bir cihazdır.

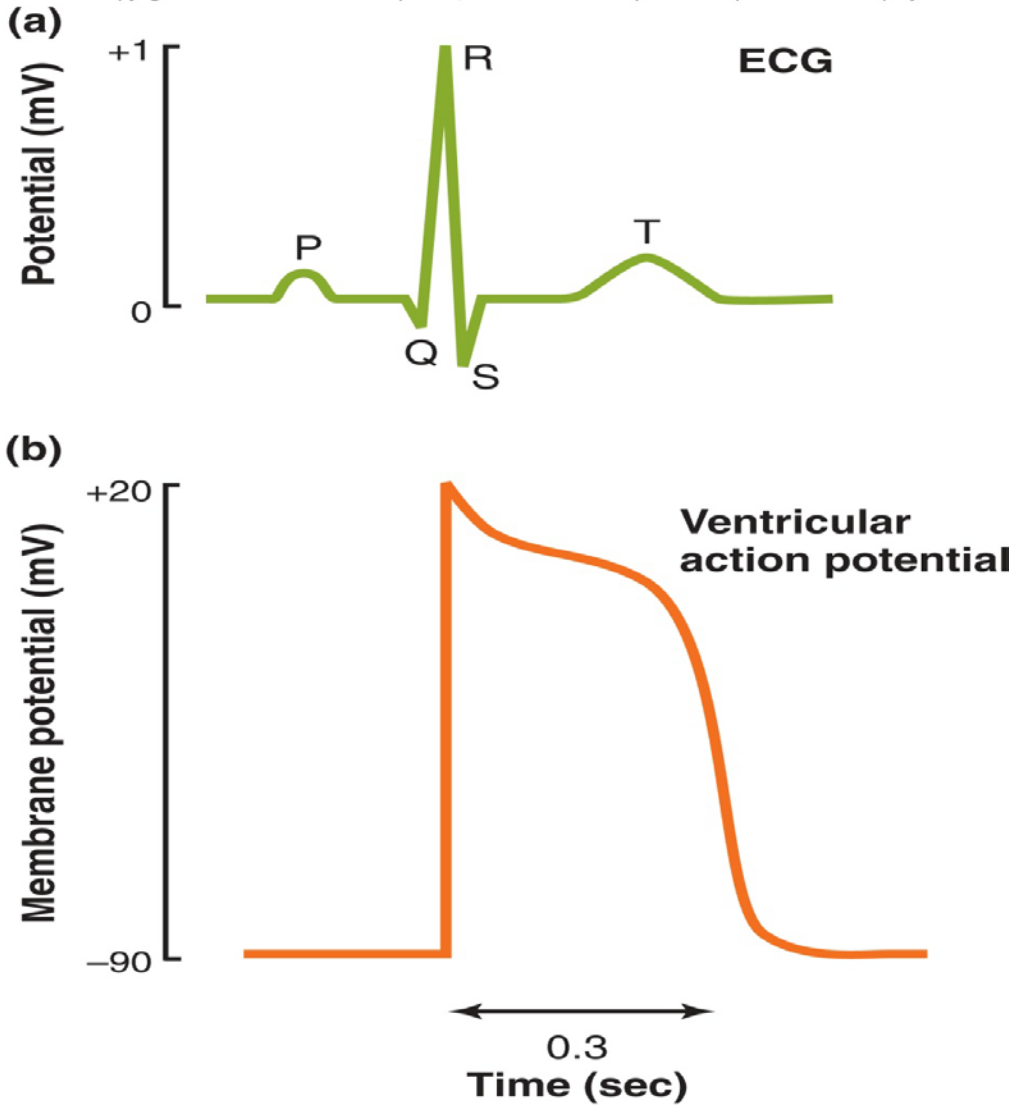


# Klinik Sorunlar

- Ektopik (normal yerinden başka yerde bulunan) odak, genellikle SA düğümünden hızlı gittiği için iletim sisteminin yerine geçen anormal bir kalp pilidir.
- SA düğümü zarar görürse AV düğümü (~dakikada 60 atış) yerine geçebilir. Bu normal dolaşım için yine de yeterlidir.
- Zamanından önce olan kasılma ekstrasistol olarak adlandırılır. Preventriküler kasılmalar (PVCs) en çok problem yaratanlardır.
- AV düğümdeki hasar kalp bloğuna yol açar. AV düğümü kulakçıklar ve karıncıklar arasındaki tek bağlantıdır. Bunun dereceleri vardır; tam bir blok karıncıkların kendilerine özgü bir hızda atması demektir ama bu dolaşımı sürdüremeyecek kadar yavaştır. Kısmi blokta impuls yavaştır ama sonuçlanır. Bir kalp pili bunu tedavi etmek için kullanılmalıdır.
- Bu anormalliklerin çoğu elektrokardiyogram üzerinden görülebilir.

# Elektrokardiyogram

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



**Fig. 12-14**

# Elektrokardiyogram

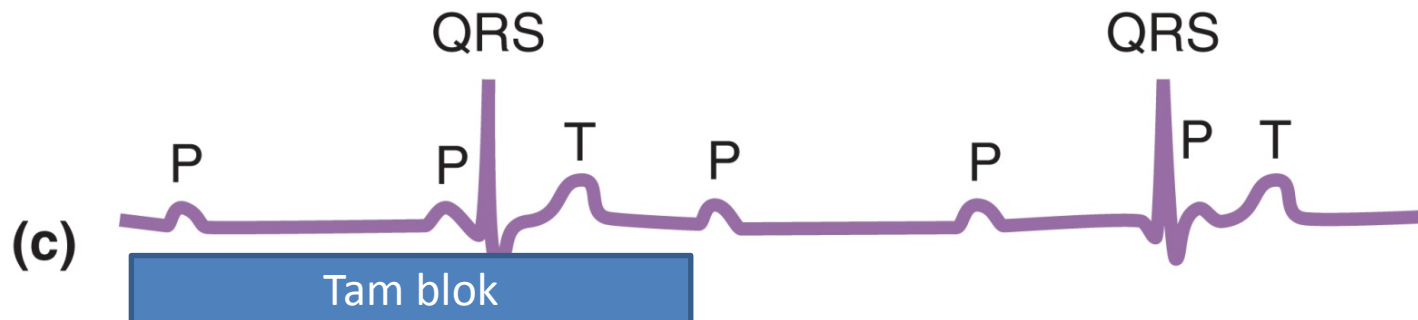
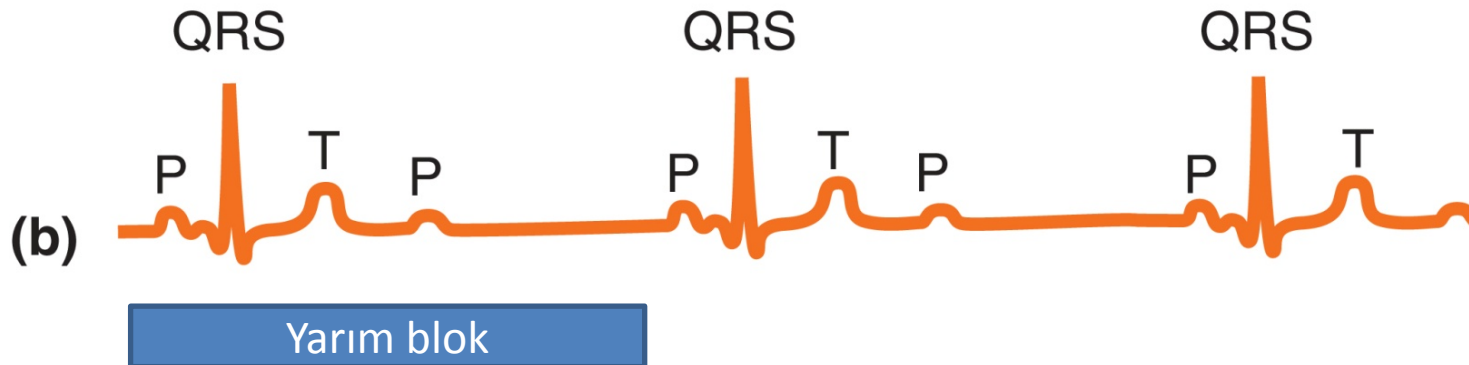
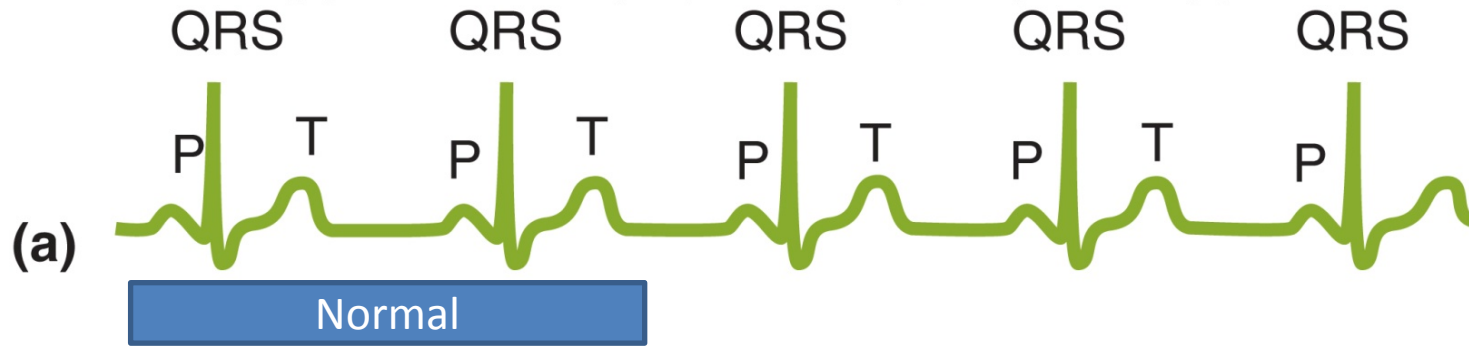
- Kalbin elektriksel aktivitesini kaydeden bir grafik.
- Elektrotlar doğru bir okuma elde etmek için düzgün bir şekilde yerleştirilmelidirler.
- Okuma, tek bir hücrenin aksiyon potansiyelinden ziyade tüm kalp kasının elektriksel aktivitelerin bir bileşimidir.

# EKG

- **P dalgası**, SA düğümünden AV düğümüne gelen depolarizasyon dalgalarının sonucudur. Kulakçıklar P dalgası başladıktan .1s sonra kasılır.
- **QRS kompleks** ventriküler depolarizasyonun sonucudur p dalgasından 0,15 s sonra görülür ve ardından ventriküler kasılma oluşur.
- Ventriküler repolarizasyon sonucu **T dalgası** oluşur.
- Atrial repolarizasyonu, QRS kompleks tarafından örtülür/belirsizleştirir.

# Elektrokardiyogramlar

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



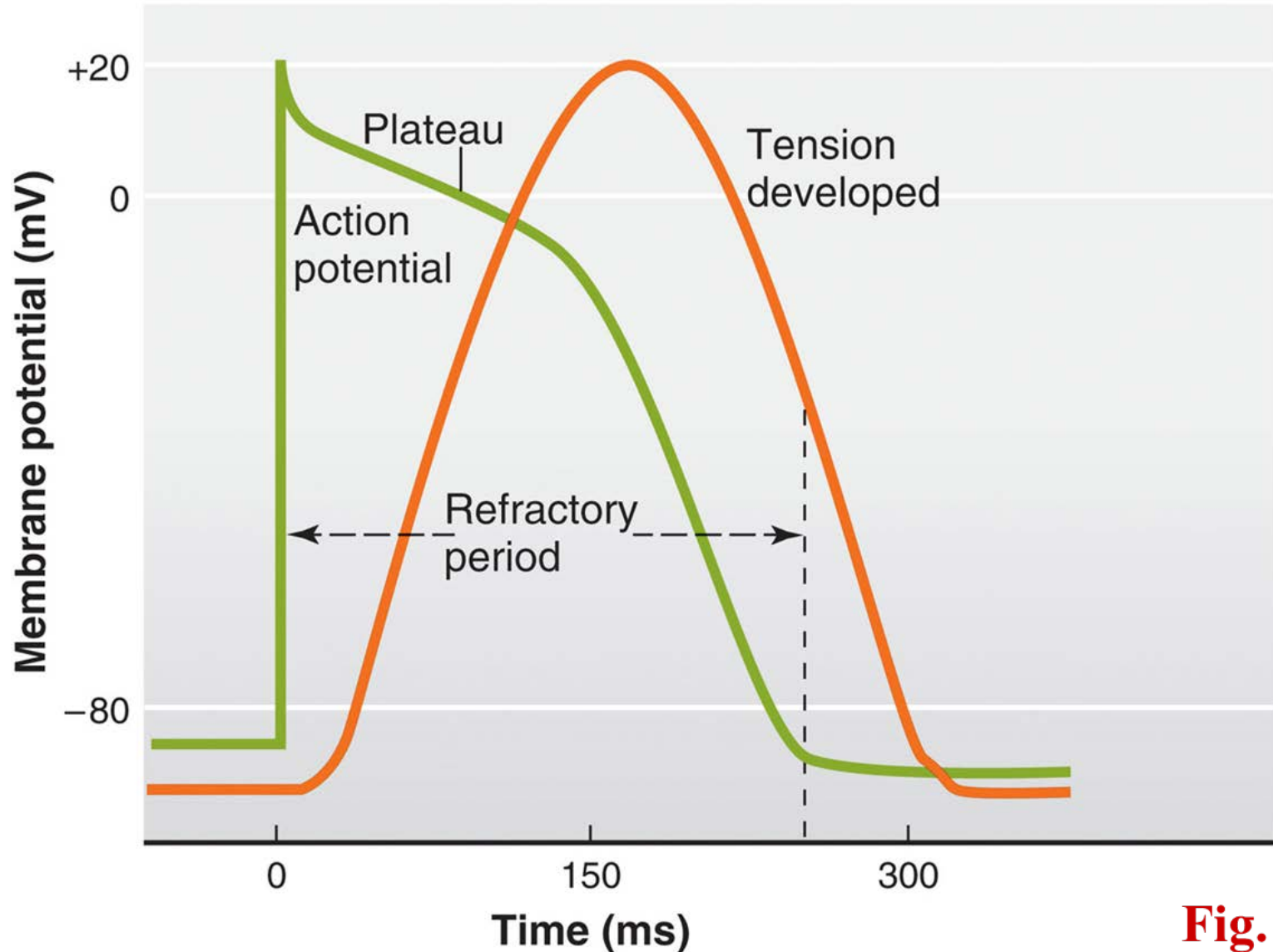
**Fig. 12-16**

# Uyarılma- Kasılma Eşleşmesi

- Aksiyon potansiyelin plato evresi sırasında L-tipi kalsiyum kanalları aracılığıyla hücre dışı kalsiyumun küçük bir miktarı hücreye girer.
- Bu kalsiyum **sarkoplazmik retikulumun** zarı üzerindeki ryanodin almaçlarına bağlanır ve çok daha büyük miktar kalsiyumun salımına yol açar.
- İnce flamanlar ve çapraz köprülenme döngüsünün  $Ca^{2+}$  ile etkinleştirilmesi, daha sonra kuvvet üretilmesine yolaçar.
- $Ca^{2+}$  un  $Ca^{2+}$  ATPaz Na/Ca pompaları aracılığıyla hücre dışı sıvı ve SR a geri gönderilmesiyle kasılma sona erer
- Kasılma gücünü, uyarılma sırasındaki oluşan sitolojik  $Ca^{2+}$  derişimi kontrol eder.

# Kalbin Refraktör Döngüsü

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



**Fig. 12-17**



# Kardiyak Döngü

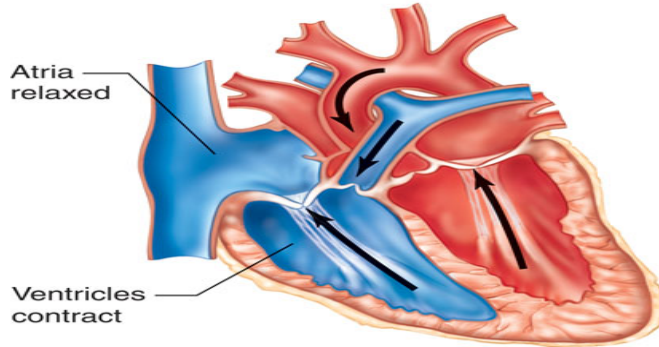
- Kardiyak döngü, bir kalp atışı boyunca kalp aracılığıyla kan akışı ile ilgili tüm mekanik olaylardır.
- Sistol kasılma fazıdır.(Ventriküler)0,3 s
- Diastol gevşeme fazıdır. 0,5s

# Kardiyak Döngünün Mekanik Olayları

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

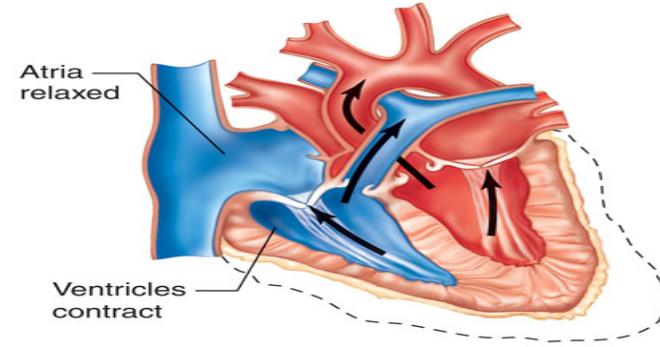
(a) Systole

**Isovolumetric ventricular contraction**



**Ventricular ejection**

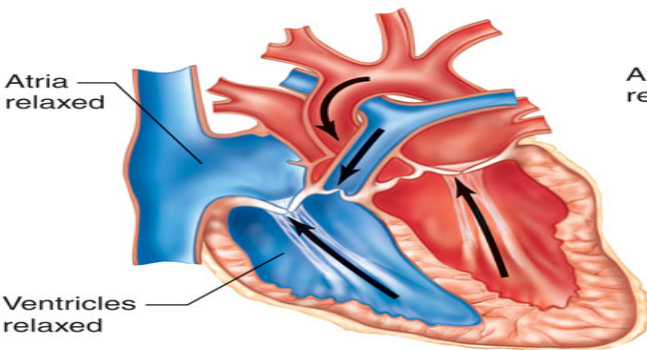
Blood flows out of ventricle



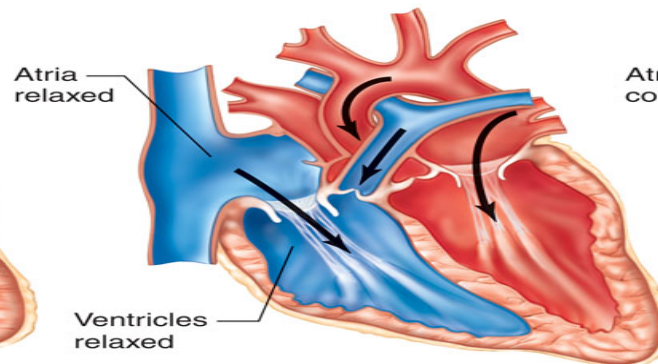
AV valves:	Closed	Closed
Aortic and pulmonary valves:	Closed	Open

(b) Diastole

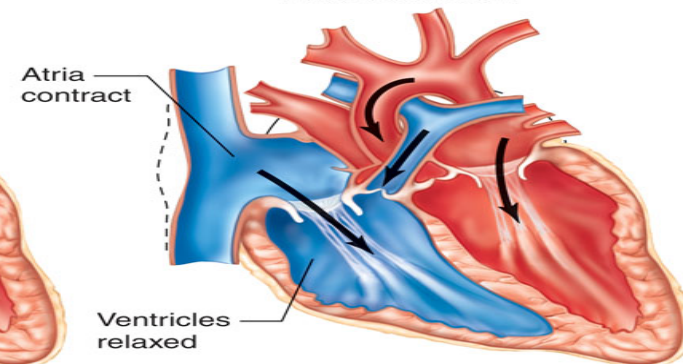
**Isovolumetric ventricular relaxation**



**Ventricular filling**  
Blood flows into ventricles



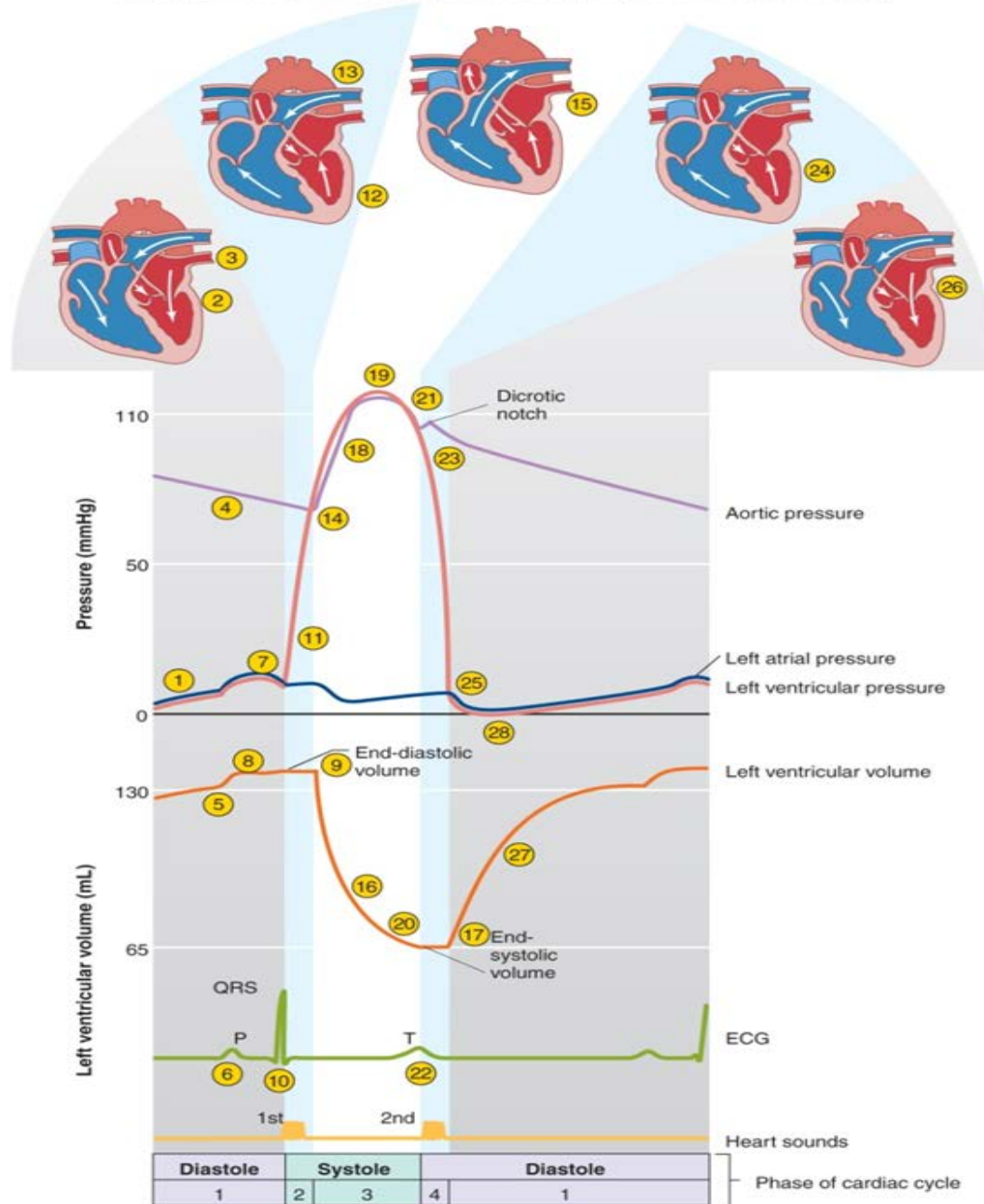
**Atrial contraction**



AV valves:	Closed	Open	Open
Aortic and pulmonary valves:	Closed	Closed	Closed

**Fig. 12-18**

# Kardiyak Döngü



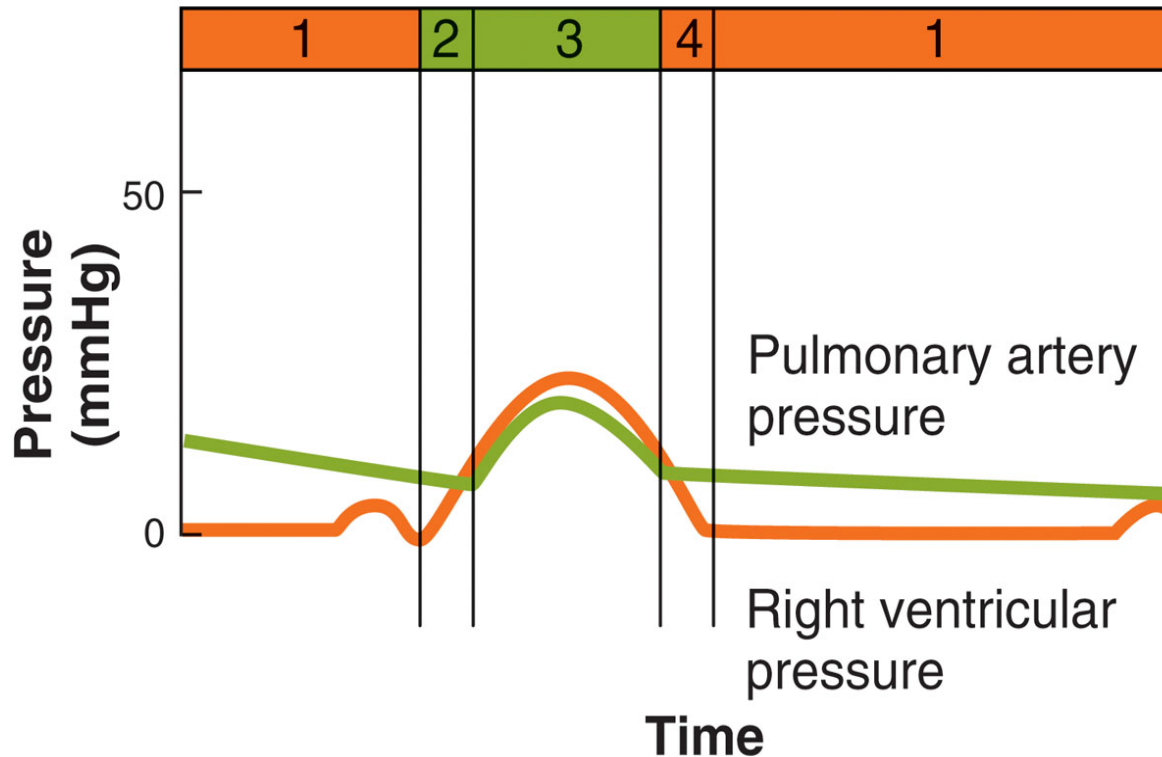
- 1 = Ventricular filling
- 2 = Isovolumetric ventricular contraction
- 3 = Ventricular ejection
- 4 = Isovolumetric ventricular relaxation

**Fig. 12-19**

# Pulmoner Dolaşım Basınçları

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

- 1 = Ventricular filling
- 2 = Isovolumetric ventricular contraction
- 3 = Ventricular ejection
- 4 = Isovolumetric ventricular relaxation



**Fig. 12-20**

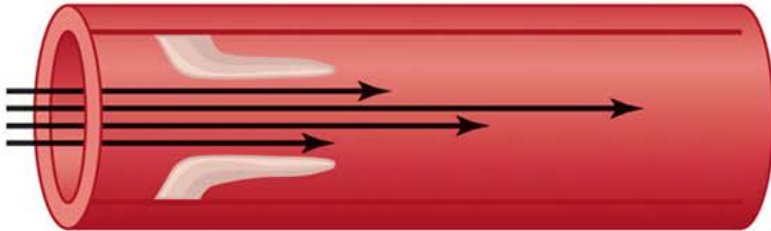
# Klinik Sorunlar

- Anormal kalp sesleri kardiyak üfürümler (heart murmurs) olarak adlandırılır.
- Düzgün/laminer bir akış için kan akışı oldukça sessiz olmalıdır. Onu engelleyen herhangi bir şeye çarparsa, türbülanslı olacak ve stetoskop ile duyulabilecek ses üretecektir.
- Yetişkinlerdeki kardiyak üfürümlerin çoğu sebebi kapakçık problemleridir. Kapakçık düzgün bir şekilde kapanmazsa, bir hışırtıdan sonra ses duyulur. Eğer kapakçıklar tıkanırsa, tiz bir ses ya da bir tık (click) sesi duyulabilir.

# Kalp Sesleri

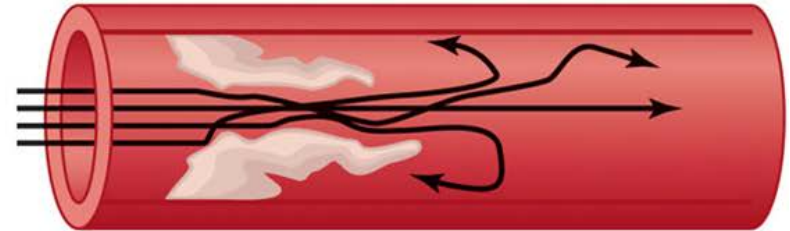
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

Normal open valve



Laminar flow = quiet

Stenotic valve



Narrowed valve  
Turbulent flow = murmur

Normal closed valve



No flow = quiet

Insufficient valve



Leaky valve  
Turbulent backflow = murmur

(a)

(b)

**Fig. 12-21**



# Kardiyak Çıkış/Kalp Debisi

- Kardiyak çıkış, bir dakikada her bir karıncıktan pompalanan kan miktarıdır.
- Kalp hızı (HR) ile strok hacminin (SV) çarpımıdır.  
**CO=HR x SV** (72x0,070)=5 L/dak
- Yani kalp 1 dakikada 5 litre, bir saatte 300 litre, bir günde 7400 litre kan pompalar.
- Normal kalp debisi 5L/dak dır.,
- Kararlı durumda sistemik ve pulmoner devrelerden akan kan debisi birbirine eşittir.
- Fakat kalp egzersiz ve stresli durumlarda bundan çok daha fazla miktarlarda kan pompalayabilir, buna **kardiyak rezerv** denir.(normal genç % 300-400, antrenmanlı bir sporcu % 500-600)



# Kalp Atım Hızının Denetlenmesi

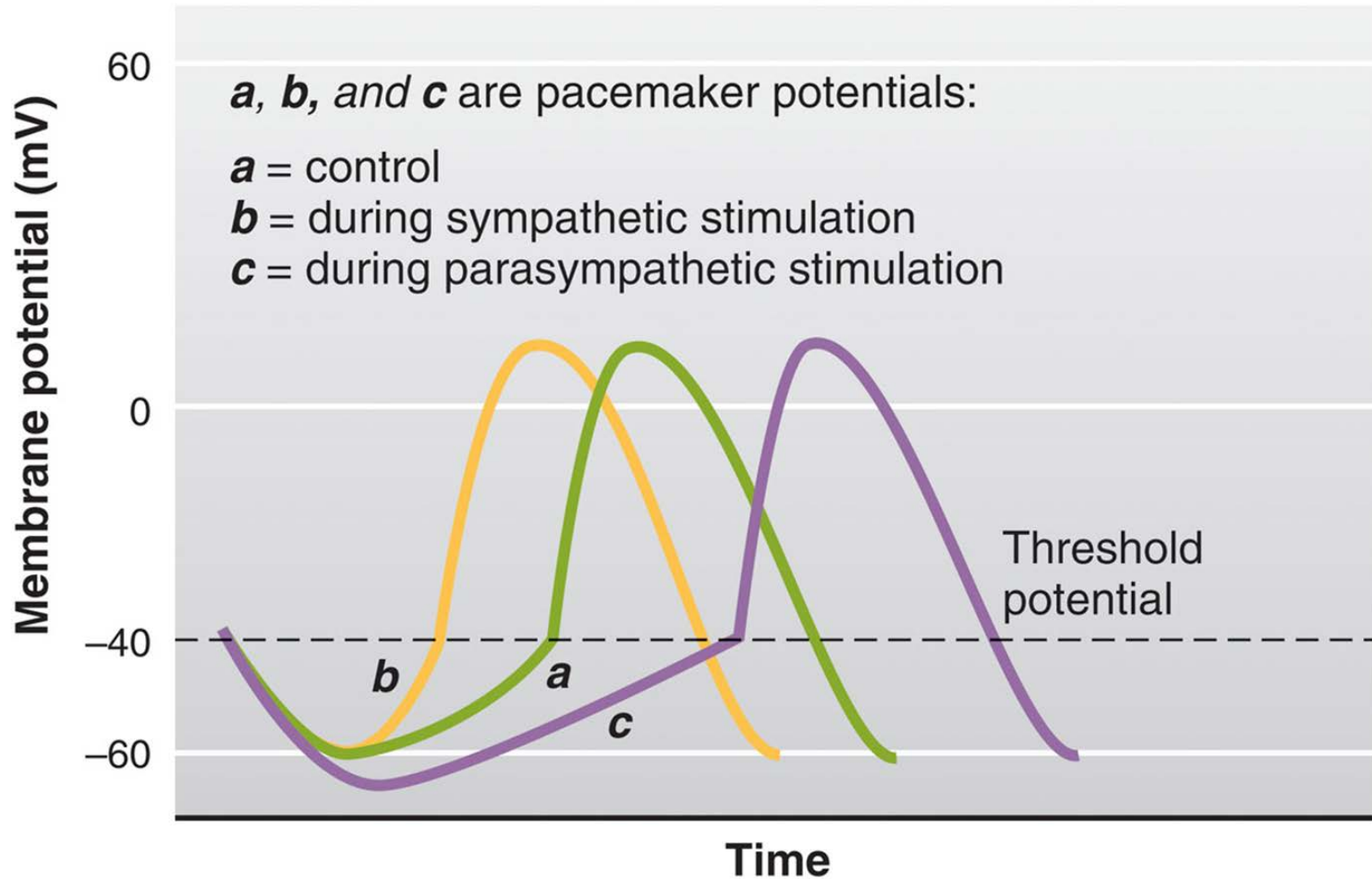
- Sağlıklı bir sistemde SV, her atımda fırlatılan kan miktarı yaklaşık sabittir. Vucudun toplam kan hacmi düşer ya da kalp güçsüzleşirse, bu durumda SV azalır ve kalp debisi(**CO**), hız (**HR**) artışı aracılığıyla korunur.

$$\text{CO} = \text{SV} \times \text{HR}$$

- Yaş ve cinsiyet: Yaşla giderek azalır. Doğumda 130, yetişkinde 70-80, kadında erkekten 5-10 atım/dakika daha yüksek.
- • Postür: Yatar pozisyonda ve uykuda en düşük, dik pozisyona geçişte artar.
- • Fiziksel Aktivite/egzersiz: Egzersizin başlangıcından hemen önce veya egzersiz başlar başlamaz artar.
- SA düğümünün içsel boşalma hızı dakikada 100 atımdır, bu hız hormon ve sinirler etkisiyle değişir.
- Kalp hızı, sinir sisteminden giriş aracılığıyla kontrol edilir: SNS etkinlik kalp hızını arttırır, PSNS azaltır.
- Az da olsa ayrıca kan ısı, pH, iyon konsantrasyonları, hormonlar, sinirlilik, ağrı, egzersiz, ateş gibi otonomik kontrolün dışındaki faktörlerinde KAH üzerine etkileri vardır.

# Kalp Hızının Kontrolü

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



**Fig. 12-22**

# Atım Hacmi

- SV, diastol sonu ve sistol sonu hacimler arasındaki farktır.

$$SV = EDV - ESV$$

- Kalp her atışla ventrikül odacıklarındaki kanın yaklaşık % 60'ını (70 mL) pompalar.
- Bu, önyük (preload), ardyük (afterload) ve kontraktilite için önemlidir.

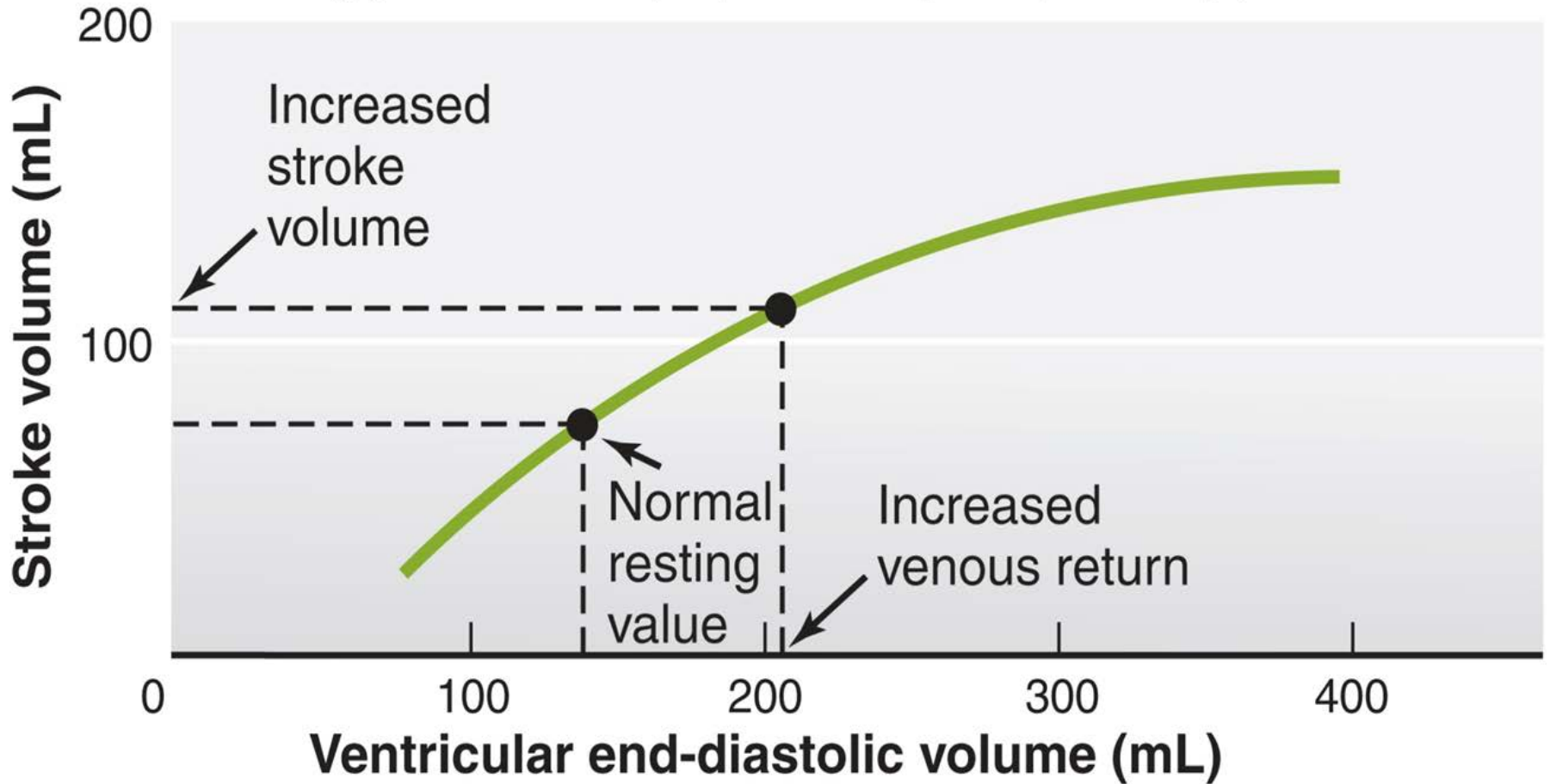
# Frank-Starling Yasası

- Starlings Yasası strok hacminin kontrolünde kritik faktörün önyük olduğunu söyler.
- Önyük, ventrikül kas hücrelerinin kasılmadan önce ne kadar esneyebildiğini gösteren bir derecedir. Maksimum kuvvet üretimi için optimum bir genleme/gerilme ilişkisi istenir, aşırı genişleme yetersiz pompalamaya sebep olur.
- Esnemeye sebep olan en önemli faktör karıncıklar içindeki kanın miktarıdır. Karıncıklar içindeki kan miktarı kirli kanın (venöz) dönüşü aracılığıyla kontrol edilir.
- Bunu, diastol sonu hacmi (EDV) kontrol eder.
- Yavaş bir kalp hızı, eksersiz(kirli kan dönüşünü arttıran her şey ve yavaşlayan kalp hızı EDV'yi arttırır).
- EDV nin artışı atım hacminin artmasına neden olur.

$$(SV= EDV-ESV)$$

# Frank-Starling Mekanizması

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



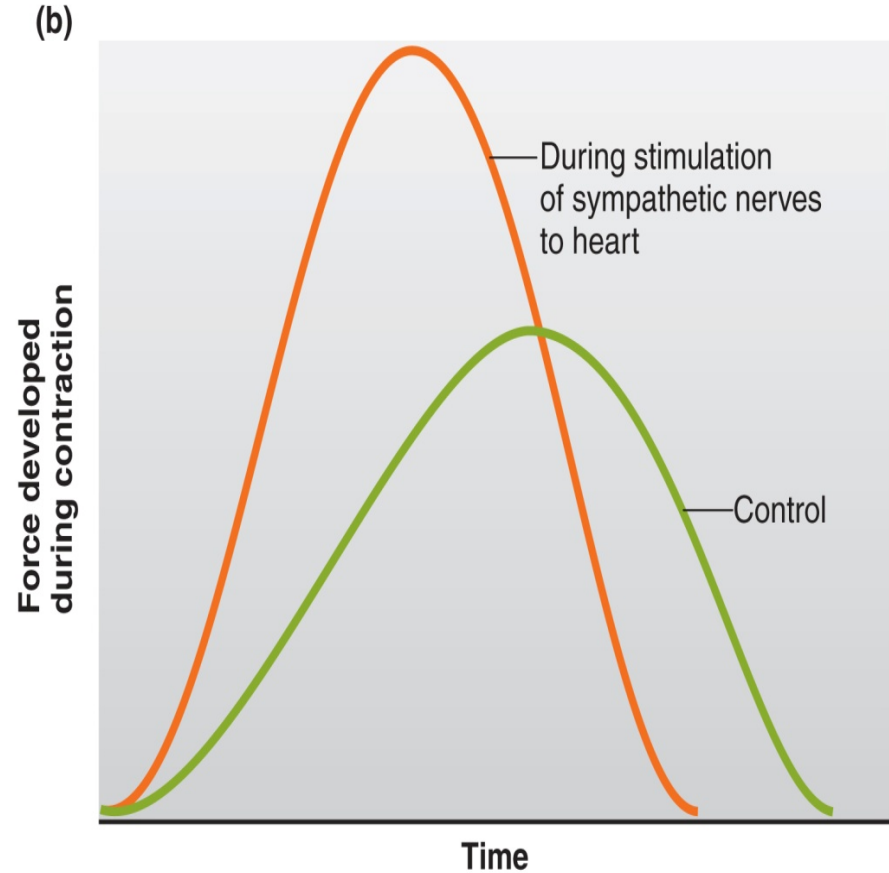
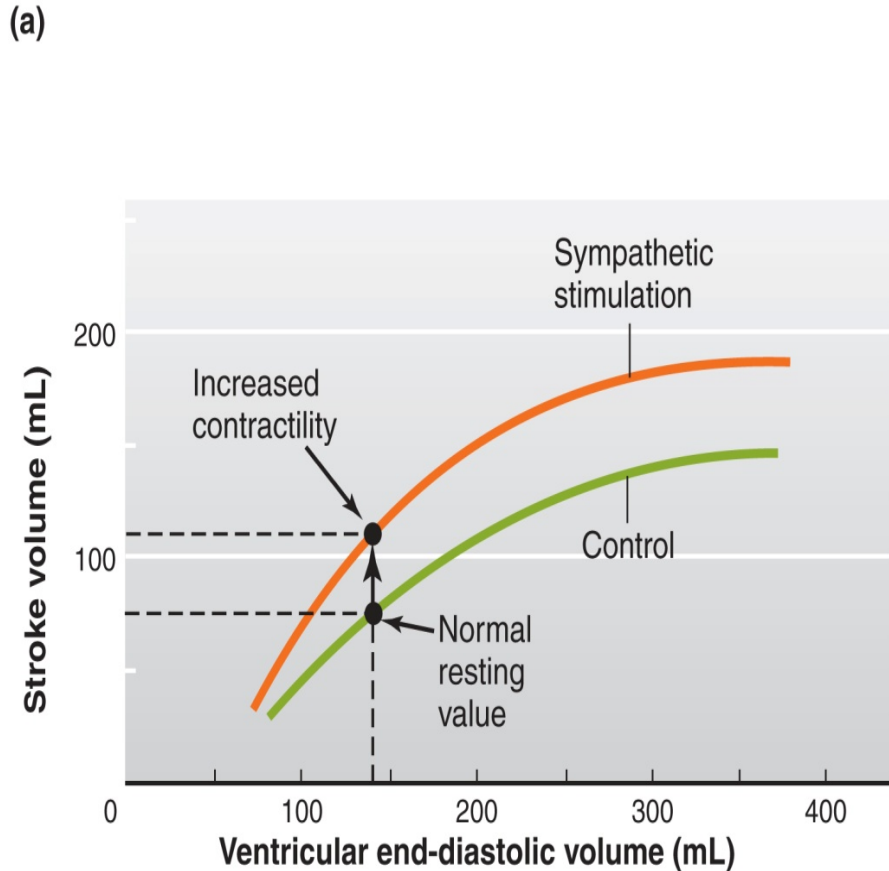
**Fig. 12-24**

# Strok Hacmi

- EDV'yi arttıran her şey ya da ventriküler kasılma kuvvetinin artışı SV'yi arttırabilir.
- Karıncıklar asla kanın tamamını boşaltamazlar dolayısıyla ne kadar güçlü bir kasılma üretilirse pompalama ile daha fazla kan dışarı atılır.
- SV'nin harici kontrolleri (ekstrinsik);
  - Ventrikül kas hücrelerini etkileyen sempatik sürücüler
    - ( Kalp kası hücrelerinin Beta1 almaçlarındaki Noradrenalin)
  - Hormonal Kontrol
    - (Tiroid hormonları kasılma kuvvetini artırabilir. Kan yolu ile gelen Epinefrin ve norepinefrin kalbin kasılma hızını ve gücünü artırır)

# Strok Hacminin Kontrolü

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



**Fig. 12-25**



# AH Kontrolü

- Atım hacmi 3 faktöre bağlı olarak değişir.
- – Sistolün başlangıcında ventrikülün içerdiği kan miktarı (diyastol sonu volüm)
- – Ventriküllerin kasılma gücü (sistol sonu volüm)
- – Ortalama aortik basınç.

# Venöz dönüş

- Venöz dönüşü ve basıncı etkileyen faktörler aynı zamanda diyastol sonu volüm ve atım hacmi üzerine de direkt etkilidirler.
- Venöz dönüşü 4 faktör etkiler;
  - Bacak venlerinin refleks vazokonstriksiyonu
  - İskelet kaslarının pompalayıcı etkisi
  - Venöz kapaklar
  - Solunum pompası

# Fırlatma Payı

- Kasılabilirliği ölçme yollarından biri, atım hacminin (SV) diastol sonu hacme (EDV) oranı olarak tanımlanan **fırlatma payı**(ejeksiyon fraksiyonu) kullanılmaktadır:

$$EF = SV/EDV$$

- Dinlenme koşulları altında EF genellikle ortalama % 50-75 arasındadır.
- Kasılabilirlikteki artış EF'de bir artışa sebep olur.

# Ön Yük (preload) ve ArdYük (afterload)

- **Önyük**, ventriküler miyokard liflerinin sistolden önceki esneme miktarı ile orantılıdır (EDV).
- **Ardyük**, karıncıkların aort ve pulmoner kapakları açmaya zorlamak için üstesinden gelmesi gereken arteriel basınçtır.
- Pulmoner ya da sistemik arteriyal basıncı arttıran her şey ardyükü arttırabilir. Örneğin hipertansiyon.

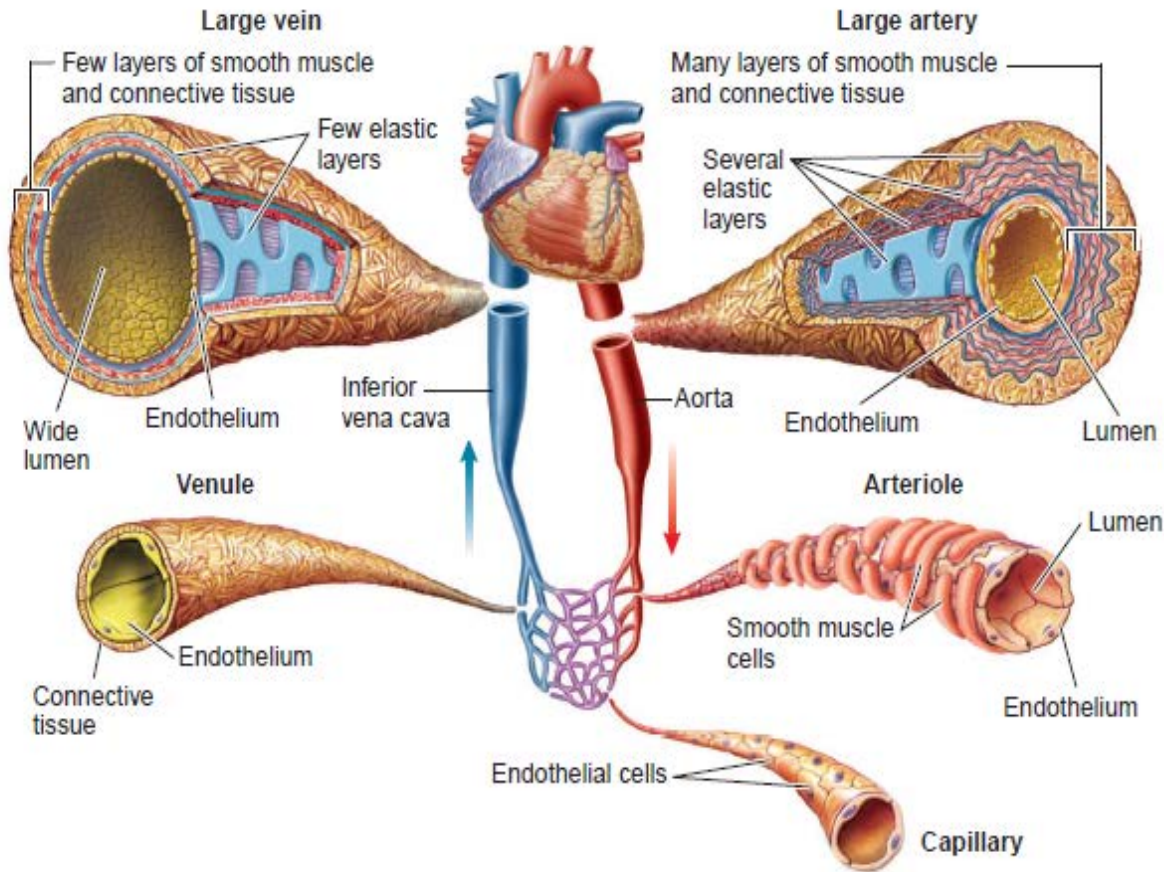
# Kalp Fonksiyonlarının Ölçümü

- İnsanda kalp debisi ve kalp işlevi farklı yöntemlerle ölçülebilir:
  - *Ekokardiyografi*: Ekokardiyografi ultrasonik dalgaları kullanan müdahalesiz bir tekniktir. Bu teknik ile kalp kapaklarının anormal işlevi ya da kalp kası duvarlarının kasılmalarını saptanabilir ve fırlatma payını EF ölçmek için de kullanılabilir.
  - *Kalp Anjiyografisi*: Kateter olarak adlandırılan ince, esnek bir borunun bir arter yada ven yoluyla kalbe geçici olarak sokulmasını gerektirir. Radyo-opak kontrast madde içeren bir sıvı kateter aracılığıyla zerkedilirken yüksek hızlı x-ray videografisi çekilir. Bu teknik sadece kalp fonksiyonlarının değerlendirilmesinde değil daralmış koroner arterlerin tespit edilmesi için de yararlıdır.

# Damar Sistemi

- Damar sistemi kanı taşıyan borulardır. Atar damarlar ve toplar damarlar; vasküler düz kas hücrelerine, içzar endotel hücrelere, esnek arakatmanlara sahiptirler ancak her bir türün bileşimi bunların miktarlarında farklılık gösterir.
- Yapı türleri:
  - Atar damarlar
    - Elastik büyük arterler
    - Kaslı küçük arterler
    - Arteriyoller
    - Kılcal damarlar
  - Toplar damarlar
    - Sistemik Venler
    - Küçük damarlar
    - Venüller
    - Kapillerler-Kılcal damarlar

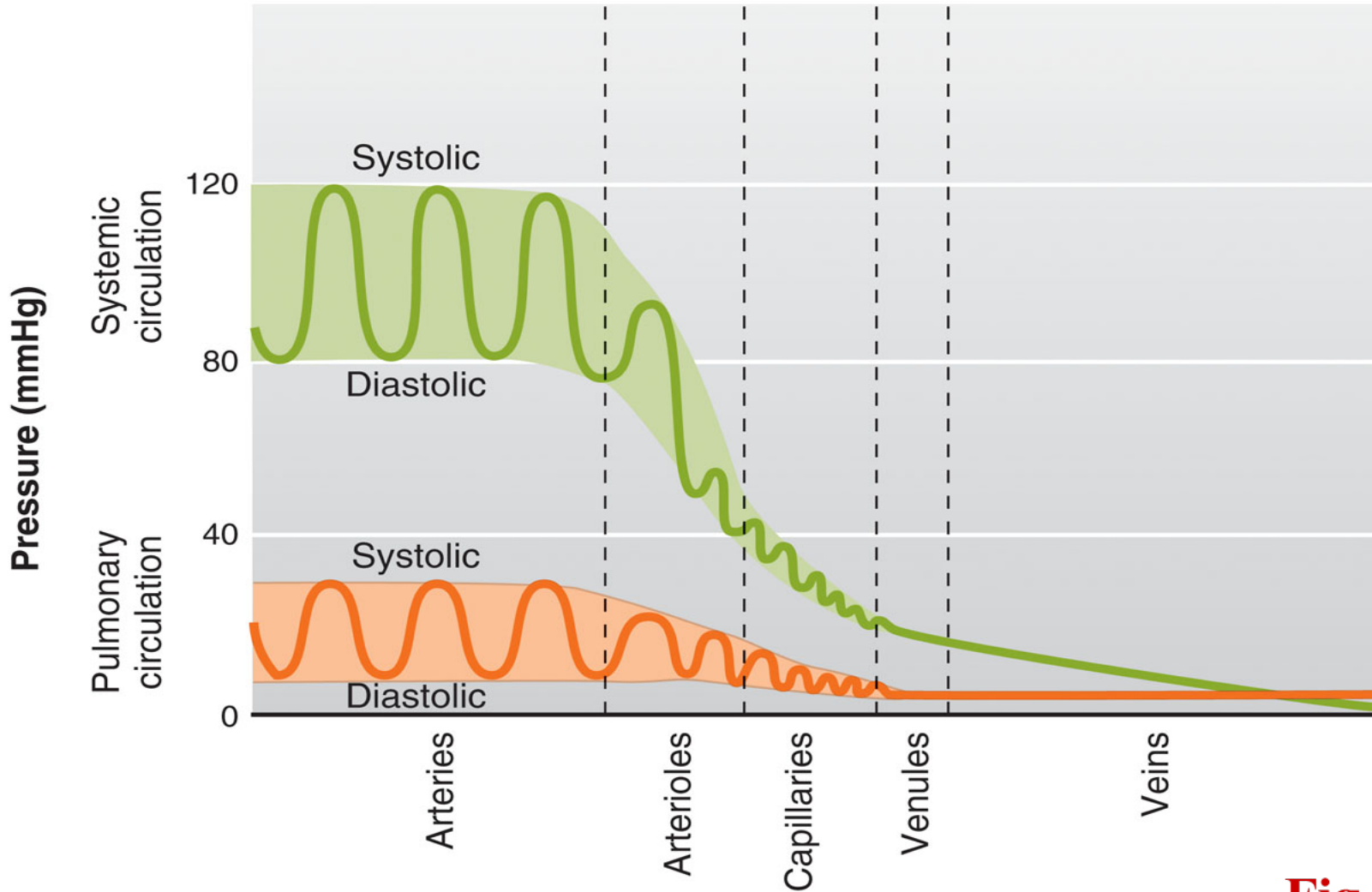
# Damar Sistemi





# Damar Sistemi

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

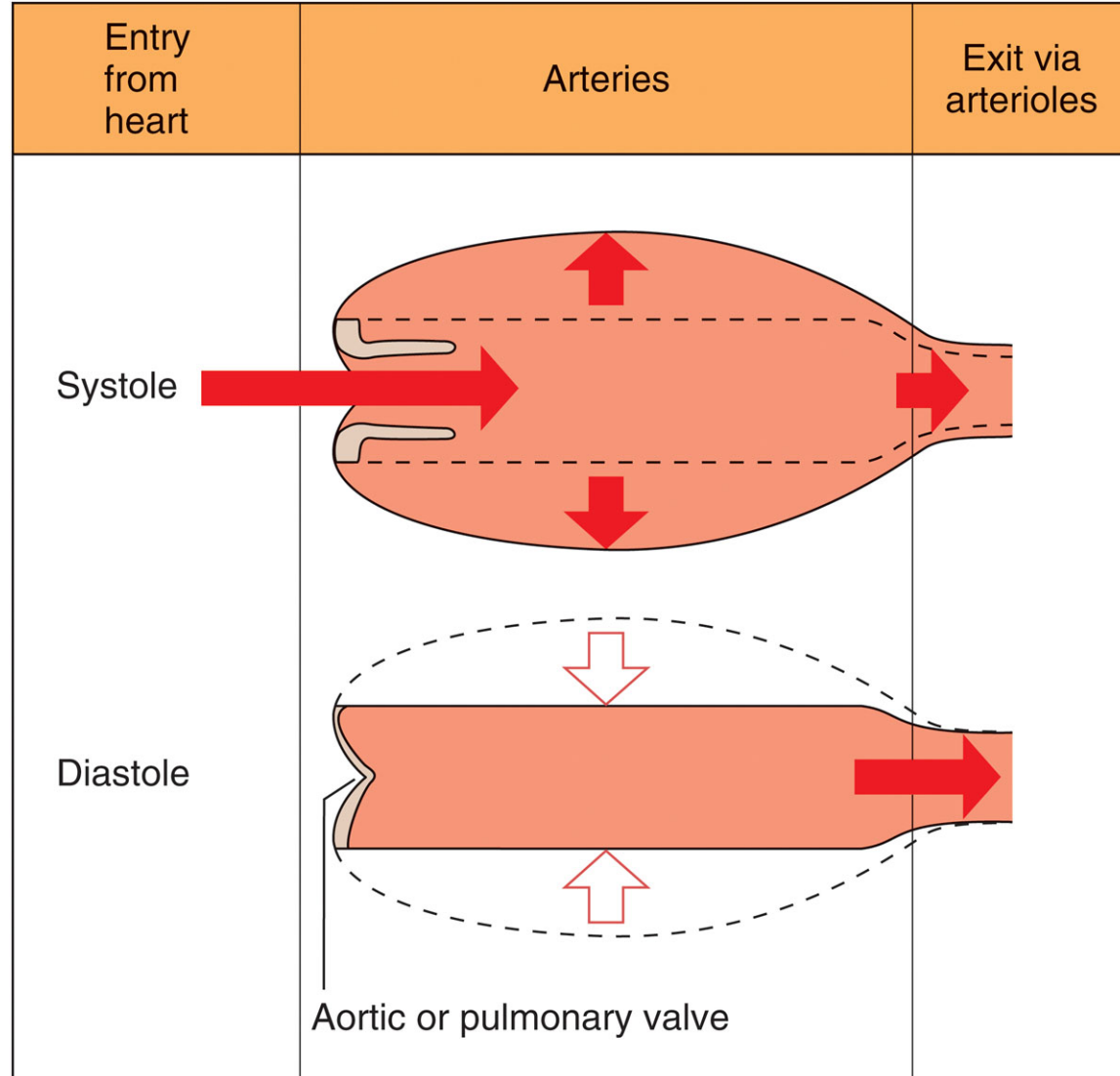


**Fig. 12-29**

# Arterler

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

- **Kompliyanst** =  $\Delta V / \Delta P$
- Yapının kompliyanst ne kadar fazlaysa, o kadar kolaylıkla gerilebilir.
- Arterler, elastik geri yaylanmadan dolayı basınç deposu olarak görev yaparlar
- Arterler toplardamarlar kadar yüksek kompliyanstlı değildir.



**Fig. 12-30**

# Elastik Arterler

- Kalbe en yakın olan, kalbin ventriküler gevşeme periyodu sırasında dokulara olan kan akımını taşıyan düşük dirençli ileticilerdir.
- Elastik arterlerin en önemli olanı aorttur.
- Bunlar geniş lümenleri olan (düşük dirençli) kaslı arterlerden daha fazla elastik katman(elastin) içeren damarlardır.
- Basınç depoları olarak bilinirler – kan kalpten püskürtüldüğünde genişler ve kasılırlar. Bu kanın sürekli olarak dokulara akmasını sağlar.
- Aterosklerosis (damar tıkanıklığı) ve arterioskleroz (damar sertleşmesi) bunların işlevinin düzgün bir şekilde yapılmasını bozar. Arterial basınç yaşla daha büyük hale gelir, duvarlar zayıflar ve şekil değiştirir. İncelirlerse patlayabilirler.
- Kanın %13ü Arterlerde dolaşır

# Kası Arterler

- Bu arterler kanı belirli organlara taşırlar (mezenterik arter, böbrek atardamarı, vs.).
- En fazla düz kasa sahip olan arterlerdir ve vazokonstrüksiyonda (kan damarlarının daralması) çok aktiflerdir.
- Bu arterler kan basıncının düzenlenmesinde önemli bir rol oynarlar.
  - Örneğin; mezenterik arterler CO 'nun yaklaşık %25'ini taşırlar, bu nedenle çaplarındaki değişimler birçok şeyi etkiler.

# Arterial Kan Basıncı

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

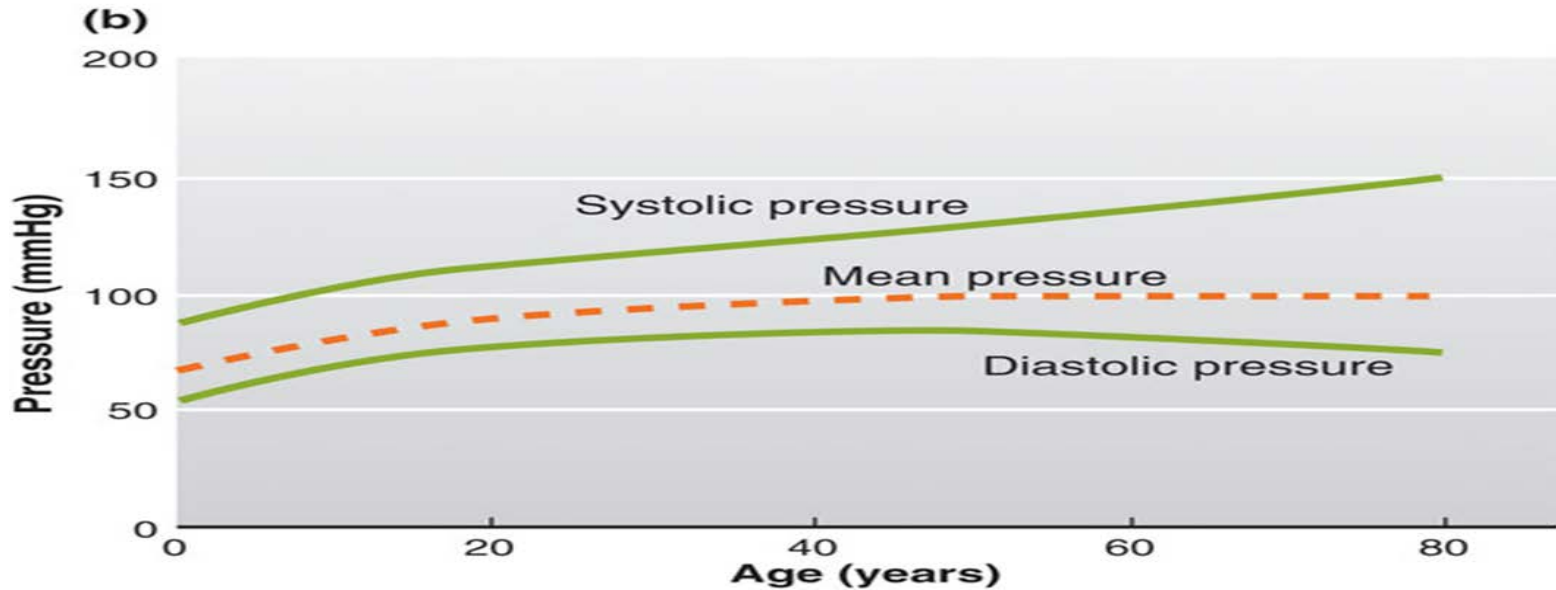
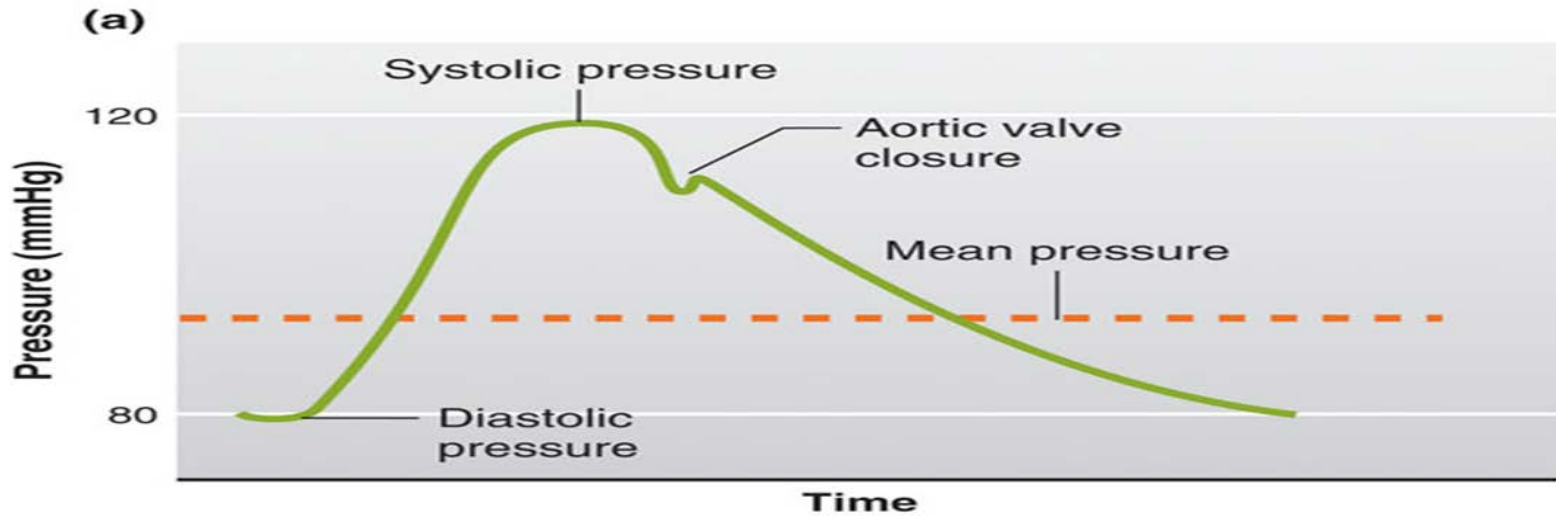


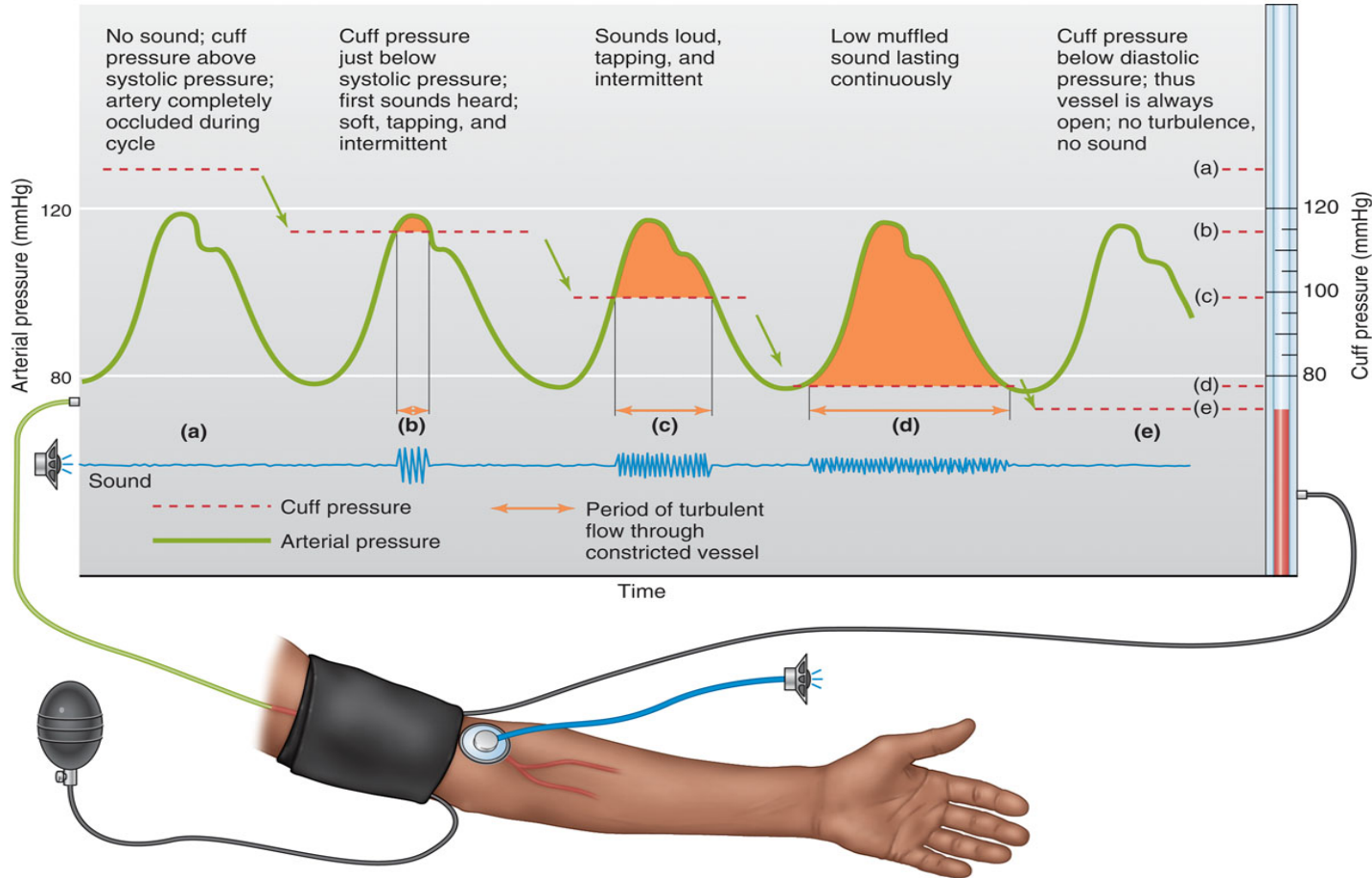
Fig. 12-31

# Sistemik Arterial Basıncın Ölçülmesi

Her bir kalp döngüsü sırasında stetoskoptan normal olarak 2 ses işitilir.

- Ventrikül sistolünün başlaması ile mitral ve triküspit kapaklarının kapanmasının sebep olduğu pes ve biraz uzun olan ses birinci sestir.

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



- Ventrikül sistolünün bitiminden hemen sonra aortik ve pulmoner semilunar kapakların kapanmasının sebep olduğu daha kısa ve tiz olan ses ikinci sestir.

**Fig. 12-32**

# Basınçlar

- Ortalama kan basıncı 120/80 mm Hg dır.
- Kan basıncının 140/90 mmHg dan daha fazla olması hipertansiyona işaret eder.
- Sistolik veya diyastolik basınçlar birbirinden bağımsız olarak yüksek olabilir.
- Hipertansiyon milyonlarca hastayı etkileyen ciddi bir halk sağlığı sorunudur.

# Nabız Basıncı

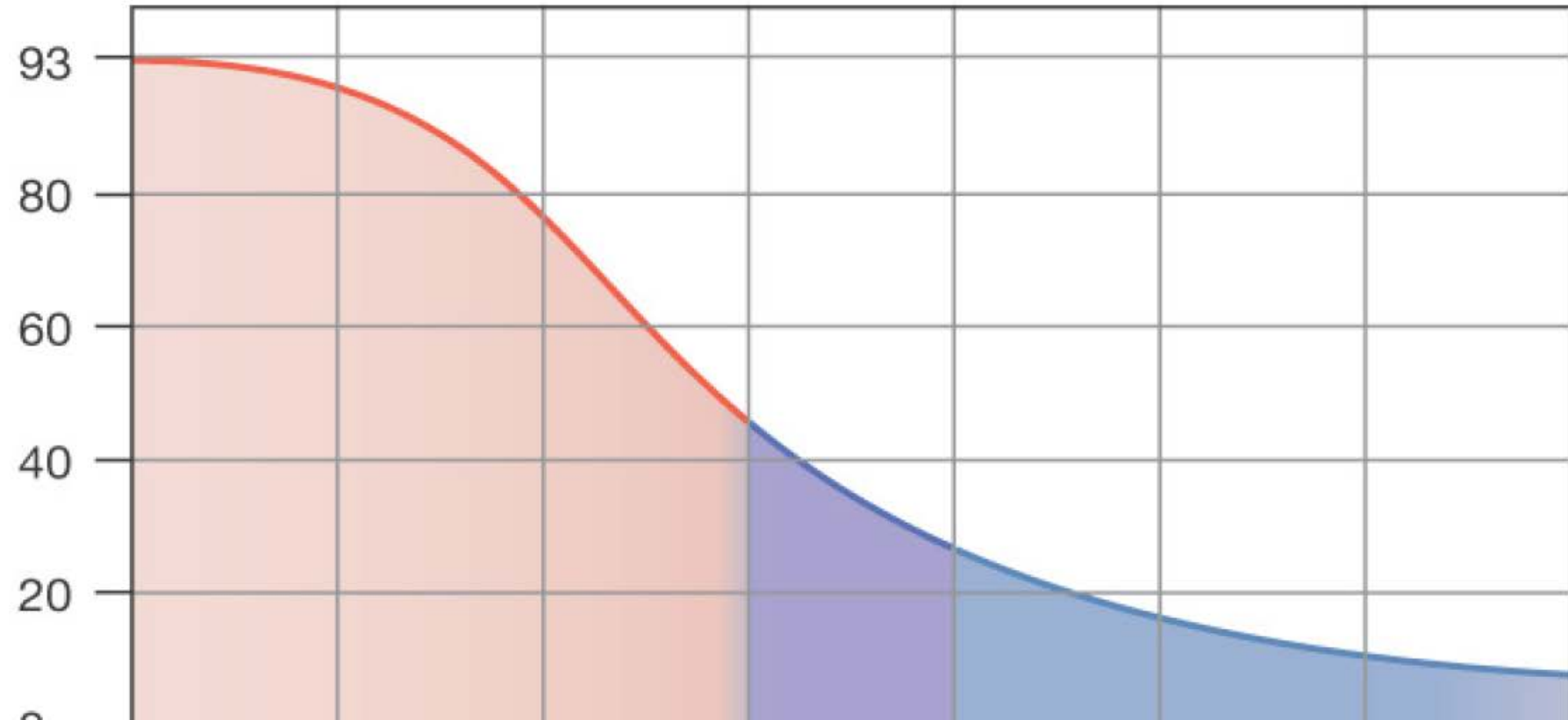
- Sistolik basınç ve diastolik basınç arasındaki fark **nabız basıncı** olarak adlandırılır. (örnekte  $120 - 80 = 40$  mmHg )
- El bileği ya da boyundaki arterlerde her kalp atışıyla nabız atışı ya da bir darbe olarak hissedilebilir .
- Nabız basıncının genliğini belirleyen en önemli faktörler:
  - Atım hacmi
  - Atım hacminin fırlatılma hızı
  - Arterial kompliyans
- Arteriosklerozda (damar sertleşmesi) arterial kompliyansta bir azalma meydana gelir.



mean systemic blood pressure (mm Hg)



Aorta  
Arteries  
Arterioles  
Capillaries  
Venules  
Veins  
Venae cavae



# Arteriyoller

- En küçük arterlerdir. İşlevleri sinirsel, hormonal ve yerel kimyasal maddelerle kontrol edilir.
- Kılcal damarlardaki kan akışını dakika dakika kontrol ederler. Kasılırlarsa, kan akışı besledikleri dokulardan başka yöne çevrilir; genişlerse, dokularına kan akışı artar.
- Kılcal damarlara doğrudan bağlanan daha küçük olanlar genellikle endotel doku etrafında sipiral hareketle dönen tek tabaka düz kaslara sahiptir.
- Bu damarlar damar sistemi içinde kan basıncı üzerinde büyük etkileri vardır.
- Kan hacminin yaklaşık %7 si arteriollerde dolaşır

# Debi-Basınç-Direnç Bağlantısı

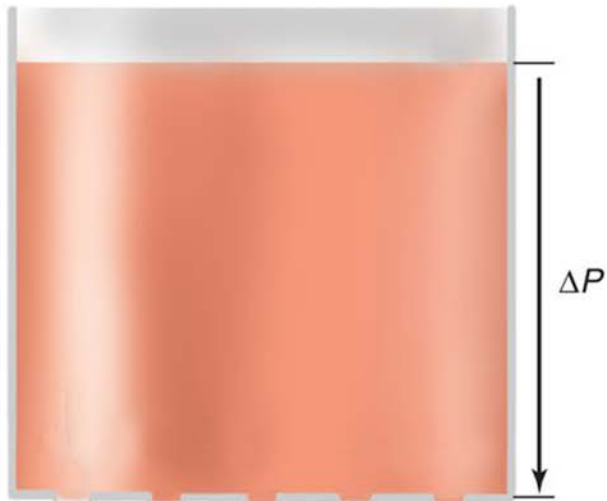
$$F = \Delta P / R$$

- Kan damarlarının daralması (vazokonstriksiyon) yoluyla direnç artarsa ve basınç aynı kalırsa, bu durumda dokulara akış hızı (debi) azalır.
- Bir dokuya akış hızının artması gerekiyorsa, basınç farkı arttırılır ya da direnci azaltmak için kan damarları genişletilir.

# Arteriyol (Küçük Atardamar)

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

(a)



Pressure reservoir  
("arteries")

Variable-resistance  
outflow tubes  
("arterioles")

Flow to "organs"  
1, 2, 3, 4, and 5



1

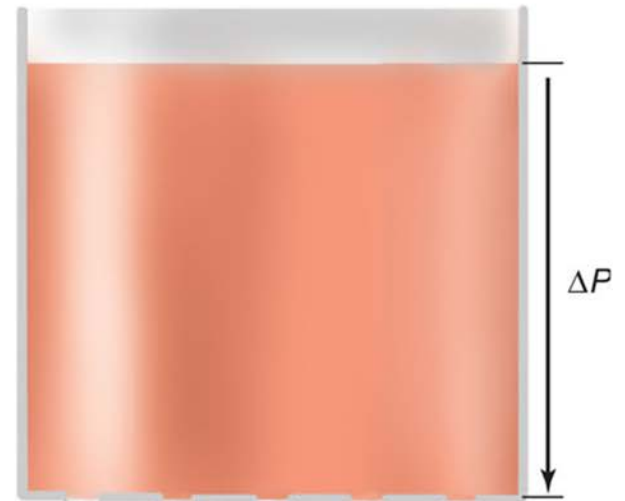
2

3

4

5

(b)



1

2

3

4

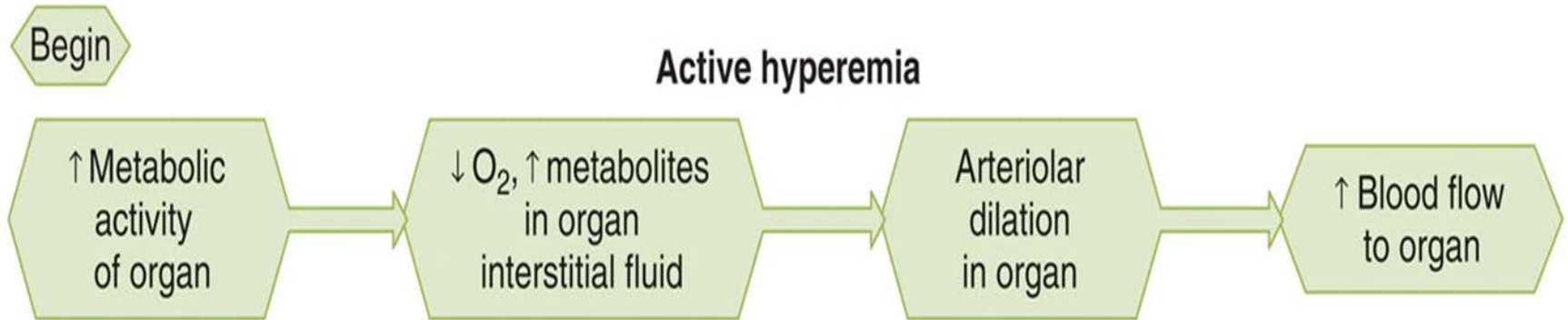
5

**Fig. 12-33**

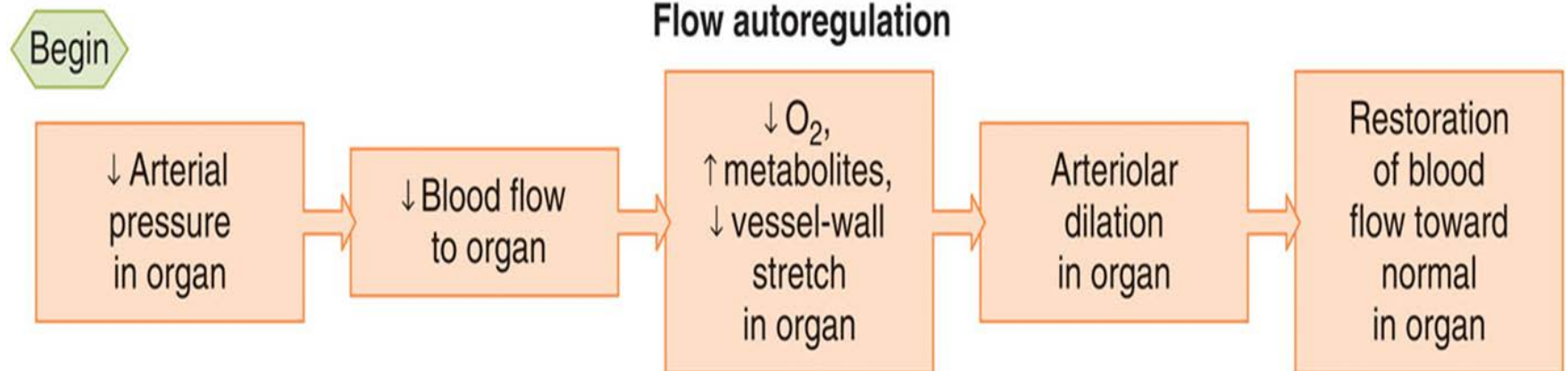
# Yerel Denetimler

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

(a)



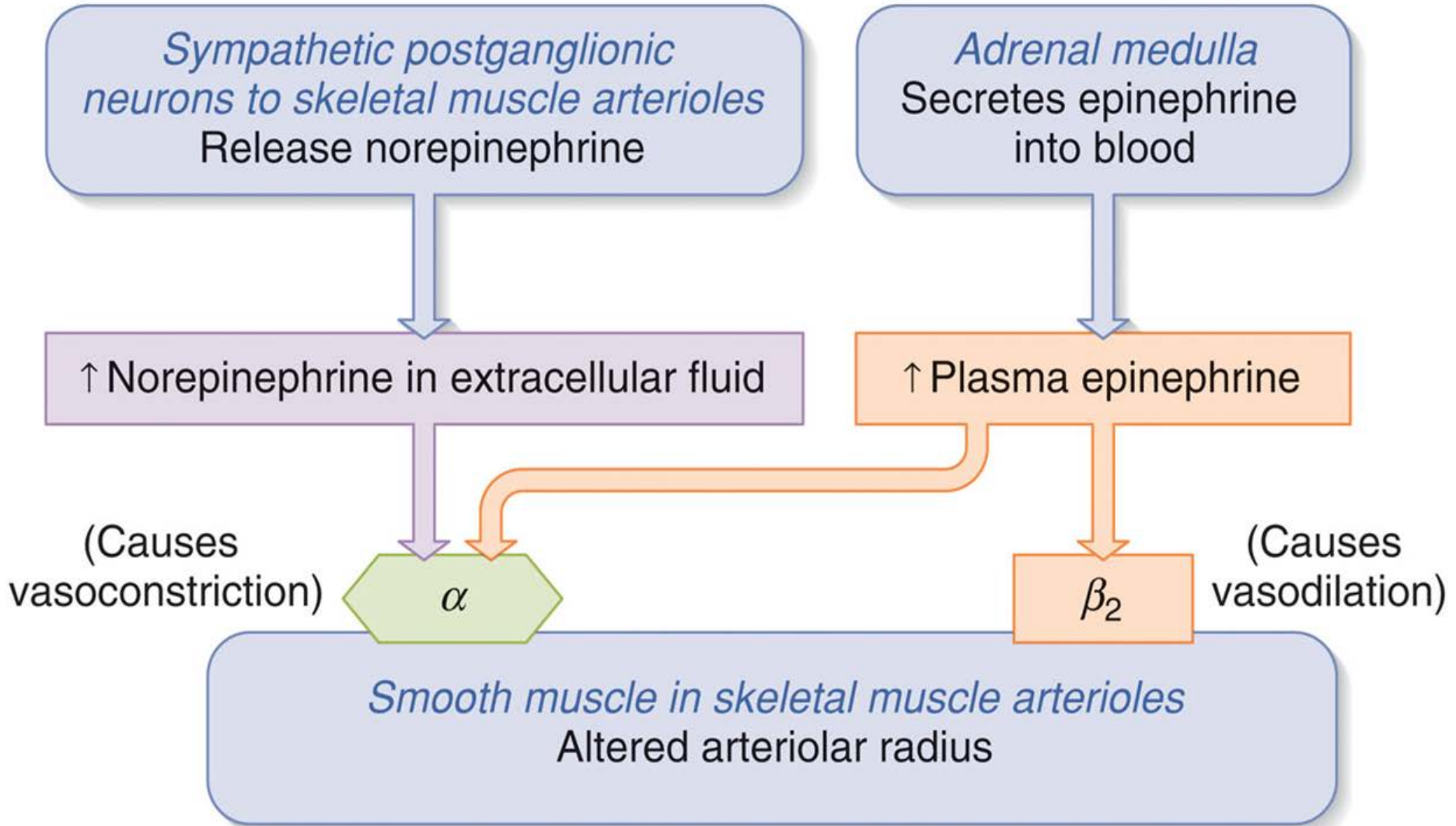
(b)



**Fig. 12-34**

# Dış Denetimler (Ekstrinsik)

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



**Fig. 12-35**

# İç Zar (Endotel) Hücreleri ve Damar Düz Kası

- Daha önce bahsedilenler dışında ayrıca Endotel hücreler, bitişik vasküler düz kaslara gevşeme ve büzülmeyi indükte eden çeşitli **parakrin ajanlar** salgırlarlar..
- En önemlisi nitrik oksittir (NO).
- NO damar genişlemesine sebep olur ve bazal durumdaki artorial vazodilatasyona katkıda bulunur

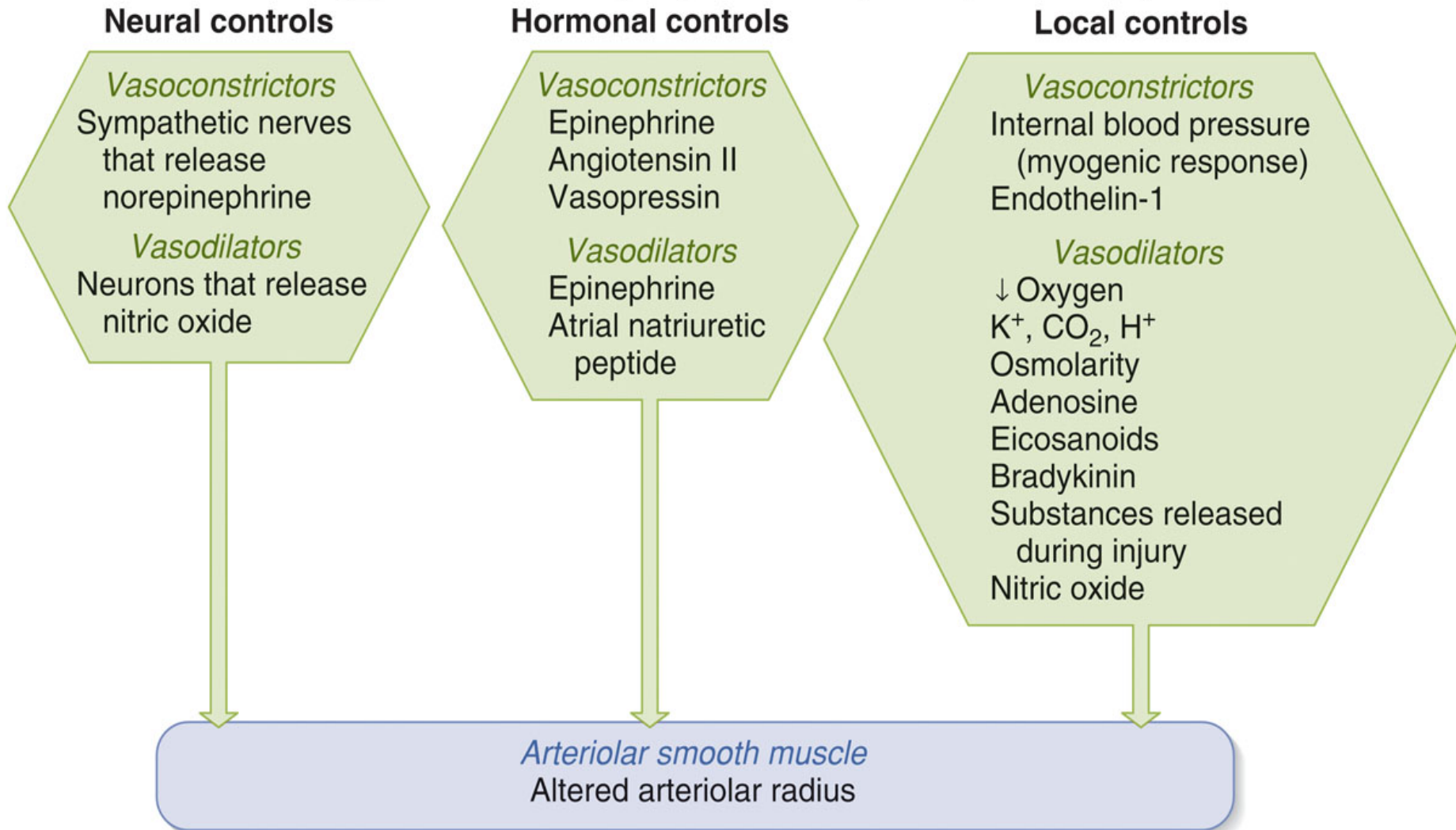
# Otoregölasyon

- Otoregölasyon herhangi bir anda, dokunun ihtiyacına orantılı olarak her bir dokuya kan akışının otomatik olarak ayarlanmasıdır
- Bu durum yerel faktörler tarafından sistemik faktörlerden bağımsız olarak düzenlenir. Yerel atardamarların çapı değiştirerek kontrol edilir. Burada metabolik ve myojenik(kasla ilişkin) sistem kontrolü ele alır.



# Özgül Organlarda Arteriolar Kontrol

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



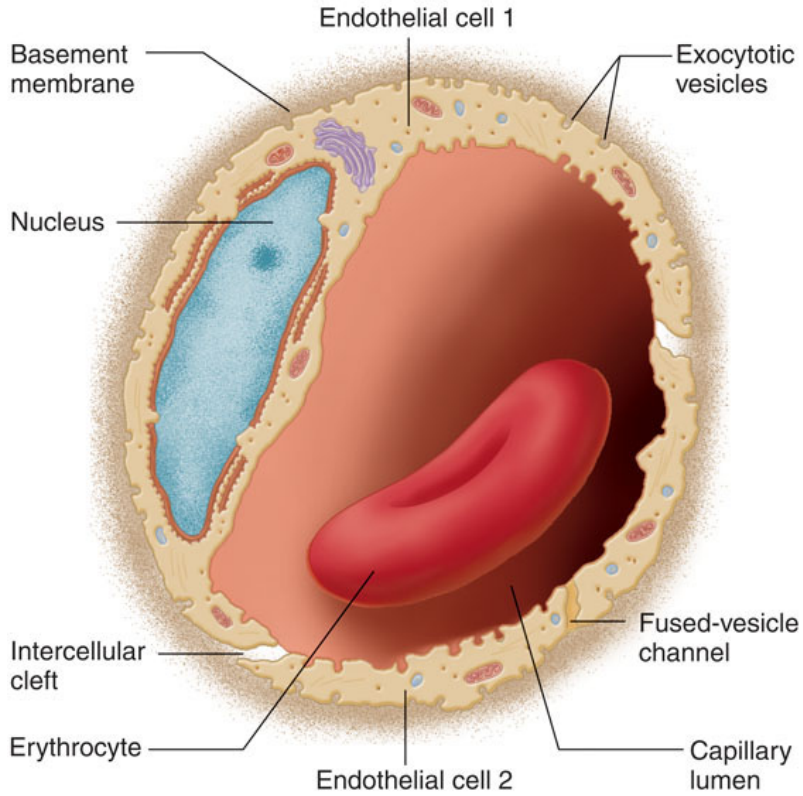
**Fig. 12-36**

# Kılcal Damarlar (Kapillerler)

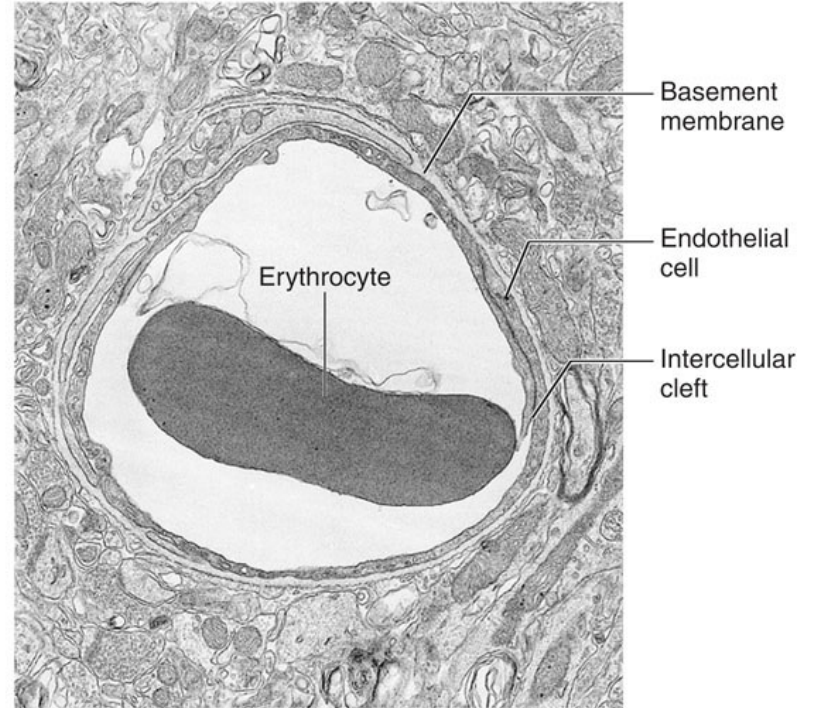
- Kılcal damarlar en küçük kan damarlarıdır. Bunlarda kan ile doku arasında difüzyonla besin ve gaz alışverişi sağlanır. (%5 kan) (0.1 mm)(40.000km)
- 3 çeşit kılcal vardır:
  - **Devamlı Kılcal:** En yaygın tip, Deride, kaslarda bulunur ve çok sayıda sıkı bağlantı noktaları bulunur.
  - **Fenestre Kılcal:** daha geçirgen— bağırsaklarda, hormon üreten dokularda, böbreklerde vb...
  - **Sinüzoidal Kılcal:** Sadece bir tane tamamlanmamış bazal zarı vardır. Karaciğerde, kemik iliğinde ve lenfoid dokularında bulunur.

# Kılcal Damarlar

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



(a)



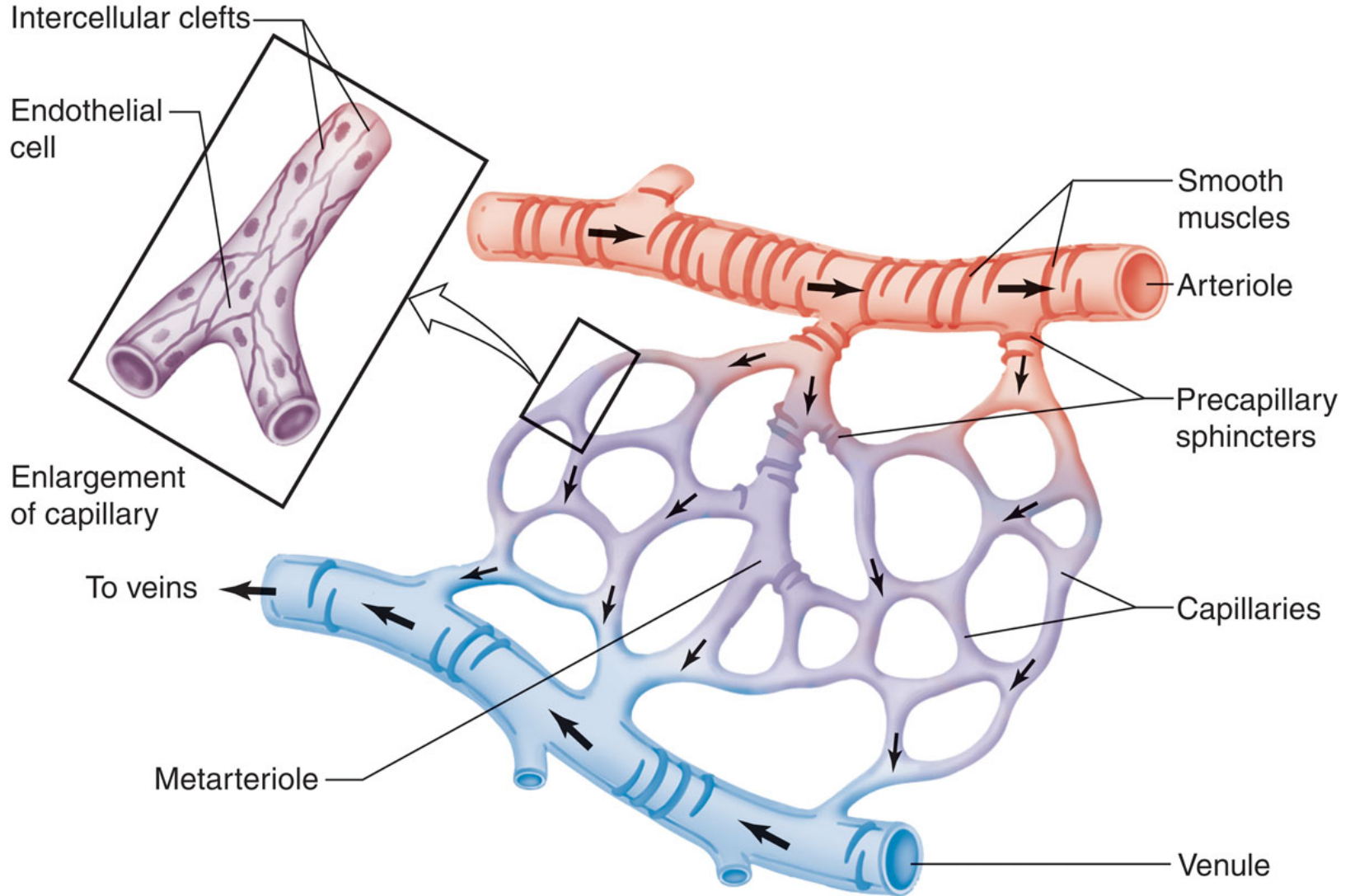
(b)

© Michael Noel Hart, M.D., Dept. of Pathology, University of Wisconsin, Madison

**Fig. 12-37**

# Kılcal Ağ Anatomisi

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

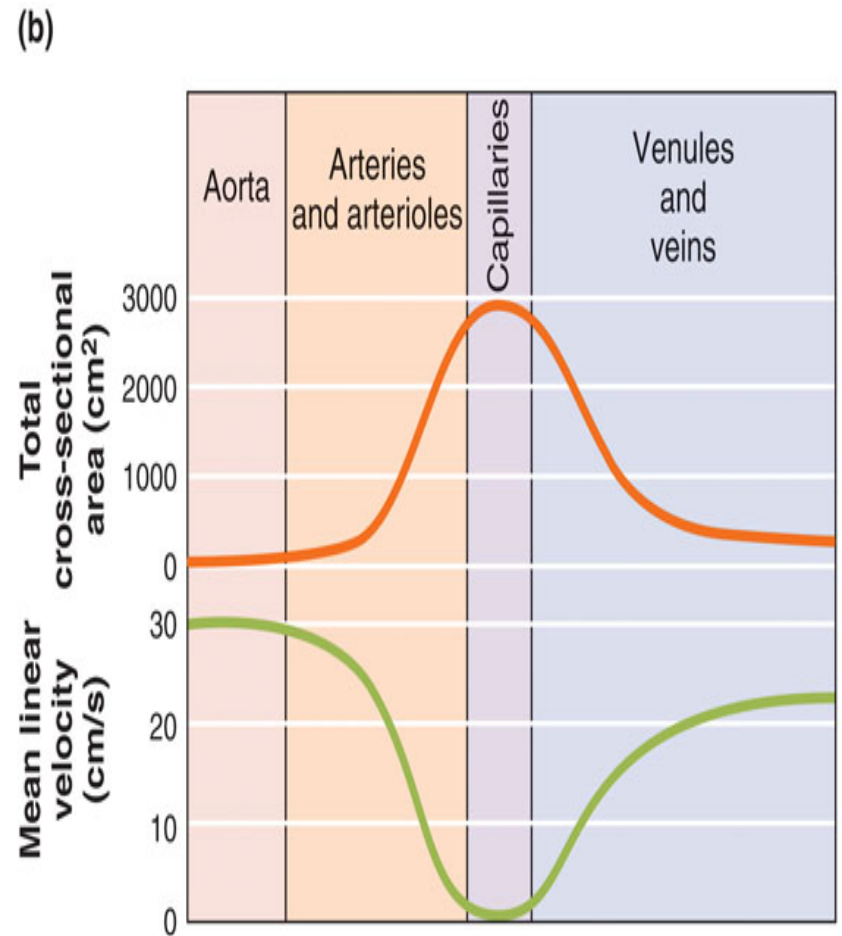
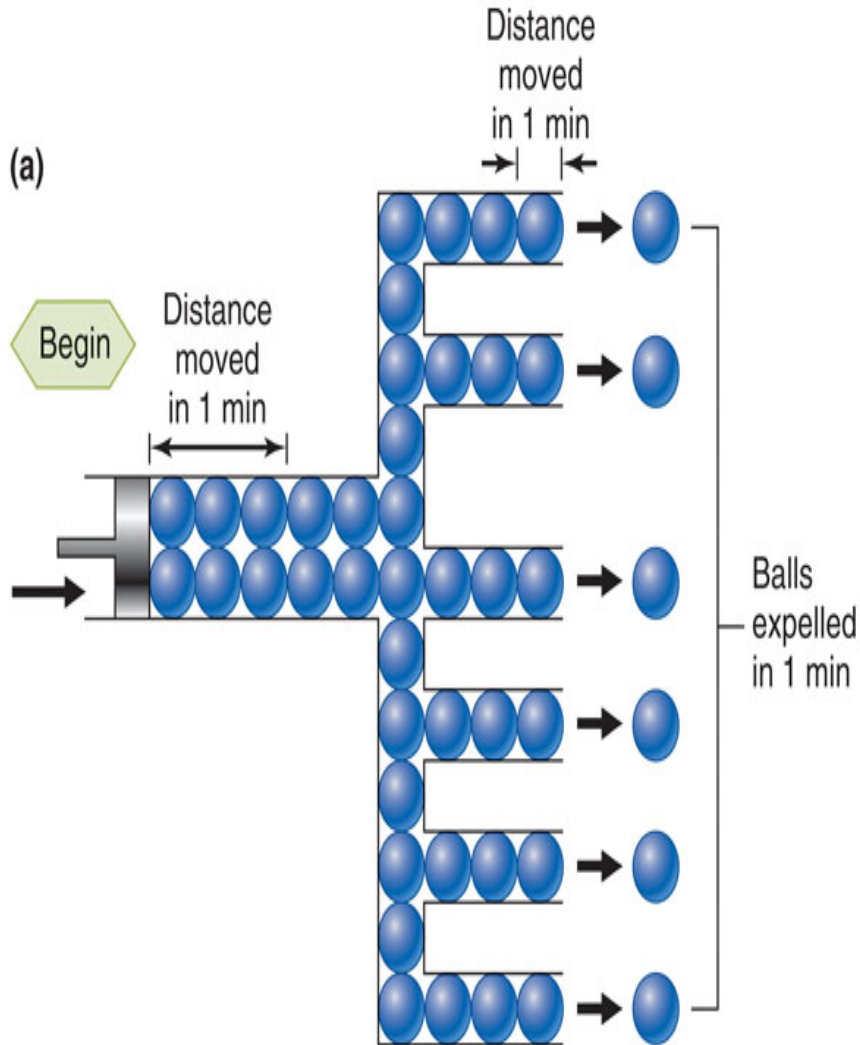


**Fig. 12-38**



# Kılcal Kan Akımının Hızı

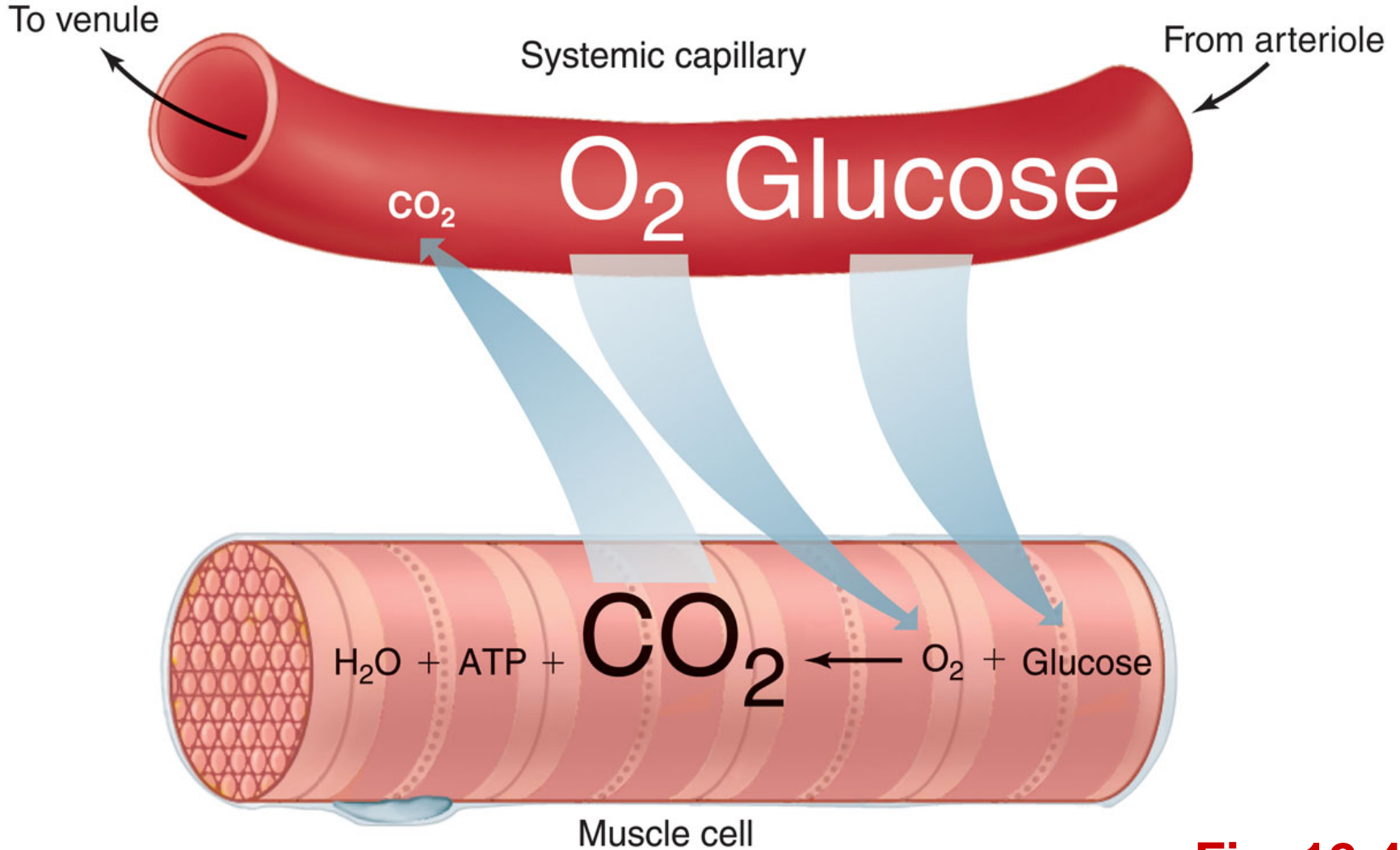
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



**Fig. 12-39**

# Kılcal Duvar Üzerinden Sızma : Besinlerin ve Metabolik son ürünlerin Değişimi

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

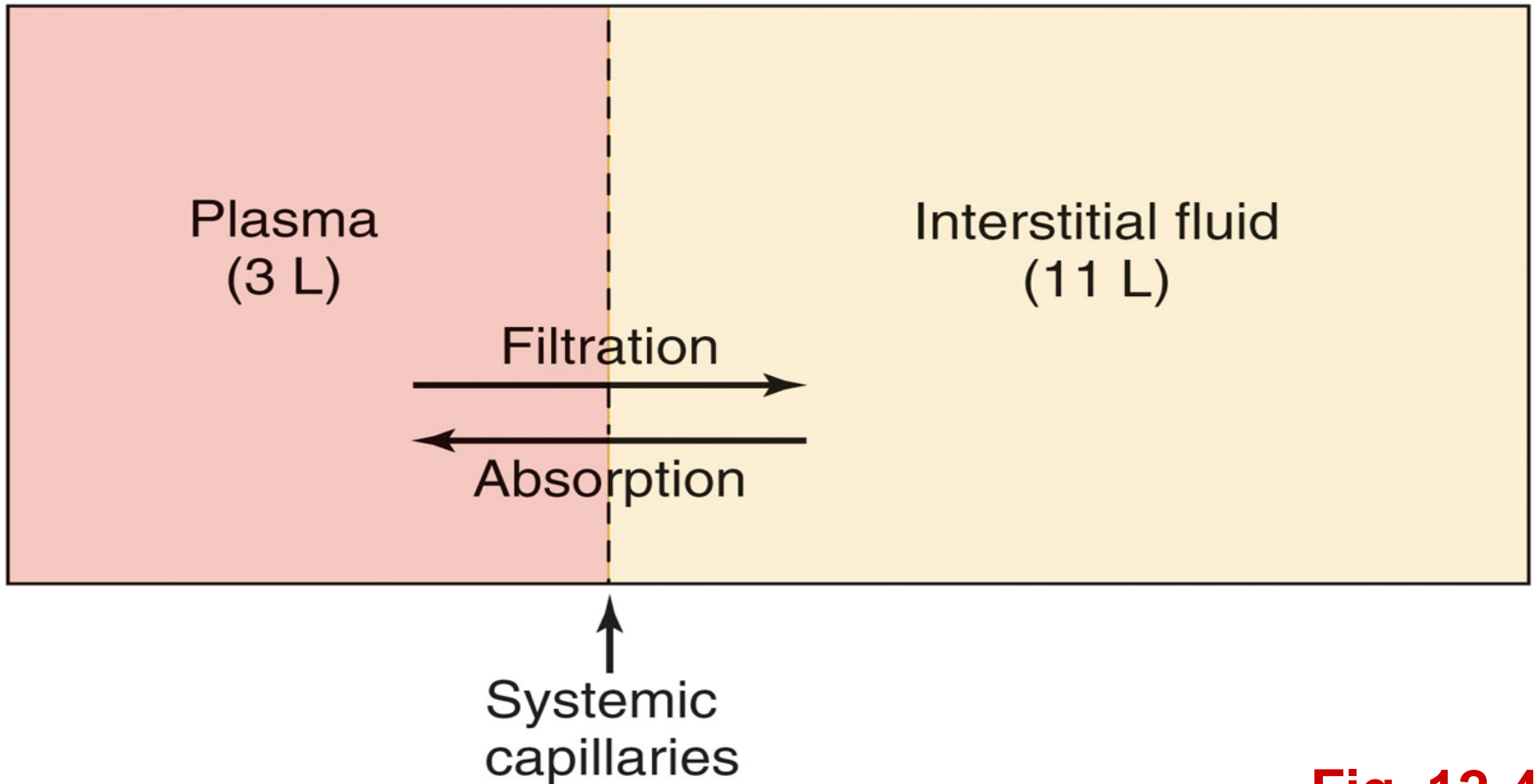


**Fig. 12-40**

# Hücre dışı sıvının kütlelele akımla dağıtılması

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

Extracellular fluid (ECF)



**Fig. 12-41**

# Sıvı Hareketi

- Kılcal damarlardaki sıvının hareket yönü net hidrostatik basınç ve net kolloid(protein) osmotik basınç arasındaki farka bağlıdır.
- Hidrostatik basınç sıvı tarafından duvara uygulanan basma kuvvetidir . Kılcallarda bu kapiler kan basıncına eşittir.
- Kılcal damarlardaki bu basınç, sıvıyı filtrelemek için zorlayan kuvvetle ilişkilidir. Özellikle arteriyollerin (küçük atardamarların) sonunda basıncın daha yüksek olduğu yerlerde bu durum söz konusudur.



# Ozmotik Basınç(OP)

- Plazma proteinleri(kolloidler) kapiller deliklerinden geçemez ve hücreler arası sıvıda çok düşük derişimde bulunur
- Kolloidal ozmotik basınç, hidrostatik kuvvete gelen karşı basınçtır.
- Difüzyona uğramayan büyük moleküller (plazma proteinleri) tarafından meydana gelir.
- Hidrostatik kuvvetin aksine kılcal damarların bir ucundan diğer ucuna değişiklik göstermez

# Net Süzme Basıncı

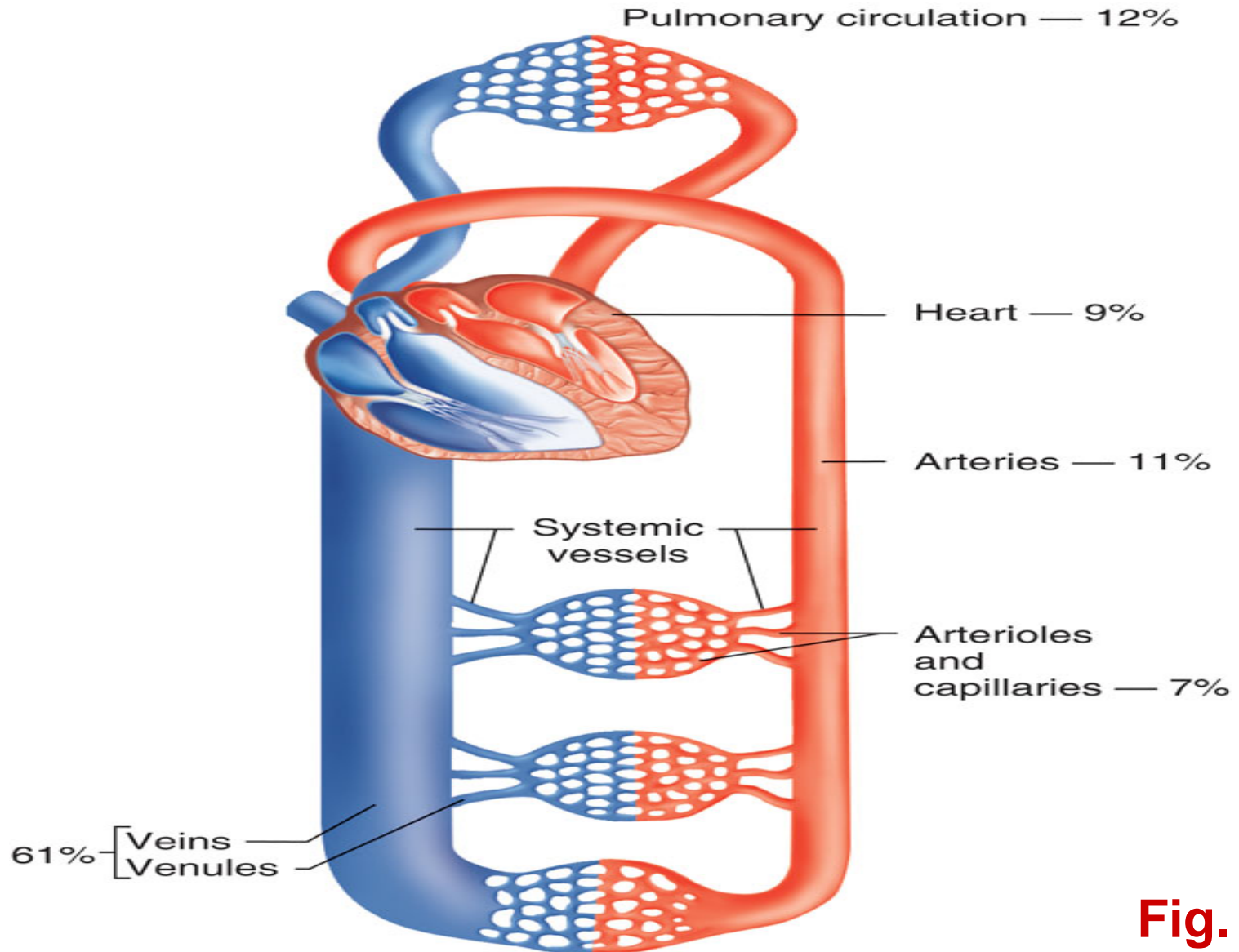
$$NFP = (HP_c - HP_{if}) - (OP_c - OP_{if})$$

C. -Capiller,            if.,- interstitial fluid

- Yani Hidrostatik Basınç (HP), Osmotik Basıncı(OP)'yi geçtiğinde sıvı, kılcaldamardan dışarı süzülür.(filtrelenmiş olarak) Eğer OP, HP den büyükse kılcallara girer.(tekrar absorbe edilir.)
- Genelde kaybolan ve geri kazanılmayan sıvı 1.5ml/dk'dır. Bu lenf sistemi sayesinde kan dolaşımına kazandırılır.

# Damarlar

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



**Fig. 12-44**

# Toplardamar Sistemi

- Kan kapillerlerden venüllere sonra da venlere akar. Venüller kılcal damarlardan uzaklaştıkça yapısal olarak değışirler.
- Damarların 3 farklı katmanı vardır. Duvarları arterlerden daha incedir histolojik olarak incelendiğinde çökmüş gibi görünürler.
- Damarlar daha az düz kas içerir ve arterlere göre daha fazla elastin içerir.
- Toplardamarlar çok iyi gerilirler, (kompliyansları çok yüksek)bu nedenle kan depoları gibi davranan kapasitans damarlar olarak bilinirler. (%61 kan)

# Varis

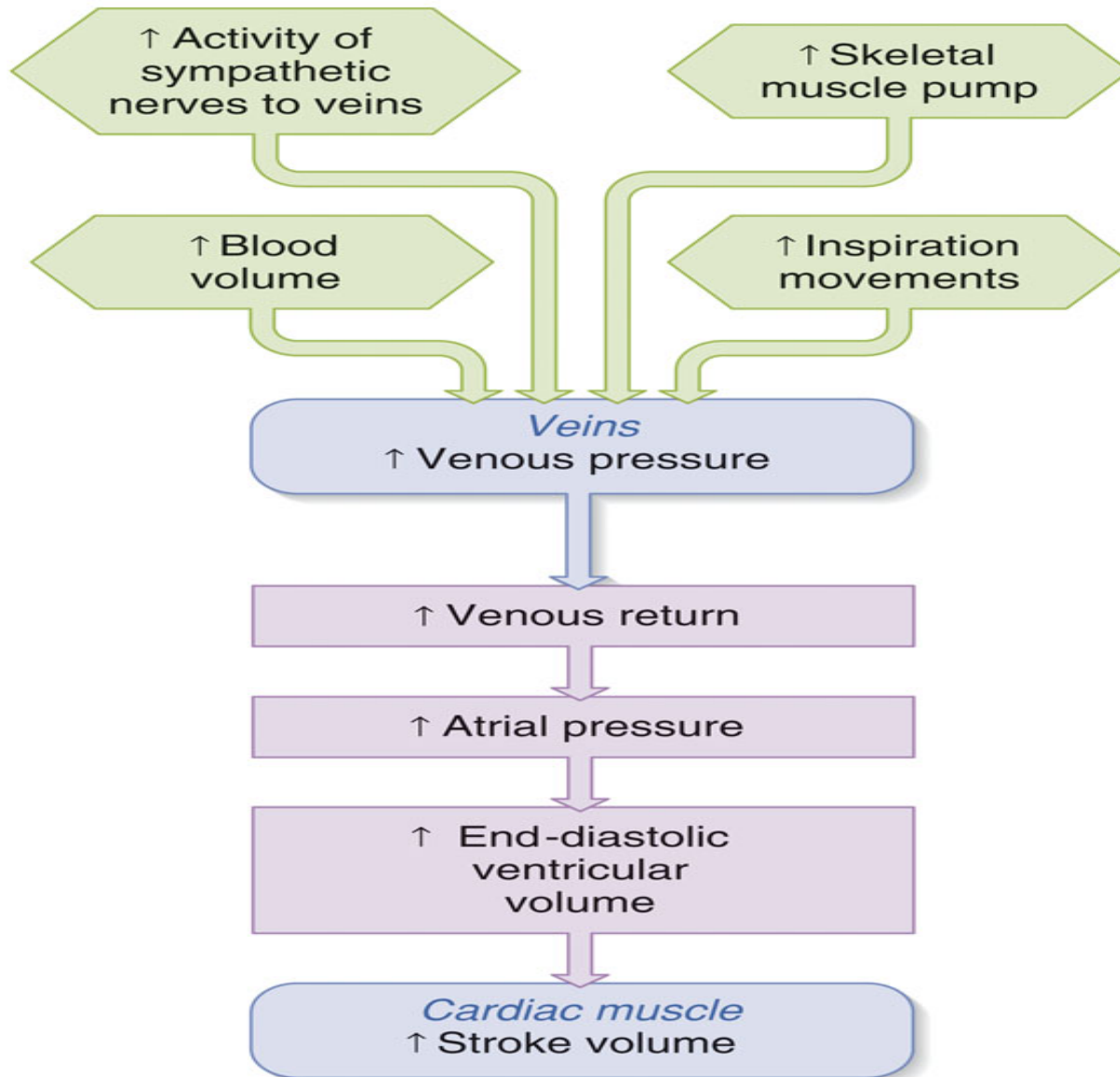
- Toplardamarlar geri akışı engellemek için ven kapakları içerir ve tek yönlü akışa izin verirler. çekvalf
- Varisli damarlar genişlemiş ve kıvrımlı hale gelmiştir ve işlevsiz (sızdıran) kapakları vardır.
- Yetişkinlerin yaklaşık % 15'i bacaklarda bu durumdan muzdariptir.

# Toplardamar Basıncı

- Kan Basıncı damarlarda  $\sim 15$  mm Hg'dir. Bu kanı kalbe geri yollamak için yeterli değildir. Bu yüzden “pompalar” vardır.
  1. Solunum pompası: Nefes alıp verme sırasında periferik venler ile kalp arasında basınç farkı meydana gelir ve bu da kanın kalbe geri itilmesine yardımcı olur.
  2. İskelet Kası pompası: Kasların kasılması sırasında venöz damarlar sıkışır ve kanın damarlarda geri gitmesi kapaklar sayesinde engellenir. Böylece kanın kalbe taşınması sağlanır.
- Damarlardaki düz kaslar SNS kontrolü altındadır ve uyarıldığında bu kaslar kasılır. Bu durum arteriyel düz kaslarına benzerdir. Bu kasılma lümenin daralmasına neden olur.

# Toplardamar Basincının Belirlenmesi

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



**Fig. 12-46**

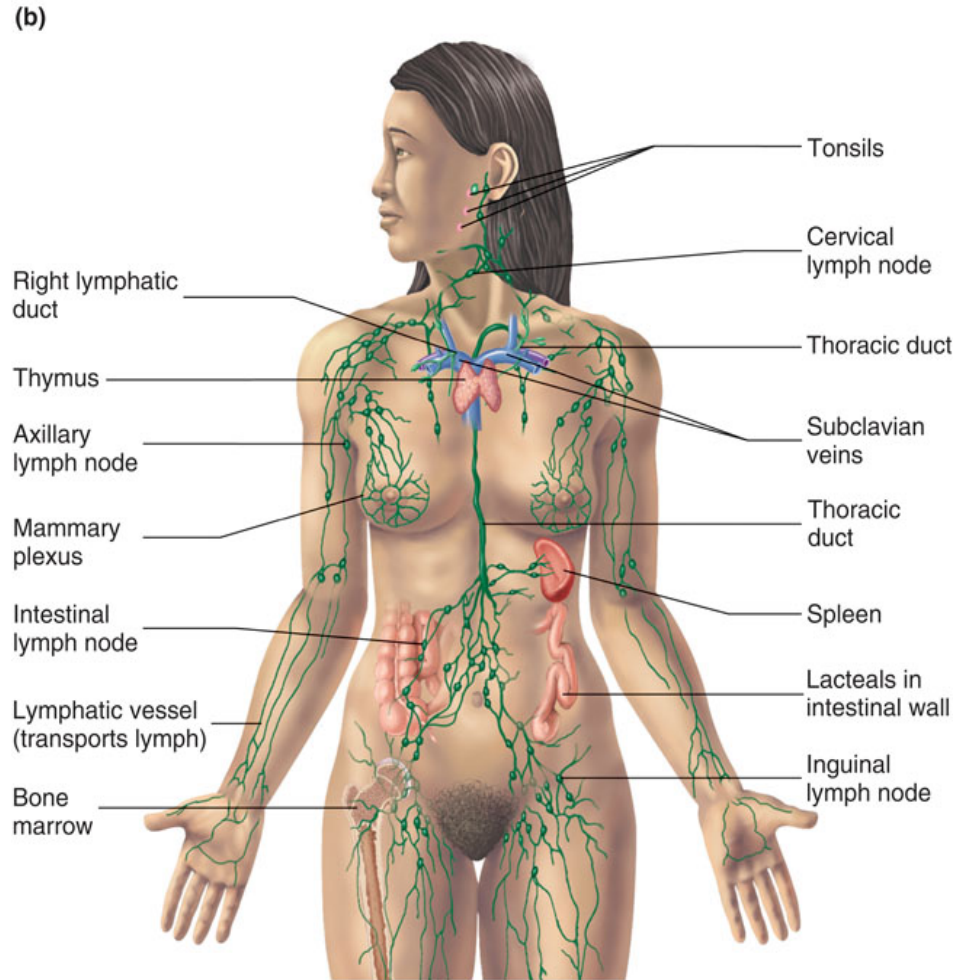
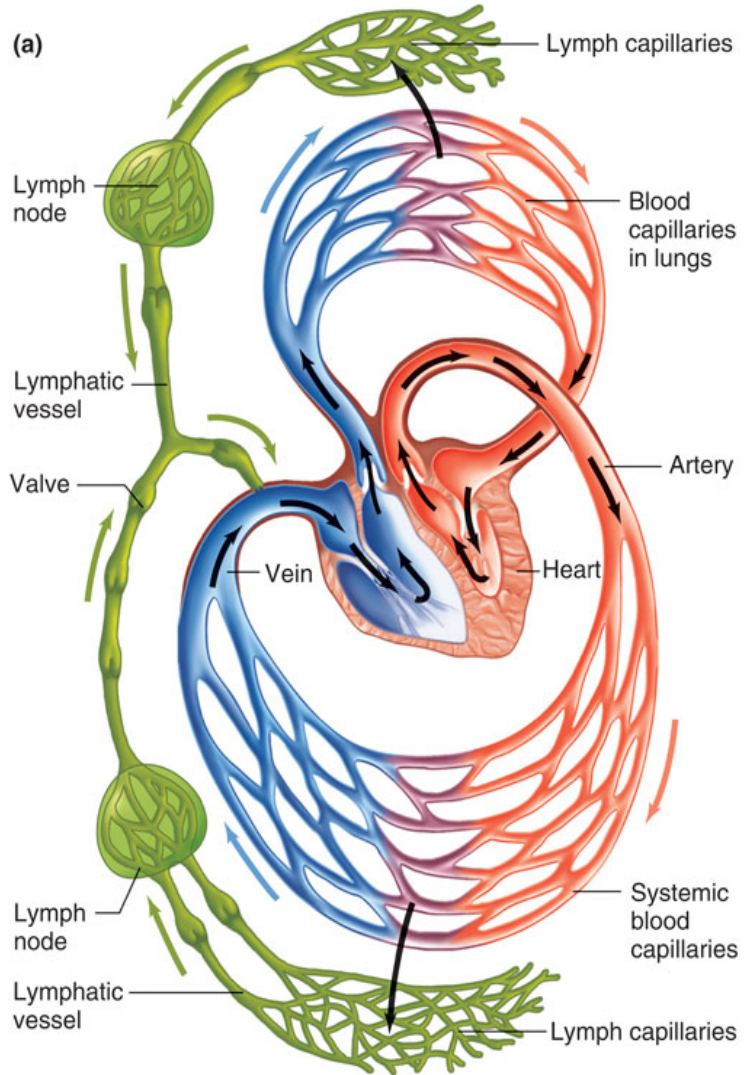
# Lenfatik Sistem

- Lenf sistemi lenfatik damarlardan ve lenf düğümlerinden oluşur. İçinden hücrelerarası sıvıdan türemiş olan **lenf** sıvısı akar.
- Amacı bağışıklık sisteminde rol oynayan fagositler ve lenfositleri barındırmak ve kılcal damarlarda yaşanan kaybolan sıvıyı toplayıp kan dolaşımına geri kazandırmaktır.
- Lenfatik damarlar, kan damarlarının aksine hücreleri, proteinleri ve çöüntüleri toplayabilir. Bunlar lenf düğümlerine gönderilir ve orada lenf temizlenir. Sonrasında bağışıklık hücreleri patojenler açısından incelenir.



# Lenf Sistemi

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



**Fig. 12-47**

# Lenf Akış Mekanizması

- Lenflerin duvarlarındaki düz kaslar pompa gibi çalışır ve lenf damarlarında da toplardamarlardakilere benzer vanalar bulunmaktadır.

# Lenfoid Dokular

- İki önemli rolü vardır.
  1. Lenfositleri barındırmak ve çoğalmasını sağlamak
  2. Lenf sıvısını incelemek ve temizlemek için gözetim yeri oluşturur.
- Vücutta bulunan lenf düğümlerine lenf organları denir. Lenf damarları genelde bağ dokusunda küme şeklinde gömülüdür. Damar kümelerinin çok sık olduğu yerlerde daha büyük lenf kümeleri meydana gelir

# Ortalama Sistemik Arterial Basınç (MAP)

- $CO = HR \times SV$

- Kalp debisi = kalp hızı x Atım hacmi

- $SV = EDV - ESV$

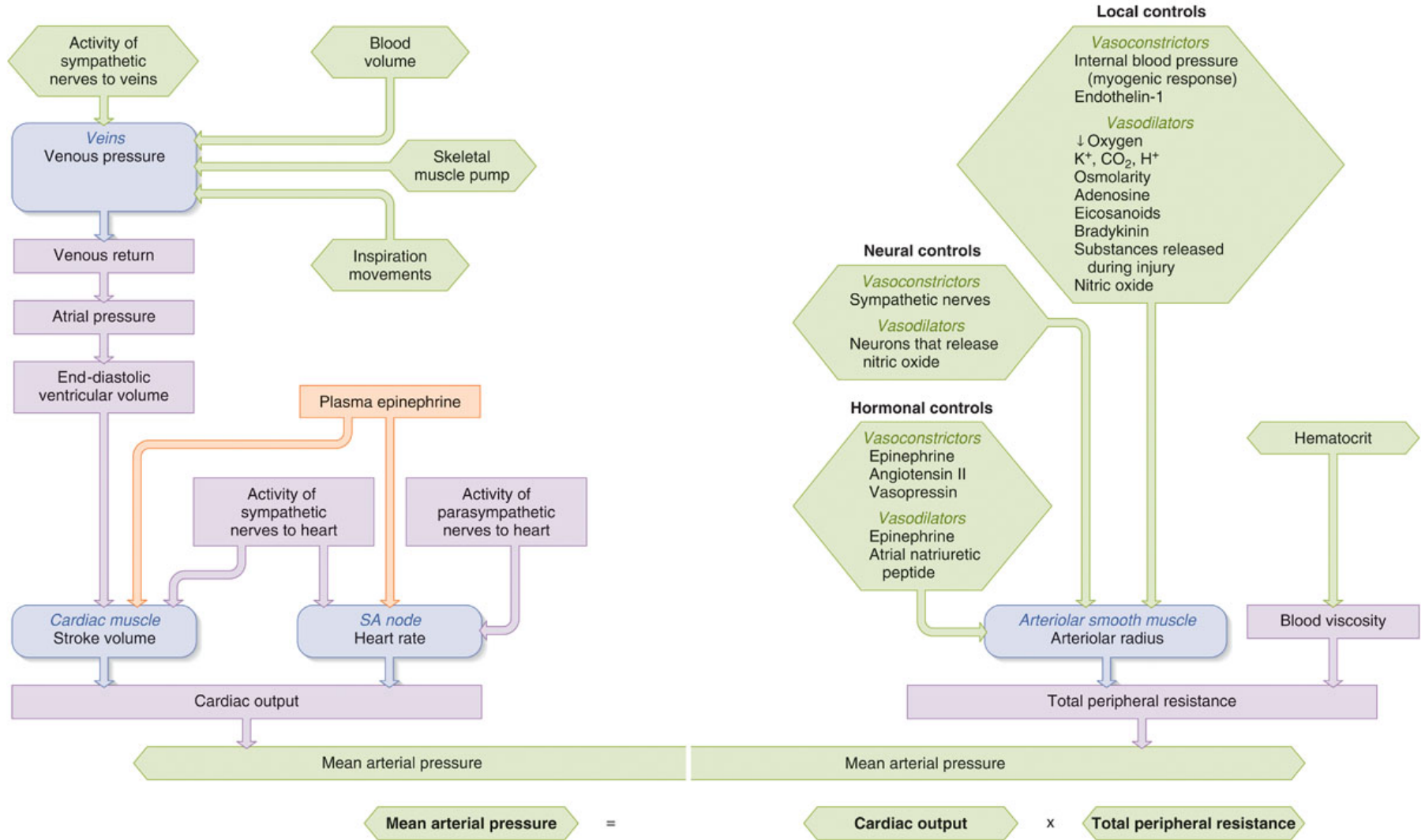
- Atım hacmi = Diastol Sonu Hacmi – Sistol Sonu Hacmi

- $MAP = CO \times TPR$

- Ortalama Sistemik Arterial Basınç = Kalp debisi x Toplam Periferik Direnç

# Kardiyovasküler İşlevin Tümüleştirilmesi: Sistemik Arter basıncının belirleyen etmenler

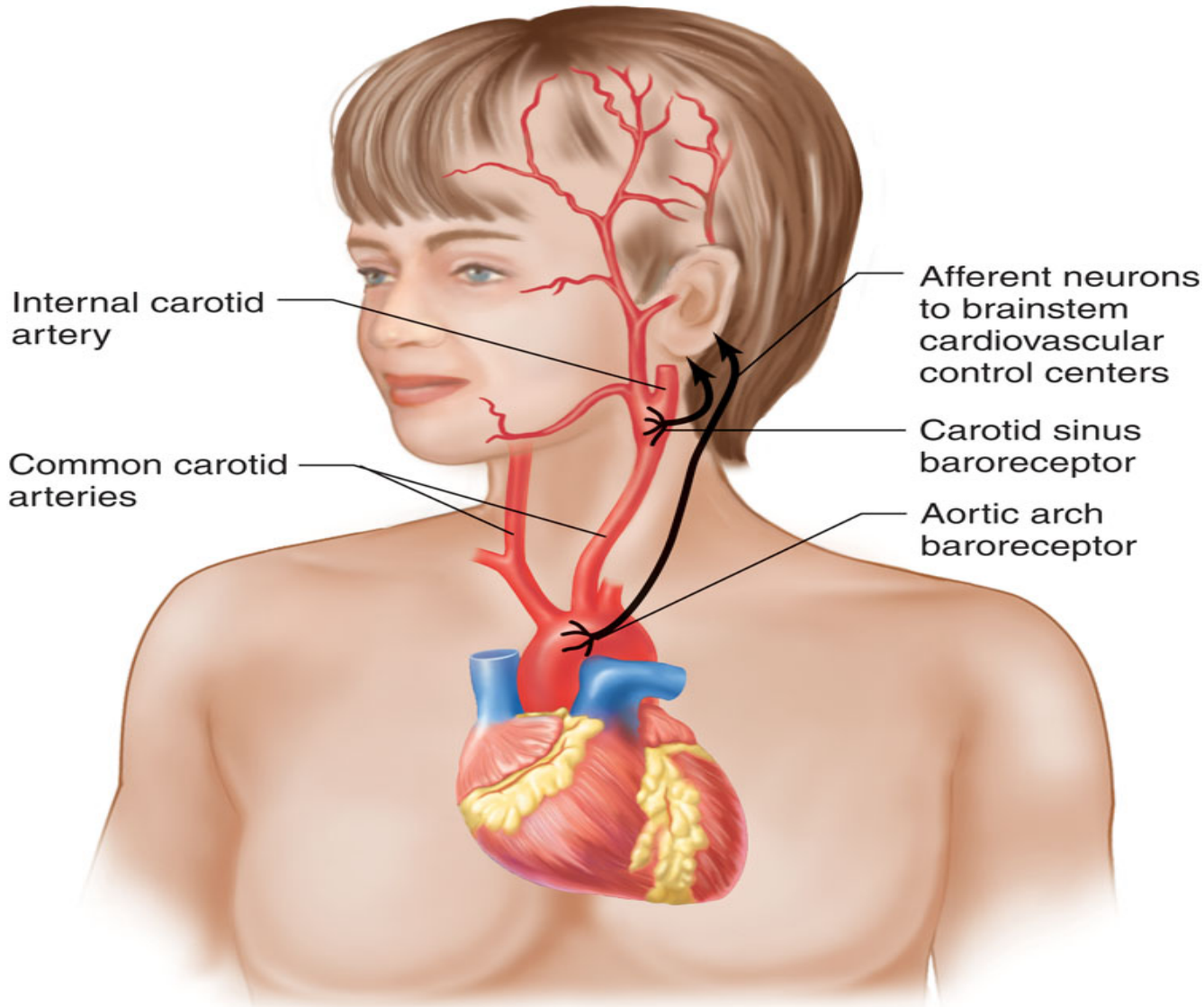
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



**Fig. 12-51**

# Arteriyel Baroreseptörler

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



**Fig. 12-53**

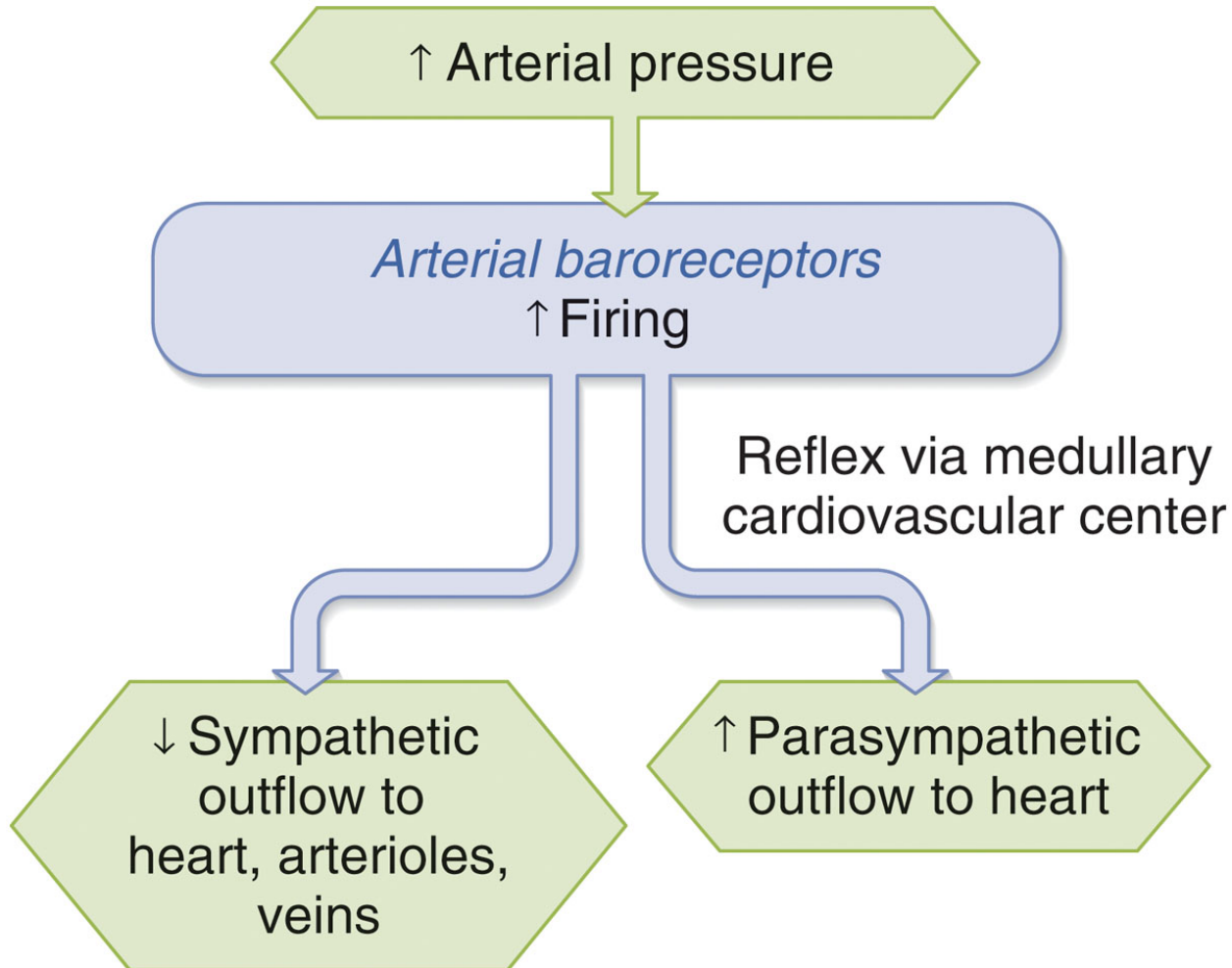
# Baroreseptör Refleksleri

- Birincil Baroreseptörler iki karotid sinusü ile aort yayı üzerindeki baroreseptörlerdir.
- Arteriyel baroreseptörlerin ateşleme hızları ortalama arterial basınç (MAP) ve nabız basıncı ile orantılıdır.



# Medüller Kardiyovasküler Merkez

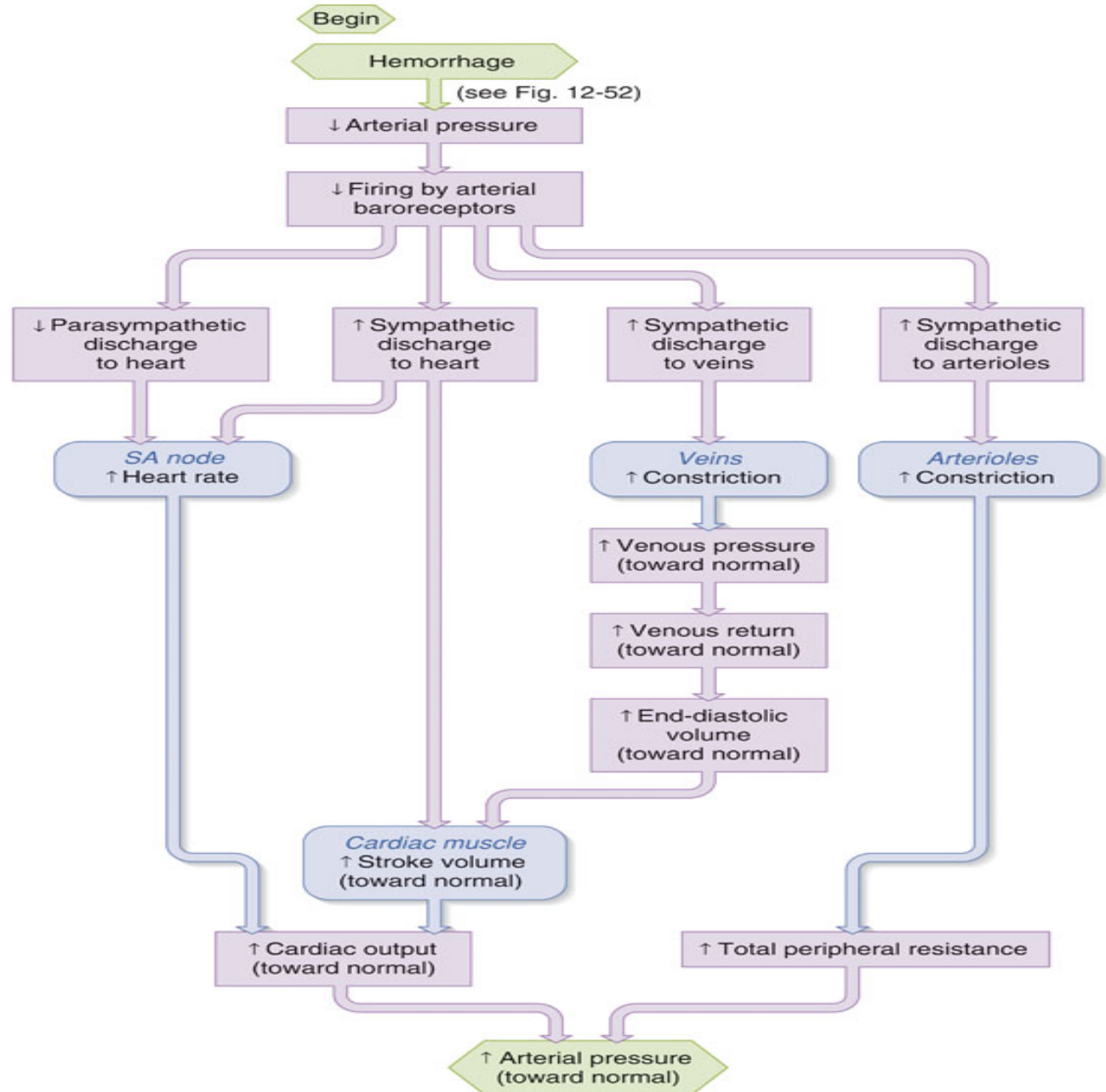
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



**Fig. 12-55**



# Kanamada Arteriyel baroreseptör lerin refleks şeması



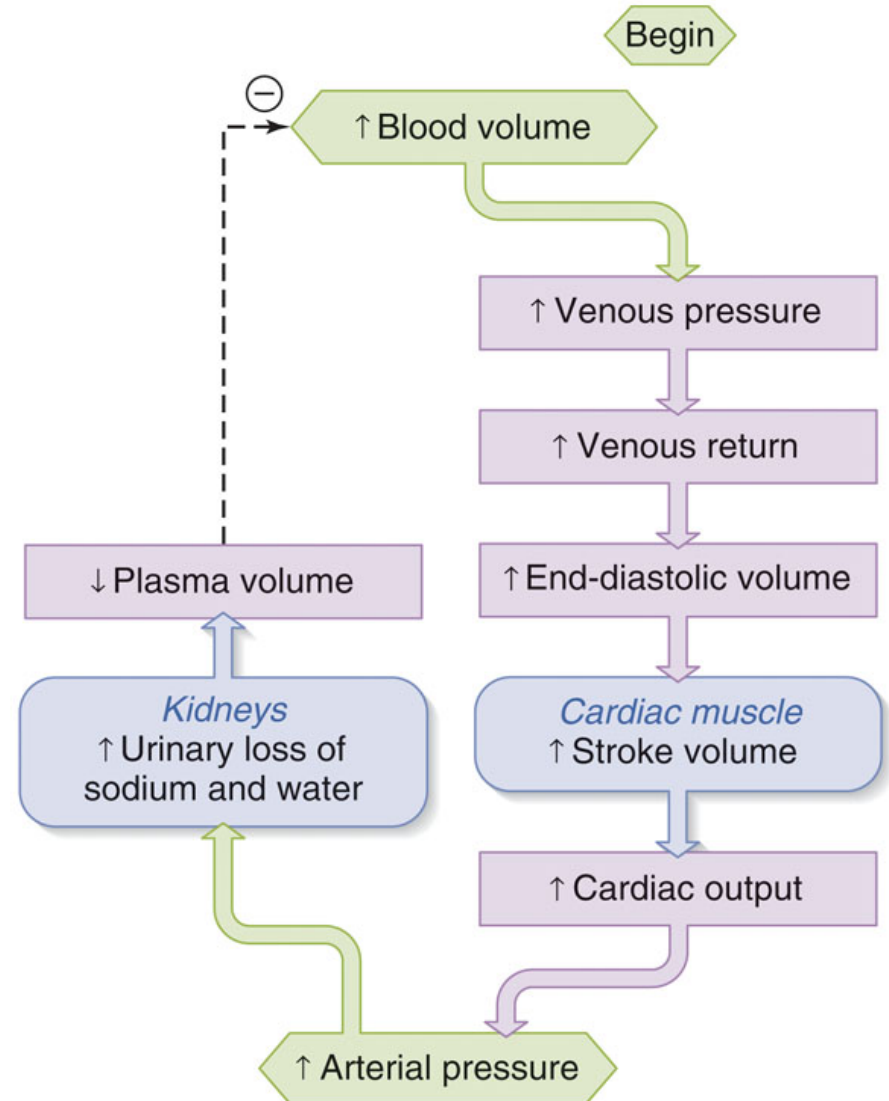
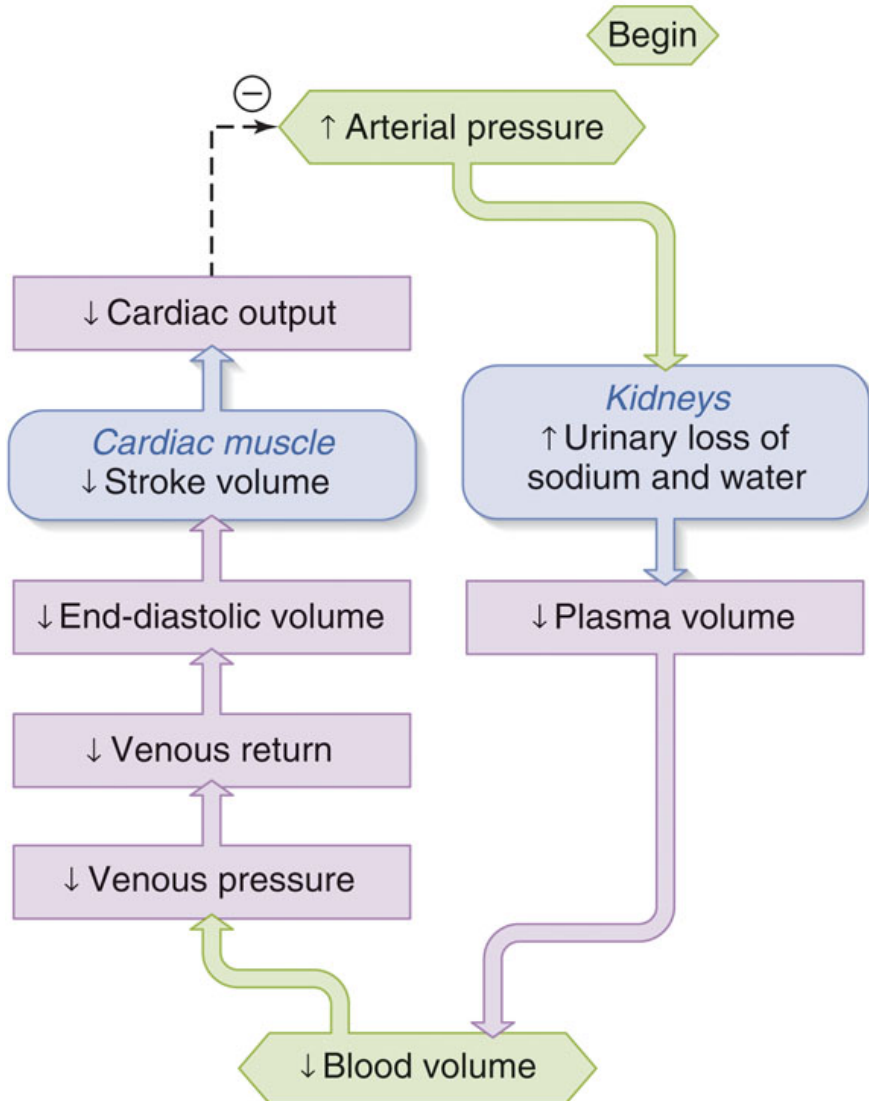
**Fig. 12-56**

# Diğer Baroreseptörler

- Büyük sistemsel damarlar, akciğer damarları ve kalbin duvarları baroreseptör içerir.

# Kan Hacmi ve Arter Basıncının Uzun Vadeli Düzenlemesi

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



**Fig. 12-57**

# Diğer Kardiyovasküler Refleksler ve Cevapları

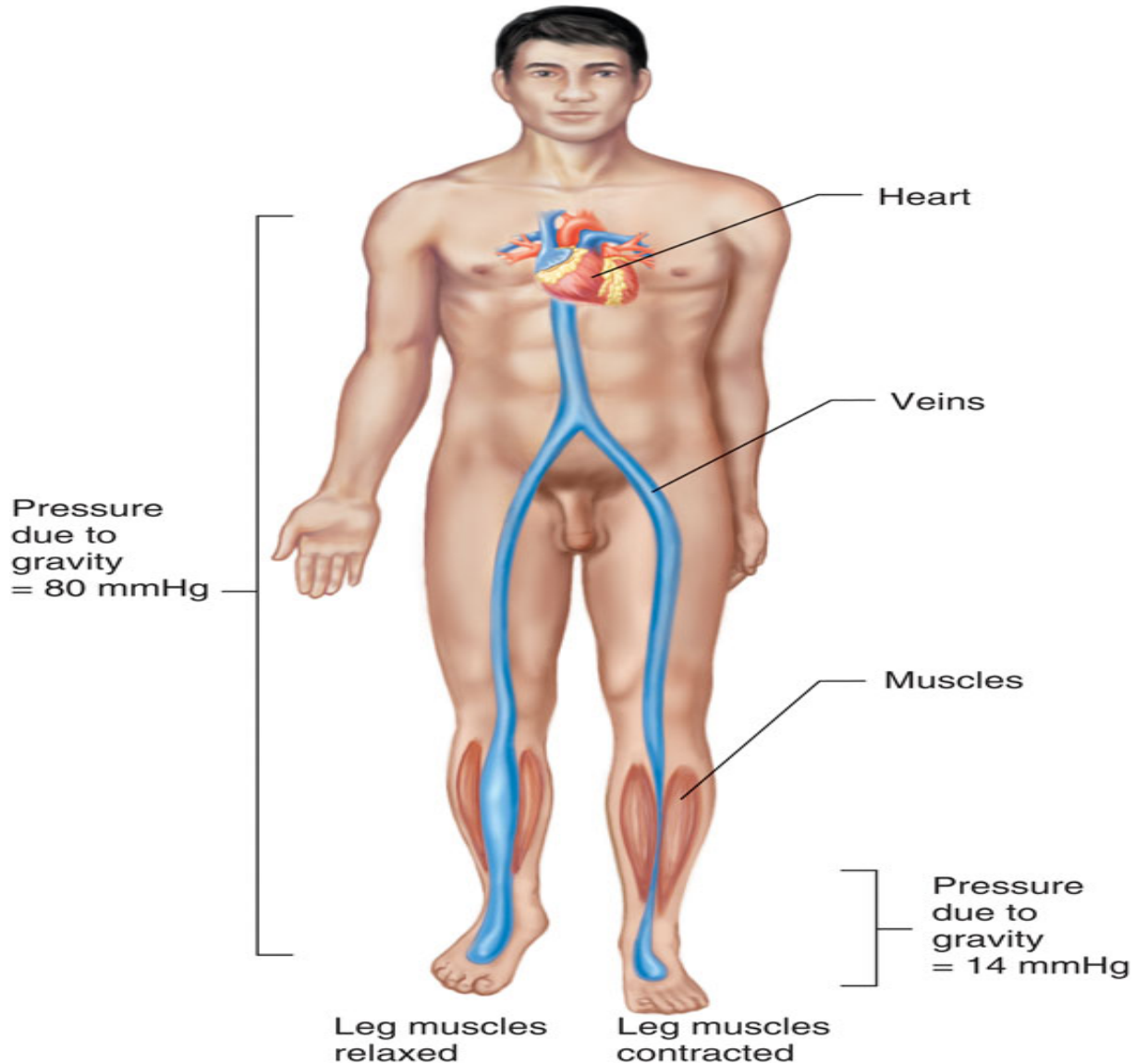
- Kan basıncı, arterlerdeki oksijen ve karbondioksit miktarlarından, beyne giden kan akışından, acıdan, cinsel aktiviteden ve stresten etkilenir.

# Hipotansiyon(Düşük tansiyon)

- Düşük kan basıncına denir
- Bazı insanların oldukça düşüktür ve son derece normaldir.
- Ortostatik hipotansiyon yatık ya da eğik durumdan kalkarken oluşan geçici kan basıncı düşmeleridir. Postural hipotansiyonda denir.
- Kan birikmesi sonucu SNS alt damarlara büzülmesi için ve kanı kalbe geri yollamak için sinyal yollayamaz.

# Dik Duruş

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

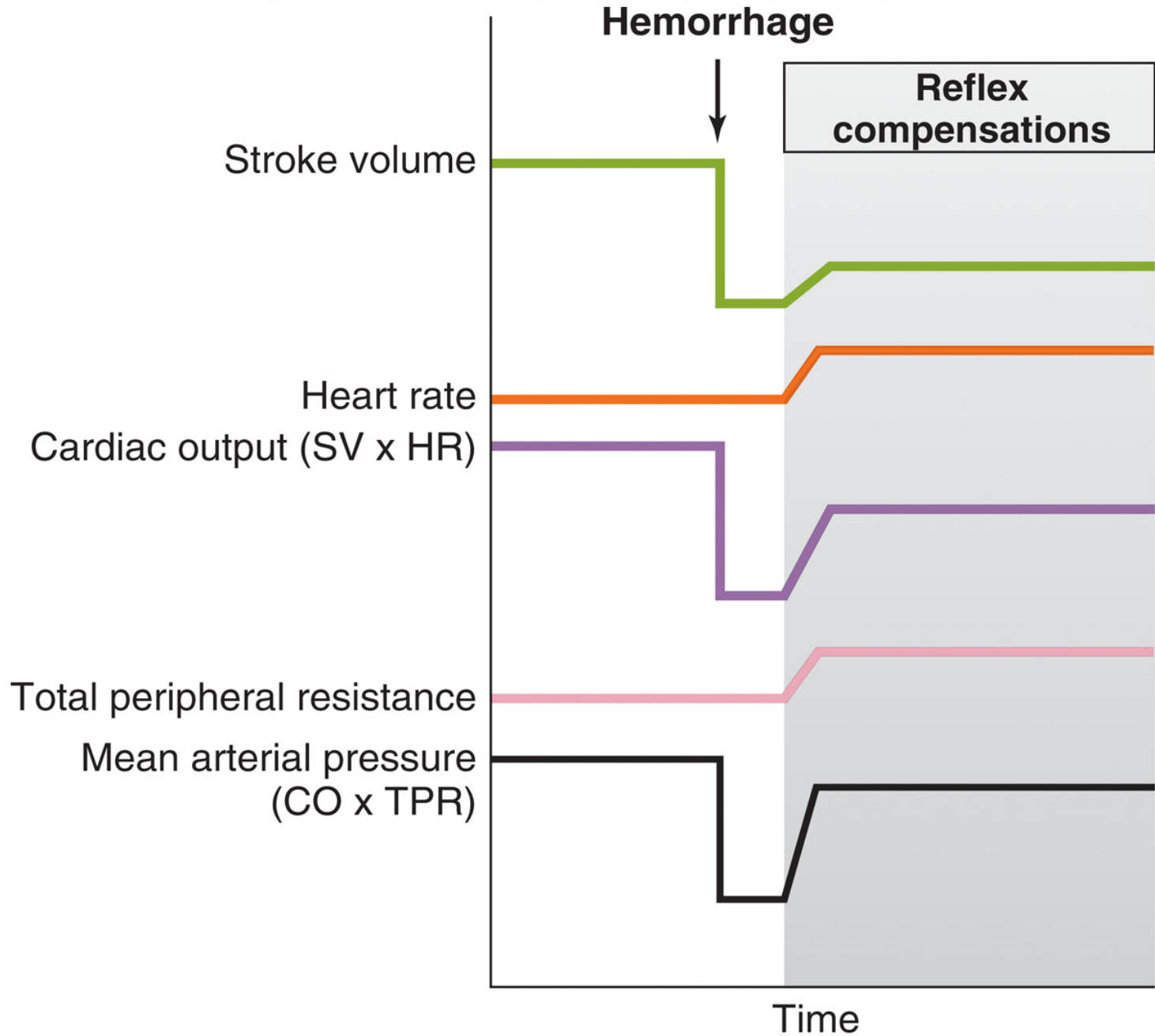


**Fig. 12-60**

# Hipotansiyonun Diğer Formları

- Kronik hipotansiyon, kötü beslenme, düşük viskoziteye sahip kan veya Addison hastalığında görülebilir.
- Hemoraji(kanama) de hipotansiyona sebep olan ana sebeplerden biridir.
- Akut hipotansiyon, sirkülatuar şokun en önemli semptomlarından biridir.

**Kanama ve Hipotansiyonun (Düşük Tansiyon) Diğer nedenleri**



**Fig. 12-58**



# Sirkülatuar Şok

- Bu durum, dokunun yeteri kadar kan akışı alamamasıyla oluşur.
- 3 farklı tipi vardır:
  - 1.Hipovolemik Şok
  - 2.Vasküler Şok
  - 3.Kardiyojenik Şok

# Hipovolemik Şok

- En çok rastlanan Şok tipidir.
- Buyk miktarda kan kaybından yani damarlardaki kan hacminin azalmasından dolayı olur.
- Bunu takiben hemoraji, Őiddetli kusmalar, ishal ve geniş çaplı yanmalar baş gösterir.
- Eğer kan hacmi düŐerse, kalp ritmini arttırarak bunu telafi etmeye çalışır.(Klinik bulgular zayıf ve ince bir nabız gösterir.)
- Kan akışını muhafaza edebilmek için sıvı alınıımı gereklidir.

# Vasküler Şok

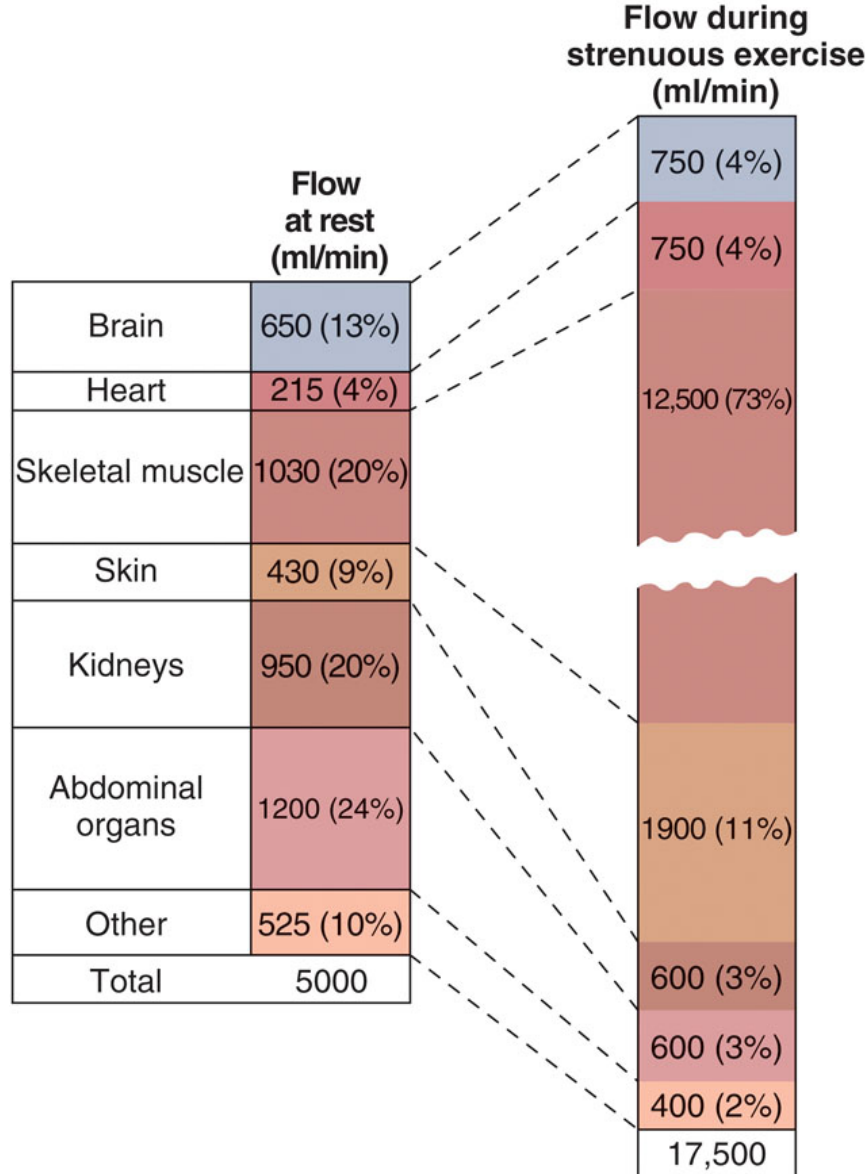
- Kan hacmi normalken, damarların aşırı genişlemesiyle vasküler yatakların anormal bir şekilde büyümesi kan dolaşımını zayıflatır. Bu büyük düşüğe TPR denir ve MAP'te düşüğe sebep olur.
- Buna çoğunlukla sebep olan anafilaksiyle (alerjik tepkime/anafilaktik şok) beraber vazomotor'daki (damar genişliğini düzenleyen) düşüştür. Sırayla bunu sinir sistemindeki düzenleme kaybı (nörojenik şok) ve septisemi (septik şok/bakteriyel enfeksiyon/kan zehirlenmesi) izler.
- Geçici vasküler şok uzun süreli güneş banyosunda da meydana gelebilir. Güneş deriyi ısıtır ve damarların genişlemesine sebep olur. Beyne yeteri kadar oksijen gidemediğinden ayağa kalktığınızda ise baş dönmesi olur. Damarlar büzülerek kan dolaşımını eski haline getirmeye çalışır.

# Kardiyojenik Şok

- Pompalama hatasıdır. Kalp yeterli kan dolaşımını devam ettiremez.
- Genelde miyokardiyal hasarın sonucudur. Bunu takiben MI veyahut MI'lar meydana gelebilir.

# Egzersiz

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



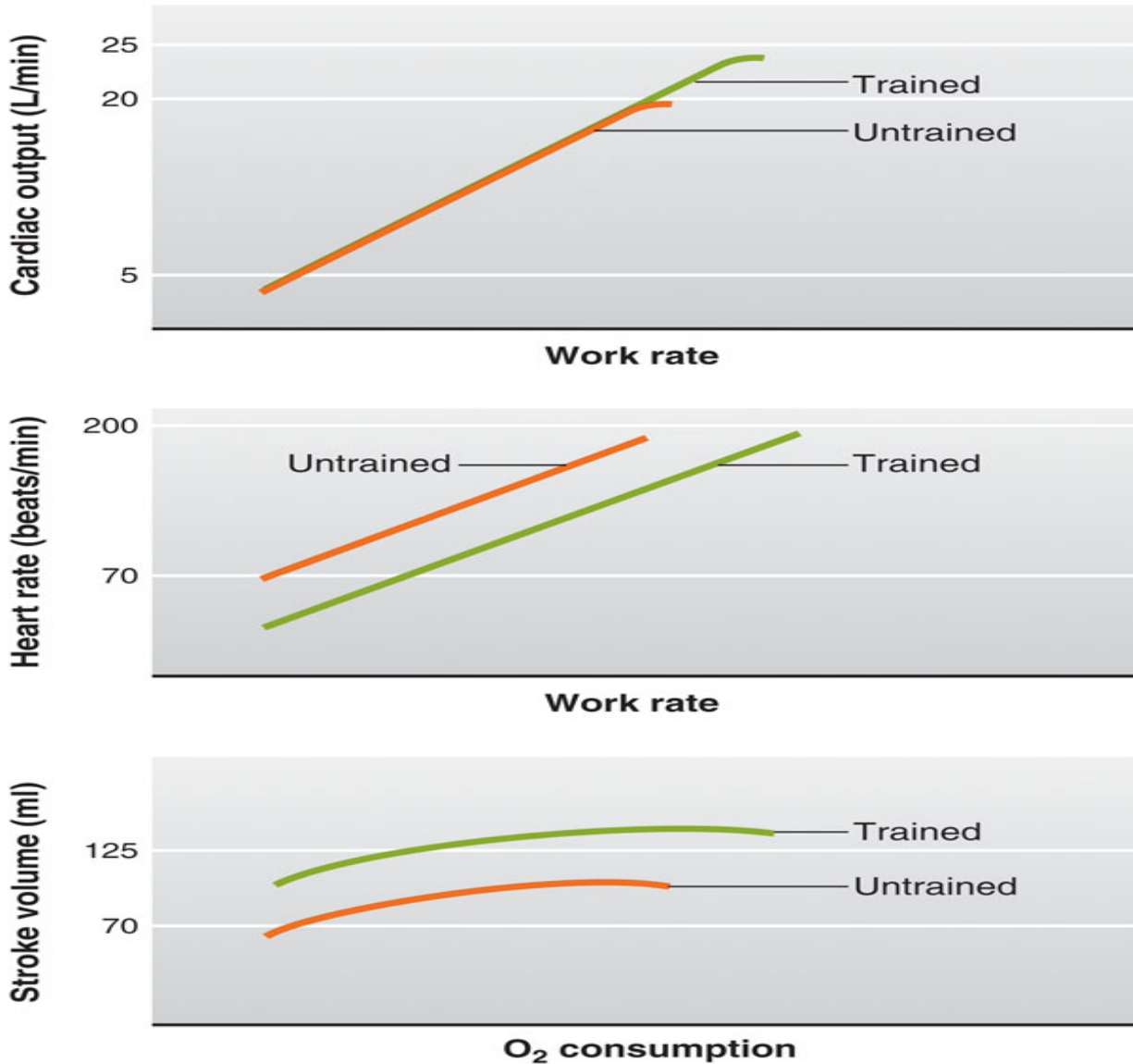
Kan dolaşımı o anda en çok ihtiyacı duyulduğu yere gidiyor.

Egzersiz boyunca şemada gösterildiği gibi kan yan yollara girer. Beyne giden akış ise hep muhafaza edilir. İskelet kaslarına yönlendirilen akış arttığı zaman ise kalbe ve böbreğe giden her zaman minimal boyutta muhafaza edilmeye çalışılır.

**Fig. 12-61**

# Azami Oksijen Tüketimi ve İdman

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



**Fig. 12-64**

# Hipertansiyon(Yüksek Tansiyon)

- Hipertansiyon kan basıncıyla beraber yükselir. Genelde “sessiz” bir öldürücü diyebiliriz. Çünkü insanlar kendilerinde belirgin bir sebebini görmedikleri sürece yüksek tansiyon sahibi olduklarını bilmezler.
- Uzun süreli hipertansiyon , kalp yetmezliği , böbrek yetmezliği , inme ve damar hastalıklarının önemli nedenidir.
- Hipertansiyonun birincil(esansiyel) ve ikincil olmak üzere iki ana formu vardır. Birincil olan hipertansiyonun sebeplerinde %90 olarak şu sebepten oldu denilemez. Ama ikincil hipertansiyon ise bir hastalık sonucu olabilir. Genelde adrenal medullada oluşan bir tümör sebep olabilir ve tedavi edilebilir. Aynı zamanda Cushing hastalığı, böbrek damarlarındaki kapanmaya veya hipertiroide işaret olabilir.

# Birincil(Esansiyel) Hipertansiyon

- Hipertansiyon gelişiminde rol oynayan faktörler şunlardır:
  - Diyet: Yüksek Na<sup>+</sup>, yüksek kolesterol vb...
  - Obezite
  - Yaş(~40)
  - Cinsiyet (Menopoza kadar erkeklerin kadınlara nazaran daha fazladır.)
  - Şeker Hastalığı
  - Genetik (Aile içi(ırsi),siyahilerin beyazlara göre daha fazladır)
  - Stres
  - Sigara Kullanımı
- Tamamen tedavi edilemez. Düzenli beslenme, egzersiz, hayat tarzındaki değişiklikler ve ilaçlarla düzenlenebilir.
- İdrar sökücü ilaçlar, beta blokerler, kalsiyum kanal engelleyiciler, ACE kısıtlayıcılar ve AT1 reseptör antagonistleriyle müdahale edilebilir.



# Hipertansiyon(Yüksek Tansiyon)

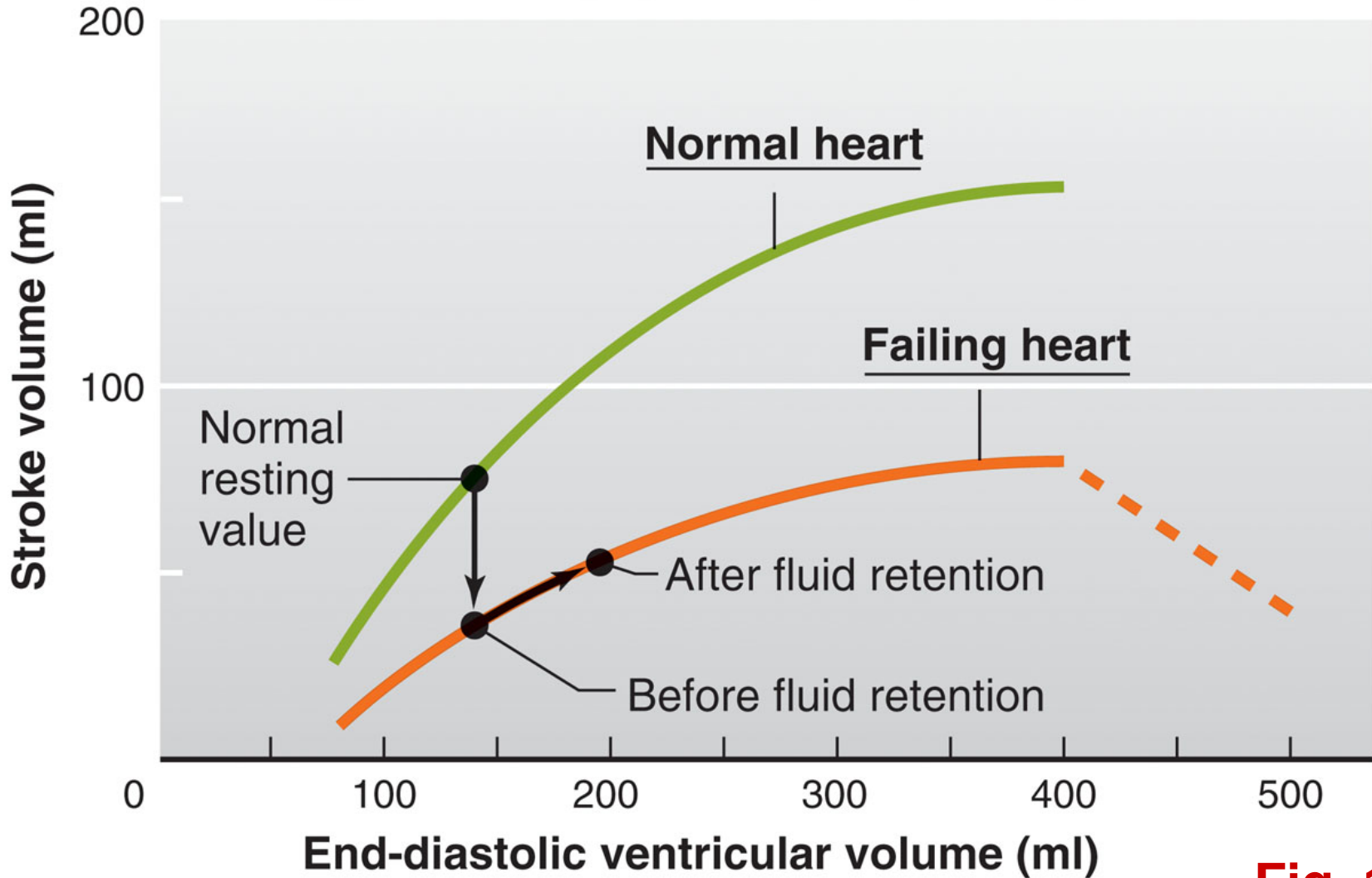
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

**Table 12–8**      **Drugs Used to Treat Hypertension**

1. **Diuretics:** These drugs increase urinary excretion of sodium and water (Chapter 14). They tend to decrease cardiac output with little or no change in total peripheral resistance.
2. **Beta-adrenergic receptor blockers:** These drugs exert their antihypertensive effects mainly by reducing cardiac output.
3. **Ca<sup>2+</sup> channel blockers:** These drugs reduce the entry of Ca<sup>2+</sup> into vascular smooth muscle cells, causing them to contract less strongly and lowering total peripheral resistance. (Surprisingly, it has been found that despite their effectiveness in lowering blood pressure, at least some of these drugs may significantly increase the risk of a heart attack. Consequently, their use as therapy for hypertension is now under intensive review.)
4. **Angiotensin-converting enzyme (ACE) inhibitors:** As Chapter 14 will describe, the final step in the formation of angiotensin II, a vasoconstrictor, is mediated by an enzyme called angiotensin-converting enzyme. Drugs that block this enzyme therefore reduce the concentration of angiotensin II in plasma, which causes arteriolar vasodilation, lowering total peripheral resistance. The same effect can be achieved with drugs that block the receptors for angiotensin II. A reduction in plasma angiotensin II or blockage of its receptors is also protective against the development of heart wall changes that lead to heart failure.
5. **Drugs that antagonize one or more components of the sympathetic nervous system:** The major effect of these drugs is to reduce sympathetic mediated stimulation of arteriolar smooth muscle and thereby reduce total peripheral resistance. Examples include drugs that inhibit the brain centers that mediate the sympathetic outflow to arterioles, and drugs that block alpha-adrenergic receptors on the arterioles.

# Kalp Yetmezliği

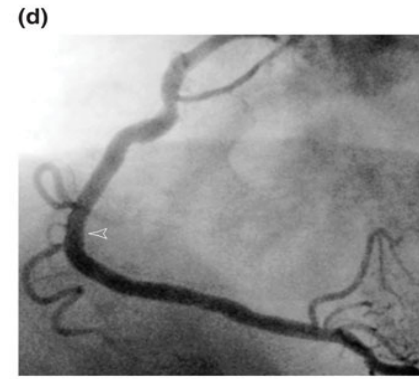
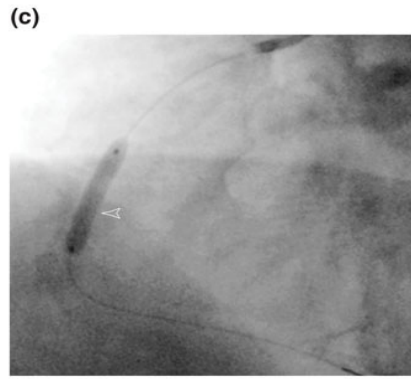
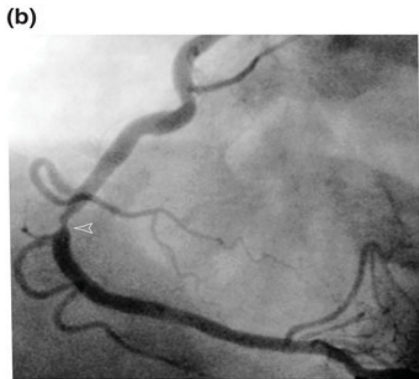
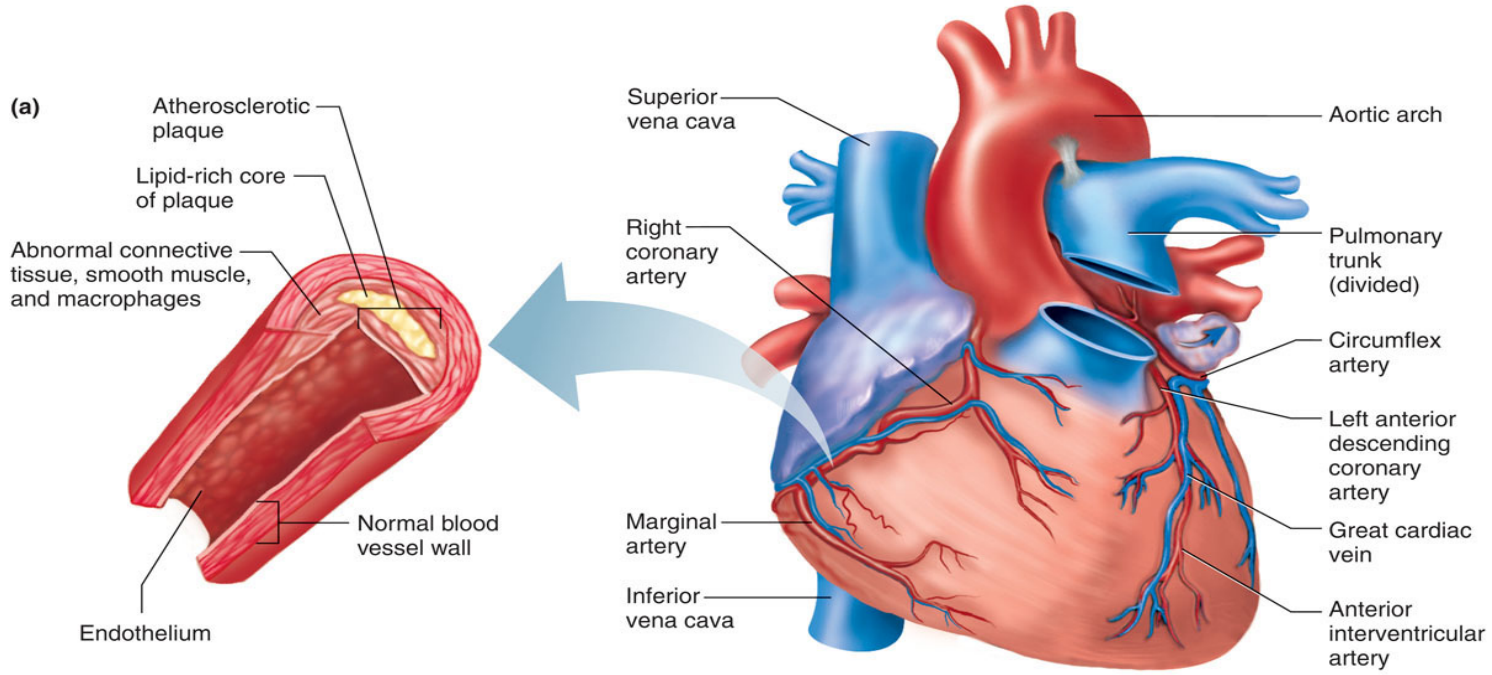
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



**Fig. 12-65**

# Koroner Kalp Hastalıkları ve Kalp Krizleri

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



© Matthew R. Wolff, M.D., University of Wisconsin, Madison



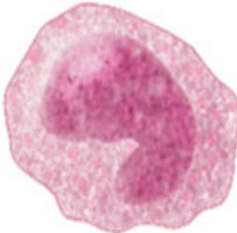
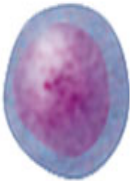

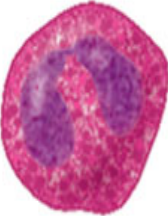
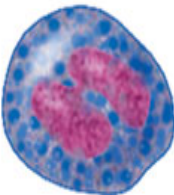
**Fig. 12-66**

# Plazma

- Plazma belli miktarlarda suda çözünmüş inorganik ve organik madde içerir. Bunlara proteinler; albümin, globulin, fibrinojenlerde dahildir.
- Plazma %90 sudan oluşur ve elektrolitler, besinler(glikoz, aminoasit, vitaminler) taşır. Aynı zamanda atık maddelerden üre, bilirubin, kreatin, O<sub>2</sub> ,CO<sub>2</sub> ve hormonları da taşınmasında rol oynar.

# Kan Hücreleri

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

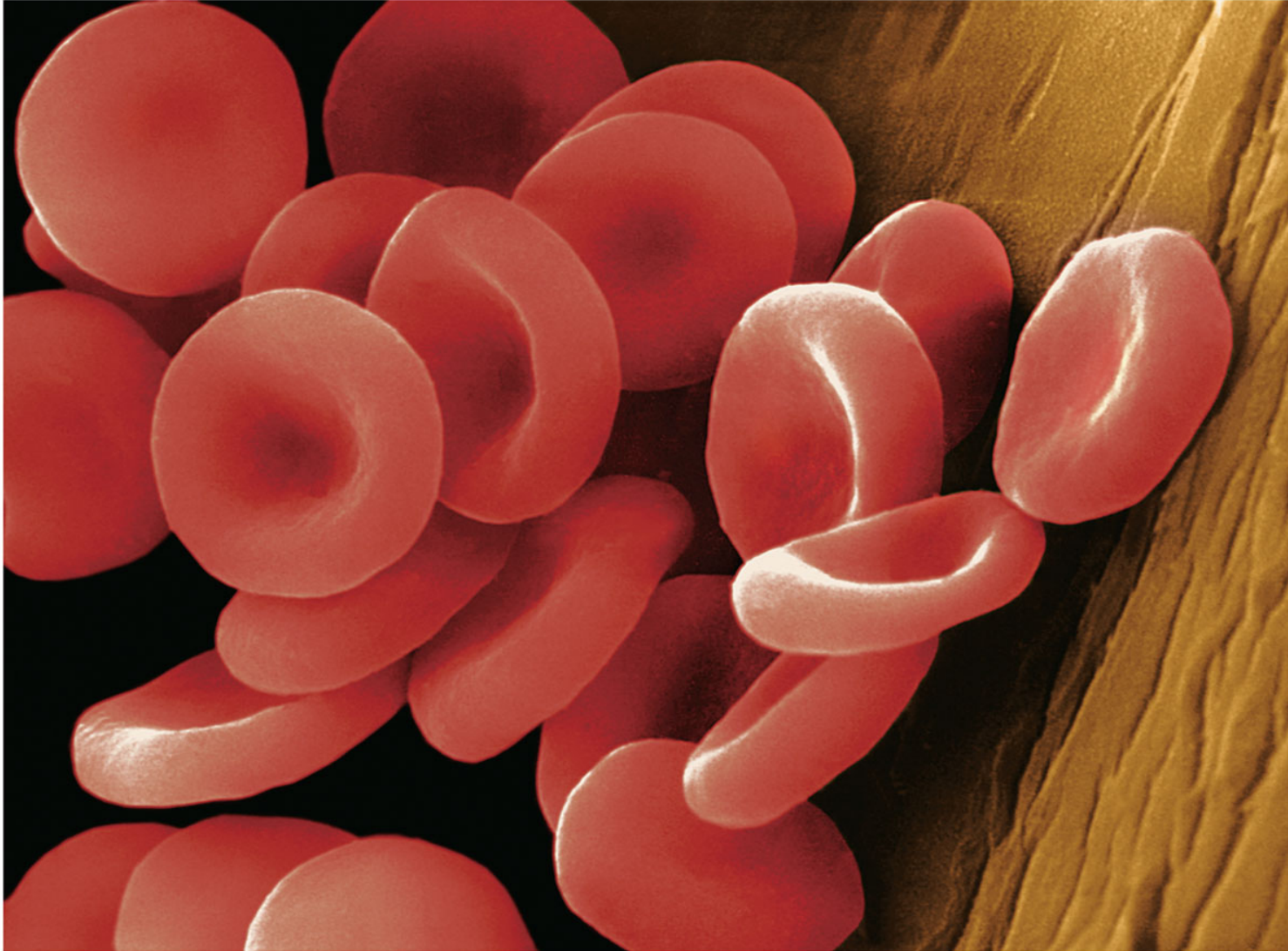
Erythrocytes	Leukocytes				Platelets	
	Polymorphonuclear granulocytes			Monocytes	Lymphocytes	
	Neutrophils	Eosinophils	Basophils			
						

**Fig. 12-70**



# Eritrositler(Alyuvarlar)

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



© Dr. Dennis Kunkel/Visuals Unlimited

**Fig. 12-67**

# Eritrositler(Kırmızı Kan Hücreleri/Alyuvarlar)

- Oksijen ve karbondioksit taşınmasında rol oynar. Bikonkav disk şeklinde esnek zarlardır. Geniş yüzeylere sahiptirler böylece difuzyona kolayca maruz kalabilirler.
- Çekirdek ve organelleri yoktur.
  - Mitokondri yoktur.
  - DNA, RNA yoktur (Dolayısıyla olgun alyuvarlarda bölünme yoktur.)
- Enzimler
  - Glikolitik enzimler
  - Karbonik anhidraz
- Hemoglobin (oksijen ve karbondioksitide bağlanır.)

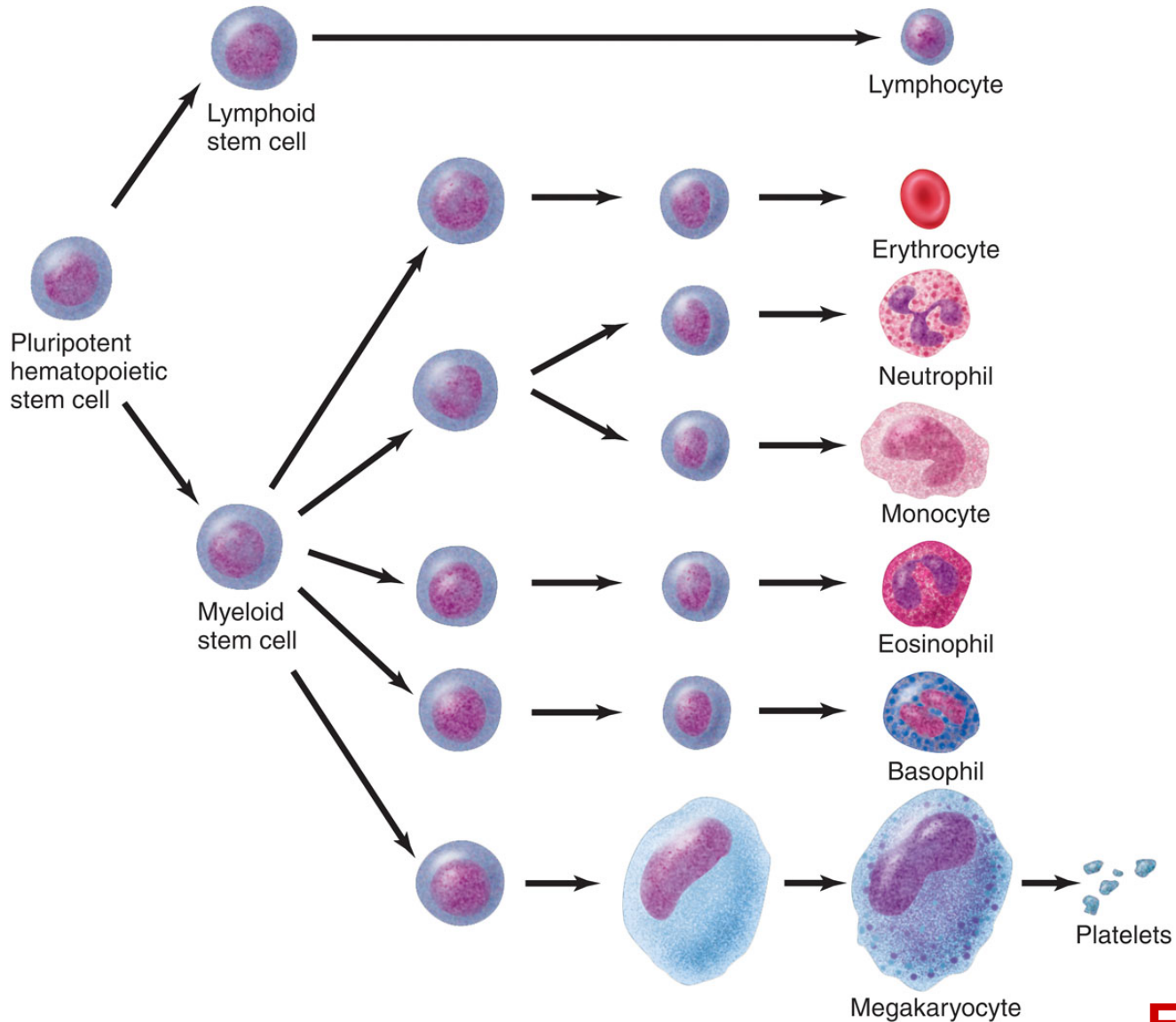
# Eritrositler(Alyuvarlar)

- RBC'nin kısa bir ömür aralığı vardır yaklaşık 120 gündür.
- RBC'ler kırmızı kemik iliğinde sentezlenir. Diğer bir adı da Eritropoez'dir.
- Karaciğer ve dalak tarafından süzülürler.
- Eritropoietin (böbreklerdeki hormon) kök hücrelerin eritrositlere dönüşmesini tetikler.



# Lökositler & Trombositler

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



**Fig. 12-71**

# Lökositler

- Lökositler(beyaz kan hücreleri) vücudu savunmada rol oynar.
- İkiye ayrılırlar;
  - Granülositler—sitoplazmik granül
    - Nötrofiller
    - Eozinofiller
    - Bazofiller
  - Agranülositler—sitoplazmik granül yok
    - Monositler
    - Lenfositler

# WBC İşlevleri

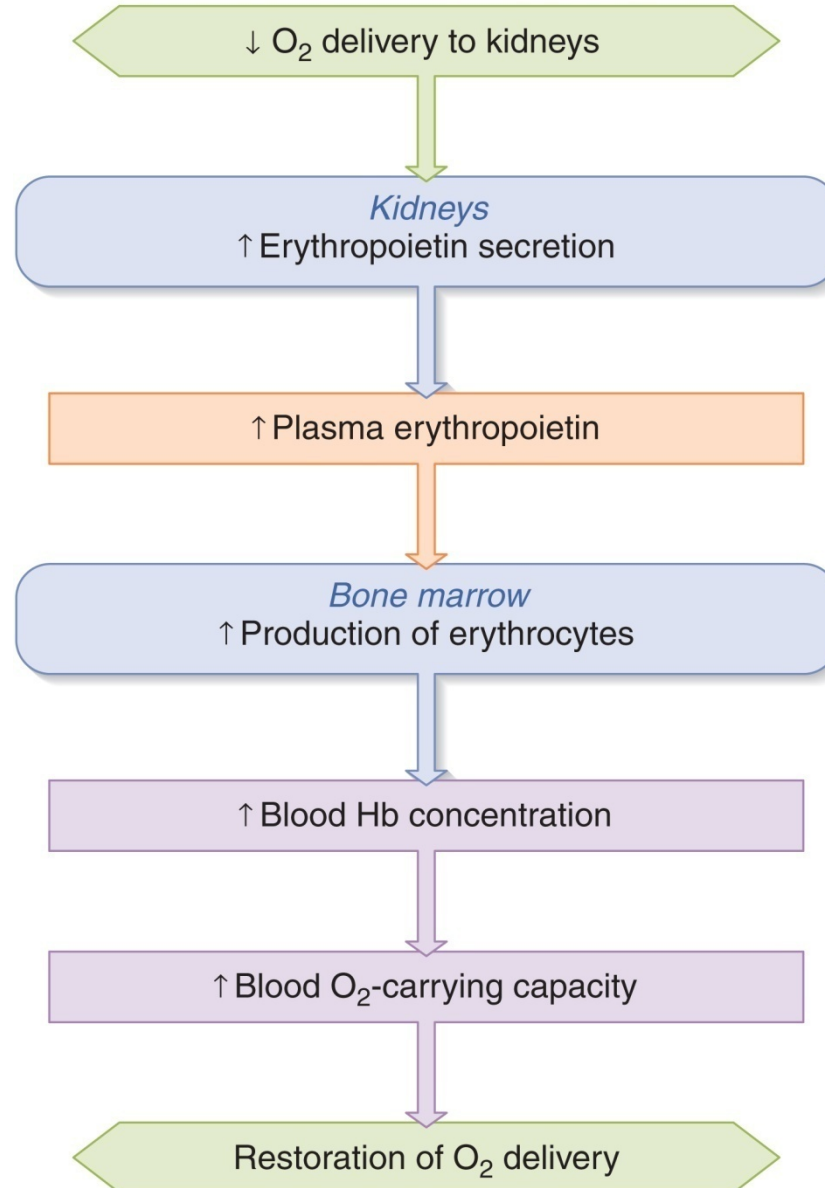
- Nötrofiller:
  - Fagositik
  - Enfeksiyonlar sırasında sayıları artar
- Eozinofiller:
  - Parazit kurtçuklara karşı savunma
  - Granüller saldırgan parazitlere karşı zehir içerir
- Bazofiller:
  - Fagositik olmayan
  - Alerjik reaksiyonlara katkıda bulunur
    - Histamin
- Monositler:
  - Fagositik
  - Dokulara göç eder ve makrofajları oluşturur.
- Lenfositler:
  - B hücreleri
  - T hücreleri

# Eritrosit Üretimi İçin Gerekenler

- Demir
  - Hemoglobin bileşeni(heme kısmı)
  - Kandaki normal hemoglobin;
    - Erkek: 13–18 gram / dL
    - Kadın: 12–16 gram / dL
- Folik Asit
  - DNA kopyalanması için gerekli, bu sayede hücre çoğalması sağlanır.
- B12 Vitamini
  - DNA kopyalanması için gerekli, bu sayede hücre çoğalması sağlanır.

# RBC Üretimi

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



**Fig. 12-69**

# Kan Hücresi Üretim Yönetmeliği

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

**Table 12–12**

**Reference Table of Major Hematopoietic Growth Factors (HGFs)**

<b>Name</b>	<b>Stimulates Progenitor Cells Leading To:</b>
Erythropoietin	Erythrocytes
Colony-stimulating factors (CSFs) (example: granulocyte CSF)	Granulocytes and monocytes
Interleukins (example: interleukin 3)	Various leukocytes
Thrombopoietin	Platelets (from megakaryocytes)
Stem cell factor	Many types of blood cells

# Klinik Sorunlar

- Eritropotein(alyuvar oluşturan) azlığı yaşayan diyaliz hastaları için RBC sayıları normale ulaştırılmalıdır.
- Bunu dayanıklılığını arttırmak için sentetik formlarını alan sporcular, kanın çok viskoz bir hal alması sonucu kan pıhtılaşmasına neden oluyor ve felç geçirmelerine veya ölümlerine yol açabiliyor
- Aynı zamanda testosteronda EPO üretimini arttırarak RBC üretimini arttırıyor. Bu yüzden hormon takviyesi veya değişimi yaşayan insanlar bunu çok dikkatli kullanmalıdır.

# Anemi(Kansızlık)

- Anemi, kanın oksijen taşıma kapasitesindeki azalmaya denir.
- Besinsel Anemi
  - Demir: Demir eksikliğinden kaynaklı anemi
  - Vitamin B<sub>12</sub>: kötücül anemias
- Hemorajik Anemi
  - Kanamadan dolayı
- Hemolitik Anemi
  - Sıtma
  - Orak gözeli kansızlık
- Aplastik(Aşır1) Anemi
  - Kemik iliği bozukluğu
- RenalAnemi
  - Böbrek hastalığı



# Eritrositlerin Süzülmesi ve Yıkılması

- Dalak eski eritrositleri filtreler ve onları siler. Karaciğer de burdan çıkan yan ürünleri metabolizmaya kazandırır.
- Yeni hemoglobinler sentezlendikçe demir tekrar geri dönüşüme kazandırılır.
- Kan sınırındaki demir kırmızı kemik iliğine kadar taşınır.
- Ferritine bağlı muhafaza edilen demir karaciğer, dalak ve küçük bağırsaklarda bulunur.

# Dalak

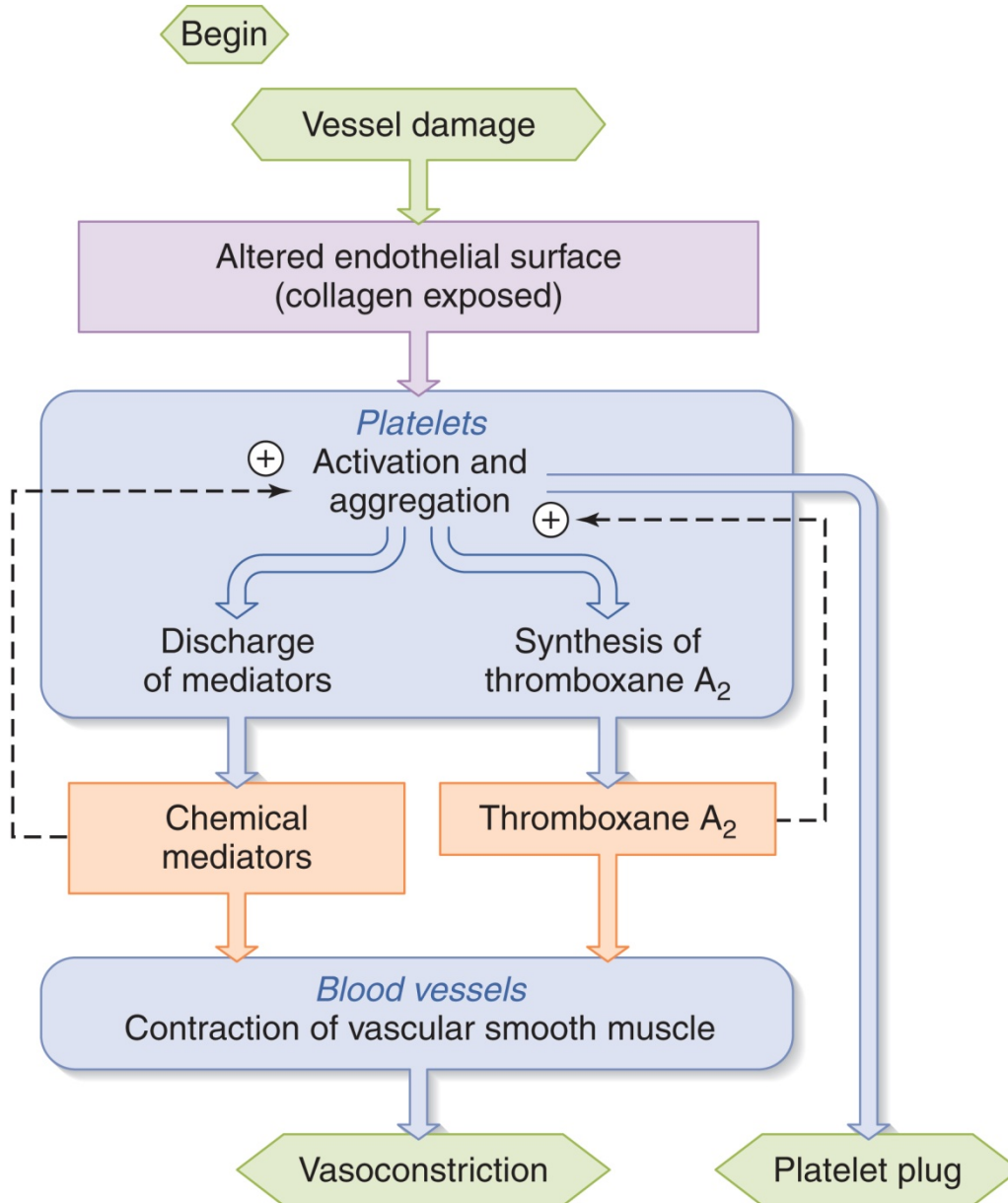
- Dalak makrofajları RBC'lerin fagositozu sayesinde kanı süzerler.
- Hemogloblin sonra katabolize edilir ve demir çıkarılır. Heme bilirubine dönüştürülür.
- Bilirubin kan dolaşımına karıştırılır ve karaciğere kadar dolaşır böylece metabolizmaya katkıda bulunur. Bilirubin sonucu oluşan ürünler katabolizmaya(yıkıcı metabolizma) katkıda bulunur ve bağırsak yoluna ya da gene kan dolaşımını sayesinde üreyle dışarı atılır.

# Trombositler

- Trombositler genbankasından çıkar ve megakaryositlerden türerler.
- Organeli bulunmayan granüllü hücre parçaları kan pıhtılaşmasında önemli rol oynarlar.
- Granüller şu salgıları içerir:
  - ADP
  - Serotonin
  - Epinefrin

# Hemostaz

- Hemostaz kanamayı durdurmak için yapılan fiziksel mekanizmalardır.
- Hemostaz 3 aşamalı bir işlemdir:
  1. Damar Spazmı(Damar Kasılması)
  2. Trombosit Tıkacının Oluşumu
  3. Kan Pıhtılaşması



**Fig. 12-72**

# Damar Spazmı(Kasılması)

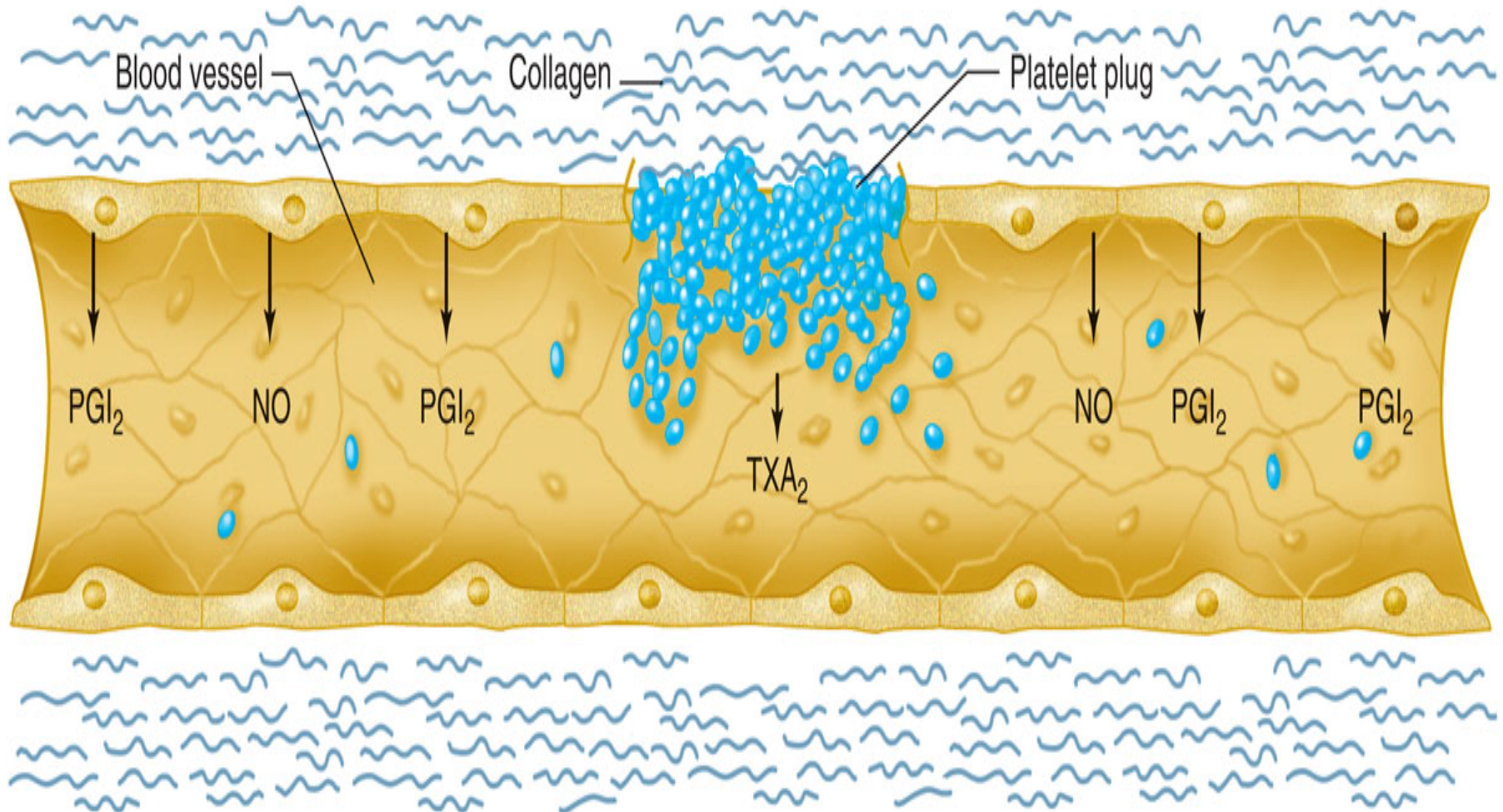
- Damar spazmı kan damarındaki oluşan zarardan dolayı oluşur. Zarar gören doku büzülmeye yani kasılmaya başlar.
- Damarlar kan kaybını en aza indirmek için kasılırlar. (Amaç BP'yi muhafaza etmektir.).
- Endotelyal hücre katmanı pıhtılaşma işlemine yardımcı olmak için yapışkan bir hal alır.

# Trombosit Tıkacının Oluşumu

- Trombosit tıkaçı damarın zarar gördüğü yerde iç damar zarının yapışkanlığından faydalanarak başlar.
- Tıkaç kan kaybını azaltır.(BP içerir)
- Tıkaç oluşumu ve yapısı kan pıhtısı üretimi için önemlidir.

# Trombosit Tıkacının Oluşumu (Pıhtıgözü)

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



**Fig. 12-73**

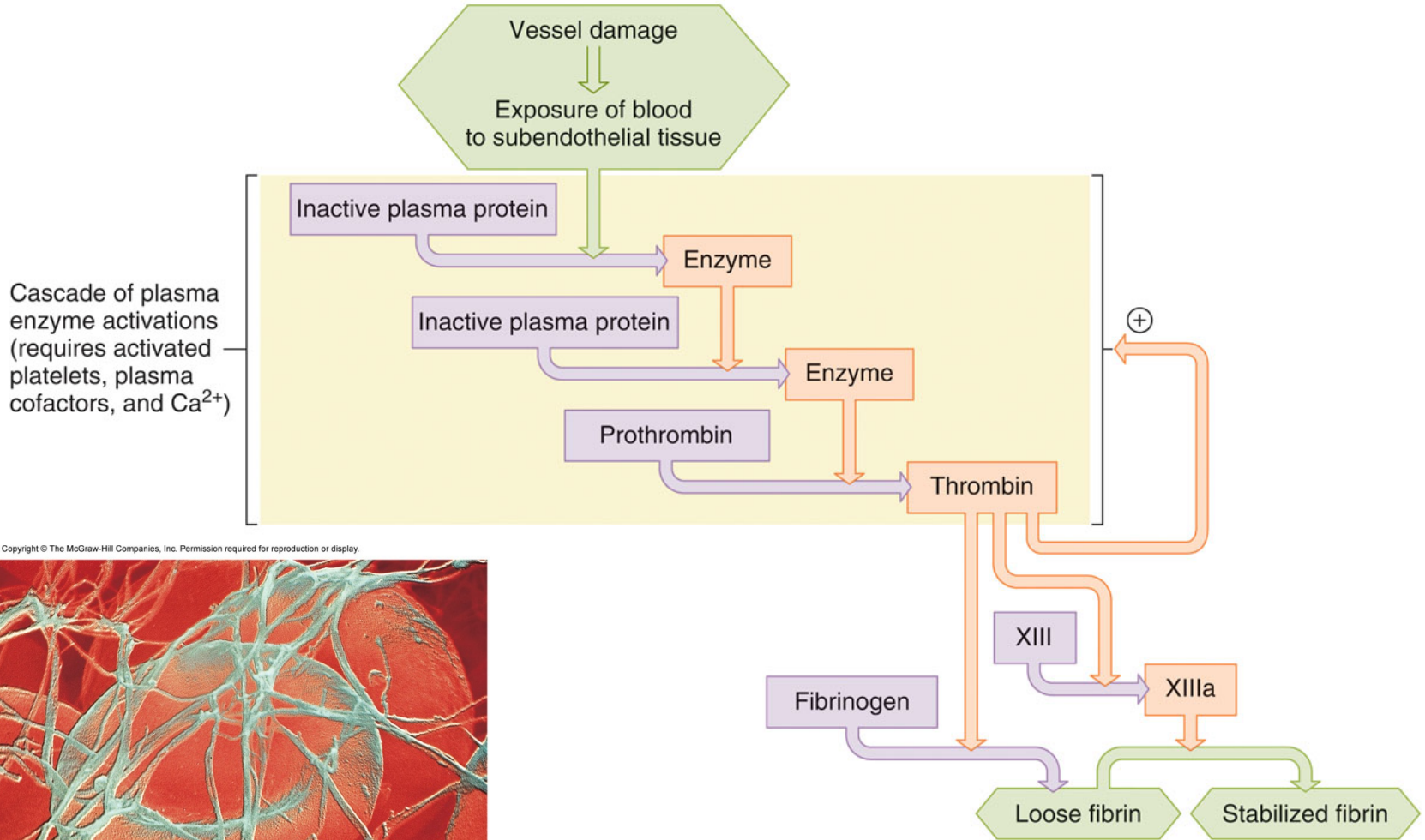


# Kan Pıhtısının Oluşumu

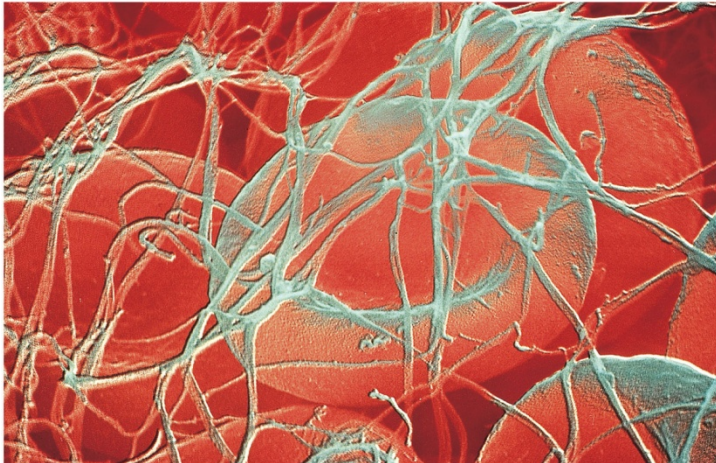
- Kan katı jel halindeki pıhtı veya trombüse dönüştürülür.
- Trombosit tıkaçının etrafında meydana gelir.
- Baskın bir kan durdurucu savunma mekanizmasıdır.

# Kan Pıhtılaşması: Pıhtı Oluşumu

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



© NIBSC/SPL/Photo Researchers

**Fig. 12-75**

**Fig. 12-74**

# Pıhtılaşma Basamakları

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

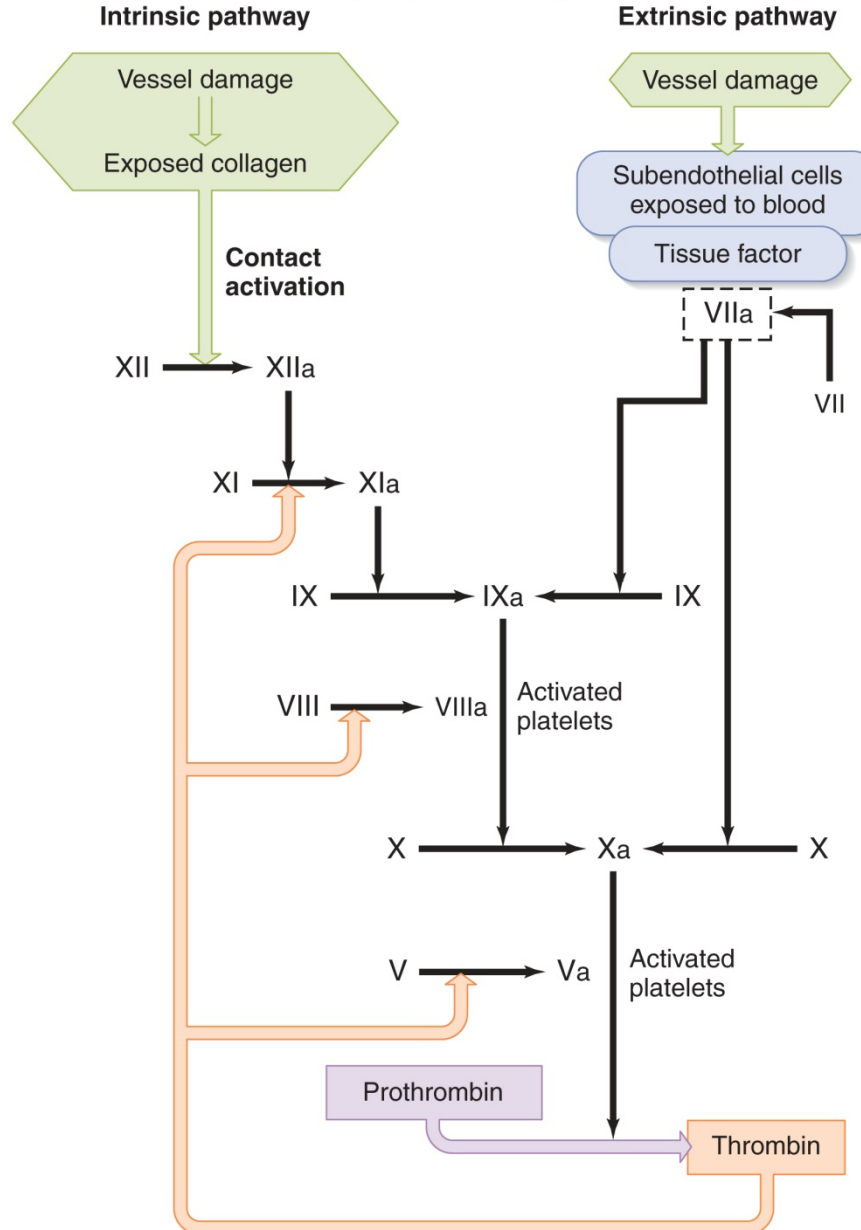


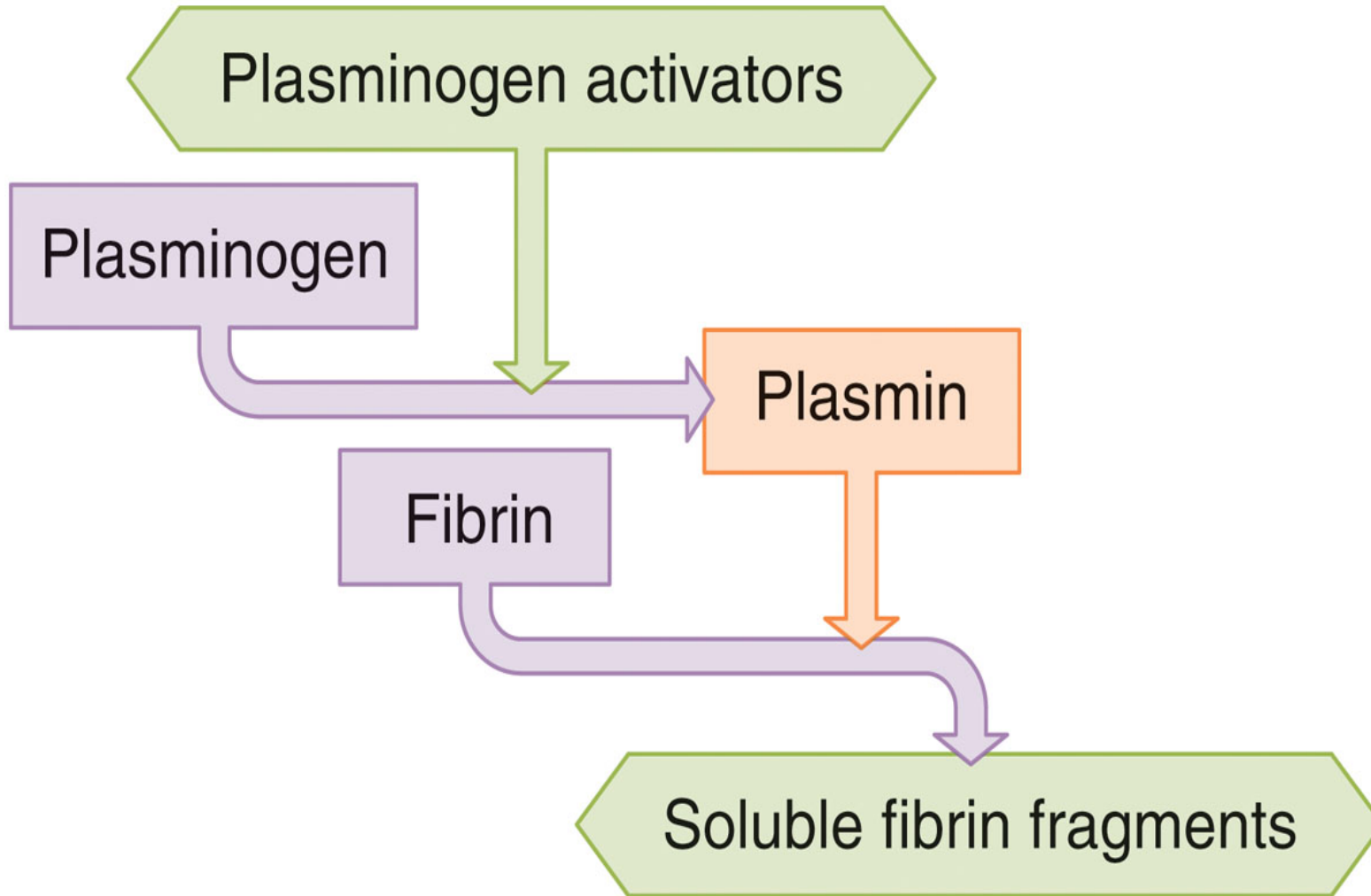
Fig. 12-76

# Pıhtılaşma Faktörleri

- Pıhtılaşma faktörleri karaciğer tarafından faal olmayacak şekilde üretilir. Kan içine öyle bırakılır.
- İçinde pıhtılaşma faktörü olmayan plazmaya serum denir.
- Hemofili, pıhtılaşma faktörü noksanlığından(Faktör VIII eksikliği) kaynaklanan genetik bir rahatsızlıktır.

# Kan Pıhtısının Çözülmesi

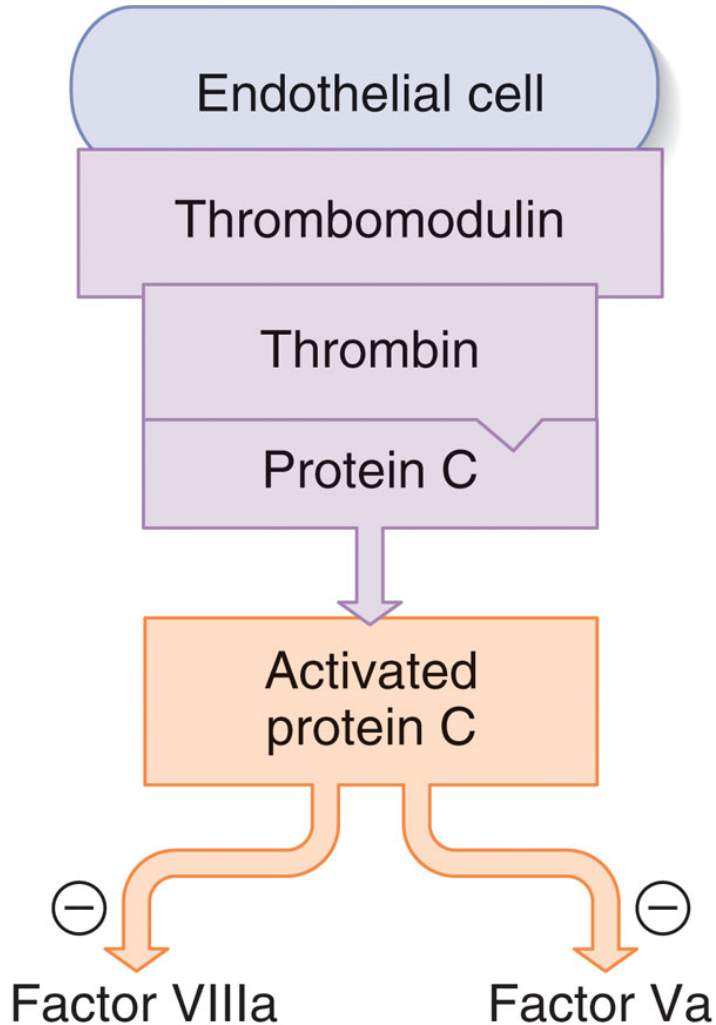
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



**Fig. 12-79**

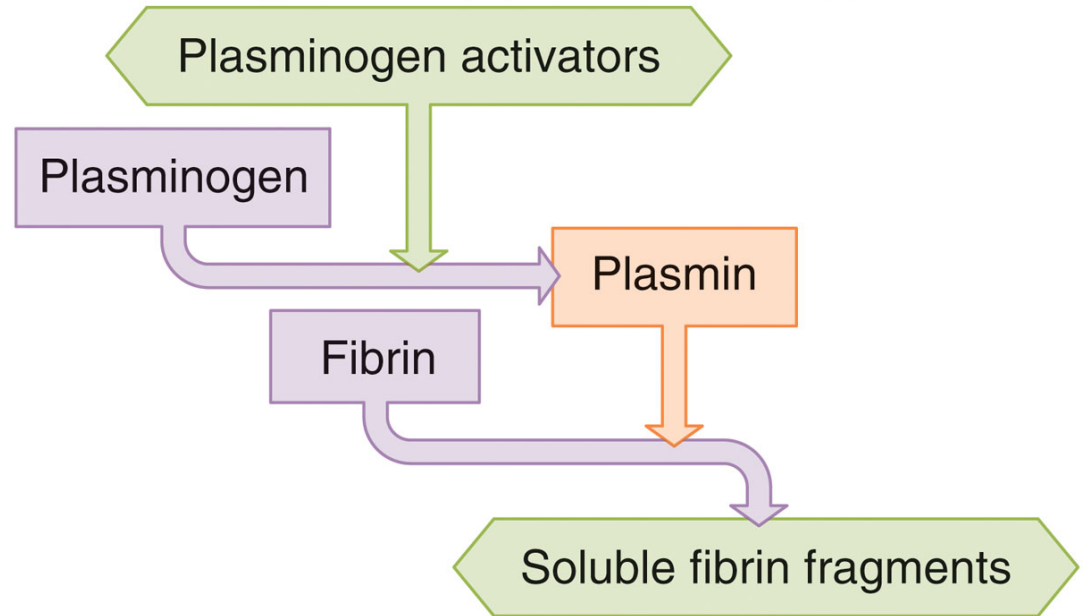
# Pıhtılaşmayı Engelleyen Sistemler

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



**Fig. 12-78**

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



**Fig. 12-79**

# Plazminojen Aktivatörleri

- Plazminojen aktivatörleri plazminojeni plazmine çevirir.
- Rekombinant dokuyu plazminojen aktivaörü olarak kullanabiliriz (TPA).
- TPA kalp, beyin ve akciğer arterlerinde oluşan pıhtıyı çözmek için de kullanılabilir. Hastaneye zamanında yetiştirilen felç geçiren hastaların tedavisinde de kullanılır

# Pıhtılaşma Faktörlerinin Önemi ve Pıhtılaşma Düzenindeki Bozukluklar

- Hemofili
  - Pıhtılaşma faktöründeki eksik olan genden kaynaklanan genetik bir hastalıktır.
- Von Willebrand Hastalığı
  - vWf düşük seviyeler
  - Trombosit tıkaçı oluşumunun azaltır.
- K Vitamini Eksikliği
  - Pıhtılaşma faktörlerinin sentezini azaltır



# Antikoagülan olarak Aspirin

- Düşük dozlarda—antikoagülan
  - Tromboksan A<sub>2</sub> oluşumunu engeller.
- Yüksek dozlarda
  - Prostaglandin oluşumunu engeller.

# Pıhtılaşma Denetleyicileri

- Pıhtının gereksiz yere çok büyük olmasını engellemek için(arterlerin tıkanmaması için) aktif olan pıhtılaşma faktörlerini hızlı bir şekilde ortadan kaldırma vardır.
- Aynı zamanda trombinlerin çoğu fibrin iplikleriyle bağlıdır. Bu pıhtılaşmanın sistematik bir şekilde olmasını engeller. Trombinin çözülmesi antitrombin III ve C proteini sayesinde olur.
- Heparin ise antikoagülan olduğundan mast hücreleri ve endotelyal hücrelerinin yüzeyinde bulunan bazofil içerir. Bu durum antitrombin III'ün artmasıyla iç yoldaki pıhtılaşmayı ve trombini engellemeyi sağlar.
- Heparinin ayrıca daha yüksek tehlike arz eden hastalarda sentetik versiyonları tercih edilir ve pıhtılaşma engellenir.

# Endotelyal Hücreler

- Normalde endotelyal hücreler pürüzsüz, sağlam, pıhtı hücrelerinin yapışmasını engellerler.
- Ayrıca NO ve prostasiklin salgırlar, bu da pıhtıların bir araya gelmesini sağlar.
- Uygunsuz pıhtılaşma felç, kalp krizi, doku ölümüne ve dolayısıyla ölüme sebep olabilir.

# Nedenleri ve Tedavisi

- Endotelyal hücreleri pürüzlendiren herşey uygunsuz pıhtılaşmaya sebep olur. İnflamasyon(iltihaplanma), aterosklerosis(damar yağ bağlanması), diyabet, yüksek tansiyon endotelyal hücrelerin foksiyon bozukluğuna sebep olur.
- Yavaş kan akışı(çok yüksek kan hücresi oranı), yatalak hastalar, uzun uçuşlar sırasında alttaki eklemlerin fazla hareket etmemesi gibi durumlar pıhtılaşmanın birikmesine sebep olur.
- Aspirin, heparin ve varfarin klinik yönden pıhtılaşmayı önlemek için kullanılır. This is a mainstay for people with atrial fibrillation. Aspirin bir antiprostaglandin olduğundan TxA2 oluşumunu engeller. Heparin klinik olarak enjekte edilir. Varfarin(orjinali fare zehri) ağız yoluyla alınır ve coumadin ilacı olarak adlandırılır. Bu atrium kasılması olan insanlar için kullanılır.

# Pıhtılaşma Bozuklukları

- Tromboembolik bozukluklar uygunsuz pıhtı oluşumunun sonucudur.
- Kanamadaki bozukluklar normal pıhtılaşmaları engellemeye çalışırken oluşur.
- Yayılmış damariçi pıhtılaşma bozuklukları, geniş çapta pıhtılaşmaları ve ciddi kanamaları içerir.

# Tromboembolik Şartlar

- Trombus(damarı tıkayan pıhtı) kan damarında oluşur ve kan akışını engellemeye çalışır.
- Yeterince büyükse kan akışını durdurabilir. Bu durum bölgesel anemiye ve ters akıntı yaparak doku ölümüne sebep olur. Bu ölümcül olan kalp krizlerinin sebebidir.
- Embolus ya da emboli kan akışında serbestçe dolaşan pıhtılardır. Bu durum damarda tıkanmaya yol açabilir ve embolizme sebep olur.
- Akciğer embolisi bünyeye giren oksijeni azaltır. Buda beyin embolisinin felce sebep olmasına yol açar.

# Kanama Bozuklukları

- Trombositopeni pıhtı hücreleri eksikliğiyle ilişkilendirilmiştir. Bu da kılcal damarlarda kendiliğinden kanamaya yol açar.
- Gündelik hareketler bile deride iç kanamaya (petechiae) sebep olur.
- Kemik iliğini etkileyen herşey buna sebep olabilir. Örnek olarak kemoterapi ve röntgen ışınlarına maruz kalmak... verilebilir. Tek tedavi yöntemi trombosit(pıhtı) hücre naklidir.

# Kanama Bozuklukları

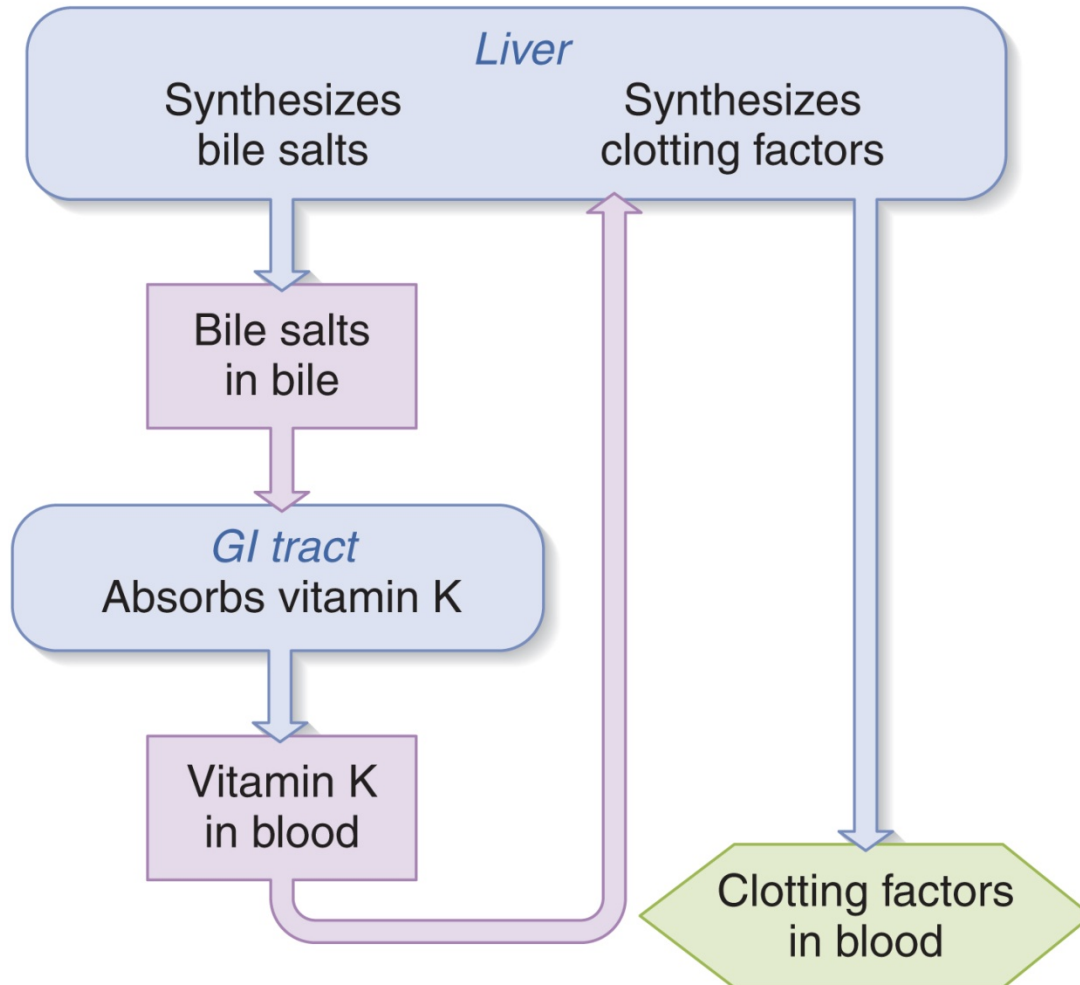
- Görevini yerine getiremeyen karaciğerde prokoagülan(pıhtı oluşumunu başlatan madde) eksikliği görülür. Yeni doğanlarda K vitamini iğneleriyle tedavi edilir.
- Karaciğer eğer görevini yerine getiremeyip siroz ve hepatite(karaciğer iltihabı sarılık olarakta bilinir) sebep olmuşsa bu gibi ciddi vakalarda nakil gerekebilir.



# Karaciğerin Rolü

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

Begin



**Fig. 12-77**

# Hemofili(Kanın Pıhtılaşmaması)

- X kromozomuna bağlı olduğundan genelde erkeklerde karşılaşılır.
- Hemofili A yani bilinen hemofili faktör VIII geni eksikliğindedir. (vakaların ~%77'si).
- Hemofili B ise faktör IX yetersizliğindedir.
- Hemofili C ise kadın ve erkeklerde gözükebilir ama uysal denilebilir. Çünkü IX( XI geni tarafından aktive edilir) aynı zamanda VII tarafından uyarılıp aktive edilebilir.
- Erken yaşlarda semptomlar kendini gösterebilir ve devre dışı bırakılabilir. Kanamalar eklem fonksiyonlarını bozabilir. Plazma nakliyle ve saflaştırılmış pıhtılaşma faktörleriyle tedavi edilebilir. Bu tedavi hem pahalı hem de hastaya rahatsızlık veren bir süreç sunar. Ameliyatlar veya dişicideki basit bir işlem bile ölümcül olabilir.

# Kan Nakli

- %15-30'luk kan kaybı insanda halsizlik ve solgunluğa yol açar. %30'luk kan kaybıysa ciddi şoklar geçirilmesine sebep olabileceği gibi, kan nakli gerçekleşmediği sürece ölümcüldür.
- Kan nakli yapılırken şunlar göz önünde bulundurulabilir:
  1. Kan kaybı hızlı ve önem arz edecek olduğu zaman, kan nakli yapılması gereklidir.
  2. Sadece oksijen taşıma kapasitesi gerektiğinde alyuvar hücreleri tercih edilir .
  3. Plazma tek başına verilebileceği gibi pıhtı hücreleri de tek başlarına verilebilir.
- Kan bağışlanıldığı zaman, kan sulandırıcılarıyla karıştırılarak muhafaza edilir.(Ca<sup>2+</sup> iyonlarının birbirine bağlanmasını önlemek için) Rafta bekleme süresi 4°C'de 35 gündür. Kan genelde bileşenlerine ayrılır. Nakil kanda her zaman sıkıntı yaşanır. Çünkü kan bağışı tamamen bireylerin kan bağışında bulunmasına bağlıdır.