

DOLAŞIM SİSTEMİ

Dolaşım sisteminin temel bileşenleri;

➤ Kan,

➤ Kan damarları

➤ Kalp

1. Kan, maddeleri dokulara taşır.

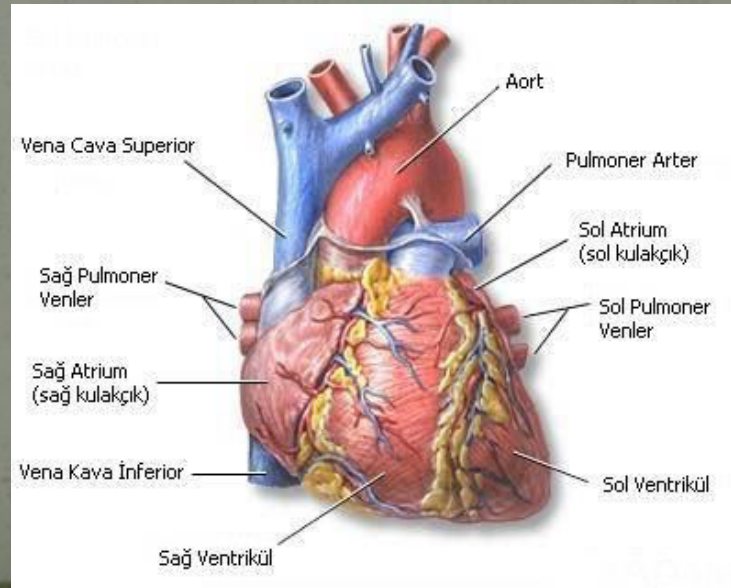
2. Kan damarları, kanı hücrelerin yakınına taşır.

3. Kalp, kanı sistemin her yerine pompalamak için gerekli olan basıncı yaratır.

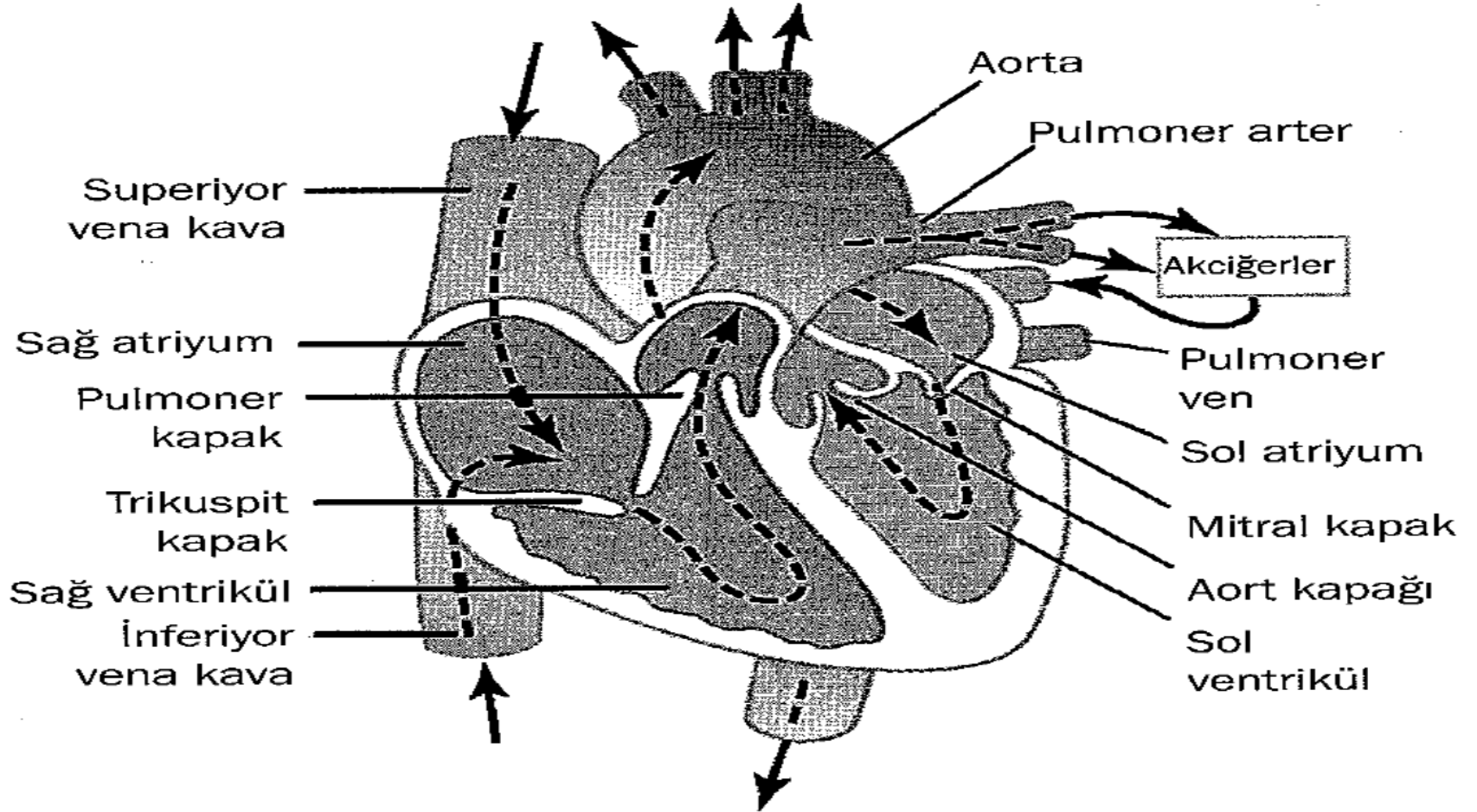
Kalp



- Kalp, kalp kasından oluşan çok boşluklu bir organdır.
- Kasıldığı zaman boşlukların çapı azalır ve kan basınç altında boşluktan boşluğa ve sonra kalbin dışına damarların içine itilir.
- Kan, her biri kalbin bir yanında olan 2 kas pompası ile damar içerisinde hareketlendirilir.
- Her bir pompa 2 boşluk içerir:
- **Atrium ve Ventrikül**
- **Sağ ve sol atriumlar (kulakçıklar), Sağ ve sol ventriküller (karıncıklar)**
- Sol kalp kanı **AORT** aracılığıyla dolaşımdaki organlara pompalar.
- Kan **VENA KAVA** aracılığıyla kalbe geri döner.



BAŞ VE ÜST EKSTREMİTE

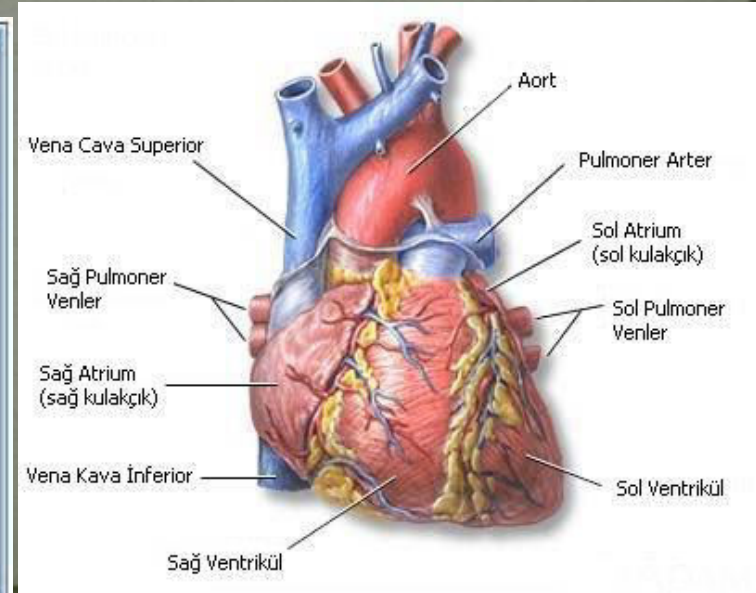
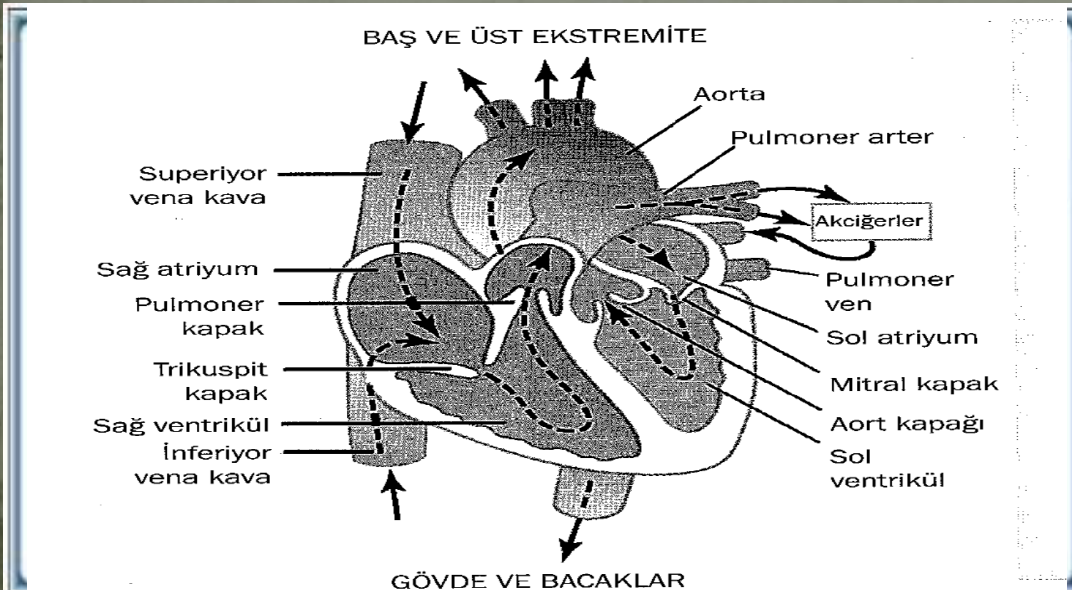


GÖVDE VE BACAKLAR

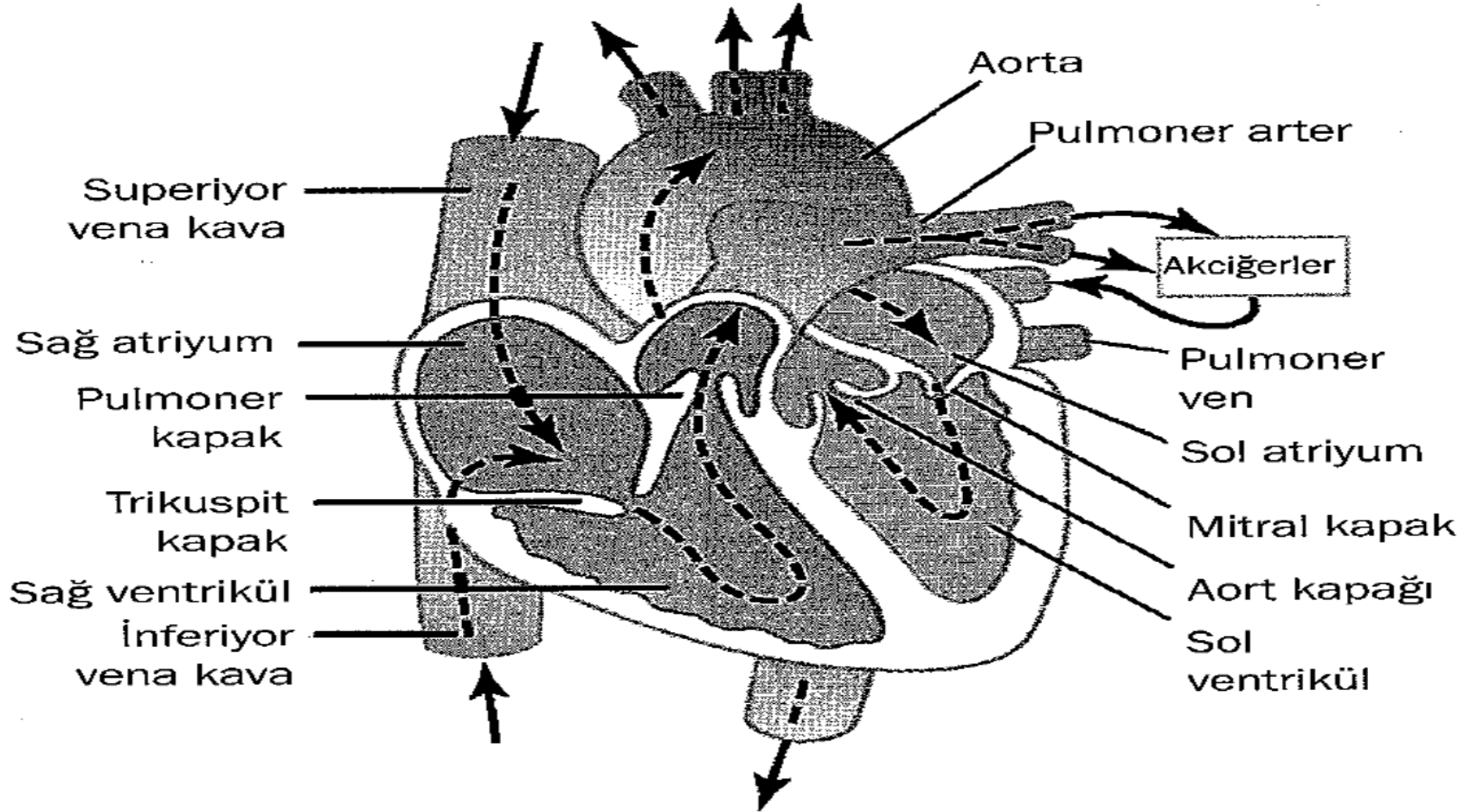
Kalp



- Kanı damarlara pompalayan kassal bir pompadır.
- Vücudun tüm bölümlerine kanı gönderen dolaşım sisteminin pompasıdır.
- Dolaşım sistemi kalp, arter (atardamar), ven (toplar damar) ve kapillerlerden (kılcaldamarlar) oluşmuştur.
- Vücuttan venler aracılığıyla toplanan kan üst ve alt kava veni (vena cava superior ve vena cava inferior) ile sağ atriuma, oradan da sağ ventriküle gelir. Sağ ventrikül kanı, ana pulmoner arter aracılığı ile oksijenlenmesi için akciğerlere gönderir. Akciğerlerden sol atriuma gelen oksijenlenmiş kan hemen aşağıdaki sol ventriküle geçer.
- Kuvvetli kas yapısına sahip sol ventrikül kanı aort aracılığıyla tüm vücuda gönderir.



BAŞ VE ÜST EKSTREMİTE



GÖVDE VE BACAKLAR

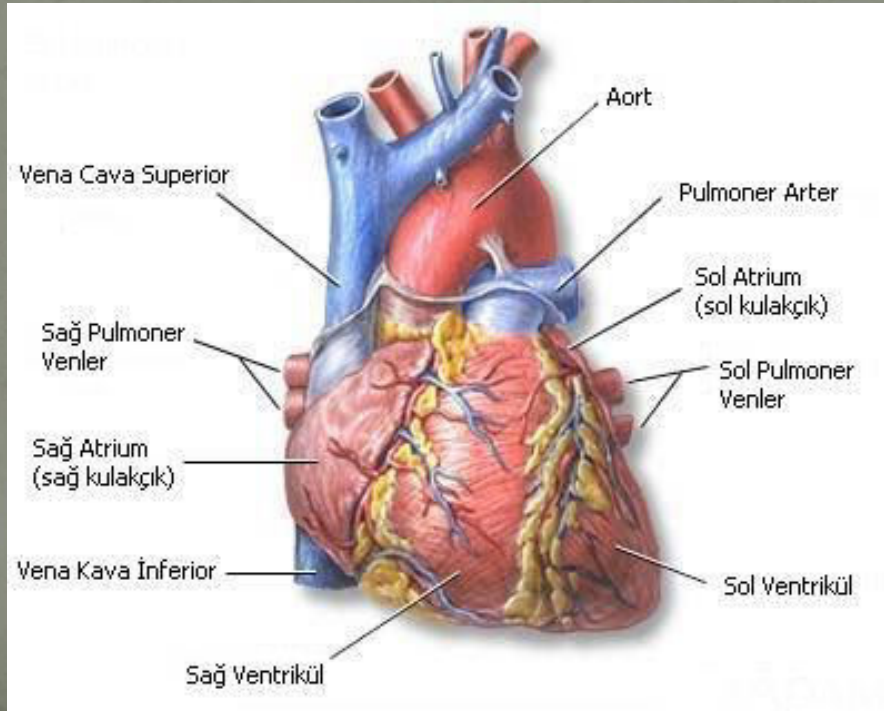
- *Kalp, gerçekte iki ayrı pompadan oluşur;*

1- Akciğerlere kan pompalayan sağ kalp,

2- Çevre organlara kan pompalayan sol kalp

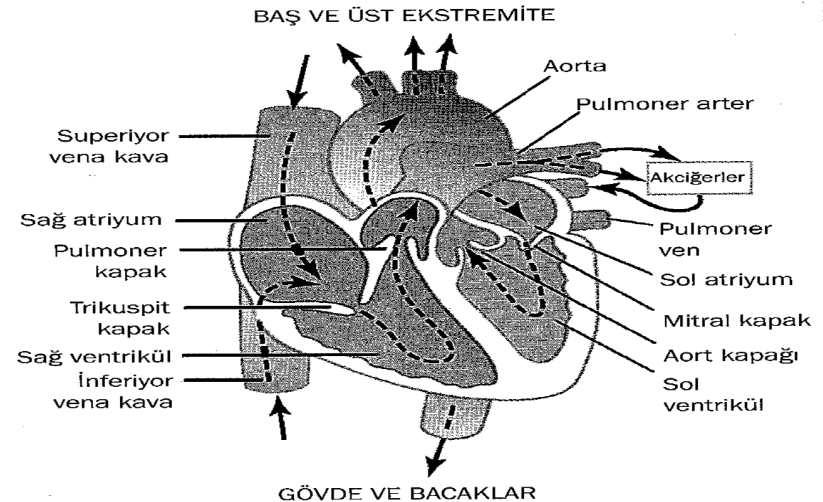
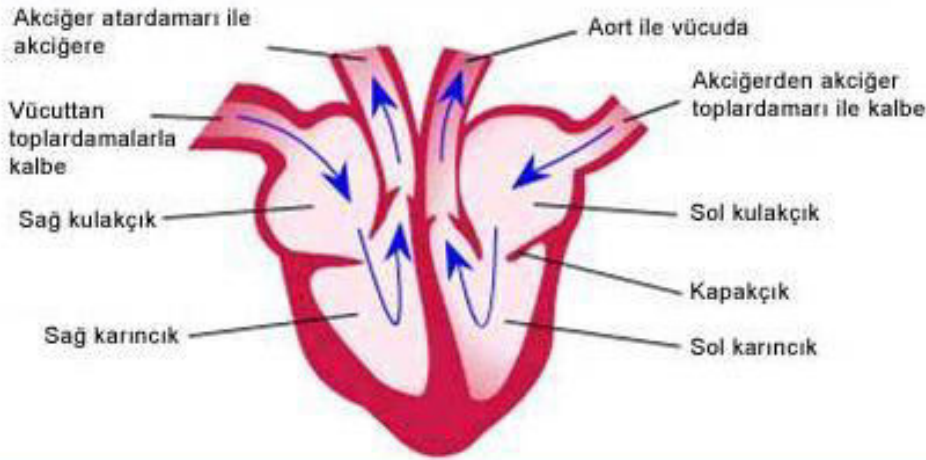
Bunların her biri, bir atrium ve bir ventrikülden oluşan iki bölmeli bir atım pompasıdır.

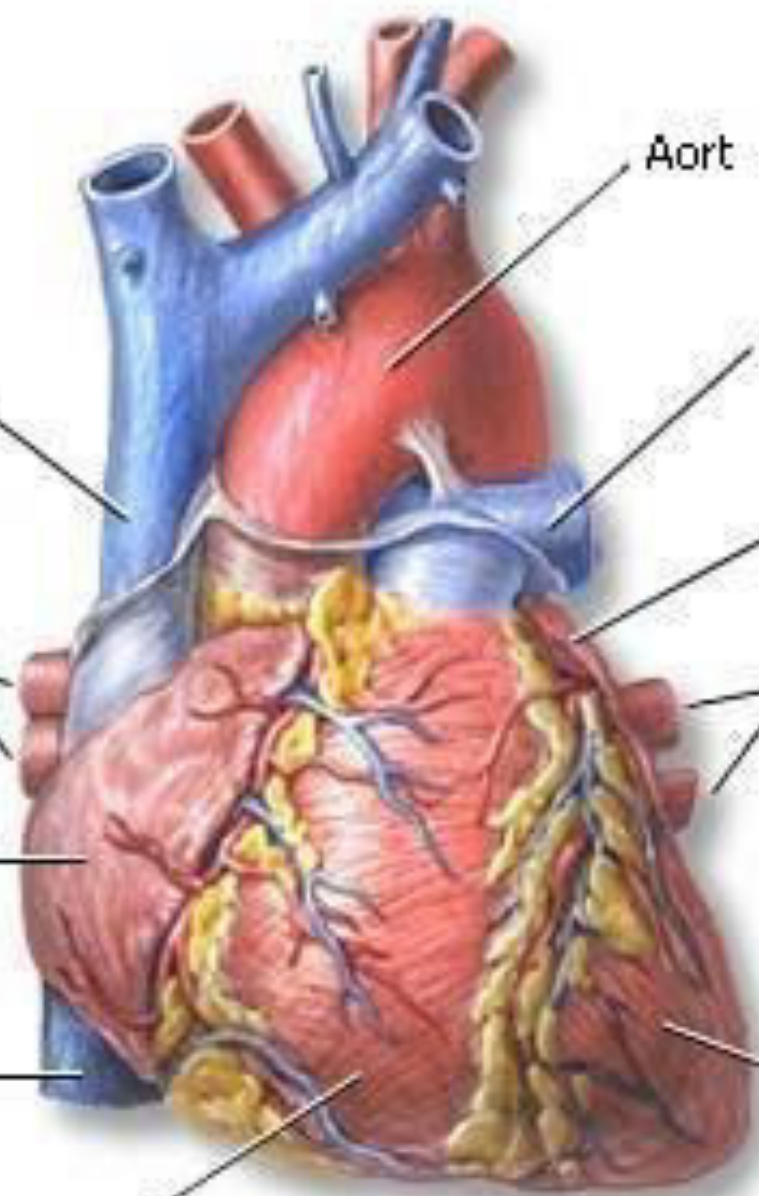
- **Atriumlar*** kalbe dönen kanı alan ve ventriküllere gönderen bölmelerdir.
- **Ventriküller*** ise esas pompa görevi yapan bölmeler olup, kanı damarlara pompalar.



Kalp

- Damarlar;
 - Kalpten çıkan damarlar **ARTERLER**,
 - Kalpten çıkan 2 ana damar **AORT ve PULMONER ARTER**
 - Aort*** sol ventrikülden çıkar ve kanı tüm vücut dokularına dağıtan arter sisteminin ana damarıdır.
 - Pulmoner arter*** ise sağ ventrikülden çıkar ve CO_2 den zengin kanı oksijenlenmesi için akciğerlere götüren sistemin ana damarıdır.





Aort

Pulmoner Arter

Vena Cava Superior

Sol Atrium
(sol kulakçık)

Sağ Pulmoner
Venler

Sol Pulmoner
Venler

Sağ Atrium
(sağ kulakçık)

Vena Cava Inferior

Sol Ventrikül

Sağ Ventrikül

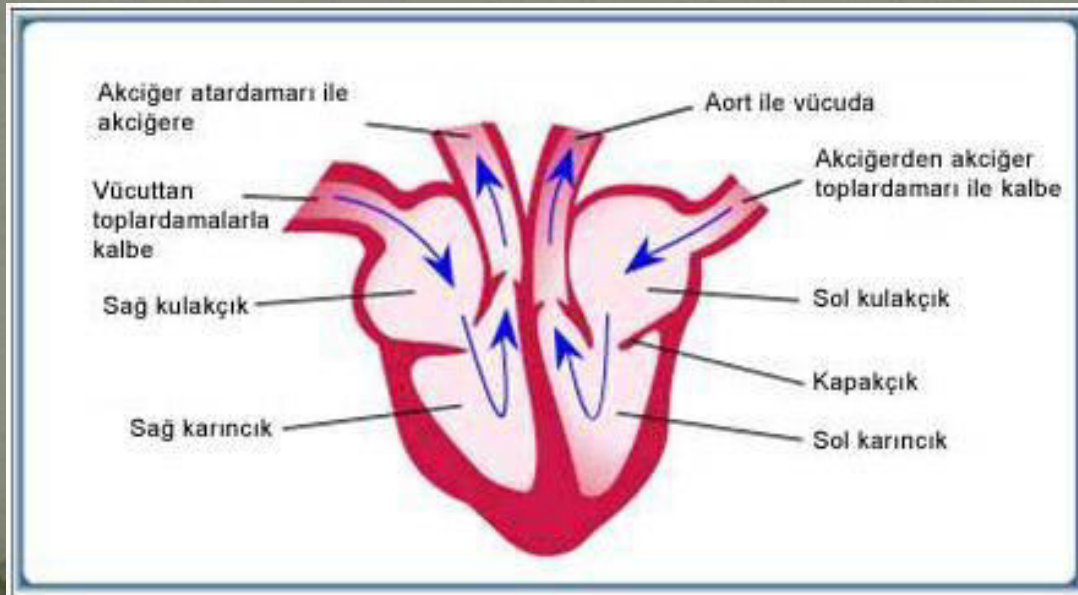
Kalp

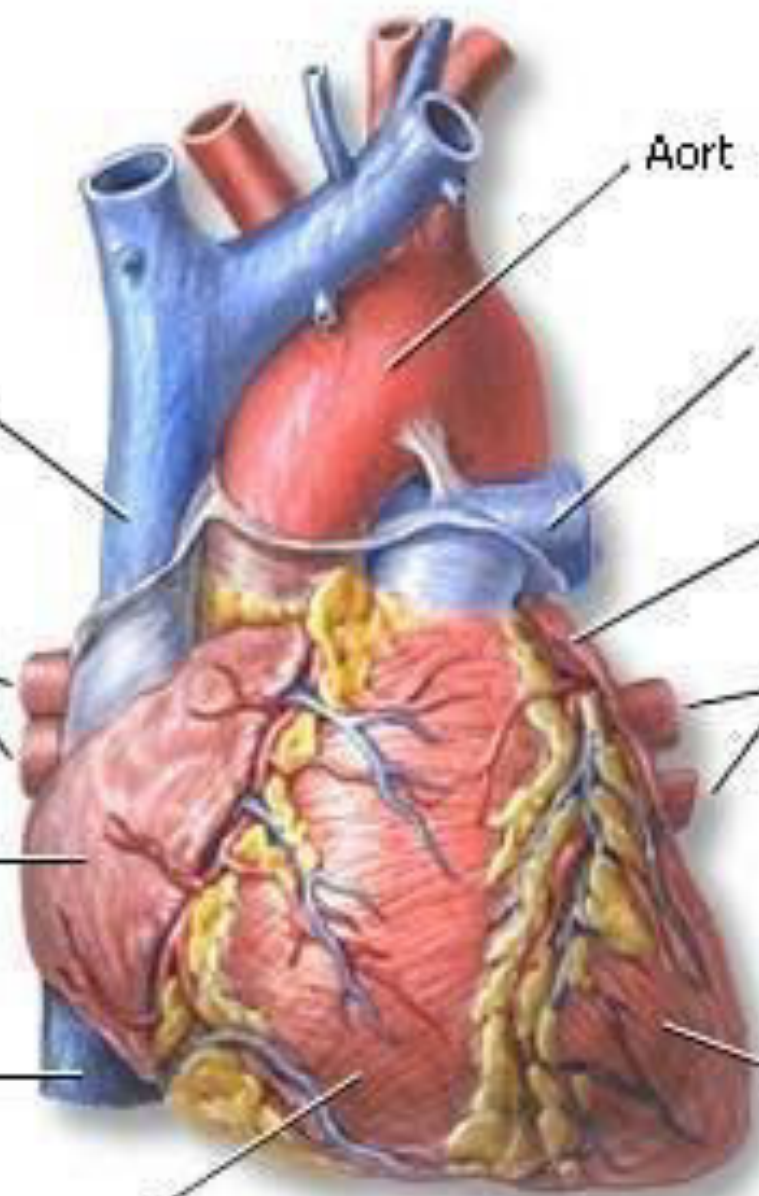
Kalp birlikte çalışan 2 pompa gibidir;

- Sağ ventrikül CO_2 yüksek olan kanı akciğerlere,
- Sol ventrikül O_2 yüksek olan kanı tüm vücuda pompalamaktadır.
- Böylece organizmada kalpten başlayıp, kalpte sonlanan 2 dolaşım sistemi bulunmaktadır;

1.Sistemik Dolaşım*

2.Pulmoner Dolaşım*





Aort

Vena Cava Superior

Pulmoner Arter

Sağ Pulmoner Venler

Sol Atrium (sol kulakçık)

Sağ Atrium (sağ kulakçık)

Sol Pulmoner Venler

Vena Cava Inferior

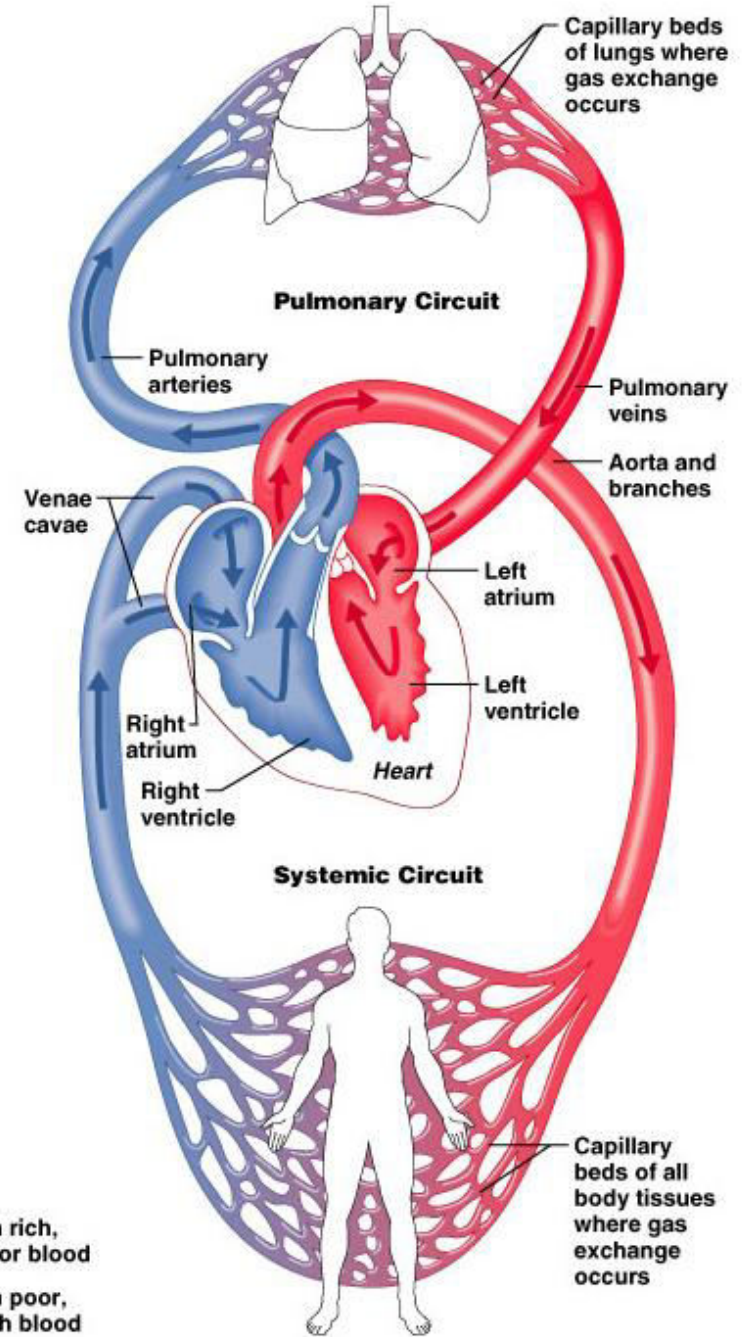
Sol Ventrikül

Sağ Ventrikül

1. Sistemik Dolaşım (Büyük Dolaşım): Kalbin sol ventrikülünden başlayıp organizmayı dolaştıktan sonra sağ atriumda sonlanmaktadır.

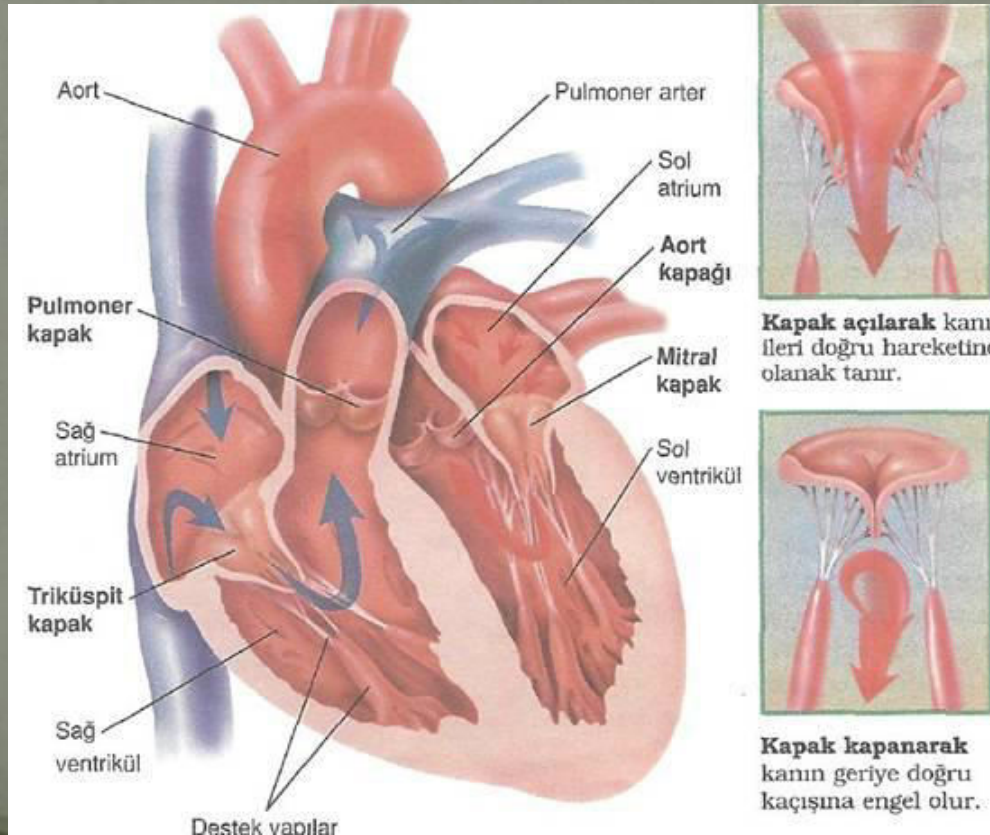
2. Pulmoner Dolaşım (Küçük Dolaşım): Kalbin sağ ventrikülünden başlayıp, akciğerleri dolaştıktan sonra sol atriumda sonlanır.

✓ Sistemik dolaşım yüksek basınçlı, pulmoner dolaşım ise düşük basınçlıdır.



Kalp Kapakları

- **Triküspit kapak:** Sağ atriyum ile sağ ventrikül arası,
- **Mitral kapak:** Sol atriyum ile sol ventrikül arasında
- **Aortik semilunar kapak:** Sol ventrikül ile aort arasında
- **Pulmoner semilunar kapak:** Sağ ventrikül ile pulmoner arterler arasında

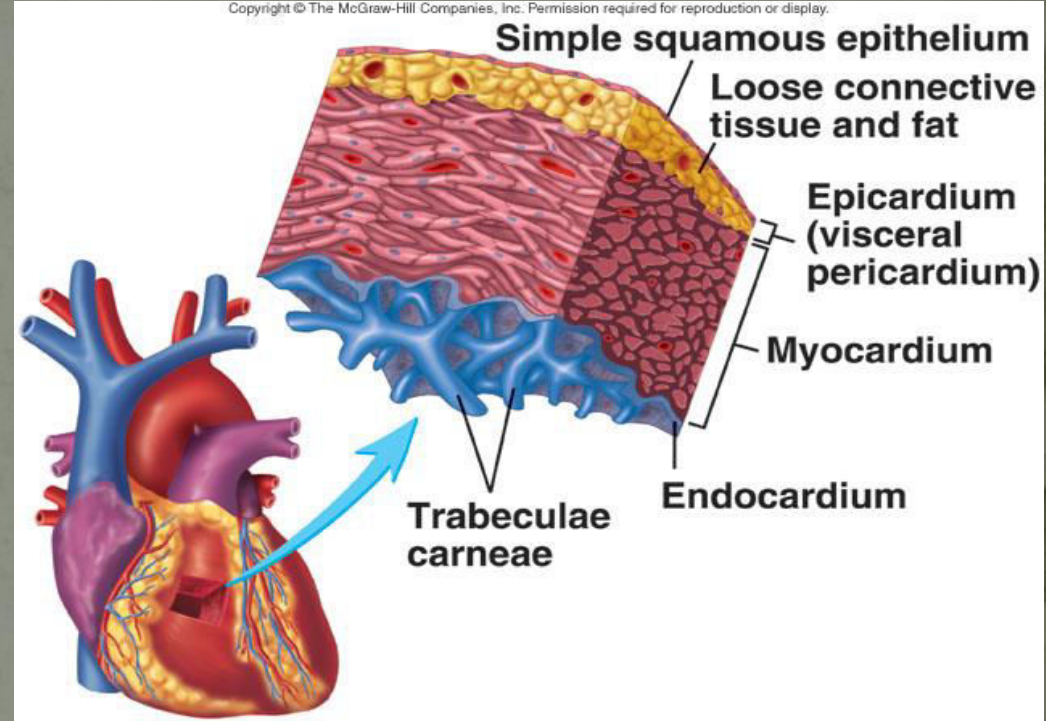


Kalbin Fonksiyonları*

- Kan damarları yoluyla oksijeni ve besin maddelerini dokulara iletir.
- Metabolizma sonucu oluşan artık maddeler ve CO_2 'nin dokulardan uzaklaştırılmasında rol oynar.
- Vücut ısısının düzenlenmesinde katkı sağlar.
- Tüm bu işlevleri yaparken kalp, kan damarlarından oluşan sistemik dolaşımı ve pulmoner dolaşımı kullanır.

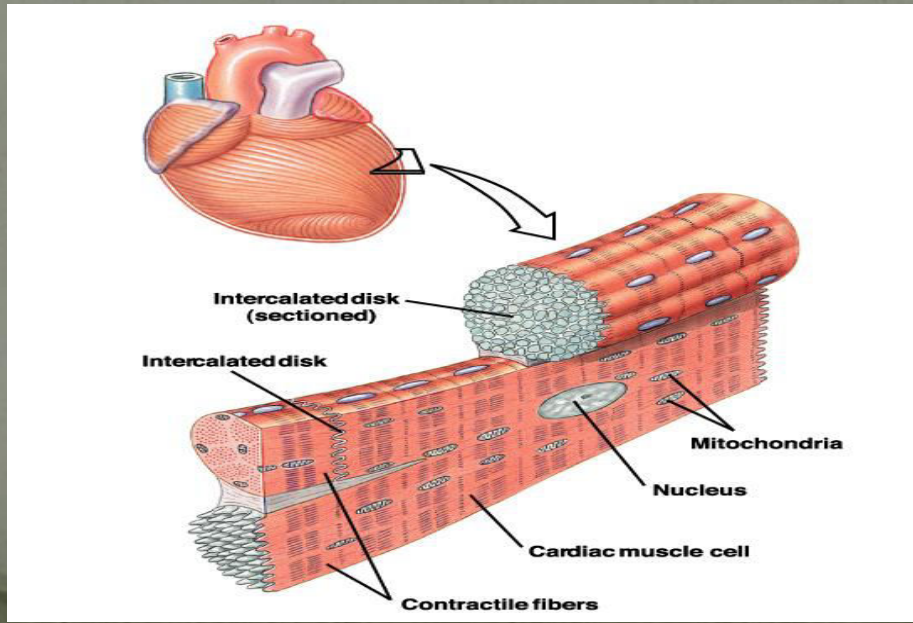
Kalp 3 tabakadan oluşur

- **Perikardiyum:** Kalbin dış yüzeyini kaplayan seröz membrandır.
- **Miyokardiyum:** Kalp kasılmasından sorumlu kaslardan oluşan orta tabakadır.
- **Endokardiyum:** Kalbin iç boşluğunu kaplayan en içteki tabakadır.



Kalp kası:

- Kalp kası iskelet kası gibi ışık mikroskopunda çizgili karakter gösterir.
- Kalp kasının tipik miyofibrilleri, iskelet kasındakilerin hemen hemen aynı olan aktin ve miyozin filamentleri içerirler.
- Bu filamentler içiçe geçmiştir ve kasılma sırasında iskelet kasında olduğu gibi birbirleri üzerinde kayarlar.
- **Çizgili kalp kası, iskelet kasından bazı farklar gösterir!!!**
 - Daha kısa lif boyu vardır,
 - Yaklaşık olarak sarkoplazmik retikulumun 1/3 ü mitokondriler tarafından işgal edilmiştir. Bu ise yüksek enerji talebini göstermektedir.
 - Daha az oranda SR içerir.
 - Başlangıç kasılması için ekstraselüler Ca^{2+} iyonlarına gereksinim gösterir.

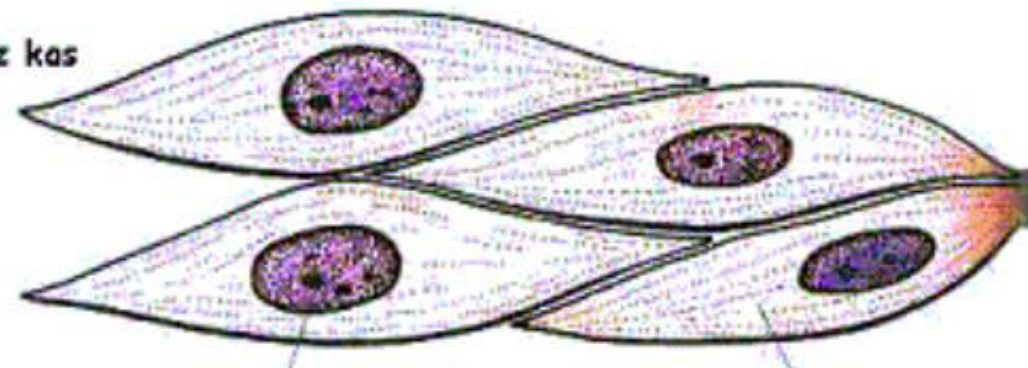


Kalp Kası



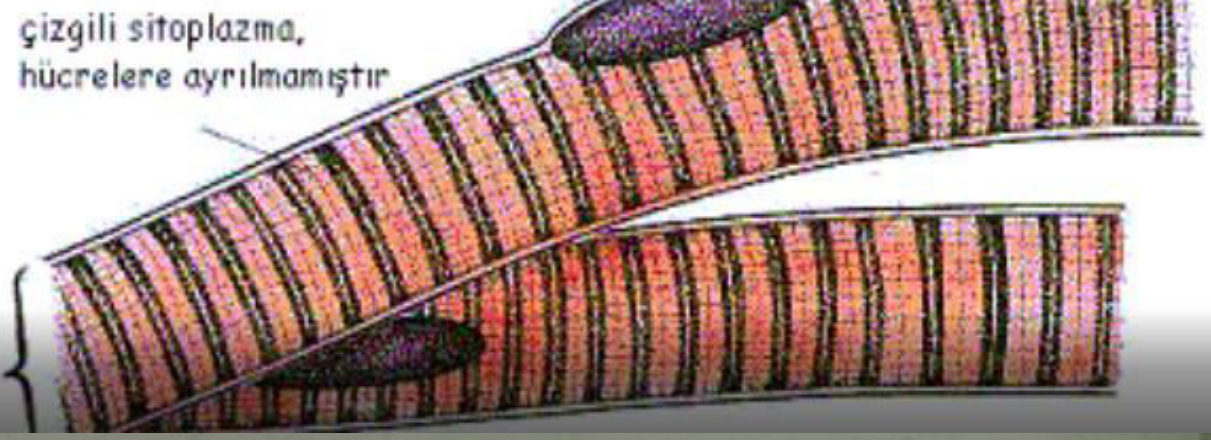
- çekirdek (nükleus)
- hücreler arasındaki disk
- iki bitişik hücreyi bağlayan köprü
- çizgili sitoplazma

düz kas



- çekirdek
- çizgisiz sitoplazma

Çizgili kas



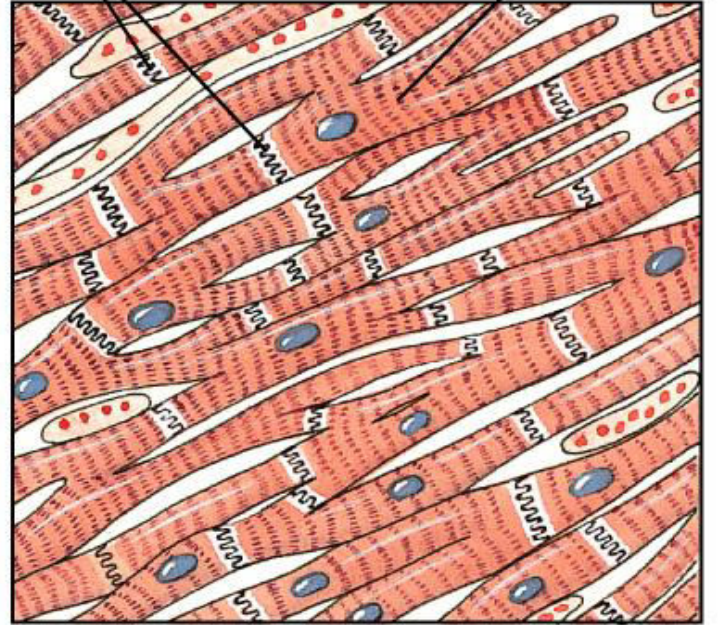
- bir kas ipi

- çekirdek
- çizgili sitoplazma, hücelere ayrılmamıştır

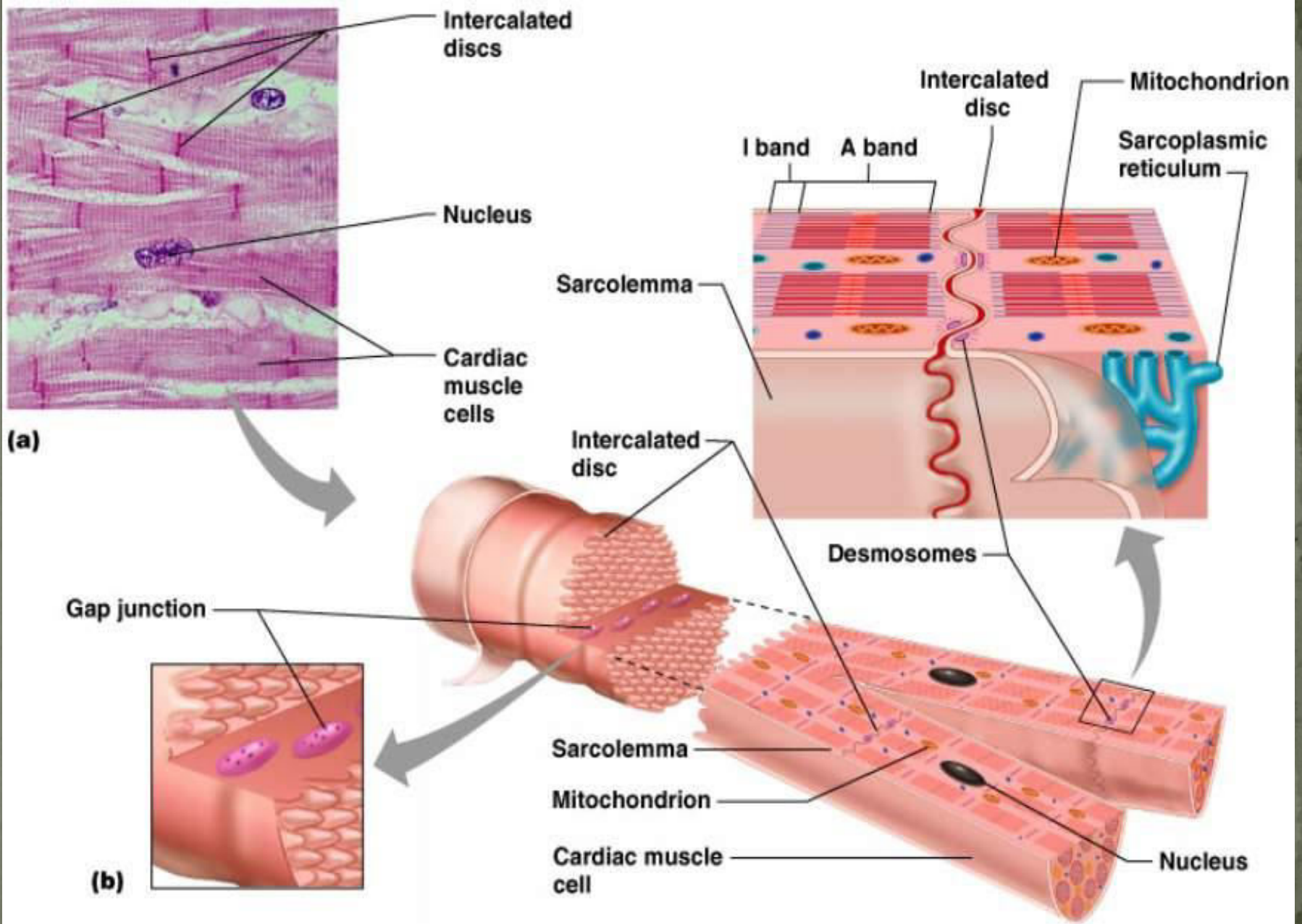
Kalp kası:

- Sadece kalpte bulunur.
- Çizgilidir.
- Dallanma gösterir,
- **İnterkalat disk** bulundurur. (Kalp kası hücrelerini birbirinden ayıran hücre zarlarıdır.)
- Kas lifleri birbirine interkalat disklerle bağlanır.
- Kalpte depolarizan dalgaların bir hücreden hücreye aktarımından sorumludurlar. (Aksiyon potansiyeli kolaylıkla ilerler.)
- Pek çok kalp kası hücresinden meydana gelen kalp kasında, hücreler birbirine öyle bağlanmışlardır ki, Aks.Pot. hücreden hücreye geçerek tüm ara bağlantılar boyunca hücrelerin tümüne yayılır.
- (Birden fazla hücrenin aralarındaki hücre zarını yok ederek çok çekirdekli tek bir hücre olmalarına denir.)

Intercalated disks Myocardial muscle cell

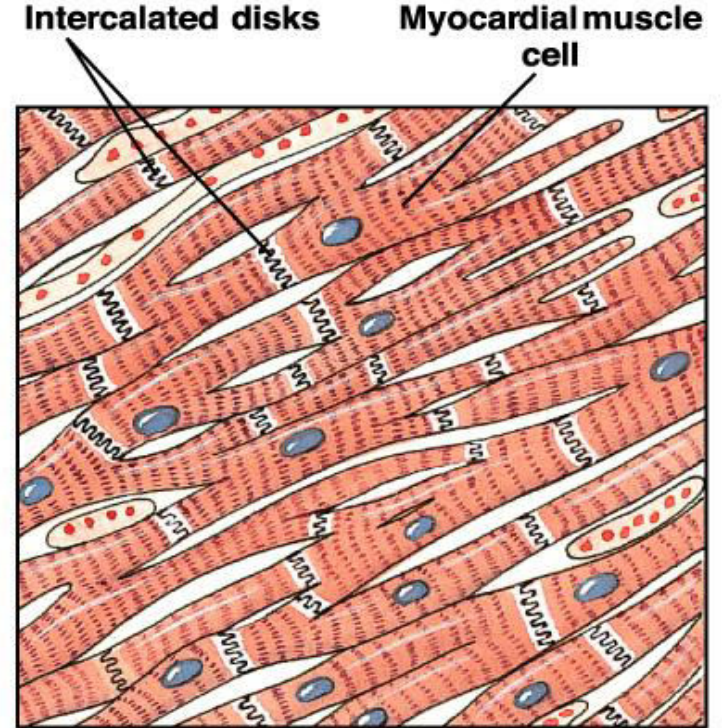


Myocardial muscle cells are branched, have a single nucleus, and are attached to each other by specialized junctions known as intercalated disks.



Kalp kası:

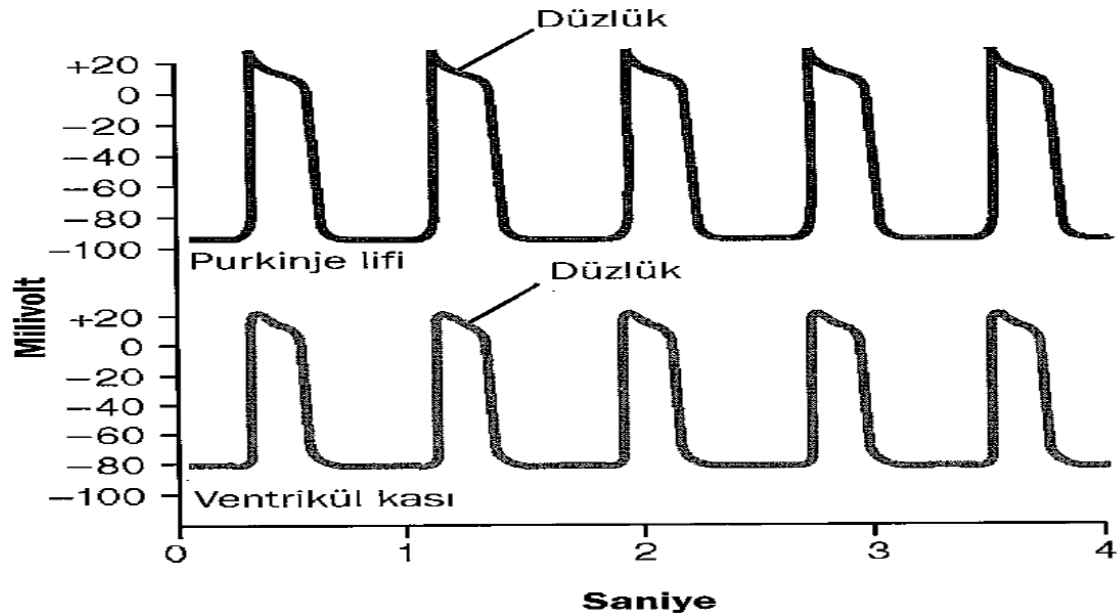
- Kendiliğinden uyarılma özelliğine sahiptir!!!
- Kalp kası tek tip lif (yavaş kasılan lif tipi) içerir.
- Aksiyon potansiyeli uzun sürelidir.
- Kontraksiyonu Ca^{2+} regüle eder.



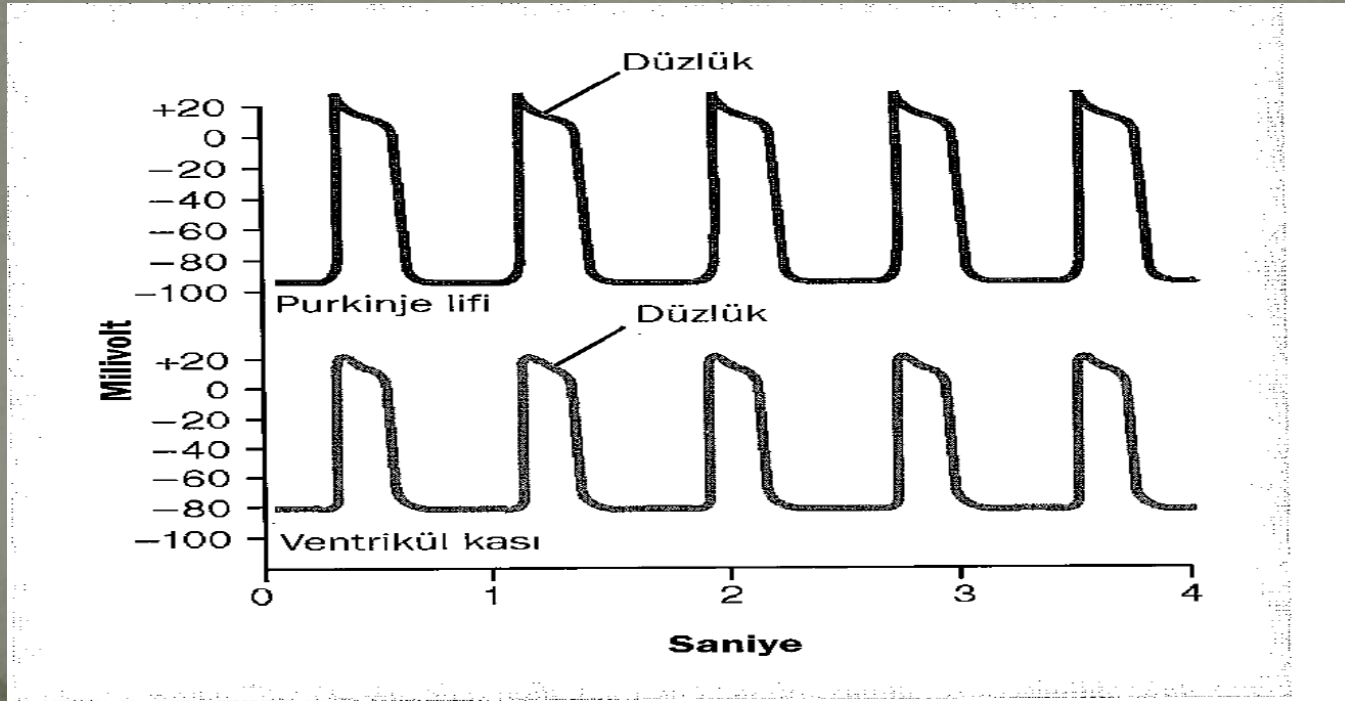
Myocardial muscle cells are branched, have a single nucleus, and are attached to each other by specialized junctions known as intercalated disks.

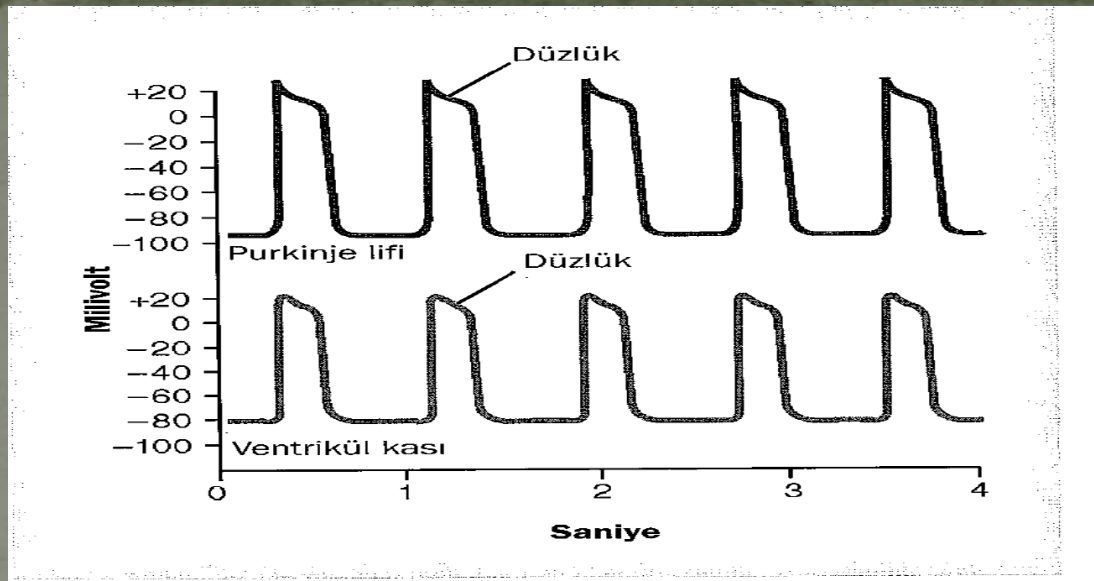
- Aksiyon potansiyeli oluşturup kasılma olmadan önce, somatik sinirler ile uyarılma zorunluluğu olan iskelet kaslarından farklı olarak, kalp kasları otomatik olarak AKSİYON POTANSİYELİ oluşturabilirler.

Kalp ve iskelet kası zarlarının özellikleri arasındaki en az iki temel farklılık, kalp kasında aksiyon potansiyelinin uzun sürmesinden ve platonun oluşmasından sorumludur. Birincisi, *iskelet kasındaki aksiyon potansiyeli* neredeyse tamamen, çok büyük miktarlarda sodyum iyonunun hücre dışı sıvıdan iskelet kası lifine girmesine izin veren çok sayıda *hızlı sodyum kanalının* aniden açılması ile meydana gelir. Bu kanallara “hızlı” kanallar denilir, çünkü yalnızca birkaç 1/1.000 saniye süresince açık kalır ve sonra aniden kapanırlar. Kanallar kapandıktan sonra repolarizasyon başlar ve bir başka 1/1.000 saniye veya daha uzun bir süre içerisinde aksiyon potansiyeli son bulur.



- 1. Temel Farklılık:
- Kalp kasında 2 tür kanalın açılması ile Aks.Pot. gerçekleşir.
- **(1) Hızlı Na kanalları**
- **(2) yavaş Ca kanalları** (Kalsiyum-sodyum kanalları) yavaş açılarak 1/10 sn açık kalırlar. Ca-Na iyonu bu süre içinde kalp kası lifinin içine akar.
- Bu durum uzun süreli depolarizasyon sağlar ve Aks.Pot. platoyu oluşturur.
- Plato evresinde giren Ca iyonları kas kasılma sürecini başlatırlar.
- İskelet kasında Ca iyonları SR.dan gelir.

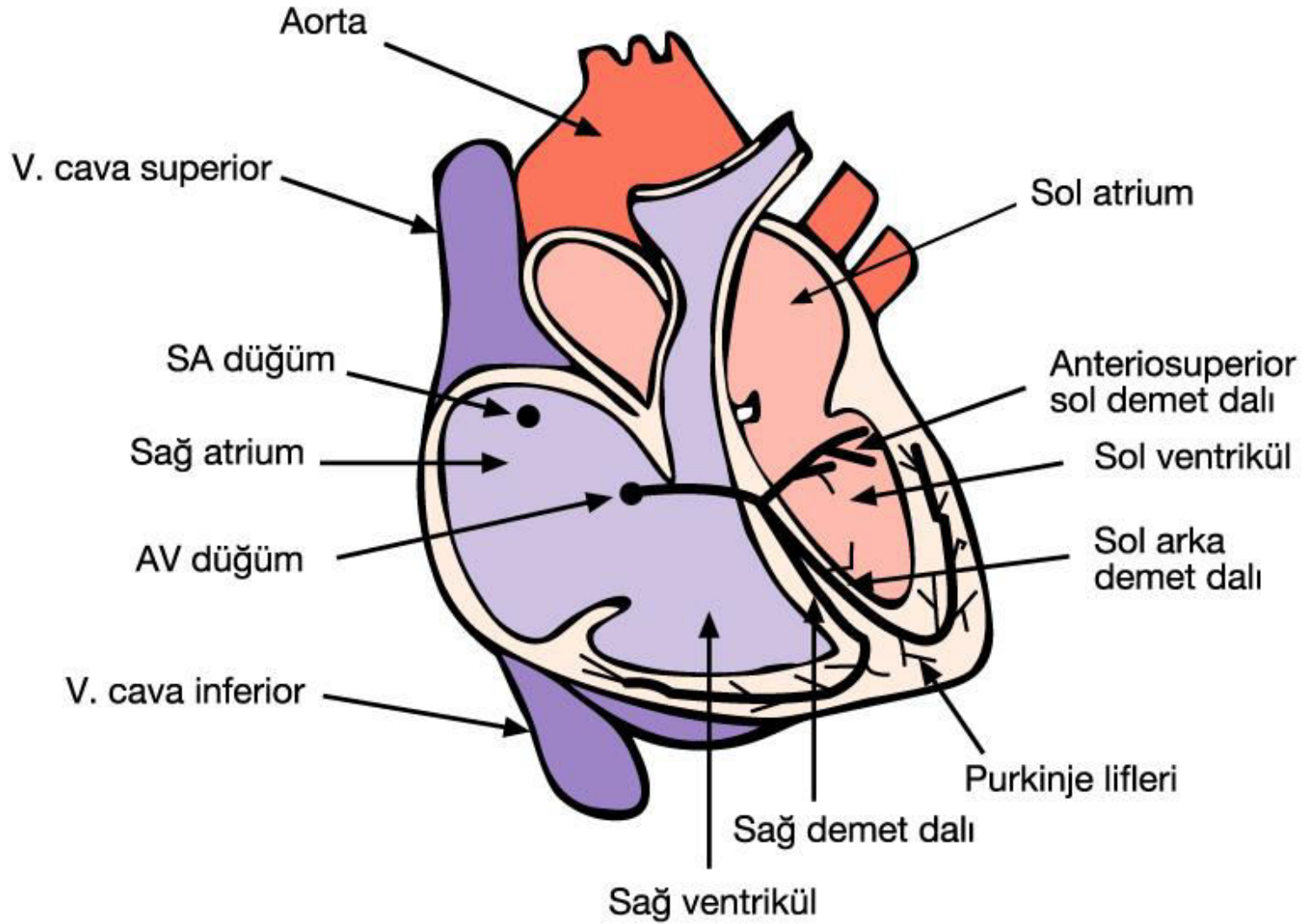




- 2. Temel Farklılık; Aks. Pot.nin başlamasından hemen sonra kalp kası zarının **K geçirgenliği** yaklaşık 1/5 kadar azalır, ki bu iskelet kasında gözlenmeyen bir durumdur.
- K geçirgenliğindeki bu azalma, aşırı miktarda Ca'un kanallardan hücre içine akmasına bağlı olabilir.
- Nedeni ne olursa olsun K geçirgenliğinin azalması Aks. Pot. platosu sırasında + yüklü K iyonlarının hücre dışına çıkışını azaltarak erkenden dinlenme düzeyine dönmesini engeller.
- Ca-Na kanalları kapanınca, hücre içine akışı durur ve K iyonlarına geçirgenlik hızla artar. K kaybedince kas lifi zar potansiyeli dinlenme düzeyine döner.

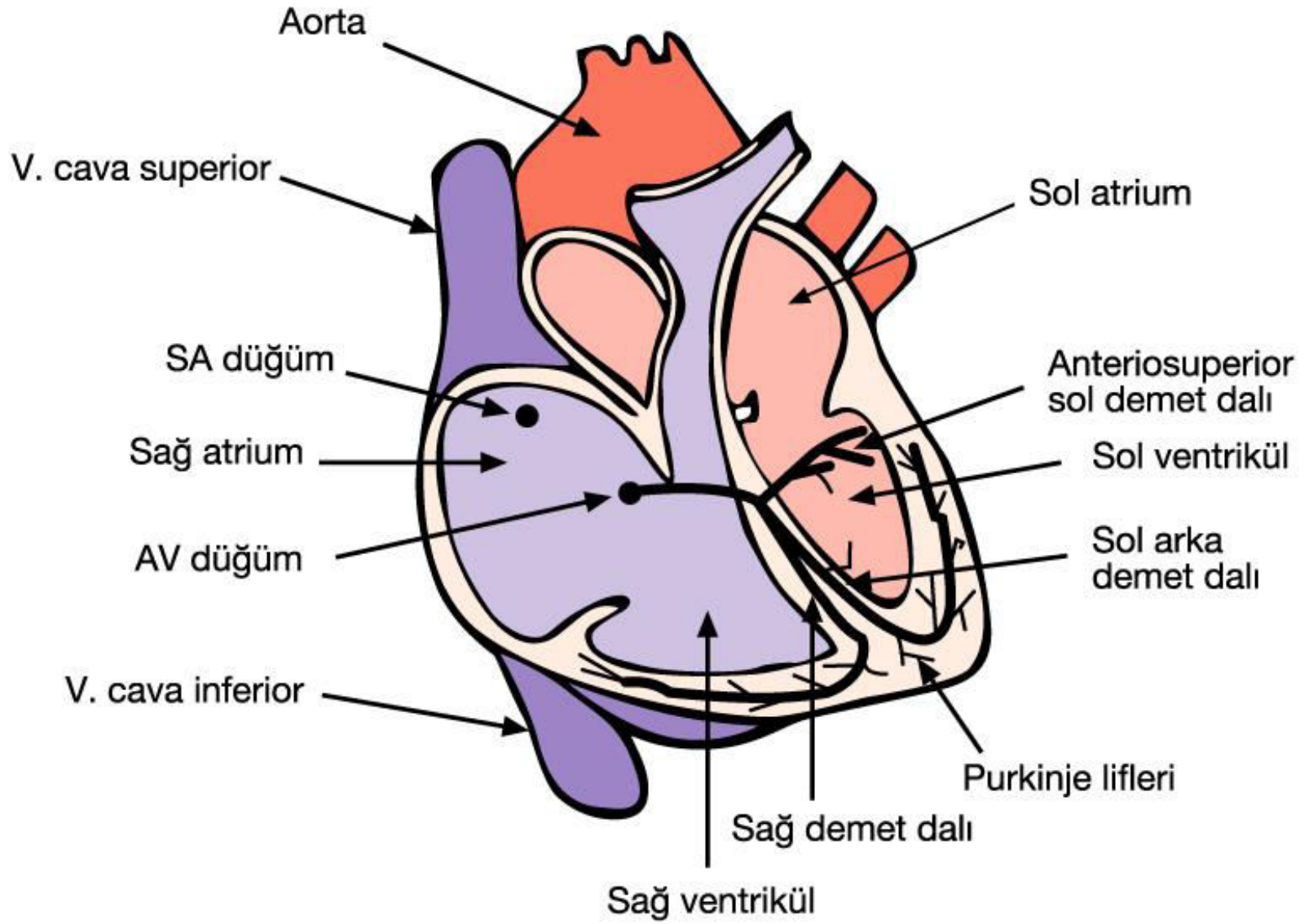
Kalbin Kasılması

- Kalp kendi kendisine uyarı doğurabilen ve bunu tüm hücrelerine yayabilen özel bir ileti sistemine (**pace maker*****) sahiptir.
- Kalp herhangi bir sinirsel bağlantısı olmaksızın uyarı doğurabilir.
- Kalp kası OTONOM SINIR SİSTEMİNİN*** etkisi altındadır, ancak bu etki kalpteki uyarıları başlatma değil, kalbin kendiliğinden oluşturduğu kasılmayı düzenleyici niteliktedir.
- Kalp kasında uyarıların başlatıldığı ve iletildiği özel bir sistem vardır. Bu sisteme **kalbin uyarı ve ileti sistemi** denir.
- Kalp kası hücrelerinin özelleşmesi ile oluşan bu yapılar şunlardır*;
 - 1) Sinoatrial düğüm*
 - 2) Atrioventriküler düğüm*
 - 3) His demeti*, His demetinin sağ ve sol dalı
 - 4) Purkinje sistemi*



SA Dügüm

- Kalbin uyarı yaratan bölgesidir, bu nedenle SA düğüm pacemaker (hız belirleyici) olarak da adlandırılır. AV düğüm, His demeti ve Purkinje lifleri de uyarı çıkarabilme özelliğine sahiptir, ancak **en hızlı uyarı doğuran yer SA düğümdür***.
- SA düğümden çıkan uyarı atriumlara yayılır ve AV düğüme geçer. SA düğüm dakikada yaklaşık 70-80 uyarı çıkarır.
- SA düğümde bir sorun olduğu zaman kalbin farklı bir bölgesinden de uyarı çıkabilir, ancak bu durumda kalbin ritmi değişebilir.

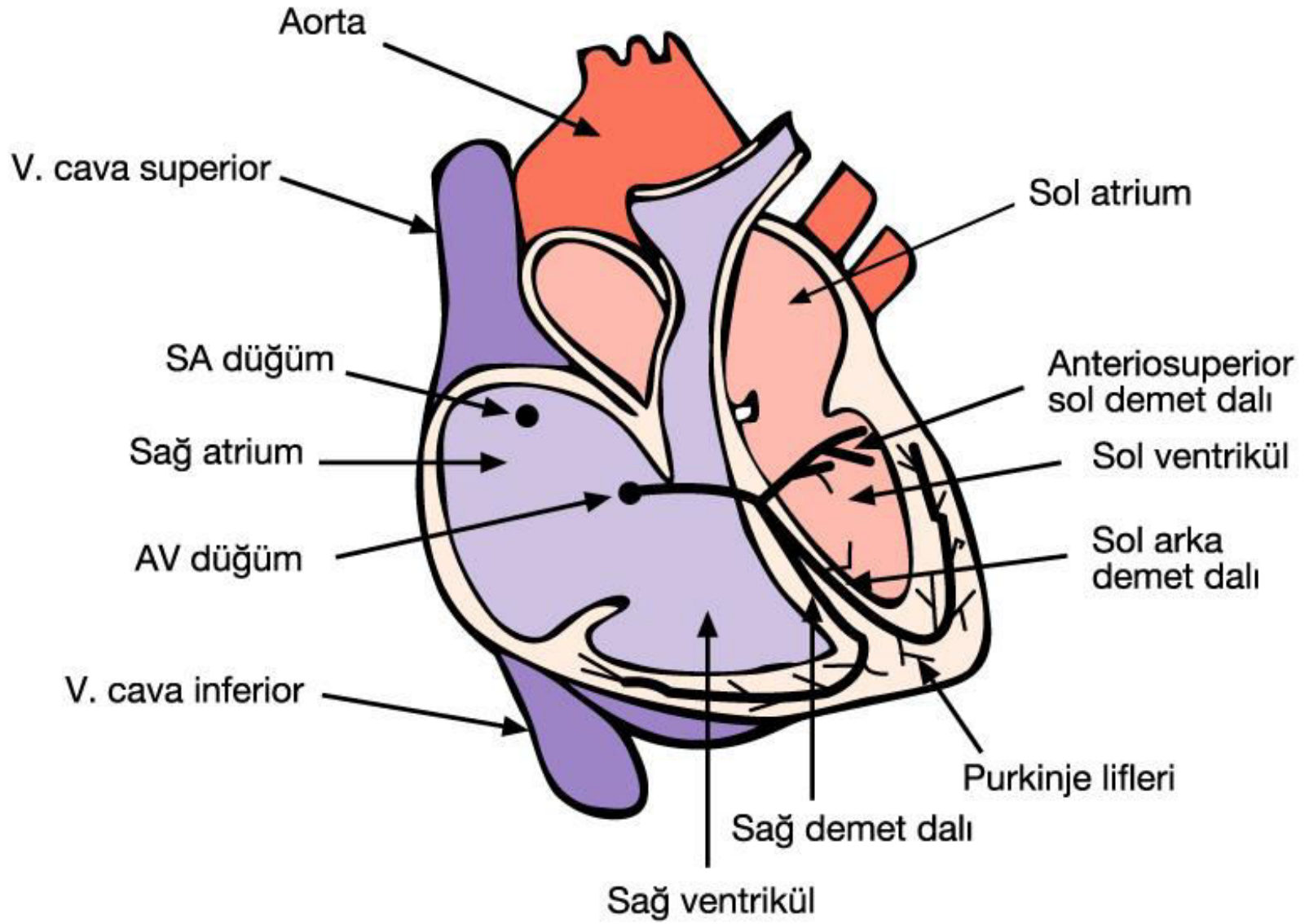


AV Dügüm

- Atriallardaki elektriksel etkinlik ventriküllere AV düğüm yoluyla geçer. SA düğüm uyarı çıkaramadığı durumda AV düğüm dakikada 40-60 uyarı çıkarabilir. **AV düğümün uyarıyı iletme hızı yavaştır.**
- SA düğümden çıkan uyarı, önce atriumların kasını uyarır sonra AV düğüme gelir. AV düğümde çok kısa süre (0,1 saniye) duraklar, böylelikle atriumlar ile ventriküllerin aynı anda kasılmaları önlenmiş olur. Böylece önce atriumların kasılır ve içlerindeki kanı ventriküllere gönderirler.
- Uyarı daha sonra His demetine, His demetinin sağ ve sol dalları ile Purkinje liflerine ulaşır.

His Demeti

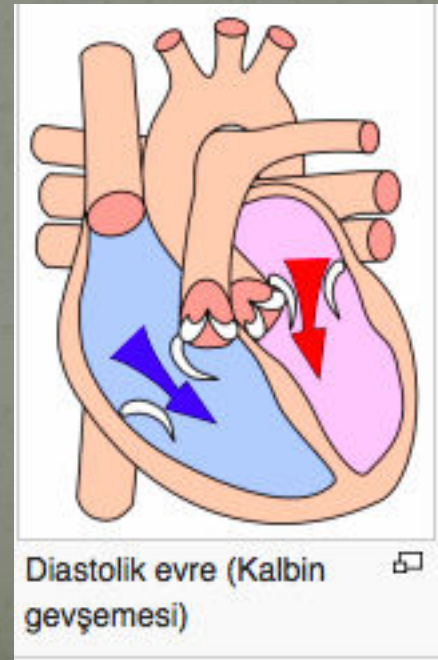
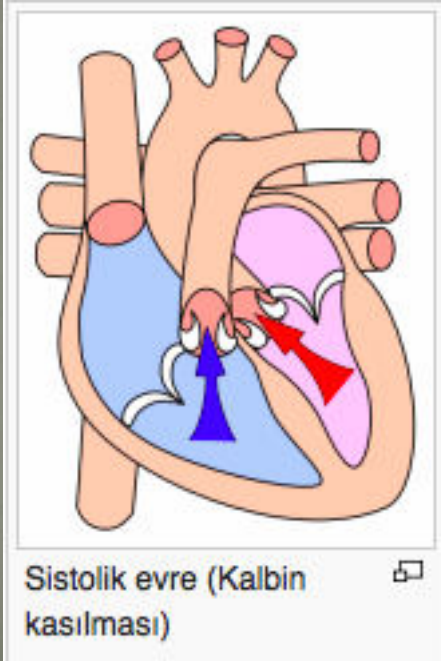
- Çıkan uyarı His demetinin sağ ve sol dalları ile ventrikül kaslarına yayılır ve böylelikle ventriküller aynı anda kasılır.
- *His demeti ve Purkinje lifleri tek başlarına SA düğüm ve AV düğüme göre daha az uyarı çıkarır.*



Purkinje lifleri

- His demetinin sağ ve sol dallarının miyokard içine giren ince dallarıdır.
- Purkinje lifleri her iki ventrikülün ani ve hızlı şekilde kasılmasını sağlar.

- Kalbin çalışması ritmik olarak birbirini takip eden kasılmalar ve gevşemeler şeklinde olur.
- Kalp kasının kasılarak kanı ventriküllerden arterlere göndermesine **sistol**, gevşeyerek ventriküllere kan dolmasına izin vermesine de **diyastol** denir.
- Bir kez kasılıp gevşemesine **kalp atımı** denir.



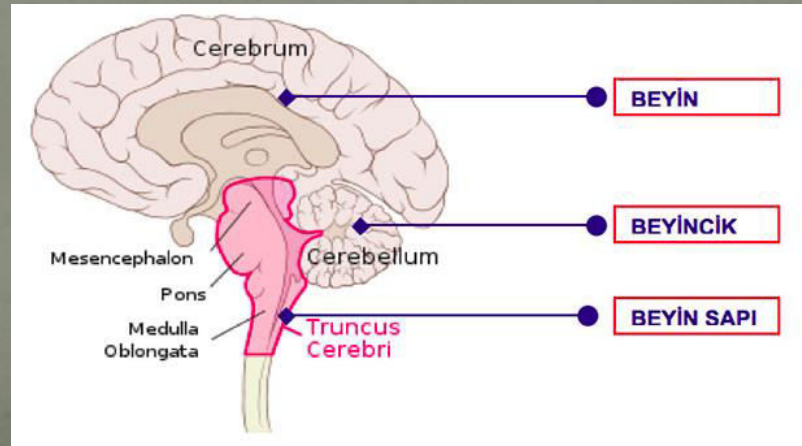
Kalbin siklusu

Kalp döngüsü, kalbin kan ile dolduğu, *diyastol* adı verilen bir gevşeme döneminden ve bunu izleyen, *sistol* adı verilen bir kasılma döneminden meydana gelir.

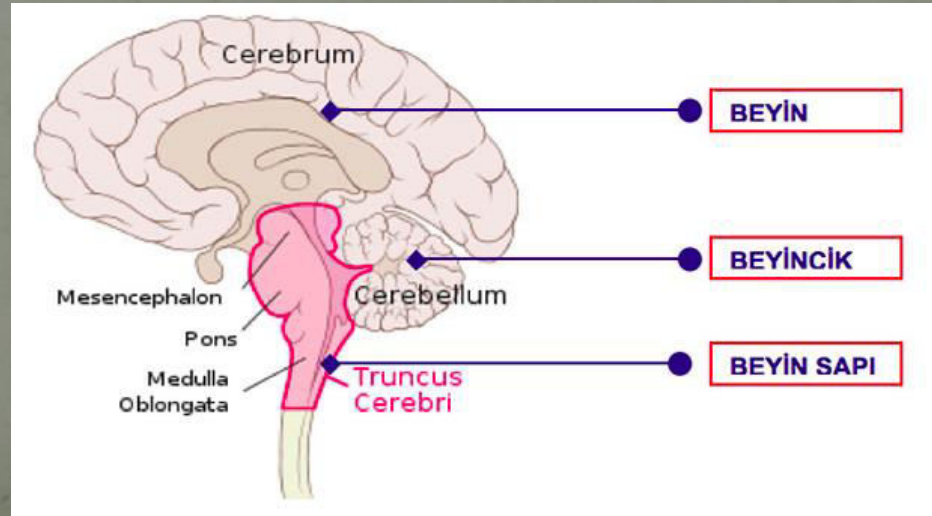
- Atrium sistolü; Her 2 atriumda kasıldığı ve kanın ventriküllere itildiği devre
- Ventrikül sistolü; Her 2 ventrikülün kasıldığı ve kanın pulmoner arterlere ve aorta itildiği devre
- Atriyum diyastolü; Ventriküllerin kasılı durumda olduğu, atriyumların büyük venlerden gelen kan ile dolmaya başladığı devre
- Ventrikül diyastolü; Atriyumların sistolü ile ventriküllerin kan ile dolmaya başladığı devre

Kalbin Sinirsel Kontrolü

- Kalp çalışması **serebrum, hipotalamus, medulla oblongata, ve otonom sinir sistemi** tarafından farklı seviyelerde düzenlenir.
- Otonom sinir sisteminin kalp üzerindeki etkileri düzenleyici tarzdadır, kalp çalışmasını hızlandırıcı ya da yavaşlatır ve kalp atımlarının oluşması için gerekli değildir.
- Örneğin; vücuttan çıkartılan bir kalbin dış ortamda çalışmasına devam etmesi.



- **Medulla oblongatanın** üst bölümü *kardiyoakseleratör* veya kardiyak hızlandırıcı merkez (khm), alt bölümü ise *kardioinhibitör* ve kardiyak yavaşlatıcı merkez (kym) olarak isimlendirilir.
- İkisi birlikte **kardiyoregülatuvar merkez** olarak isimlendirilir.



Sempatik Kontrol-etki

- Sempatik sinir lifleri **kırmızı** köken alırlar ve kalbin bütün bölümlerini daha yoğun olarak da ventrikül kasını innerve ederler.
- Sempatik sistemin nöral uçlarından **norepinefrin** salgılanır.
- Norepinefrin parasempatik sistemin tersi etkiler sergiler;
- 1-Sinüs düğümünün ileti hızını artırır,
2-Kalbin bütün bölümlerinde ileti hızını ve uyarılabilirlik durumunu artırır,
3-Hem atrium hem de ventrikül kasının kasılma kuvvetini artırır.
- Sonuçta **sempatik uyarılma ile kalbin pompalama hızı ve gücü artar.**

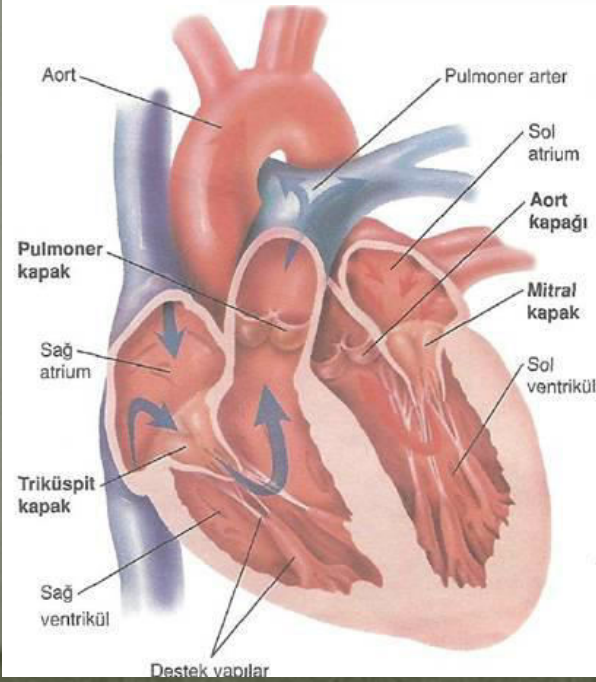
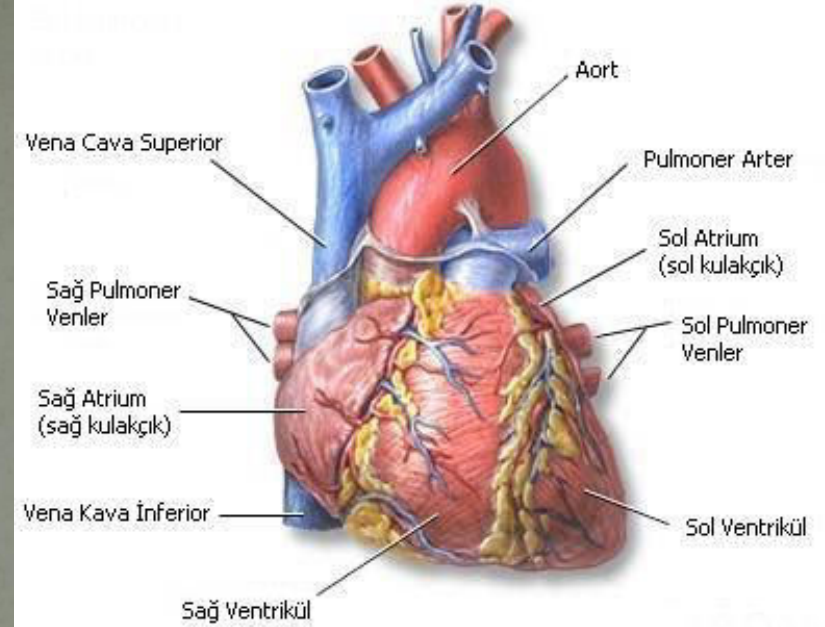
Para Sempatik Kontrol-etki

- Parasempatik kontrol vagus siniri ile gerçekleştirir.
- Vagal sinir uçları **kardiyoinhibitör merkezden** köken alır vagus siniri aracılığıyla direkt olarak kalbin SA ve AV nodlarına gider, **asetilkolin** hormonunun salınmasına yol açar.
- Asetilkolin SA nodunun ritmini ve uyarıların ventriküllere geçişini yavaşlatır.
- Sonuçta **parasempatik uyarılma ile kalp hızını yavaşlatır.**

Kalbin Endokrin Kontrolü

- Kimyasal transmitterler sinir sistemi tarafından kalp aktivitesini düzenlemek için kullanılırlar.
- Otonom sinir sisteminde oluşan genel bir sempatik aktivite artışı böbreküstü bezlerinin medulla bölümünü etkiler ve böbrekler de kana **epinefrin ve nor epinefrin** salar.
- Epinefrin ve norepinefrin kalbin kasılma hızını ve gücünü artırır.

- Kalbe kan vücuttan gelen sağ atriumdan girer.
- Kan vücudun üst bölümlerinden superior vena cava, alt bölümlerinden ise inferior vena cava aracılığı ile gelir, triküspit kapak tan geçerek sağ ventriküle girer.
- Sağ ventrikülden pulmoner semilunar kapaktan geçerek pulmoner arterlere iletilir.
- Pulmoner arterler aracılığı ile akciğerlere gelir, akciğerlerde gaz değişimi gerçekleştirildikten sonra pulmoner venler aracılığı ile kan sol atriuma ulaştırılır.

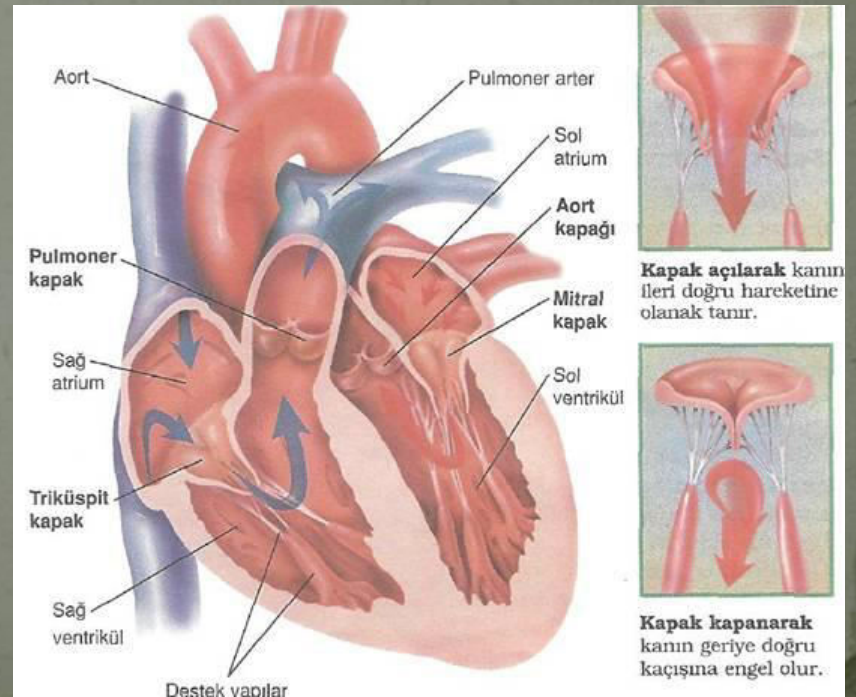
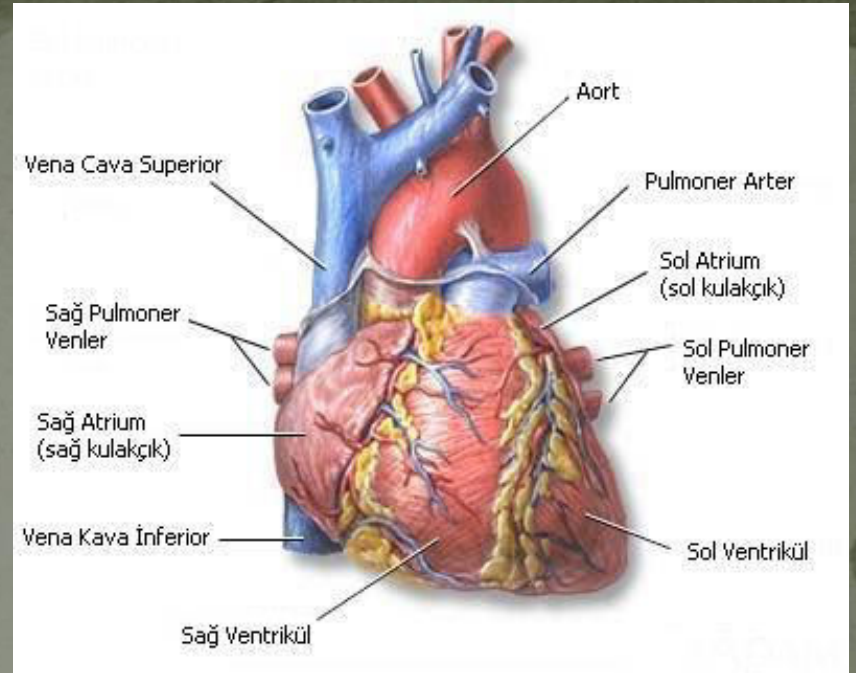


Kapak açılarak kanın ileri doğru hareketine olanak tanır.



Kapak kapanarak kanın geriye doğru kaçışına engel olur.

- Kan sol atriumdan mitral kapak aracılı ile sol ventriküle geçer.
- Sol ventrikülden de aortik semilunar kapak aracılığı ile aortaya geçer, arterler aracılığı ile tüm vücuda dağıtılır,
- Kapillerlerde gerekli metabolik değişimler yapıldıktan sonra kan venlerde tekrar toplanmaya başlar ve vena cava lar aracılığı ile tekrar kalbe ulaşır.



Kalp Sesleri

- Hasta muayenesindeki en eski yöntemlerden biridir.
- Kalp kapakçıklarının kapanmasıyla ilişkilidir.
- Her bir kalp döngüsü sırasında stetoskoptan normal olarak **4*** ses işitilir.
- Ventrikül sistolünün başlaması ile mitral ve triküspit kapaklarının kapanmasının sebep olduğu uzun olan ses **birinci** sestir.
- Ventrikül sistolünün bitiminden hemen sonra aortik ve pulmoner semilunar kapakların kapanmasının sebep olduğu daha kısa ve tiz olan ses **ikinci** sestir.

Kalp Sesleri

- **3.ses** kanın ventriküllere hücum etmesi olduğu düşünülmektedir.
- Diyastol başında fazla ses oluşmaz.
- Bu ses normal çocuk ve genç erişkinlerde ya da 40 yaşın üzerindeki kalp hastalığı olan kişilerde steteskopla duyulabilir.
- **4.ses** atriyal kalp sesinin steteskop ile duyulması çok zordur. Bu ses atriyal kasılmadan ve buna bağlı ventriküllere kan girmesinden kaynaklanır.
- Diyastolün son üçte birlik kısmında oluşur.

Elektrokardiyogram(EKG)

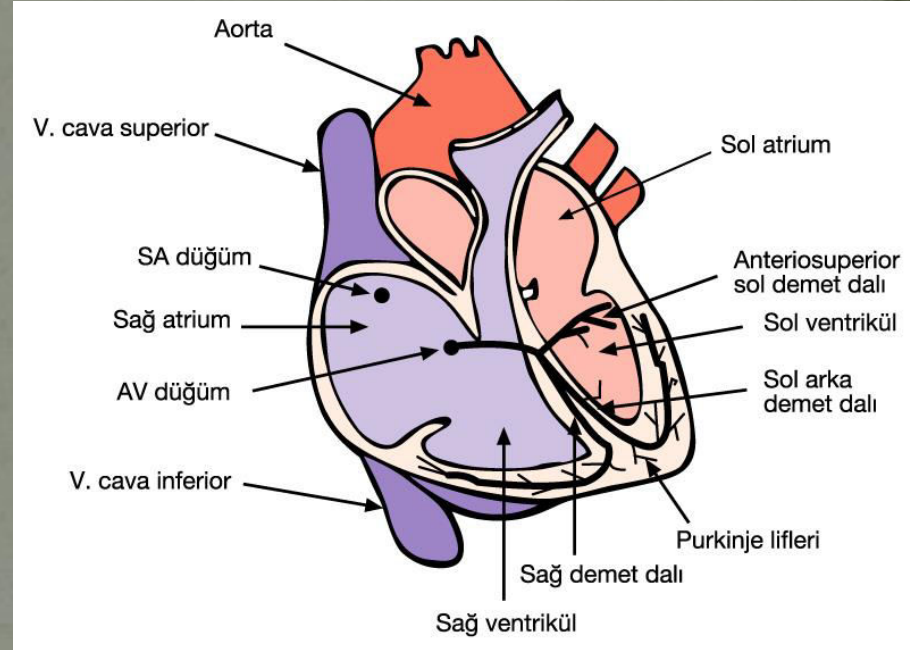
- EKG kalbin kasılmasını sağlayan elektriksel akımların kaydedilmesidir.
- EKG nin yorumlanması özel bilgi gerektirir ve genelde kardiyologlar tarafından yapılır.
- Kalpte elektrik akımları depolarize alandan polarize alana doğrudur.
- Kalp kasındaki sorunların büyük bir bölümü elektrokardiyografik analiz ile tanınabilir.
- EKG nin yorumlanmasındaki önemli konular ; atım sayısı, ritim, hipertrofi, iskemi ve enfarktüsüdür.

Elektrokardiyogram(EKG)

- Kalp atımı için uyarı normalde sinoatrial düğümden (SA nodu)(pacemaker) başlar ve kalp kası içine yayılır (atriyumlara).

- Yayılan bu uyarı dalgasını kasılma takip eder. Bu arada uyarı atriyumlar ile ventriküller arasında bulunan atriyoventriküler düğüme (AV nodu) ulaşır ve burada geçici olarak bir duraklama olur.

- Daha sonra uyarı AV nodundan his demetleri ve purkinje sistemi aracılığıyla ventrikül kaslarına kadar geçer ve kasılma gerçekleşir.



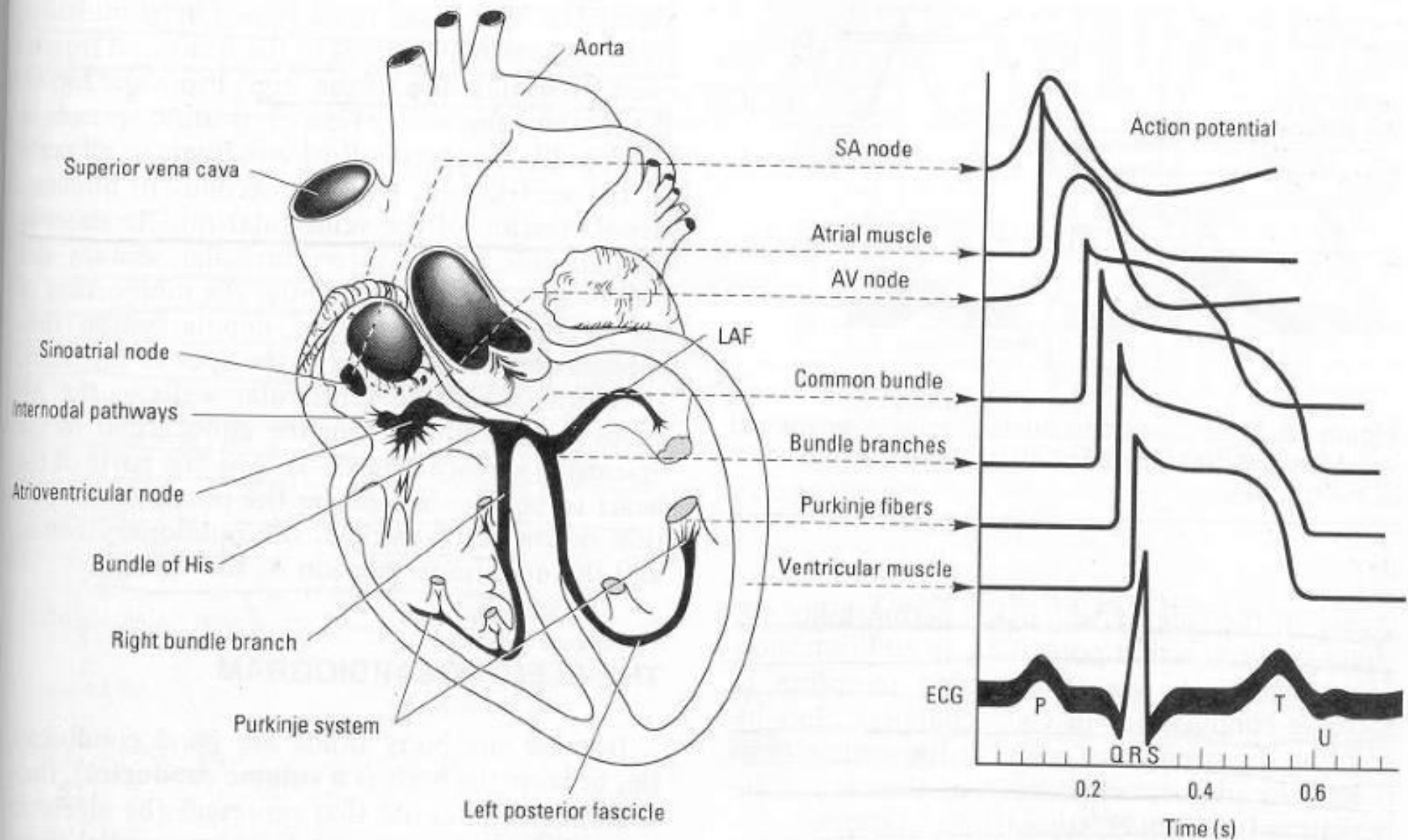
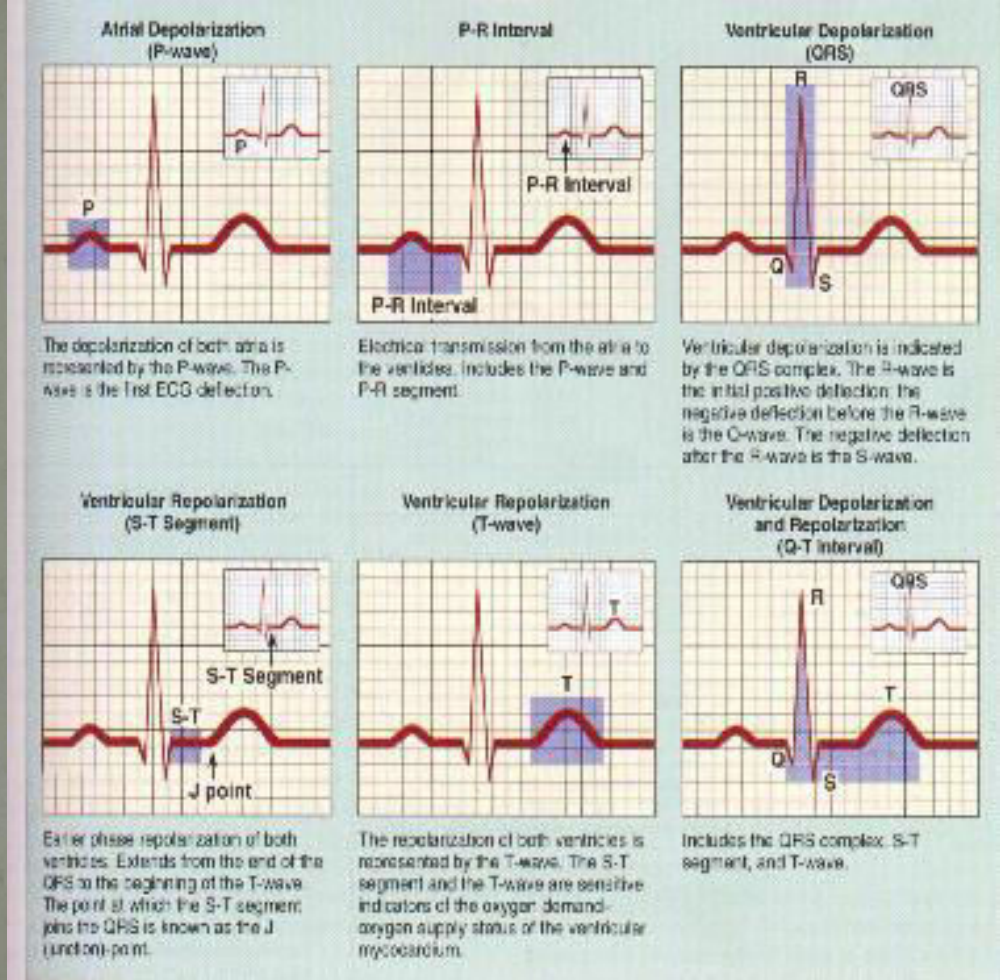
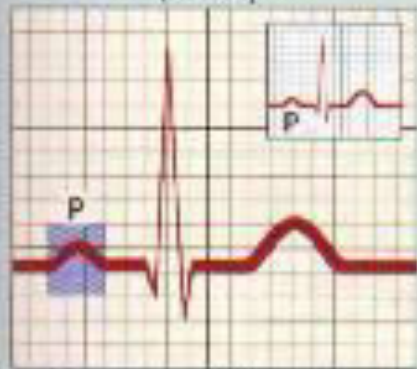


Figure 28-1. Conducting system of the heart. Typical transmembrane action potentials for the SA and AV node, other parts of the conduction system, and the atrial and ventricular muscle are shown along with the correlation to the extracellularly recorded electrical activity, i.e., the electrocardiogram (ECG). The action potentials and ECG are plotted on the same time axis but with different zero points on the vertical scale.

- SA noddan başlayan uyarıların atriyumda yayılmasıyla EKG de P dalgası oluşur.
- **P dalgası** atriyumların depolarizasyonunu yansıtır.
- Atriyum ve ventriküller arasında dalganın geçişinde kısa yatay bir segment oluşur. Buna **P-R segmenti** denir.
- Daha sonra ventriküllerin depolarizasyonu kısa inen **Q**, uzun çıkan **R** ve keskin inen **S** dalgaları oluşturur. Bu üçlü dalga **QRS kompleksi** olarak isimlendirilir.
- Daha sonra **ST segmenti** ve sonrasında **T dalgası** oluşur.
- **T dalgası** ventrikül repolarizasyonunu gösterir.

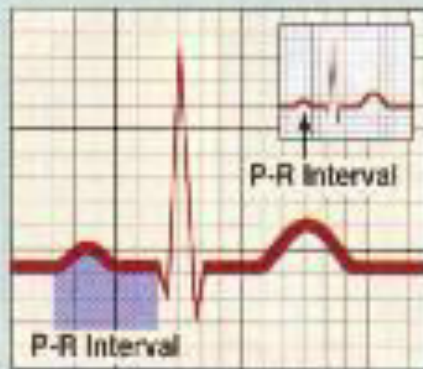


Atrial Depolarization (P-wave)



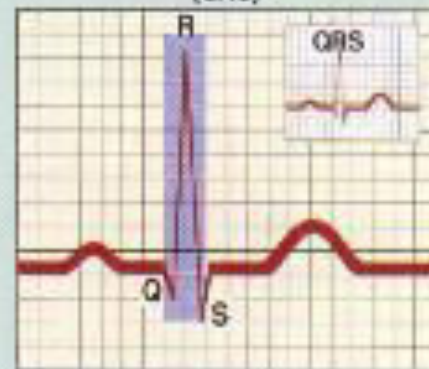
The depolarization of both atria is represented by the P-wave. The P-wave is the first ECG deflection.

P-R Interval



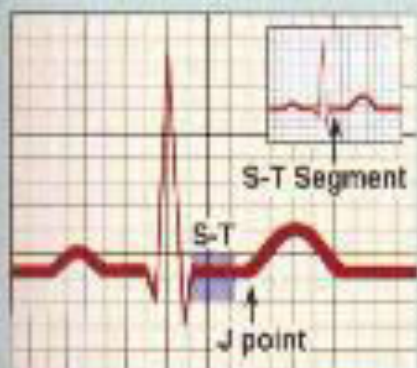
Electrical transmission from the atria to the ventricles includes the P-wave and P-R segment.

Ventricular Depolarization (QRS)



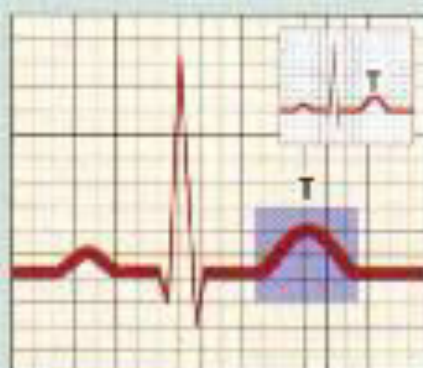
Ventricular depolarization is indicated by the QRS complex. The R-wave is the initial positive deflection; the negative deflection before the R-wave is the Q-wave. The negative deflection after the R-wave is the S-wave.

Ventricular Repolarization (S-T Segment)



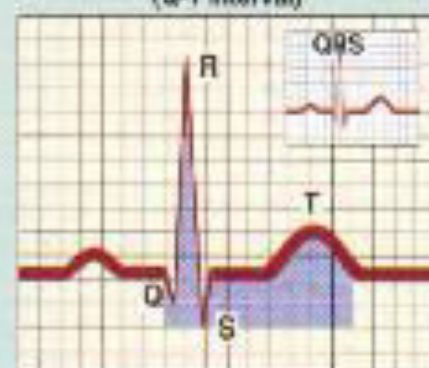
Earlier phase repolarization of both ventricles. Extends from the end of the QRS to the beginning of the T-wave. The point at which the S-T segment joins the QRS is known as the J (junction) point.

Ventricular Repolarization (T-wave)



The repolarization of both ventricles is represented by the T-wave. The S-T segment and the T-wave are sensitive indicators of the oxygen demand-oxygen supply status of the ventricular myocardium.

Ventricular Depolarization and Repolarization (Q-T interval)



Includes the QRS complex, S-T segment, and T-wave.

- EKG'deki dalgaların ve segmentlerin süresi ve sıklığı kalp fonksiyonlarının değerlendirilmesine yardım eder.
- Örneğin; ST segmenti akut miyokard infarktüsünde horizontal hattın üzerine çıkar, anormal yüksek potasyum iyon konsantrasyonlarında ise horizontal çizginin altına düşer.
- EKG'deki uyarılmanın normal sırası veya hızından herhangi bir sapma kardiyak aritmi olarak isimlendirilir.

<u>EKG Dalgası</u>	<u>Süresi (sn)</u>	<u>Kalpteki Fizyolojik Olay</u>
P dalgası	0,06-0,11	Atriyum depolarizasyonu (uyarılması). Uyarılar SA nodundan başlar ve atriyum kasından AV noduna yayılır.
P-R Segmenti	0,06-0,10	Atriyum depolarizasyonu ve uyarının AV nodundan geçişi
P-R İntervali (P dalgasının başlangıcından QRS kompleksinin başlangıcına)	0,12-0,21	Atriyum depolarizasyonu ve kasılmasının başlangıcı ile ventriküler depolarizasyon ve kasılmasının başlangıcı arasındaki süre.
QRS Kompleksi	0,03-0,10	Ventriküllerin depolarizasyonu; EKG de atriyumların repolarizasyonu ventriküllerin depolarizasyonu ile baskılanır.
S-T Segmenti (QRS kompleksinin sonu ile T dalgasının başlangıcı)	0,10-0,15	Ventriküler depolarizasyonun sonu ile ventriküler repolarizasyonun başlangıcı.
T dalgası	değişendir	Ventriküllerin repolarizasyonu
S-T İntervali (QRS kompleksinin sonu ile T dalgasının sonu)	0,23-0,39	Depolarizasyonun tamamlanması ile repolarizasyonun sonu arasındaki interval
Q-T İntervali (QRS kompleksinin başlangıcı T dalgasının sonu)	0,26-0,49	Ventriküler depolarizasyon artı ventriküler repolarizasyon

Kardiyak Output (Kardiyak Çıkışı):

- Kardiyak output (KO) her bir ventrikülün bir dakikada pompaladığı kan miktarıdır. ***
- Genellikle sol ventrikülün pompaladığı kan miktarı ölçülür ve KO sol ventrikül fonksiyonunun bir göstergesi olarak kabul edilir. ***
- KO kalp atım hızı (KAH) ile atım hacminin (AH) çarpımına eşittir.
- **Atım hacmi** (stroke volume) her bir ventriküler kasılmada (her bir kalp atımında) pompalanan kan miktarıdır.
- **Atım hacmi** diyastol sonu hacim (doluş hacmi) ile sistol sonu hacim (boşalma hacmi) arasındaki farktır.
- Bu durumda **Atım Hacmi = diyastol sonu hacim - sistol sonu hacim** dir.

- **KO** kalp atım hızı (KAH) ile atım hacminin (AH) çarpımına eşittir.
- **Atım hacmi** (stroke volume) her bir ventriküler kasılmada (her bir kalp atımında) pompalanan kan miktarıdır.
- **$KO = KAH \times AH$**

- Kalp her bir atımda (atım hacmi) yaklaşık 75ml kan pompalar ve dakikada da yaklaşık 70 atım yapar.
- Bu durumda kardiyak output= $70 \times 0.075 = 5.25$ litre olur.
- Yani kalp 1 dakikada **5.25 litre**, bir saatte **315 litre**, bir günde **7560 litre**, bir yılda ise **2759000 litre** kan pompalar.
- Fakat kalp egzersiz ve stresli durumlarda bundan çok daha fazla miktarlarda kan pompalayabilir, buna kardiyak rezerv denir.

- Örneğin normal genç bir birey % 300-400 oranlarında kardiyak rezerve sahipken, antrenmanlı bir sporcu % 500-600 oranlarında kardiyak rezerve sahiptir.

Kardiyak Output'un Kontrolü

$$KO = KAH \times AH$$

- Normal KAH SA düğümde oluşan potansiyeller tarafından düzenlenir.
- SA düğüm dolayısıyla da KAH otonom sinir sisteminin ve bazı hormonların kontrolü altındadır.
- Sempatik stimülasyon KAH'ı artırırken parasempatik uyarılma yavaşlatır.
- Az da olsa ayrıca kan ısı, pH, iyon konsantrasyonları, hormonlar, sinirlilik, ağrı, egzersiz, ateş gibi otonomik kontrolün dışındaki faktörlerinde KAH üzerine etkileri vardır.

KAH'a etki eden faktörler

(KO= KAH X AH)

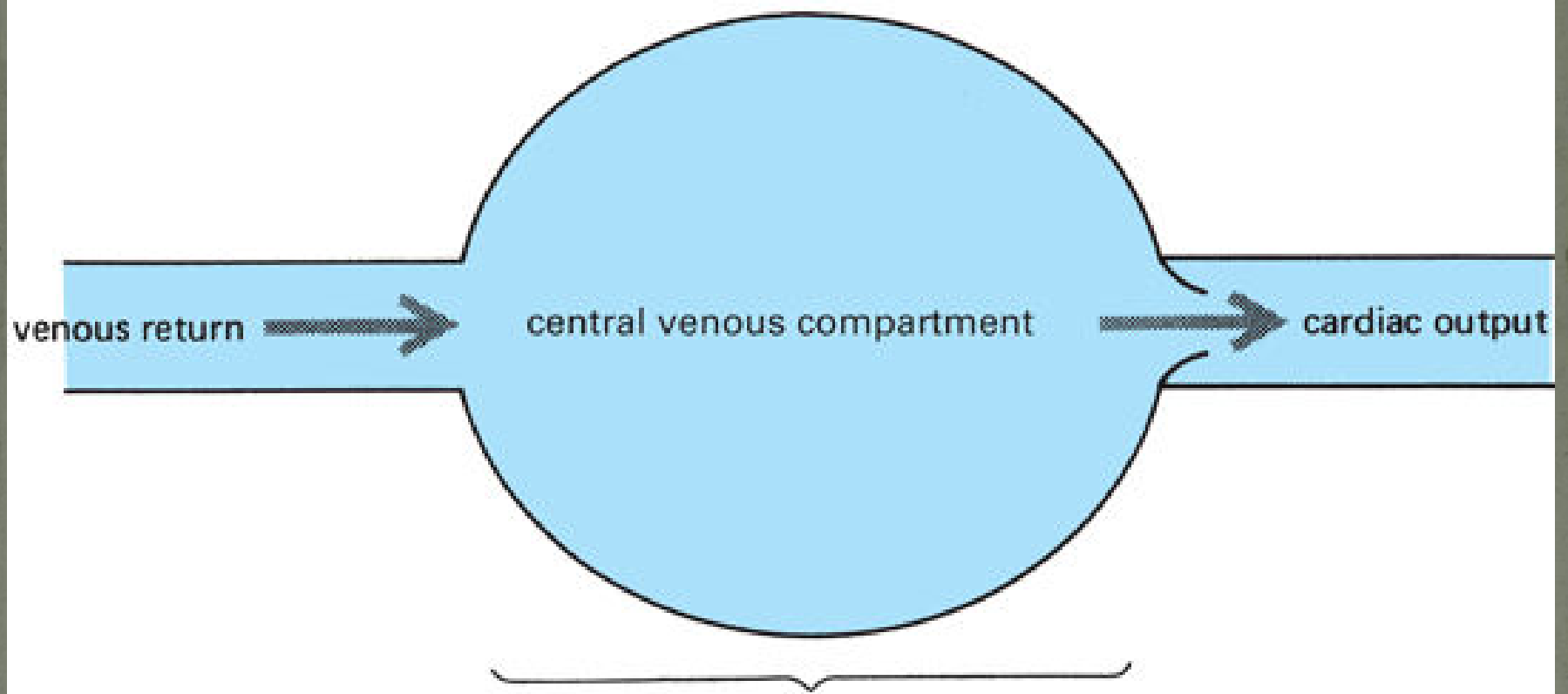
- **Yaş ve cinsiyet:** Yaşla giderek azalır. Doğumda 130, yetişkinde 70-80, kadında erkekten 5-10 atım/dakika daha yüksek.
- **Postür:** Yatar pozisyonda ve uykuda en düşük, dik pozisyona geçişte artar.
- **Fiziksel Aktivite/egzersiz:** Egzersizin başlangıcından hemen önce veya egzersiz başlar başlamaz artar.

AH Kontrolü

$$KO = KAH \times AH$$

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

- Kalp debisi (KO) sağ kalbe geri dönen venöz dönüşe bağlıdır.
- Venöz dönüşle kalp debisi arasındaki ilişki **frank-starling yasası*** olarak bilinmektedir.
- Kalbe dönen kan miktarı arttığında kalbin kasılma gücünün de arttığını ve gelen kanın tamamını pompaladığı gösterilmiştir.
- Bu yasaya göre önemli olan kavram kısa süreli değişiklikler dışında kalp debisi venöz dönüşe eşittir.



GREAT VEINS IN THORAX AND RIGHT ATRIUM

- Kalp debisi venöz dönüşten fazla olur ise akciğerlerde kan hızla azalır.
- Venöz dönüş kalp debisinden fazla olur ise kan akciğerlerde hızla birikir.

Venöz Dönüş

- Venöz dönüşü 4 faktör etkiler;

1- Bacak venlerinin refleks vazokonstriksiyonu

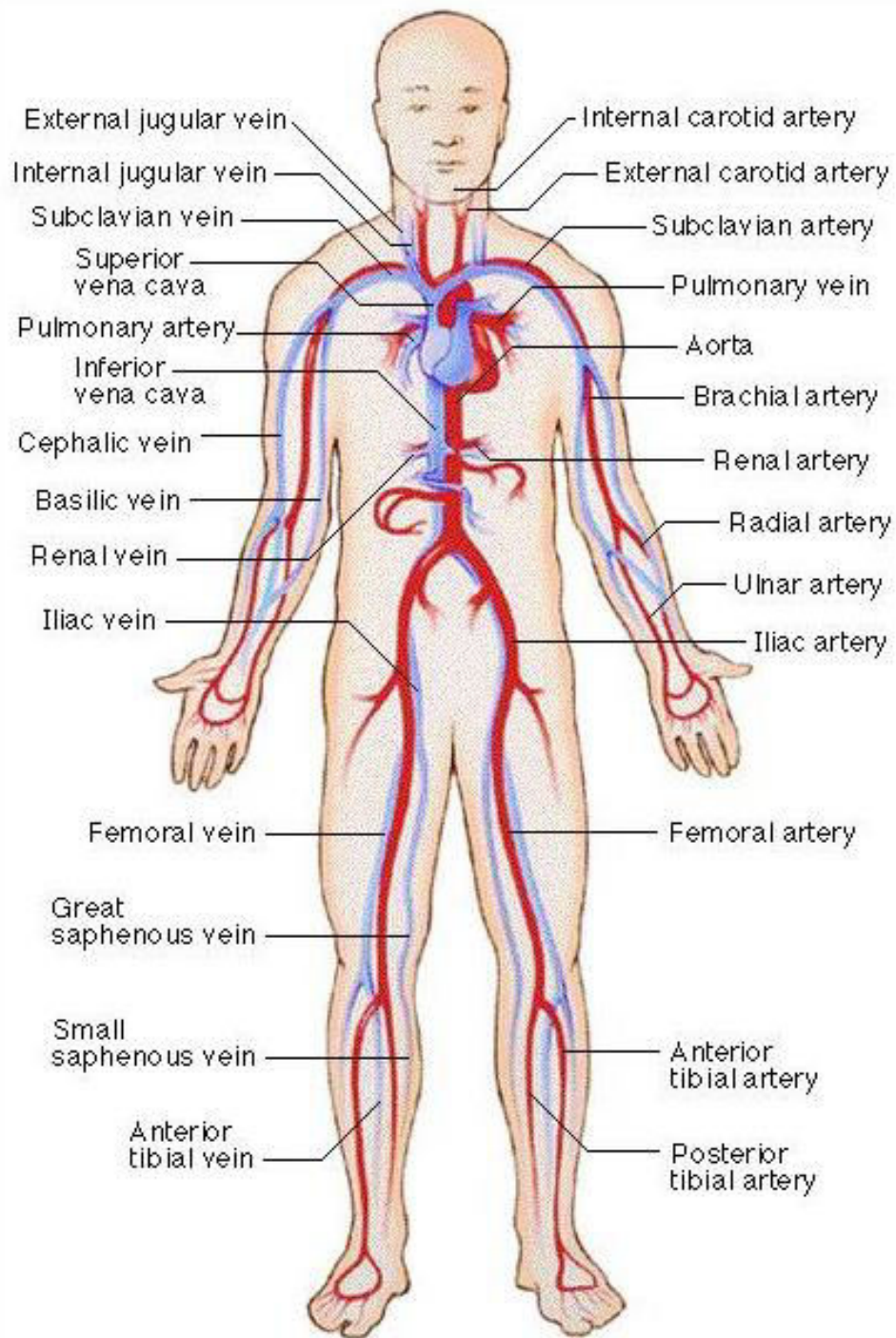
2- İskelet kaslarının pompalayıcı etkisi

3- Venöz kapaklar

4- Solunum pompası

1- Bacak venlerinin refleks vazokonstrüksiyonu

- Venler arterlerden daha fazla genişleyebilir olduklarından, gerektiğinde kan deposu gibi işlev görebilirler.
- Venöz kan depoları ven duvarındaki düz kasların kasılmasıyla aktif olarak mobilize edilebilir.
- Alt ekstremitedeki büyük venlerde bulunan kapaklar kanın tek yönde akışını sağlarlar.
- Egzersiz esnasında bacaklarda meydana gelen büzülme ile alt ekstremitelere kan toplanması engellenmektedir.

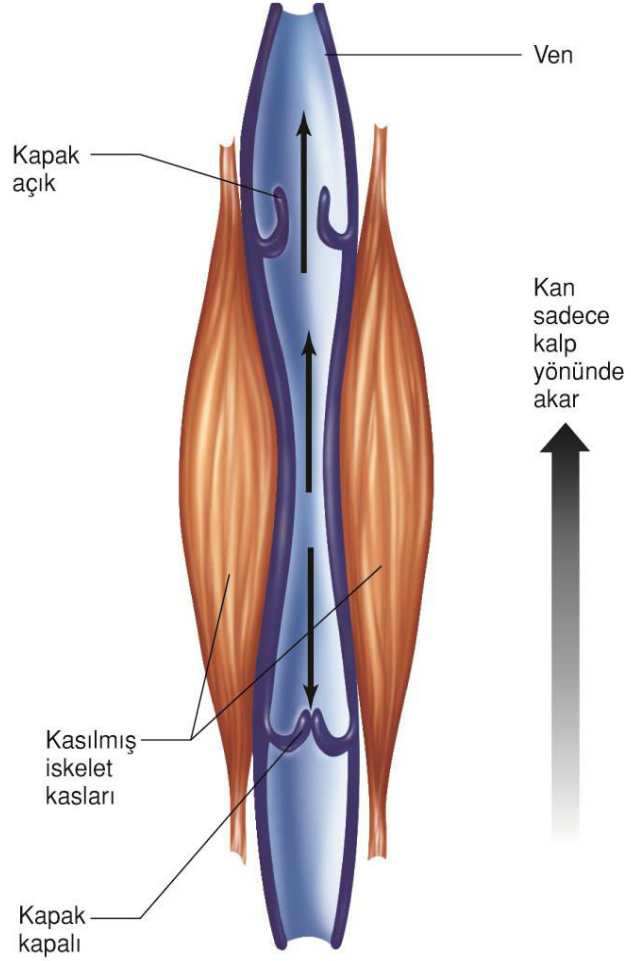


2- İskelet kaslarının pompalayıcı etkisi

- İskelet kası kasılmalarının oluşturduğu ritmik basınçlar venlerdeki kanı kalbe doğru iter, iskelet kaslarının bu etkisi iskelet kası pompası olarak bilinir.

2- İskelet kaslarının pompalayıcı etkisi

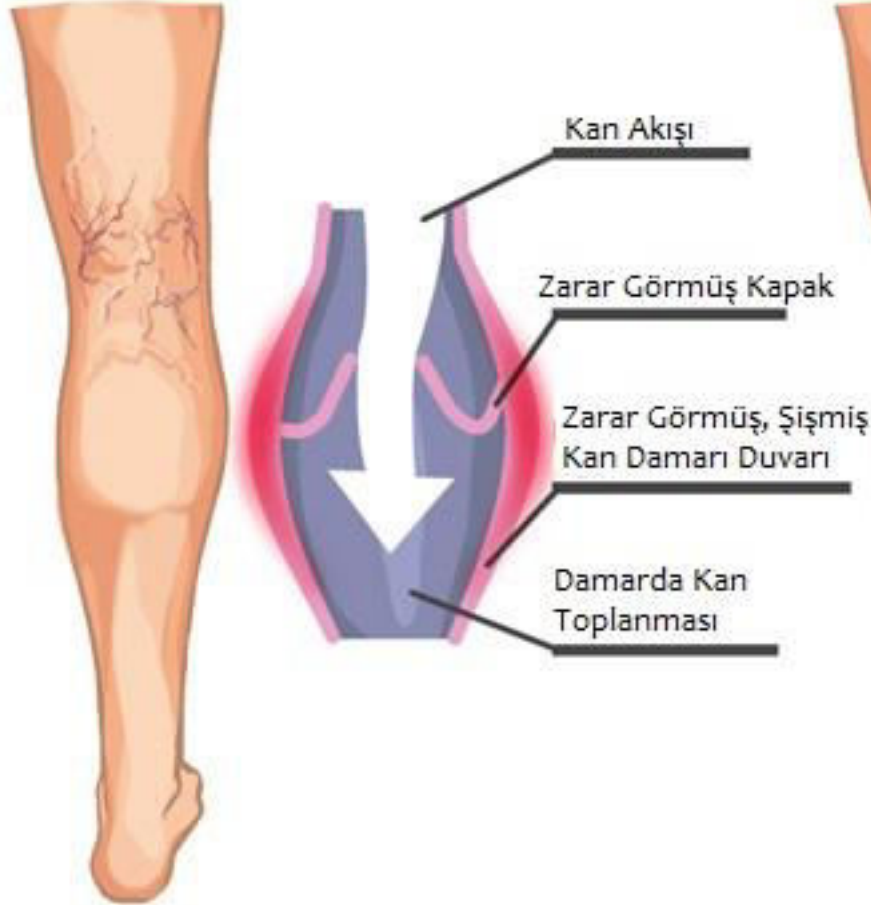
- Bacaklardaki bacak kasları venleri sıkıştırır.
- "Kas pompası" → Kan sadece kalbe doğru akar.
- Bacak hareket etmez ise bacaklarda artan basınç kapiller basıncı artırır ve sıvı interstisyel aralığa geçer ve bacaklar şişer, ödem olur.



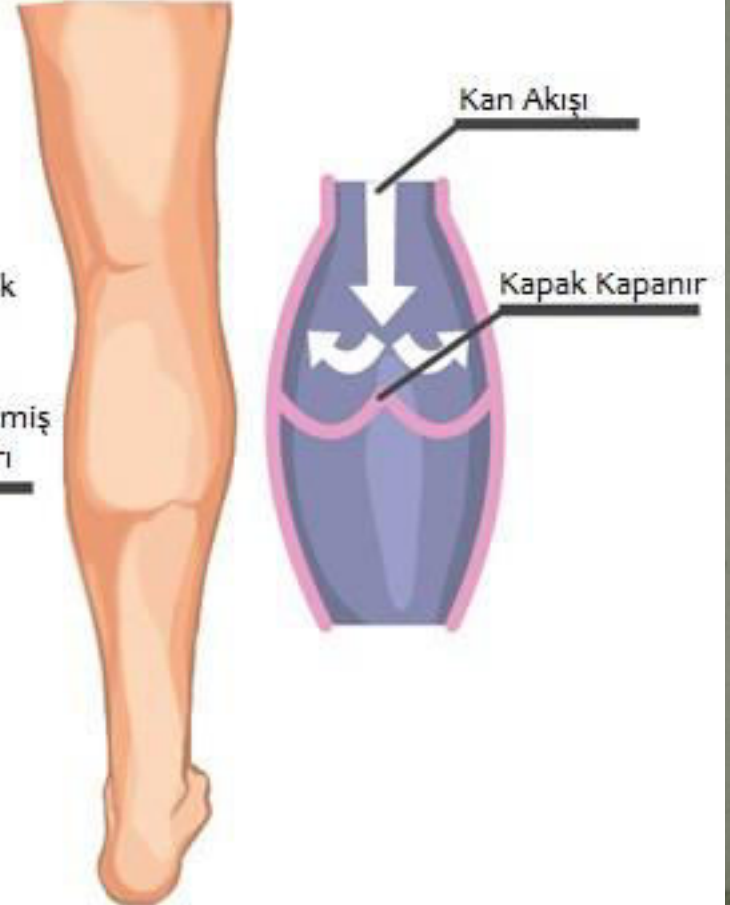
Şekil 12.45 İskelet kası pompası. Kas kasılması sırasında venöz çap azalır ve venöz basınç artar. Basıncıdaki artış kanı sadece kalbe doğru itmekte olup bunun nedeni, geriye iten kuvvetlerin venlerdeki kapakları kapatmasıdır.

3- Venöz Kapak

VARİSLİ DAMARLAR



SAĞLIKLI DAMARLAR



3- Venöz Kapak

- Venlerde bulunan kapaklar kanın kalp yönünde hareketini sağlarlar.
- İşlev gören bir venöz kapak 2-3 atmosferlik basınca karşı koyabilecek güce sahiptir.
- * Kapaklar işlevini yerine getiremezse bacakta varisler oluşur.

4- Solunum Pompası

- Venöz dönüş solunum pompası olarak isimlendirilen mekanizma aracılığıyla solunum esnasında da solunum olaylarından etkilenir.
- Inspirasyon esnasında karın içi basıncındaki yükselme venöz basıncı artırarak kanı abdominal bölgeden kalbe doğru yönlendirir.

Dolaşım sisteminin bölümleri

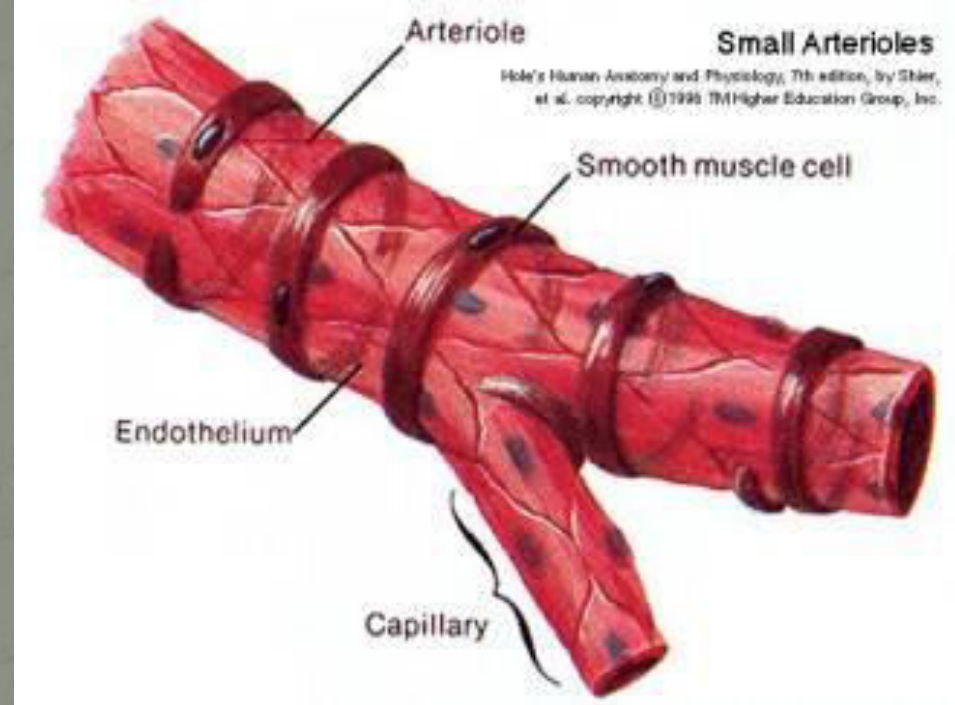
- AORT VE BUYUK ARTERLER
- KUCUK ARTERLER VE ARTERIOLLER
- KAPILLER DAMARLAR
- VENULLER ve VENLER

AORT VE BUYUK ARTERLER

- Bu damarlardaki basınç normalde 80-120 mm Hg arasındadır.
- Aort ve diğer büyük damarlar kalpten gelen basınçlı kana karşı koyabilmek için çok miktarda bağ dokusu ve elastik doku içerirler.
- Normal basınç altında bu damarların duvarlarında bulunan elastin ve kollajen lifleri gerilerek damarlara gergin bir görünüm verirken, düşük basınçlarda damarlar sarkık görülür.
- Büyük damarların elastikiyeti yüksek basınç deposu olarak çalışmaları için şarttır.
- Bu damarlar büyük oldukları için küçük arterler ve arteriollerin tersine, kan akışına karşı fazla direnç göstermezler.

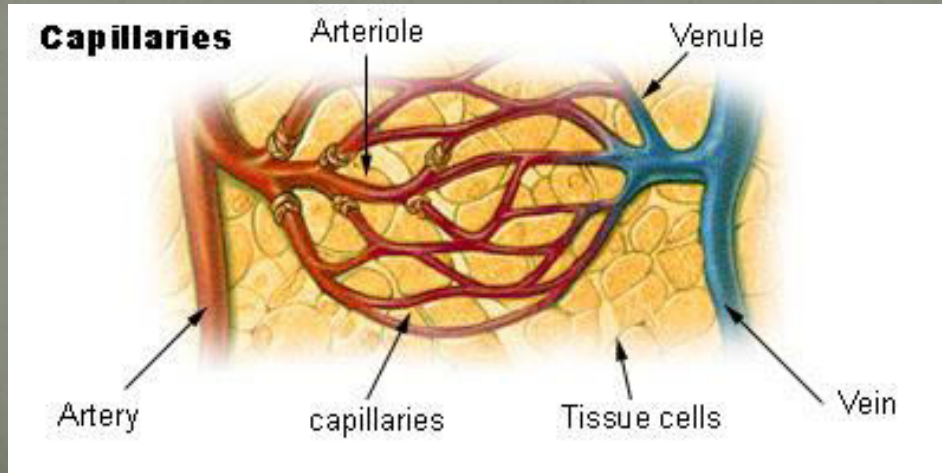
KUÇUK ARTERLER VE ARTERIOLLER

- Sistemik arterler kanı besin alışverişi ve gaz değişimi için arteriollere ve sonra da kapillere gönderir.
- Bu damarlar her organa gidecek kanın miktarını ayarlarlar.
- Bu damarların çapları duvarlarındaki düz kaslar tarafından tayin edilir.
- Bu kasların kasılma durumu ise sempatik sinir sistemi tarafından salınan transmitterler tarafından tayin edilir.
- Küçük arterlerler ve arterioller aort ve büyük arterlerden daha fazla düz kas içerirler.
- Kan hacminin yaklaşık % 20 si dolaşım sisteminin arteriyel kısmında bulunur.



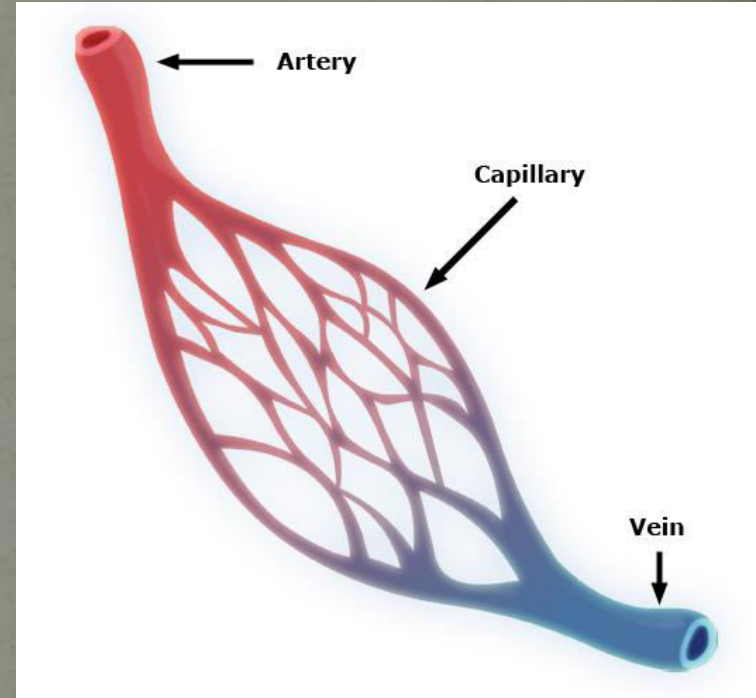
KAPILLER DAMARLAR

- Besin maddelerinin, atık maddelerin, kristaloidlerin ve suyun değişimi esas olarak bu damarlarda gerçekleşir.
- Düz kasları olmadığı için çaplarını aktif olarak değiştiremeyen basit endotelyal tüplerdir.
- Endotelyal tabaka çok ince (yaklaşık 1 mikron) olduğu için kan beslediği hücrelere çok yakındır, Bu da kanla doku arasında madde değişimini sağlayan diffüzyon işleminin etkili olmasını sağlar.
- Kan hacminin yalnızca % 5 i kapiller damarlarda bulunur.



VENULLER ve VENLER

- Venüller kanı kapiller damarlardan toplar ve büyük venlere taşırlar, buradan da kalbe döner.
- Venüller ve venler dolaşım sisteminin arteriyel kısmındaki karşılıklarından çok daha geniştirler ve kan hacminin % 75 i bu damarlardadır.
- Bu damarların duvarları arteriyel damarların duvarlarından daha incedir ve maruz kaldıkları basınç da arterlerinkinden daha azdır.
- Bu damarlardaki basınç az olmasına rağmen diyastol sırasında kalbin kanla dolmasını sağlamaya yeterlidir.

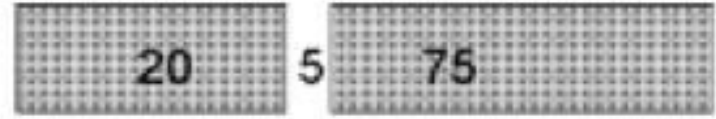


- Dolaşımdaki kanın dağılımı;
- Kanın,
 - % 75 ven ve venüllerde
 - % 5 kapillerlerde
 - % 20 si arter ve arteriyollerde bulunur.

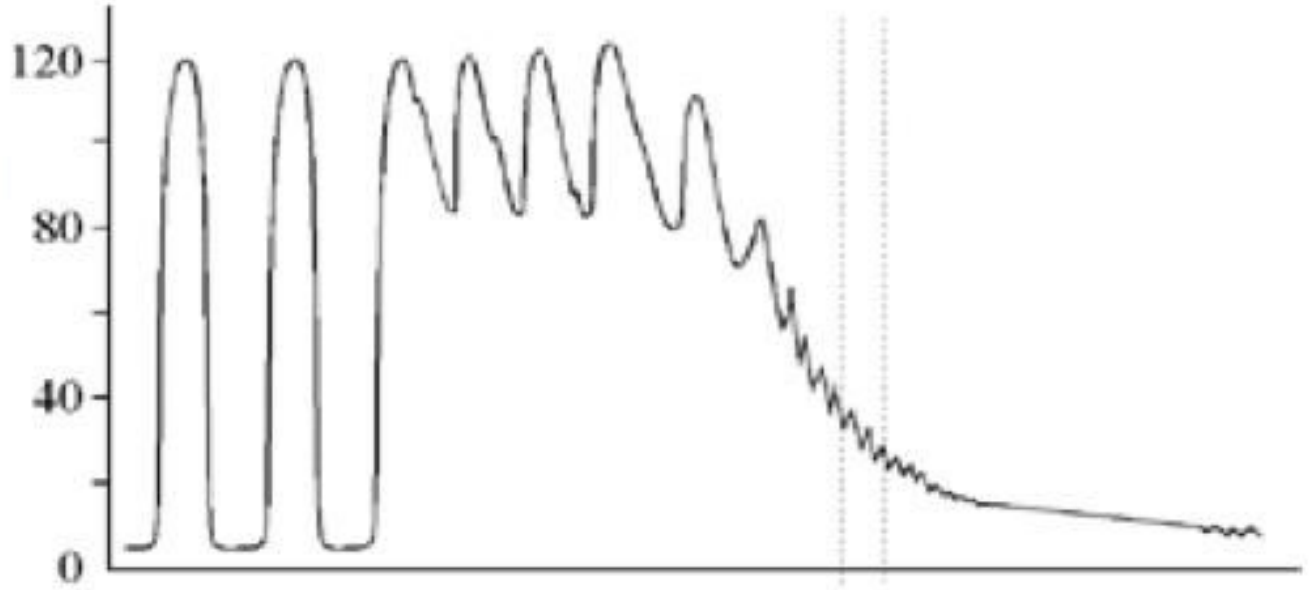
Kan Basıncı

- Kan, dolaşım sisteminde kalbin oluşturduğu basınç sayesinde dolaşır.
- Dolaşım sisteminin değişik bölümlerinde basınçlar farklıdır.
- Kan kalpten 120 mmHg'lık basınçla aorta fırlatılır, bu sistemdeki en yüksek basınçtır.
- Daha sonra aortadaki basınç diastol esnasında 80 mmHg'ya düşer.
- Buna göre aortadaki basınç ortalama 100 mmHg'dır, buna **ortalama arter basıncı** denir.
- Ortalama arter basıncı sol ventrikülün yenmek zorunda oldukları basınçtır.

Kan hacmi
Toplamın % si olarak



Kan
basıncı
(mmHg)



Ventrikül

Arterler

Arterioles

Capillaries

Venules

Venler

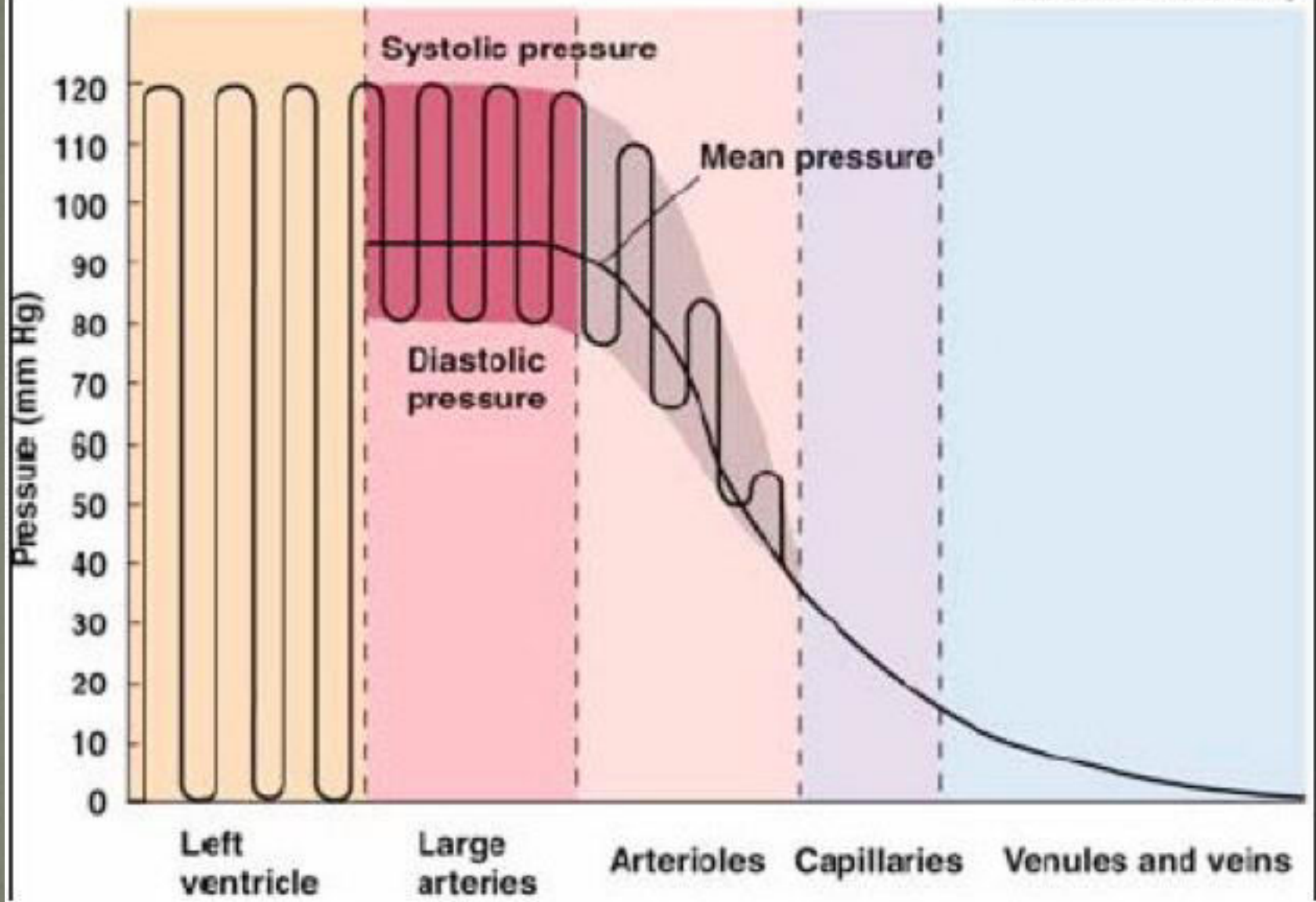
Ortalama arter basıncı:

- Ortalama arter basıncı 120 mm Hg'lık sistolik basınç ile 80 mm Hg'lık diyastolik basınçların ortalamasıdır.

- Hesaplanması:

- "Diyastolik basınç + $\frac{1}{3}$ nabız basıncıdır"

- Nabız basıncı = Sistolik Basınç - Diyastolik basınç



Kan basıncı; Sistolik ve diyastolik basınçlar

- Sistolik basınç ventriküllerin kanı fırlatma aşamasında (sistol anı) ulaşılan en yüksek basıncı gösterir. 120 mmHg dir
- Diyastolik basınç ise ventriküllerin kanı fırlatmaya başladıkları andaki (diyastol anı) en düşük basıncı gösterir. 80 mmHg dir.
- Normal genç yetişkin bireylerde kan basıncı 120/80 mmHg dir.
- Kan basıncı yaşa göre değişebilir.
- Yeni doğanda sistolik basınç 40 mmHg, 1 ay sonra 80 mmHg
- Yaşlandıkça artabilir.

Kan basıncının düzenlenmesi/ Kontrolü**

- Sistemik arterlerdeki kanın basıncı homeostazisi bozacak yüksek ve alçak basınçların önlendiği dar bir sınır içerisinde tutulmalıdır.

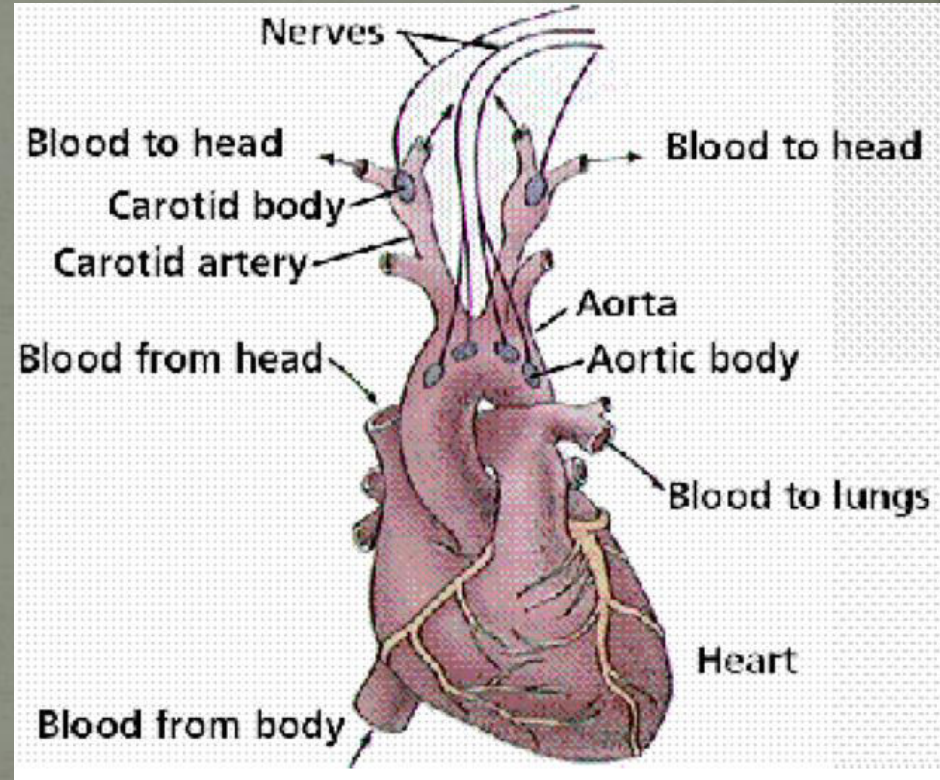
- 1- Vazomotor merkez ve kardiyoregulator merkezler,*
- 2- Baroreseptörler ve kemoreseptörler,*
- 3- Üst beyin merkezler ve düşünceler,*
- 4- Hormonlar ve kimyasal maddeler* önemli rol oynar.

1 - Vazomotor merkez

- Beyin sapının alt bölümlerinde bulunur.
- Görevi kan damarlarının özellikle de **arteriyollerin çapını*** düzenlemektir.
- Buradan çıkan sempatik sinir dalları kan damarlarında bulunan düz kaslar üzerinde etki gösterirler.
- Bu düz kaslarında belirli düzeyde kasılmasını sağlayarak vazomotor tonusu oluşturur ve böylece de normal arteriyel basıncın oluşumunu sağlarlar.

2- Baroreseptörler

- Aort, karotid arter, boyun ve toraks bölgesindeki **arterlerin*** duvarlarında basınca duyarlı reseptörler bulunur.
- Bunlara baroreseptörler denir.
- Baroreseptörler arter basıncı hakkında beyin sapındaki merkezlere özel sinir dallarıyla sürekli bilgi gönderirler.



- Arter basıncı yükseldiğinde;
- Baroreseptörler gerilir ve uyarı oluşur,
- Beyin sapında bulunan kardiyak yavaşlatıcı merkez uyarılır,
- Kardiyak hızlandırıcı merkez inhibe edilir.
- Sonuçta kardiyak output azalır, arteriyoller genişler ve kan basıncı düşer.
- Arter basıncı düştüğünde tersi olaylar ile arter basıncı yükseltilir.

Kemoreseptörler

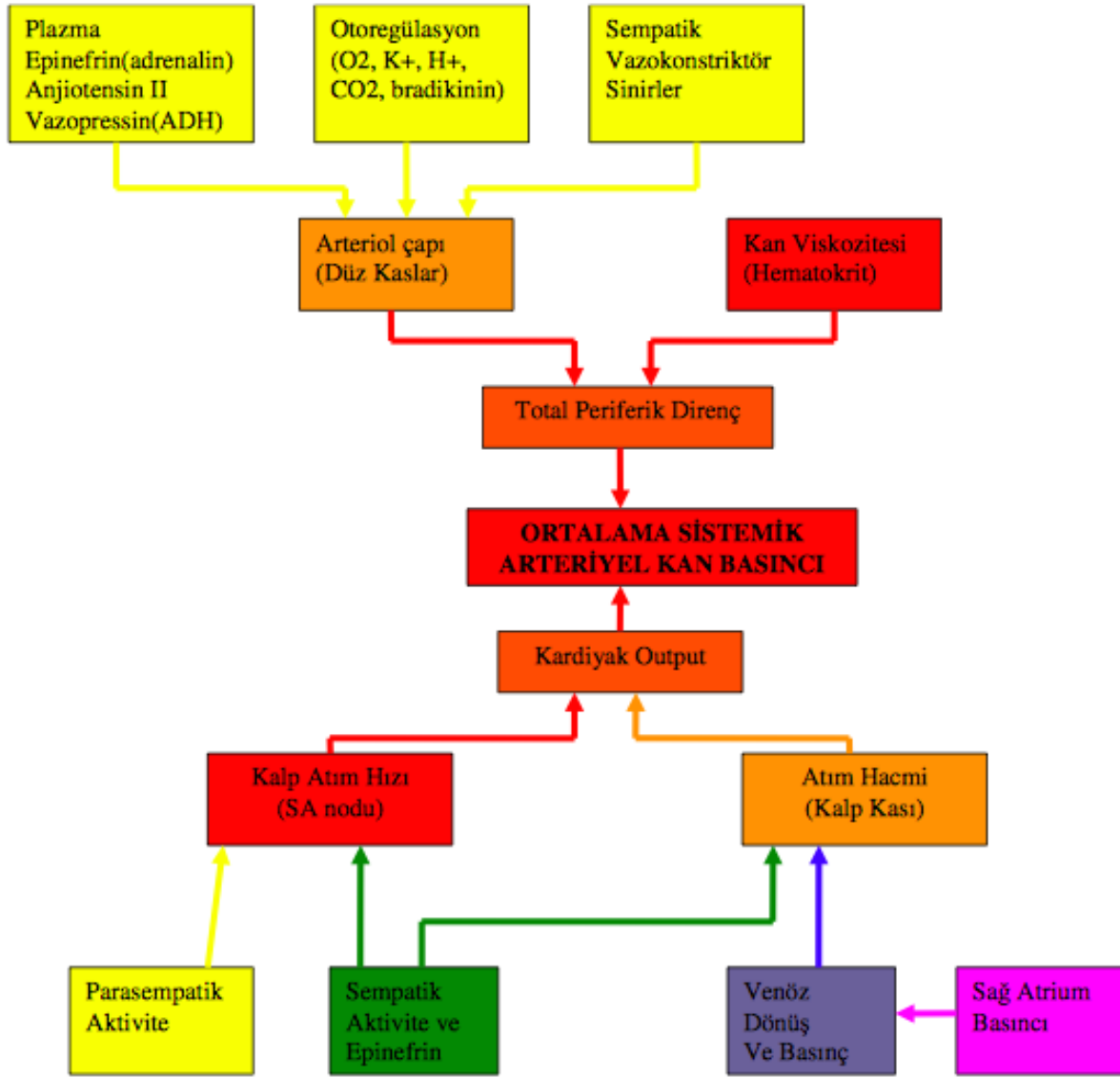
- Baroreseptörlerin yakınında düşük oksijen, yüksek CO_2 ve hidrojen iyon konsantrasyonlarına duyarlı **kemoreseptör** adı verilen özel reseptörler de bulunur.
- O_2 konsantrasyonu düşerse veya CO_2 ve H iyon konsantrasyonları yükselirse arteriyel basınç düşürülür ve kemoreseptörler uyarılır.
- Vazomotor merkez uyarılır. Böylece kan damarları vazokonstriksiyona uğrar, arteriyel kan basıncı artar.
- Kan basıncının artmasıyla kan akımı da artar.

3- Üst beyin merkezler ve düşünceler

- Kan basıncını etkiler.
- Örneğin korku ve hiddet gibi sempatik sinir sistemini uyaran düşünceler vazomotor merkezleri de uyarır, bu da arteriyollerin vazokonstriksiyonuna sonuçta da kan basıncının yükselmesine yol açar.

4- Hormonlar ve kimyasal maddeler

- Pek çok hormon kan basıncını etkiler.
- Böbreklere giden kan miktarı azaldığında,
- Böbreklerden salınan renin ve aldosteron hormonlarının salgısı artar.
- Aldosteron böbreklerden suyun geri emilimini artırarak kan miktarının, kan akımının ve kan basıncının artırılmasına katkıda bulunur.



Hipertansiyon

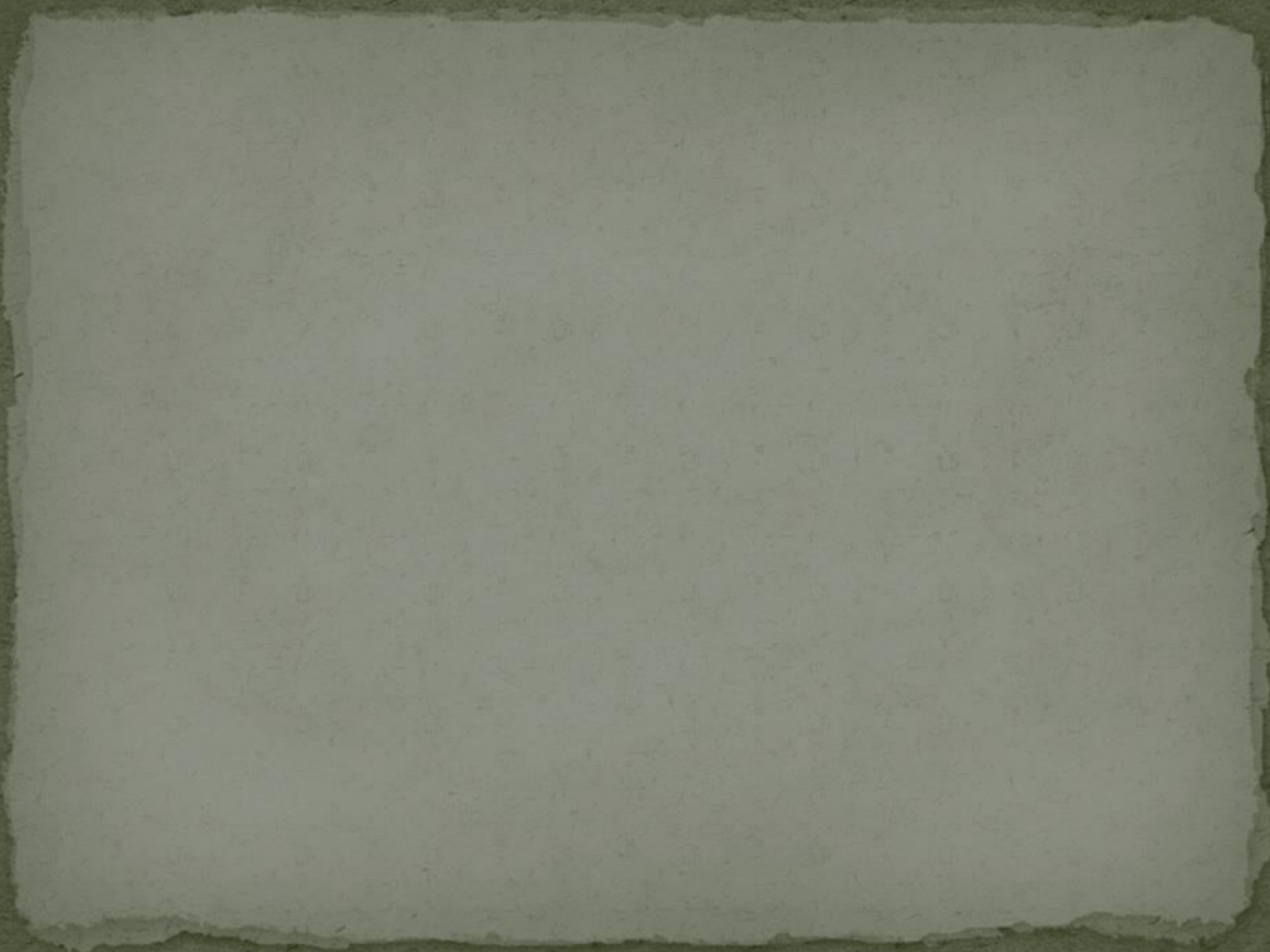
- Kişilerin sistolik ve diyastolik kan basıncıdır.
- 3 farklı ölçümde 140/95 mmHg'nin üzerinde ölçümü hipertansif olarak değerlendirilir.
- Hipertansiyon nasıl oluşur ?
 - Kalbin pompaladığı kan miktarı artmış olabilir.
 - Periferik damar direnci artmış olabilir.

Hipertansiyon nedenleri

- **Nedeni bilinmeyen**-esansiyel hipertansiyon
- **Renal hipertansiyon**-böbreklerdeki bir bozukluk
- **Nörojenik hipertansiyon**-sinirsel kaynaklı, şiddet, heyecan, psikolojik stresi baskı

Kan Basıncının Ölçümü

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



Kaynaklar

- *Arthur C. Guyton, John E. Hall, Medical Physiology, 11th edition*
- *Elaine N. Marieb, Human Anatomy & Physiology, Global Edition 10th Edition*
- *Vander İnsan Fiziolojisi 13. Baskı, 2013*