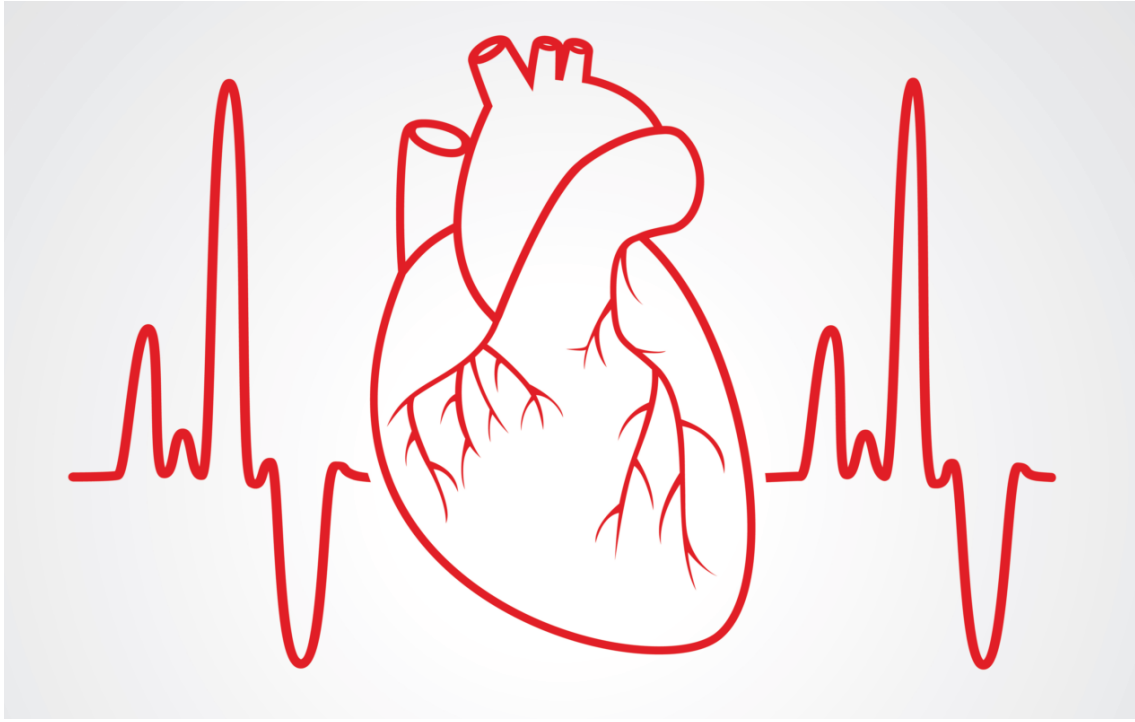


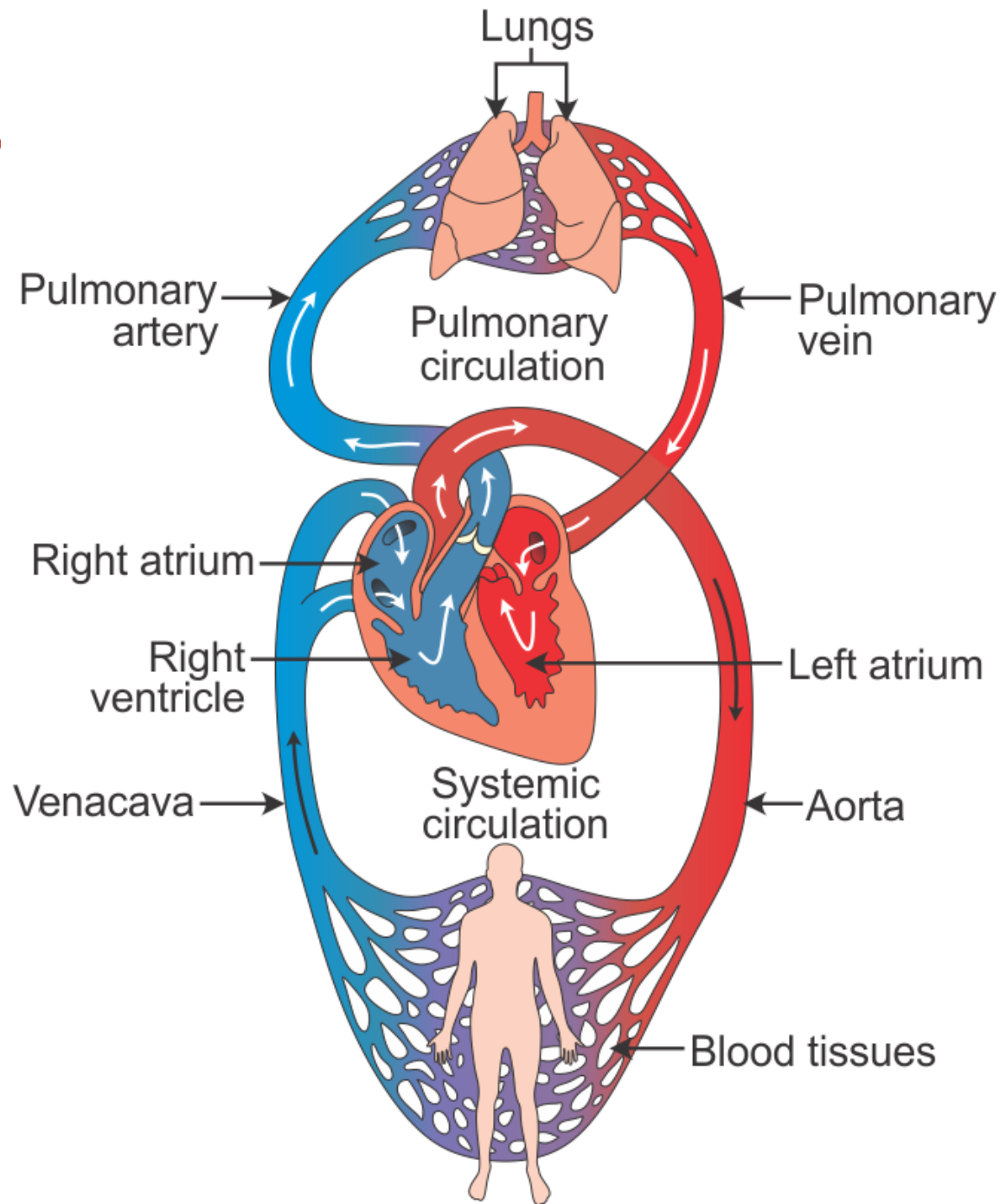


KALP VE DOLAŞIM FİZYOLOJİSİ

Dr. Öğr. Üyesi Ahu DEMİRTAŞ
Veteriner Fakültesi
Fizyoloji Anabilim Dalı

Kardiyovasküler Sistem

- Pulmoner dolaşım
- Sistemik dolaşım



Kalp Fonksiyonları

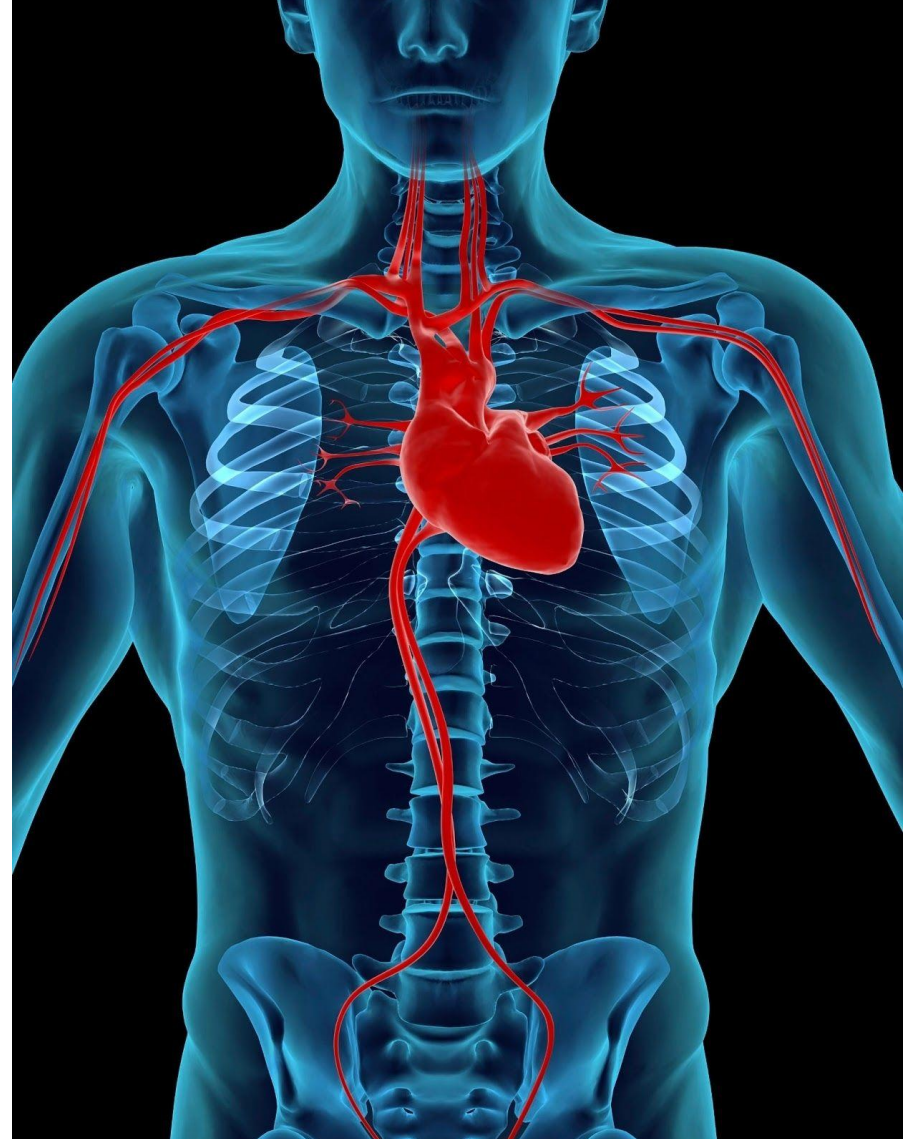
- Kan damarları yoluyla oksijeni ve bağırsaklarda emilen besin maddelerini dokulara iletir.
- Metabolizma sonucu oluşan artık maddeler ve CO_2 'nin dokulardan uzaklaştırılmasında rol oynar.
- Vücut sıcaklığının düzenlenmesine katılır.
- Hormonların salgılandıktan sonra etki yerlerine ulaştırılmasında yer alır.
- Tüm bu işlevleri yaparken kalp, kan damarlarından oluşan sistemik dolaşımı ve pulmoner dolaşımı kullanır.

Kalp Fonksiyonları

- Kan basıncını oluşturur.
- Kan sirkülasyonunu yönlendirir.
- Kalp, sistemik ve pulmoner dolaşımı birbirinden ayırır.
- Kanın tek yönlü akışını sağlar. Bunda kalp kapakları büyük rol oynar.
- Kan gereksinimini düzenler.
- Metabolik ihtiyaçta değişikliğe paralel olarak kontraksiyon gücünü ve kasılma hızını ayarlar.

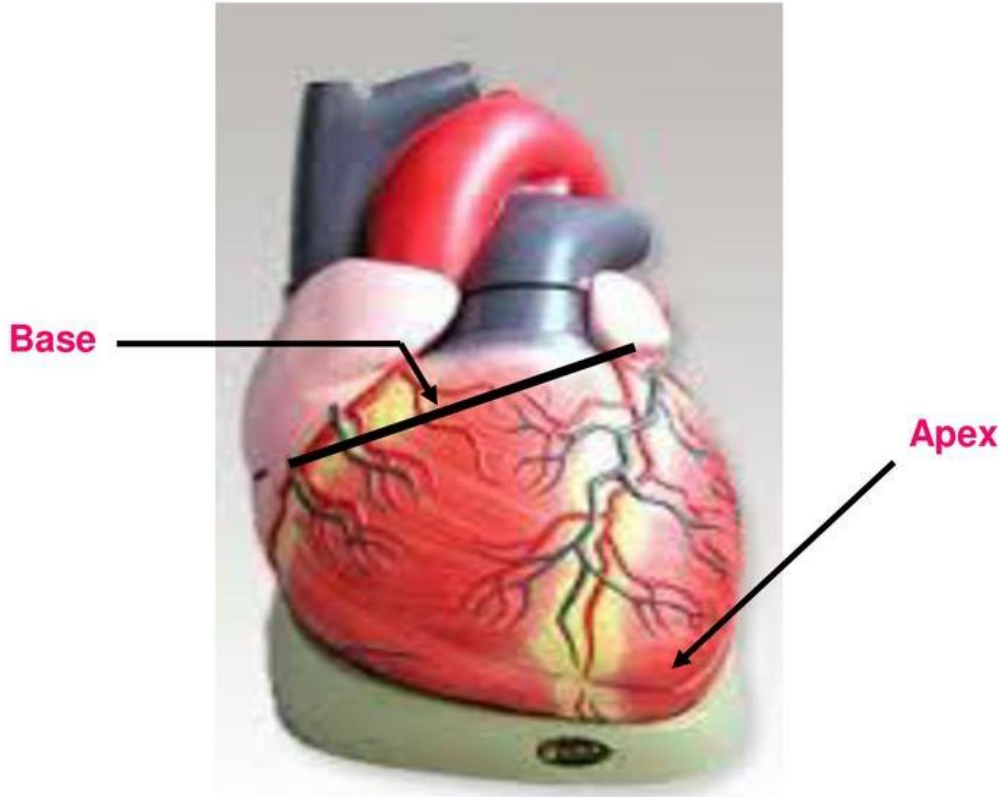
Kalbin Lokalizasyonu ve Ölçüleri

- Kalp, göğüs boşluğunun ortasında, **apeks (uç) kısmı sola doğru** lokalize olmuş pozisyonundadır.
- **2-5. kaburgalararası boşlukta** yer alır.
- Yaklaşık bir yumruk büyüklüğünde **350-375 g** kadardır.
- Ortalama boyutları: **13 x 9 x 6 cm**



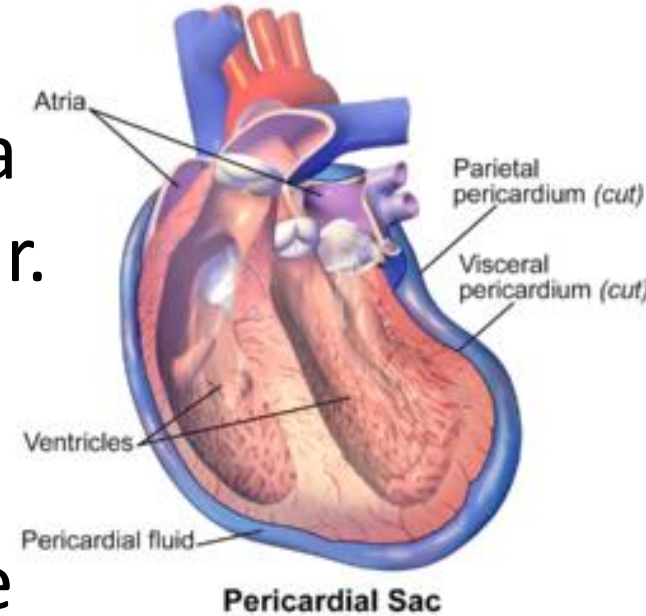
Kalbin şekli

- **Apeks:** Kalbin uç kısmıdır. Koni biçiminde yuvarlaktır.
- **Basis:** Kalbin üst ve taban kısmıdır. Apekse oranla daha düz bir şekildedir.



Kalp kesesi (perikardiyum)

- Kalp perikardiyum denilen bir kese içerisinde bulunur. Kesenin paryatal ve visseral olmak üzere iki yaprağı vardır ve ikisi arasında içi sıvı dolu bir boşluk oluşmuştur. Bu sıvı iki yüz arasındaki kayganlığı sağlar.
- Visseral yaprak kalbin dış yüzüne sıkı sıkıya yapışan ve kalbin dış katını oluşturan epikarttır.



Perikardiyumun görevleri

- Kalbin aşırı ölçüde genişlemesine engel olmak
- Kalp çalışması için düzgün bir yüzey sağlamak
- Kalbi bir ölçüye kadar sabit bir durumda tutmak
- Bir emme gücü yardımıyla kalbin gevşemesine yardım etmek
- Çarpma ve vurma gibi etkilere karşı kalbi korumak
- Kalbin hareketlerini kolaylaştırmak, sürtünme ve ısınmanın olumsuz etkilerine engel olmak

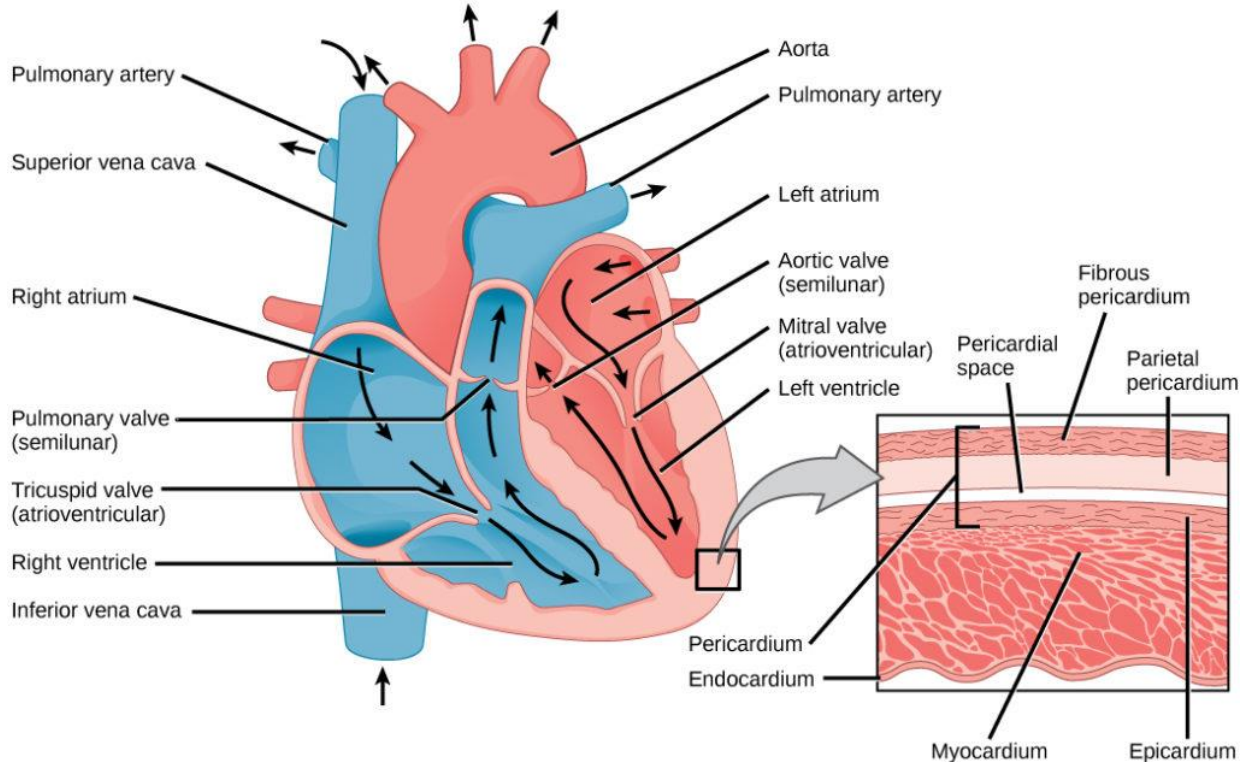
Kalp duvarı

- Üç tabakadan oluşur:

Epicardium: Kalbin yüzeyini kaplayan seröz membrandır. Visseral perikardiyumdan oluşur.

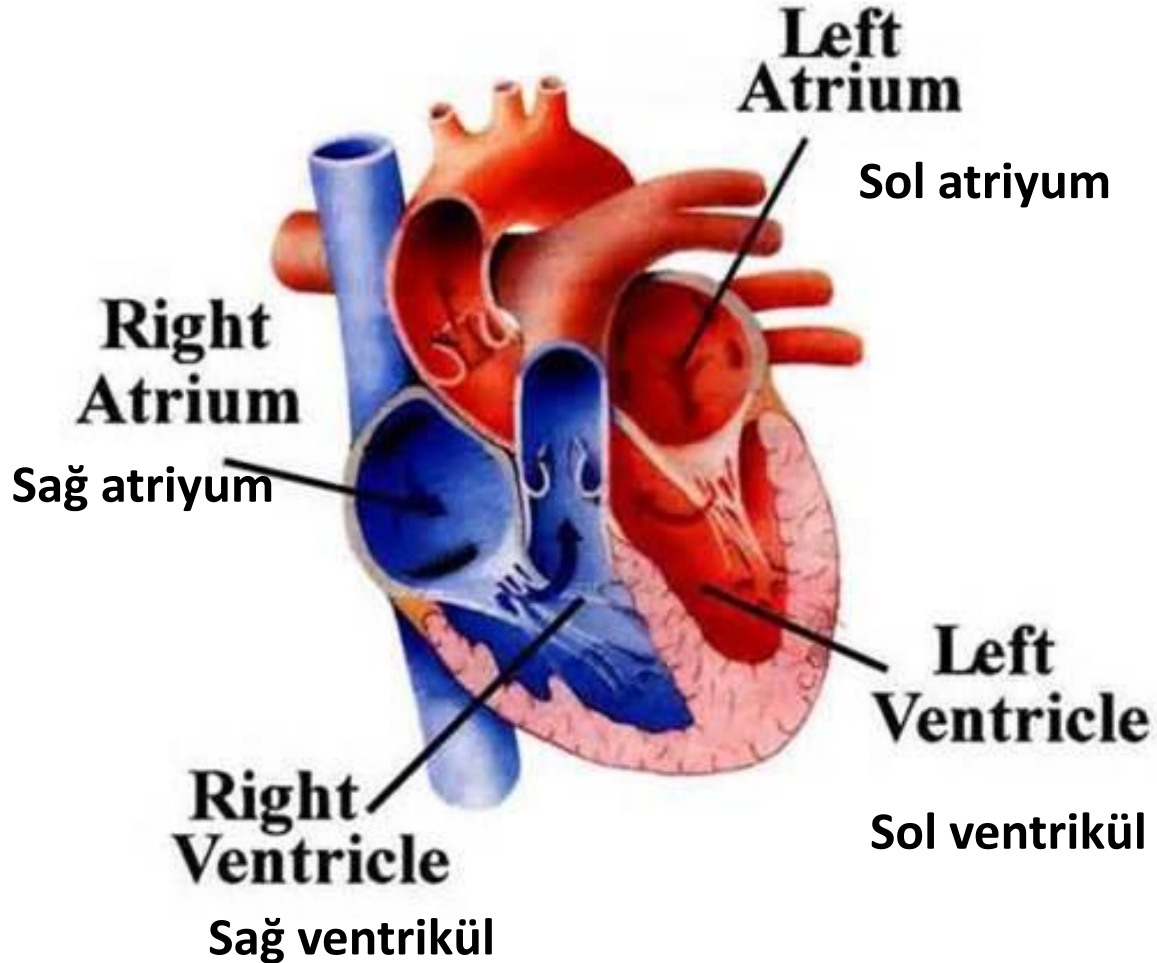
Myocardium: Kalp kasılmasından sorumlu kaslardan oluşan orta tabakadır.

Endocardium: Kalbin iç boşluğunu kaplayan en içteki tabakadır.



Kalbin yapısı

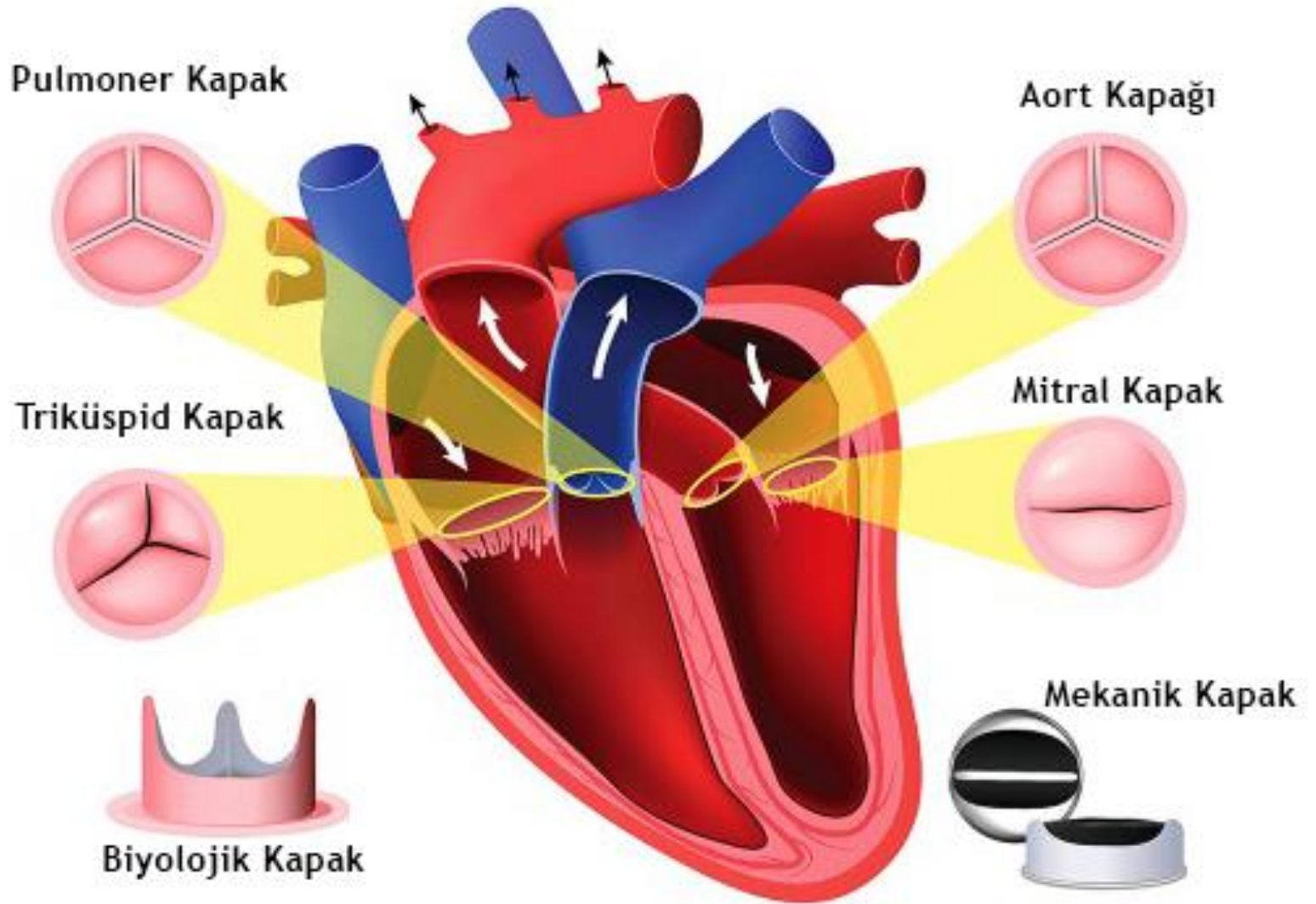
- Kalp içinde 4 boşluk (odacık) bulunur:
 - Sağ atrium (kulakçık)
 - Sağ ventrikül (karıncık)
 - Sol atrium (kulakçık)
 - Sol ventrikül (karıncık)



Kalp kapakçıkları

- Sağ ve sol kesimde kulakçıklarla karıncıklar arasında **atriyoventriküler delik** adı verilen birer delik bulunur.
- Bu delikler birer **kapakla** kapanmışlardır.
 - Sağdaki kapak 3 parçalıdır ve **valvula tricuspidalis** adını alır.
 - Soldaki kapak 2 parçalıdır ve **valvula bicuspidalis** ya da **mitral kapak** denir.
- Bu biçimde sağ kulakçıkla sağ karıncık ve sol kulakçıkla sol karıncık birbiriyle bağlantılıdır.
- Kalbin sağ kesiminde kirli kan (vena kanı) ve sol kesiminde temiz kan (arter kanı) bulunur.
- Aort ve a. pulmonalis'in kalbi terkettiği noktadaki kapakçıklara ise **semilunar kapakçıklar (yarımay kapakçıkları)** denir.

Kalp kapakçıkları



Kalbin dış yapısı

Sylvia S. Mader, Inquiry into Life, 8th edition. Copyright © 1997 The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.

(sağ kol, kafa ve boynun sağ kısmı)

brahiosephalik kök

(kafa ve boynun sol kısmı)

sol karotid arter

sol subklavian arter (sol kol)

superior vena cava

sağ pulmoner arterler

sağ pulmoner venler

sağ atriyum

sağ koroner arterler

sağ ventrikül

inferior vena cava

aorta

sol pulmoner arterler

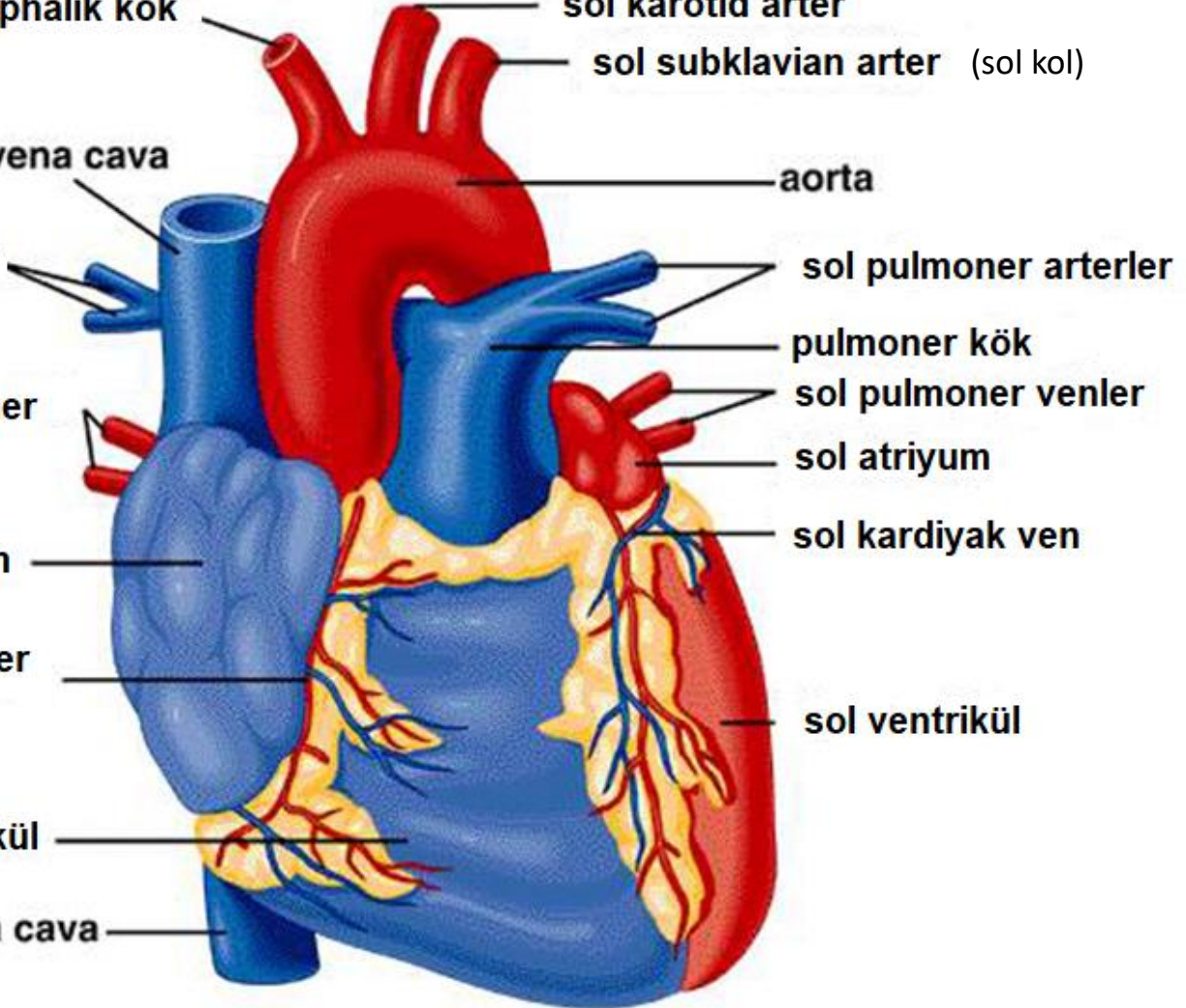
pulmoner kök

sol pulmoner venler

sol atriyum

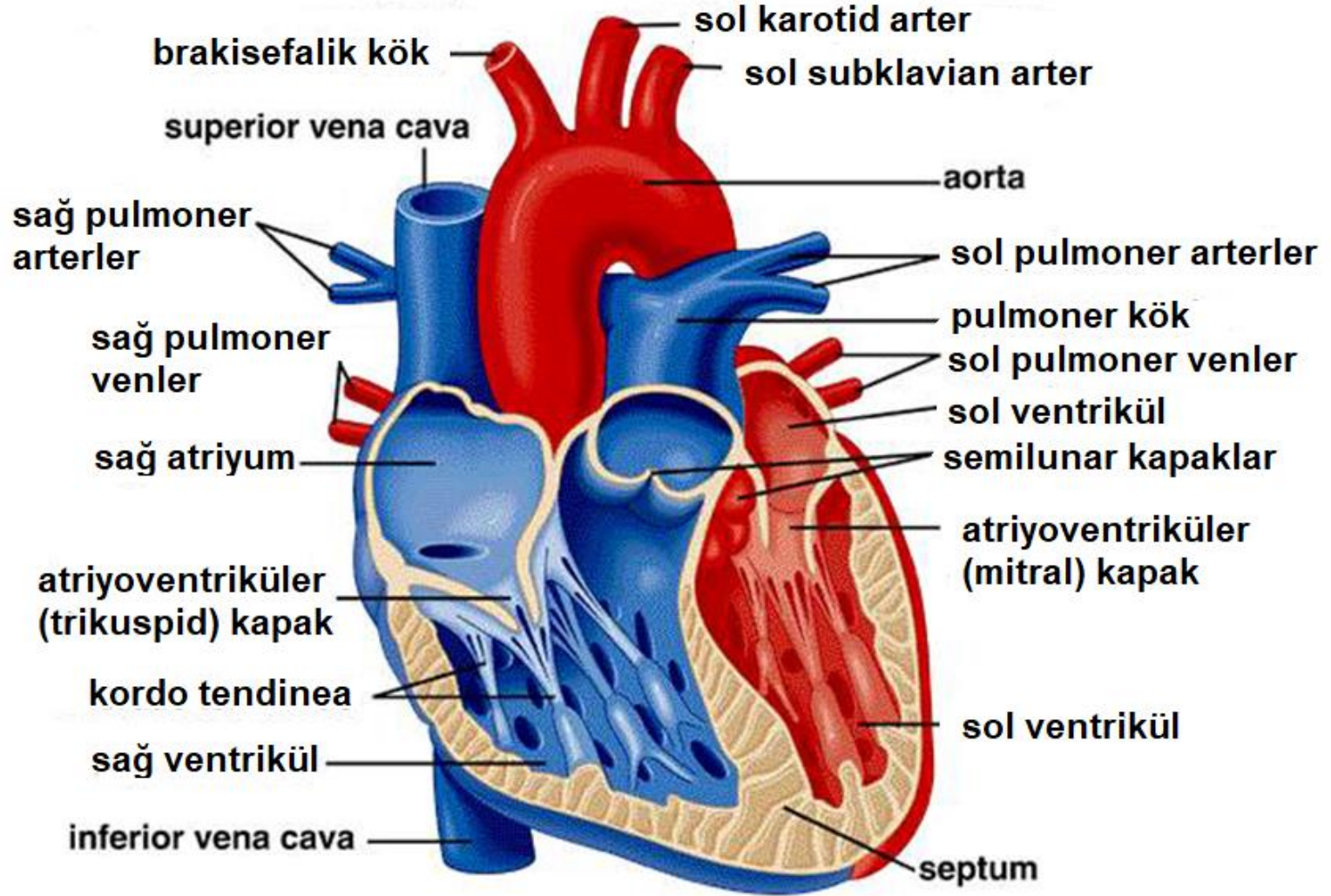
sol kardiyak ven

sol ventrikül

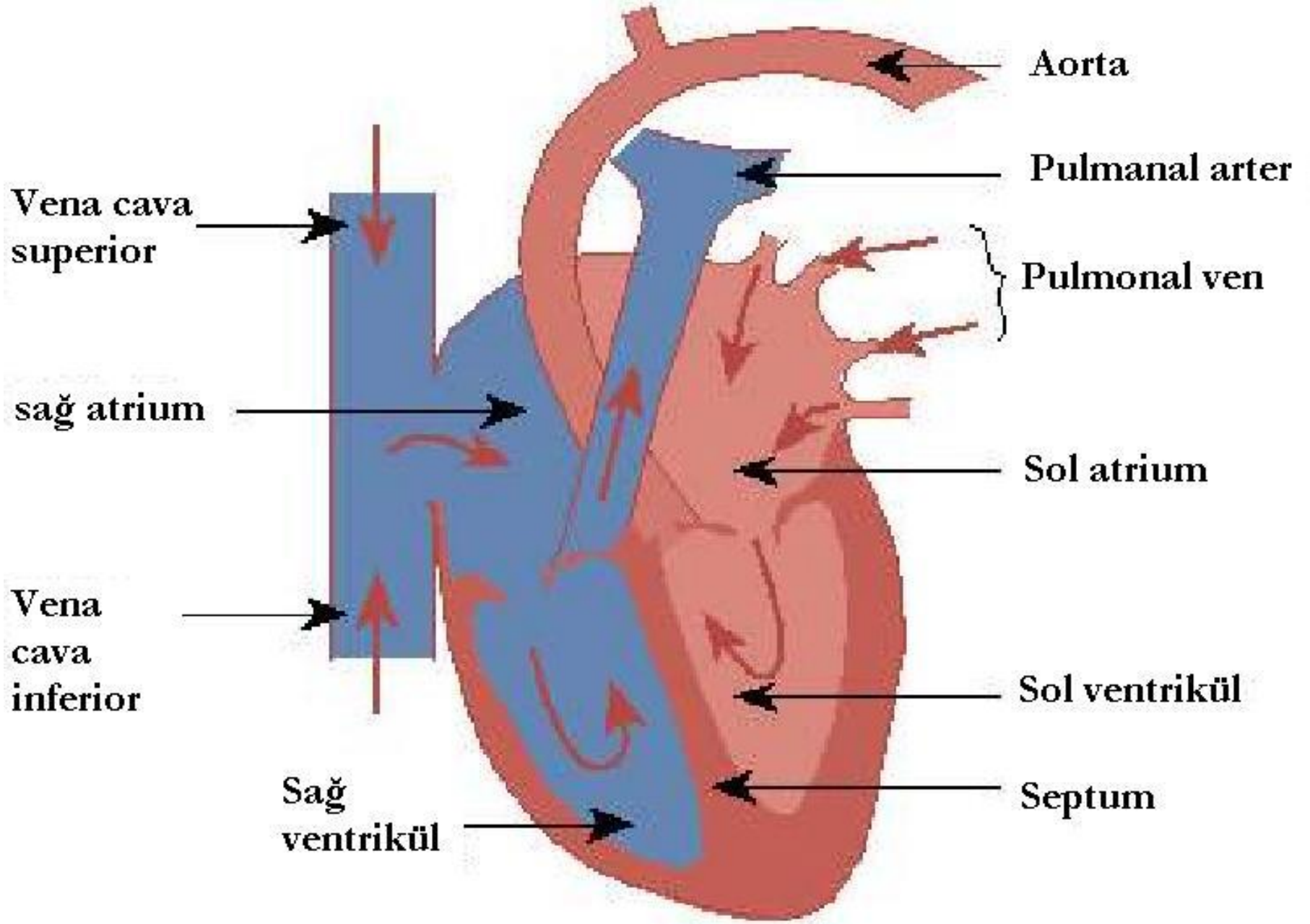


Kalbin iç yapısı

Sylvia S. Mader, Inquiry into Life, 8th edition. Copyright © 1997 The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.

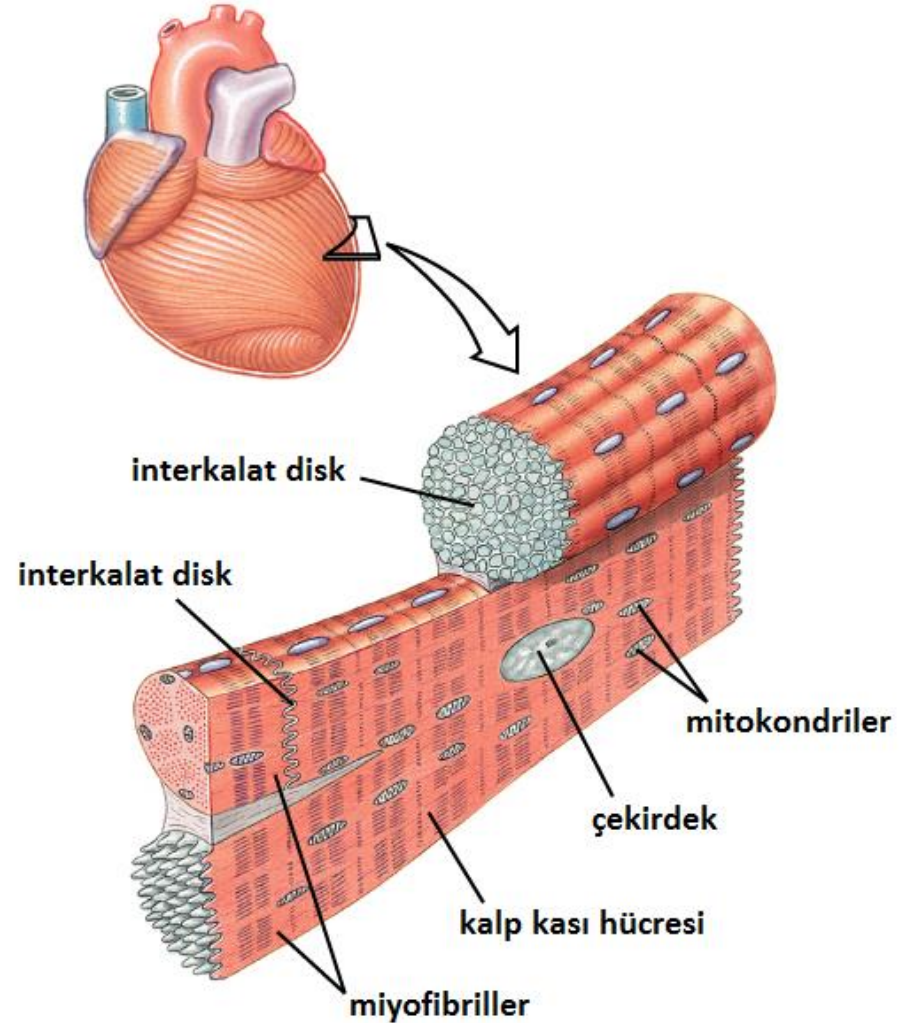


Kalpde kanın dolaşımı



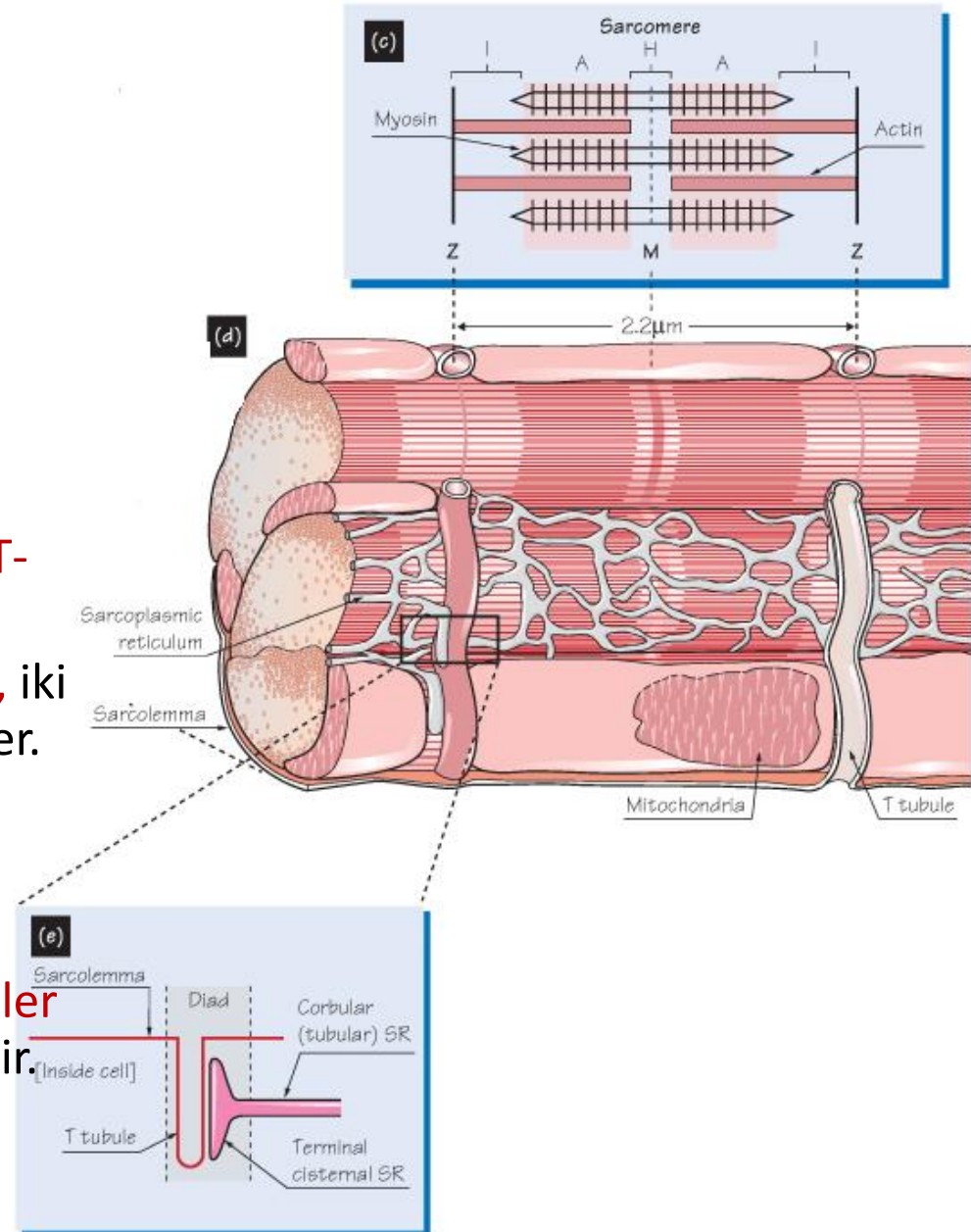
Kalp Kası

- Kalp kası iskelet kası gibi ışık mikroskopunda çizgili karakter gösterir.
- Sadece **kalp**te bulunur.
- **izgilidir.**
- Her hücre merkezi yerleşimli **tek çekirdek** içerir.
- Hücreler dallanmışlardır ve birbirlerine interkalat disklerle bağlıdırlar.
- **Kendiliğinden uyarılma** zelliğine sahiptir.



- Çizgili kalp kası, iskelet kasından bazı farklar gösterir:

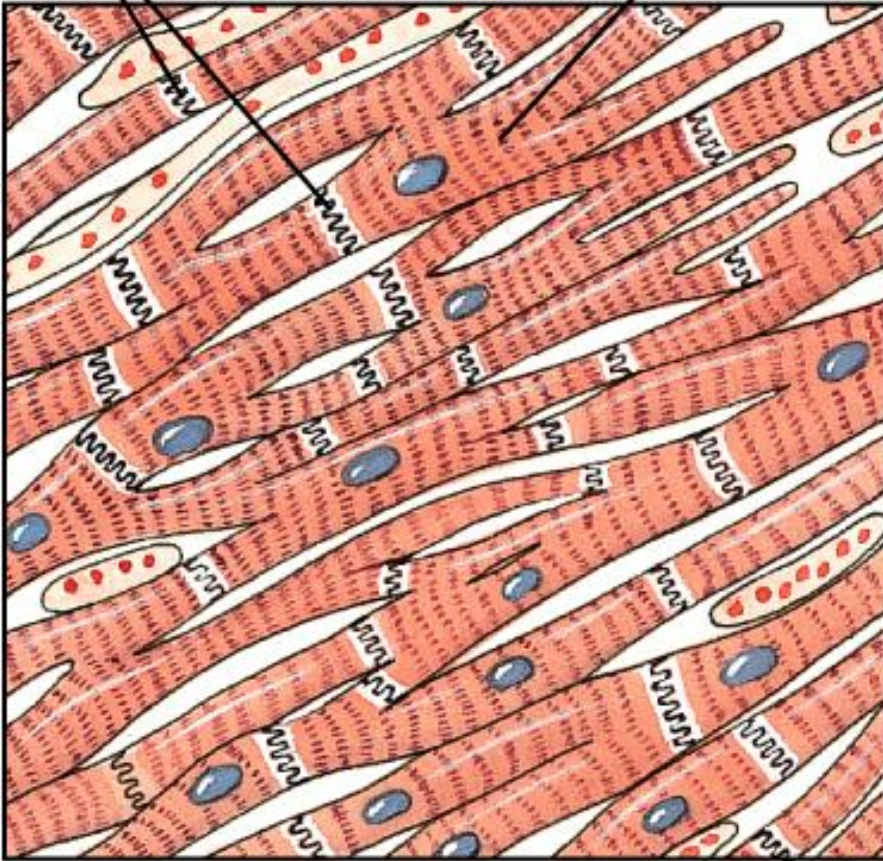
- Daha kısa lif boyu vardır,
- Yaklaşık olarak hücrenin 1/3'ü mitokondriler tarafından işgal edilmiştir. Bu ise yüksek enerji talebini göstermektedir.
- Daha az oranda SR içerir.
- Daha az sayıda fakat daha geniş T-tubuller içerir.
- T tubullerini Z çizgileri takip eder, iki T tubul arasına bir sarkomer düşer.
- Bir T tubul ile bir sarkoplazmik retikulumun biraraya geldiği noktaya '**diad**' denir.
- Başlangıç kasılması için ekstraselüler Ca^{2+} iyonlarına gereksinim gösterir.



Kalp Kası

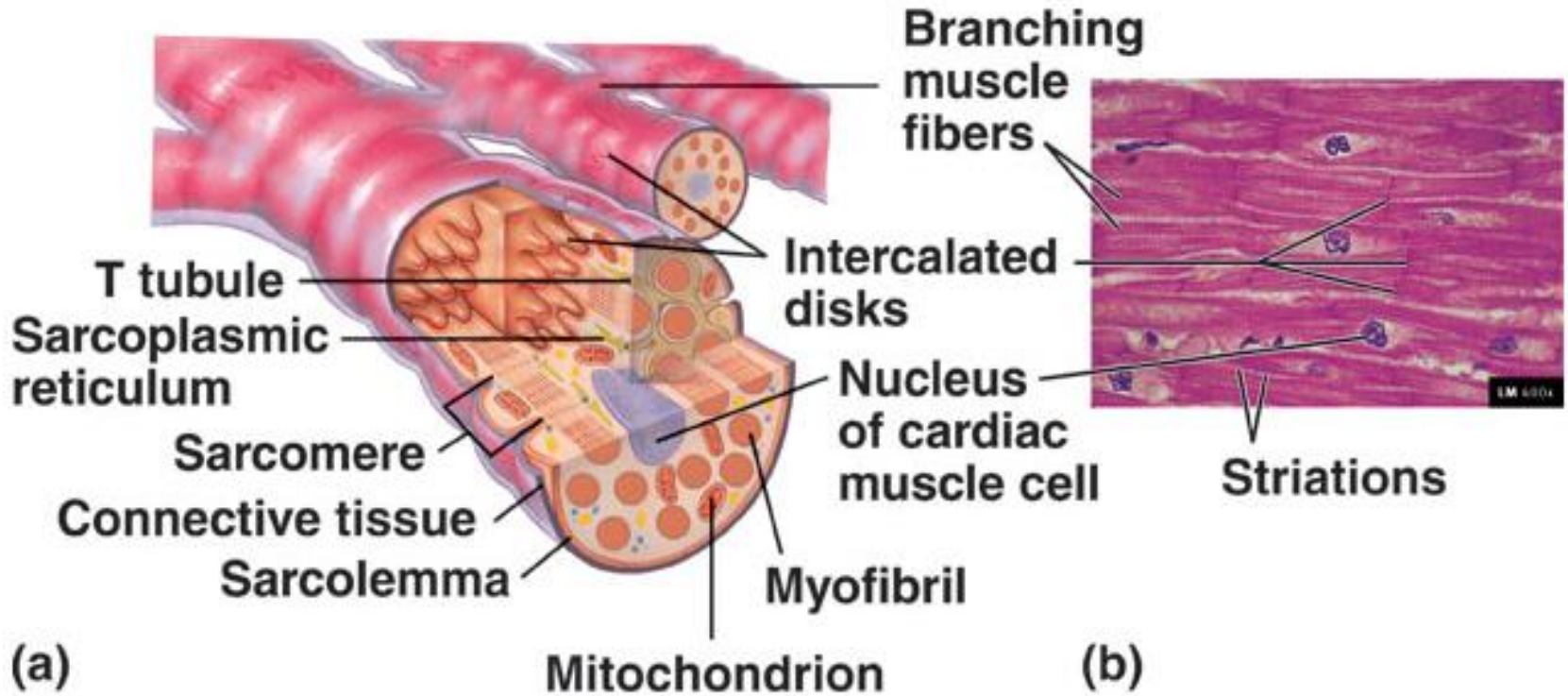
İnterkalat diskler

Kalp kası hücresi

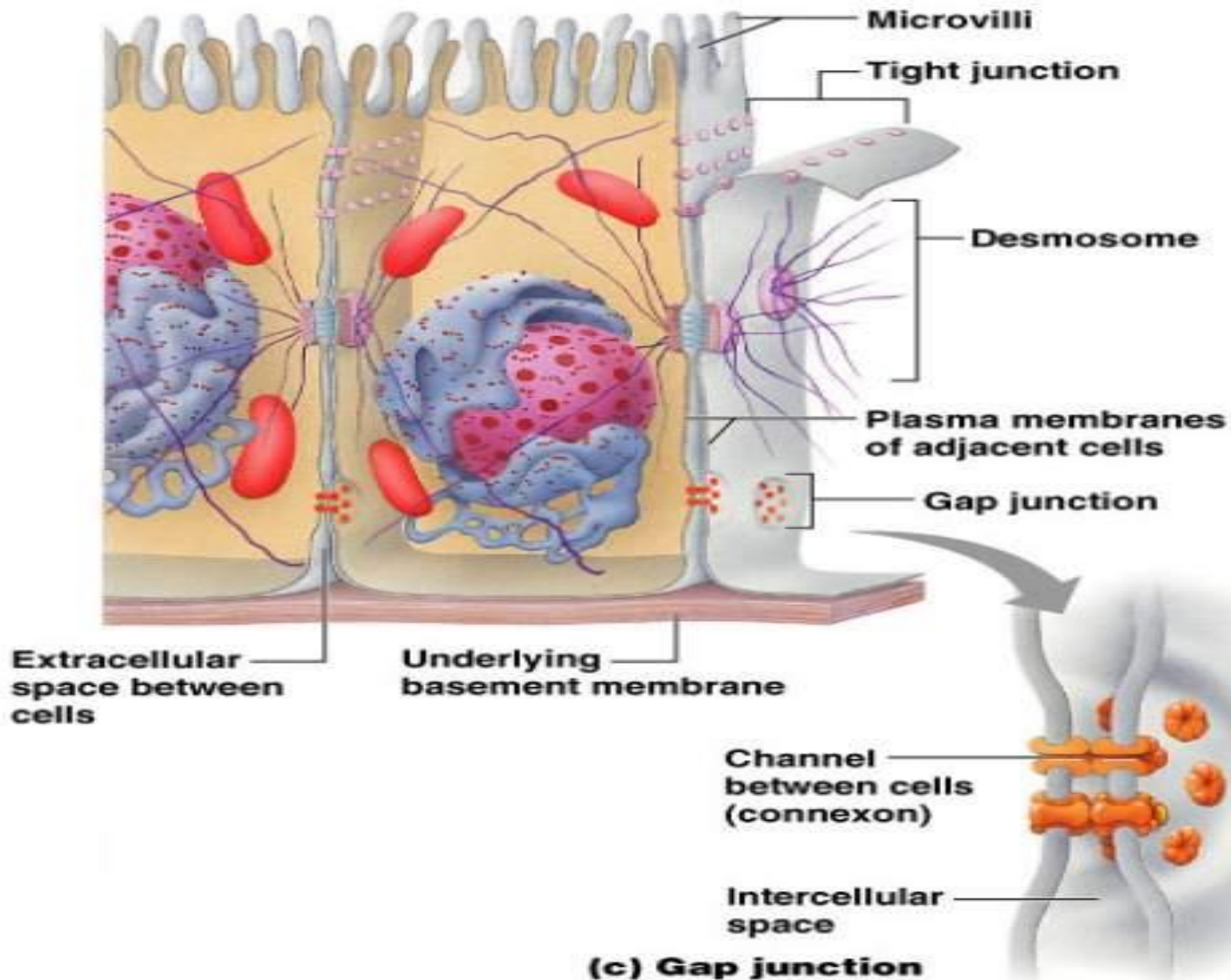


- **İnterkalat diskler:** Özelleşmiş hücre bağlantı yerleridir. Aksiyon potansiyelinin bir hücreden diğerine geçişini sağlayan alçak dirençli bölgelerdir.
- İnterkalat diskler sayesinde elektriksel olarak kalp kası **tek bir ünite (fonksiyonel sinsityum)** gibi davranır
- Bu nedenle tüm kalp kası **ya hep-ya hiç** yasasına uyar.

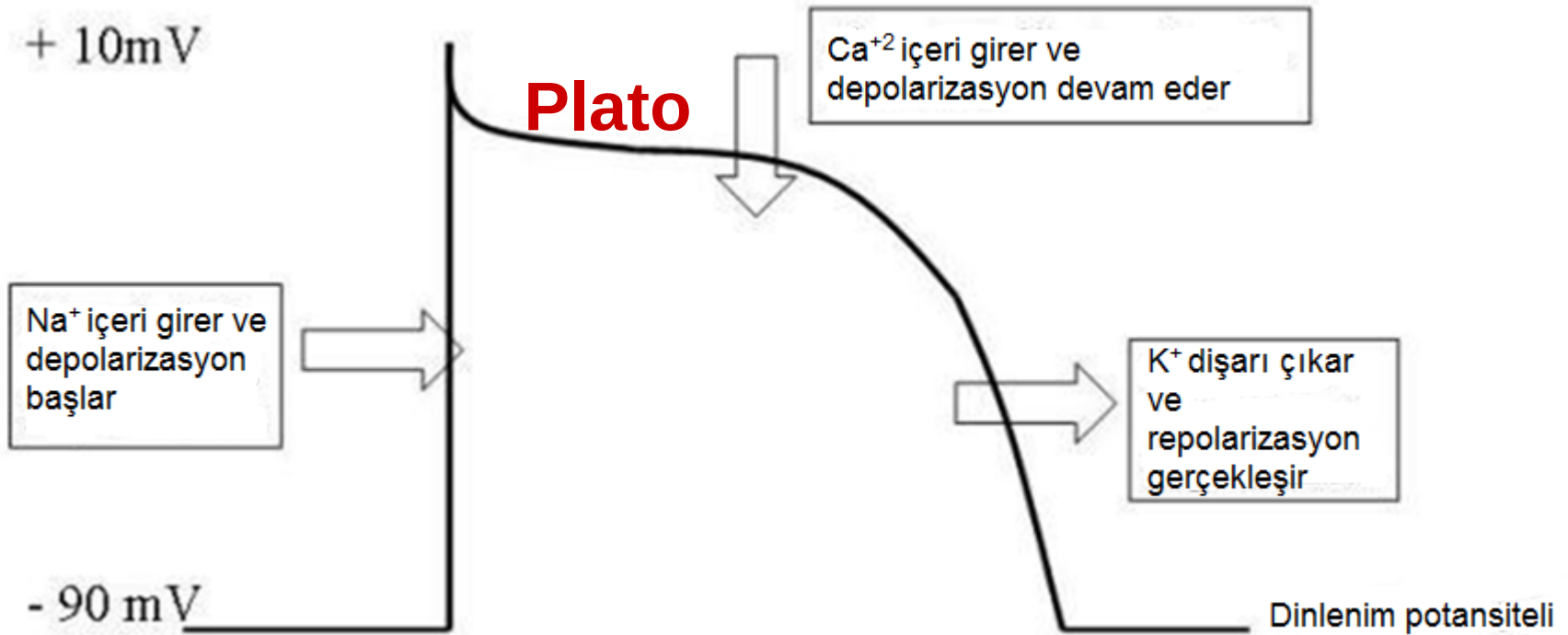
Kalp Kası



- **Intercalate diskler:** Özelleşmiş hücre bağlantı yerleridir.
 - **Gap-junction'lar:** Aksiyon potansiyelinin bir hücreden diğerine geçişini sağlayan alçak dirençli bölgelerdir.
 - **Desmosomlar** hücreleri birarada tutan, destekleyen sıkı bağlantı bölgeleridir.
- Elektriksel olarak kalp kası **tek bir ünite (fonksiyonel sinsityum)** gibi davranır
- Tüm kalp kası **ya hep-ya hiç** yasına uyar.

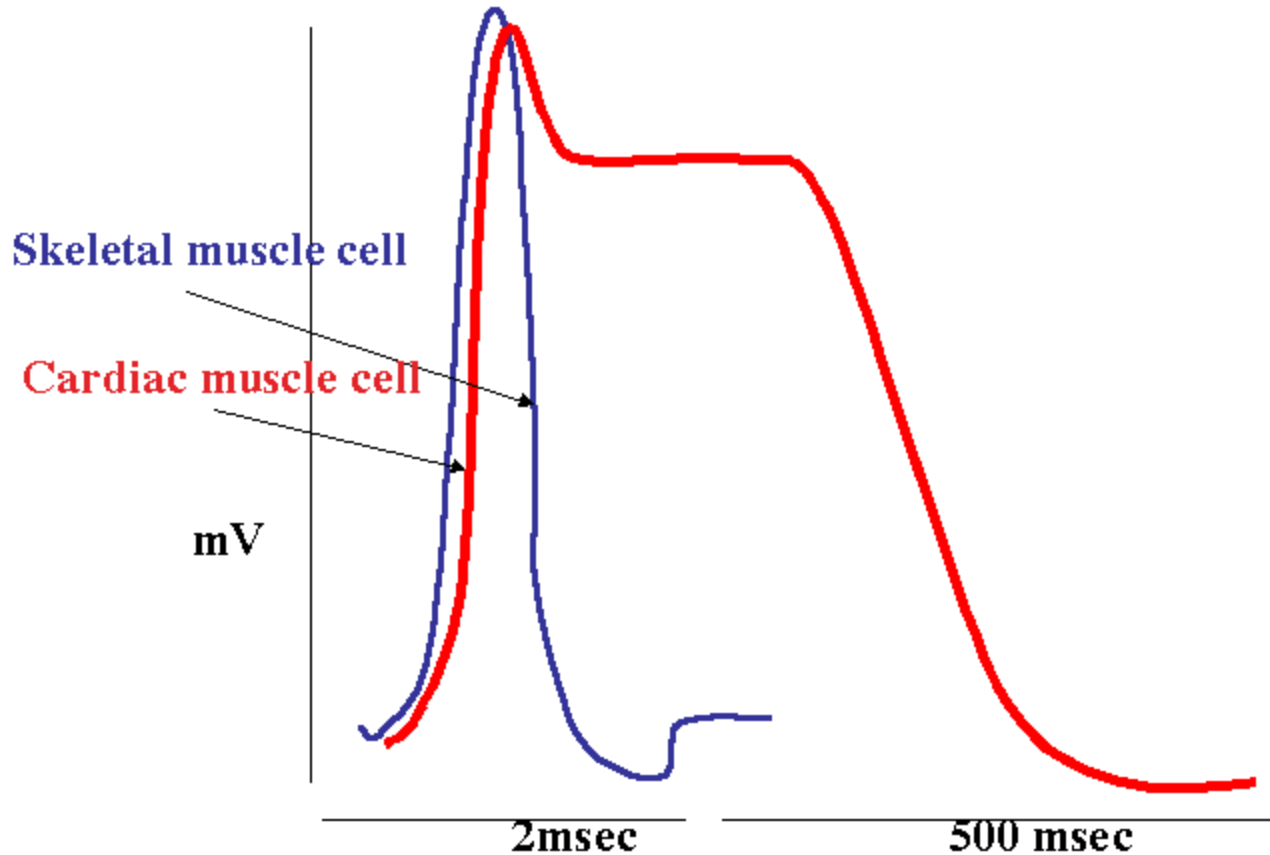


Kalp kasında aksiyon potansiyeli



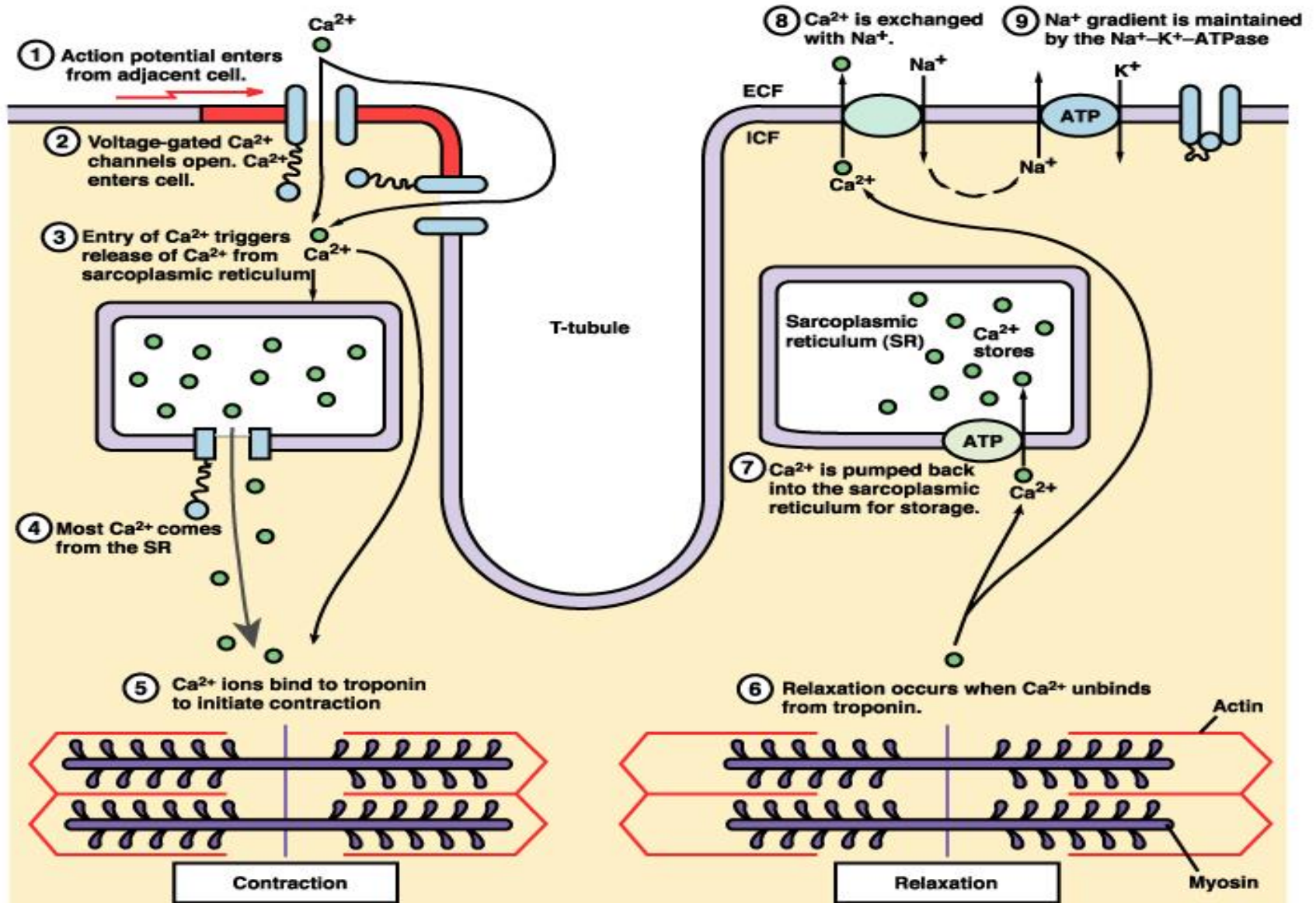
- Kalp kası hücresinde **depolarizasyon ve dolayısıyla kasılma oluşmasında Ca²⁺'un rolü büyüktür.**
- Na⁺'u takiben yavaş açılan Ca²⁺ kanallarından içeri giren Ca²⁺'un oluşturduğu **plato** nedeniyle **aksiyon potansiyeli uzun sürelidir**, bu nedenle kalp kası **daha uzun refraktör periyoda** sahiptir.

İskelet kası ve kalp kasındaki aksiyon potansiyellerinin karşılaştırılması

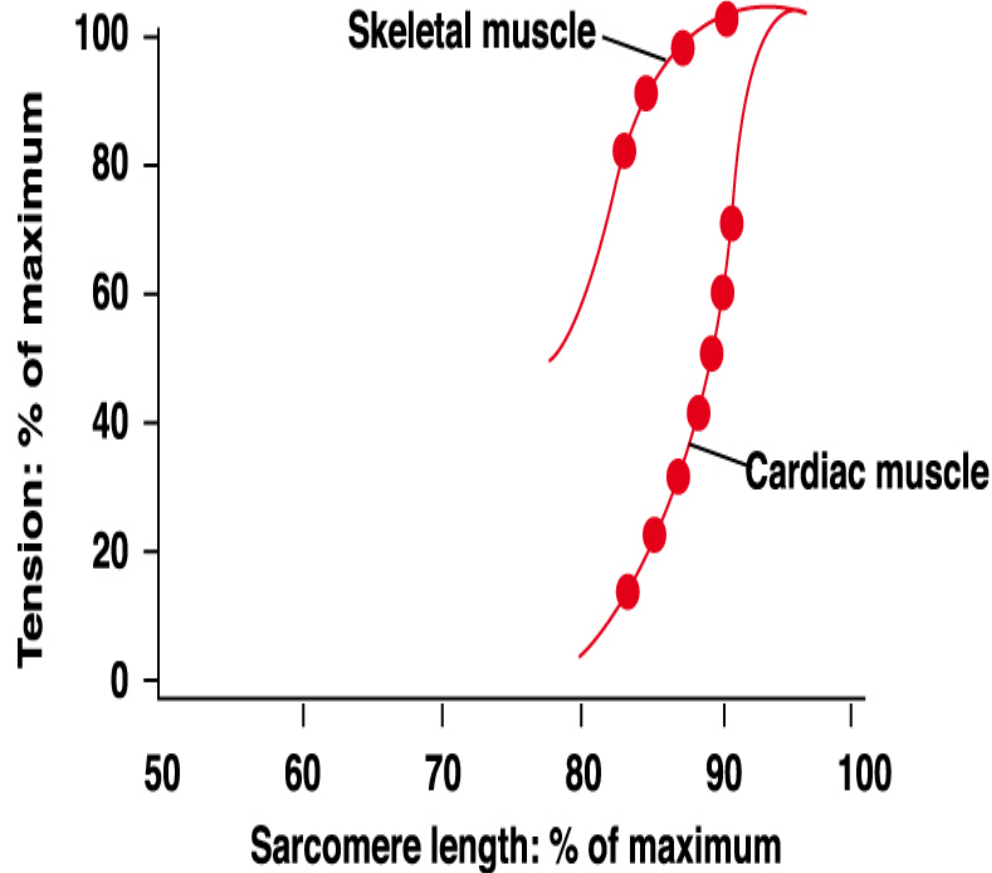


- Aksiyon potansiyeli uzun sürelidir ve aynı zamanda daha uzun refraktör periyoda sahiptir
- Kontraksiyonu Ca^{2+} regüle eder

Kalp kasi kontraksiyonu



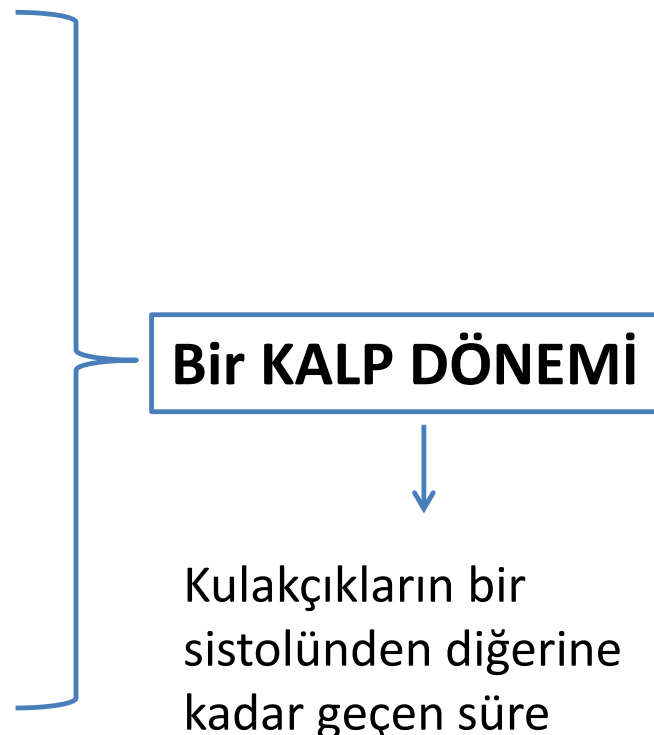
Uzunluk-Gerim İlişkisi



- Kalp kası ne kadar çok gerilirse o derecede daha çok kasılabilir. Bu aktin-miyozin çapraz köprülerinin birbiri üzerine binme oranının maksimum olması ile mümkündür. Bu özellik iskelet kasına benzerdir.
- Dolayısıyla her sistolde atılan kanın hacmi kalbin dinlenme döneminde toplanan kan miktarı ile doğru orantılıdır (**Frank-Starling yasası**).

Bir kalp dönemi (siklusu, periyodu)

- Kulakçıkların sistolü
- Kulakçıkların diyastolü
- Karıncıkların sistolü
 - Gerilme dönemi
 - Sürme (fırlatma) dönemi
- Karıncıkların diyastolü
- Dinlenme (DOLMA) dönemi



Bir KALP DÖNEMİ

Kulakçıkların bir sistolünden diğerine kadar geçen süre

Bir kalp dönemi (siklusu, periyodu)

- **Dolma evresi:** Kulakçıklar ve karıncıkların gevşek oldukları dolma evresinde sağda v. cava inferior/superior'lar ile vücuttan, solda v. pulmonalis ile akciğerlerden gelen kan kulakçıklara ve bu sırada **açık olan atriyoventriküler deliklerden** karıncıklara dolar.

❖ Ventriküllere geçen kanın **%75'i** (sistol öncesi) dolma evresinde geçen kandır. Geri kalan **%25'i** atriyal sistol ile pompalanır.

Bir kalp dönemi (siklusu, periyodu)

- **Kulakçıkların sistolü:** Dolma evresinde kanla dolan kulakçıklar sistol ile kasılarak kanı gevşek olan ventriküllere, açılan atriyoventriküler deliklerden yollarlar.
- **Kulakçıkların diyastolü:** Bundan sonra her iki kulakçık da gevşer.

Bir kalp dönemi (siklusu, periyodu)

- **Karıncıkların sistolü:**

1. **Gerilme dönemi:** Karıncık kasları **izometrik** kasılımlar yaparak boylarını değiştirmeden tonuslarını arttırırlar.



Ventrikül boşluğundaki basınç ↑

- Bu sırada **kapalı olan atriyoventriküler kapaklar** kanın kulakçıklara dönüşünü engeller. **Semilunar kapaklar da kapalı** olduğundan ve damarlarda da belli bir basınç bulunduğundan kan karıncık boşluğunda sıkışır.

Bir kalp dönemi (siklusu, periyodu)

2. Sürme (fırlatma) dönemi: Karıncık kasları bu kez **izotonik** kasılımlar yaparlar, boyları kısalır ve kalbin kütlesi küçülür.



Ventrikül içi basınç çok yükselecek ↑↑



Damarlardaki basınç yenilir



Semilunar kapaklar açılır



Kan aort'a ve a. pulmonalis'e pompalanır



Küçük bir kısmı dönüp semilunar kapaklara çarpar



Semilunar kapaklar kapanır



Kanın kalbe dönüşü önlenmiş olur

Bir kalp dönemi (siklusu, periyodu)

- **Karıncıkların diyastolü:** Karıncık kaslarının izometrik gevşemesi şekillenir.
- **Semilunar kapaklar kapalıdır, atriyoventriküler kapaklar da henüz açılmamıştır.**



Ventrikül içi basınç düşer ↓



Atriyoventriküler kapaklar açılır



DOLMA (DİNLENME) EVRESİ

Bir kalp dönemi (siklusu, periyodu)

Dinlenme
(dolma) evresi

Kulakçıkların
sistolü

Karıncıkların
gerilme evresi

Karıncıkların
fırlatma evresi

Karıncıkların
diyastolü

Ventricular filling

1a Rapid filling
1b Diastasis

1c Atrial systole

2

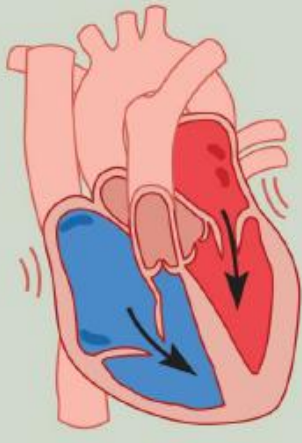
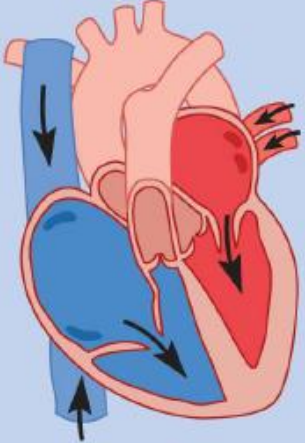
Isovolumetric
contraction

3

Ventricular
ejection

4

Isovolumetric
relaxation



Kalpте uyarı oluşumu ve uyarı iletiminin denetlenmesi

- Kalp kası uyarılması için sinirsel impulsa gereksinimi olmayan, **kendi uyarılarını kendisi oluşturabilme özelliği** olan bir kastır.
- Kalp kası otonom sinir sisteminin etkisi altındadır, ancak bu etki kalpteki uyarıları başlatma değil, kalbin kendiliğinden oluşturduğu kasılmayı düzenleyici niteliktedir.

Kalbin özel iletim sistemi

- Kalp kasında uyarıların başlatıldığı ve iletiildiği özel bir sistem vardır. Bu sisteme **kalbin özel uyarı ve ileti sistemi** denir.
- Kalp kası hücrelerinin özelleşmesi ile oluşan bu yapılar şunlardır.

1) Sinoatrial düğüm (sinüs düğümü)

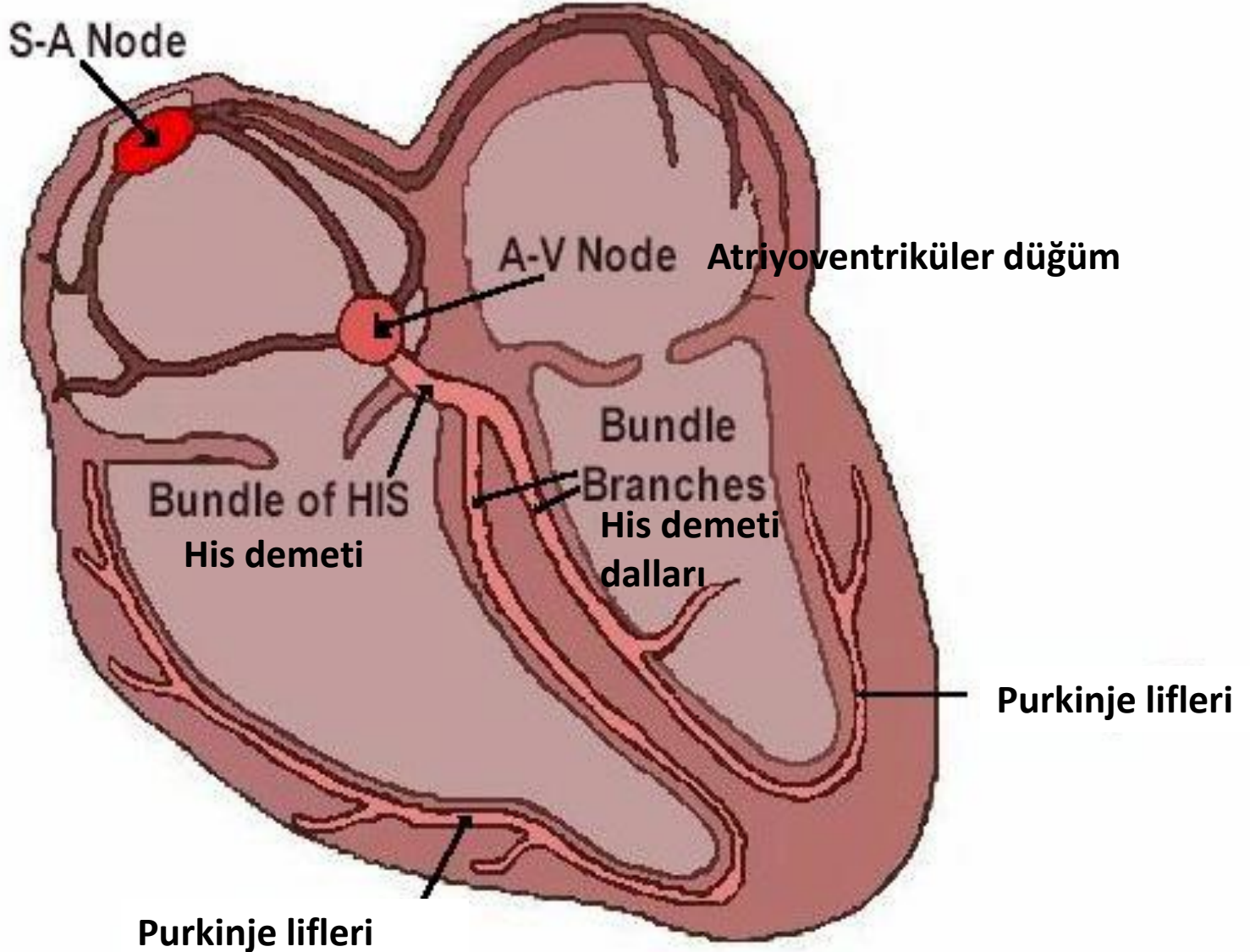
2) Atrioventriküler düğüm

3) His demeti, His demetinin sağ ve sol dalı

4) Purkinje sistemi

Kalbin özel iletim sistemi

Sinoatriyal düğüm (Sinüs düğümü)



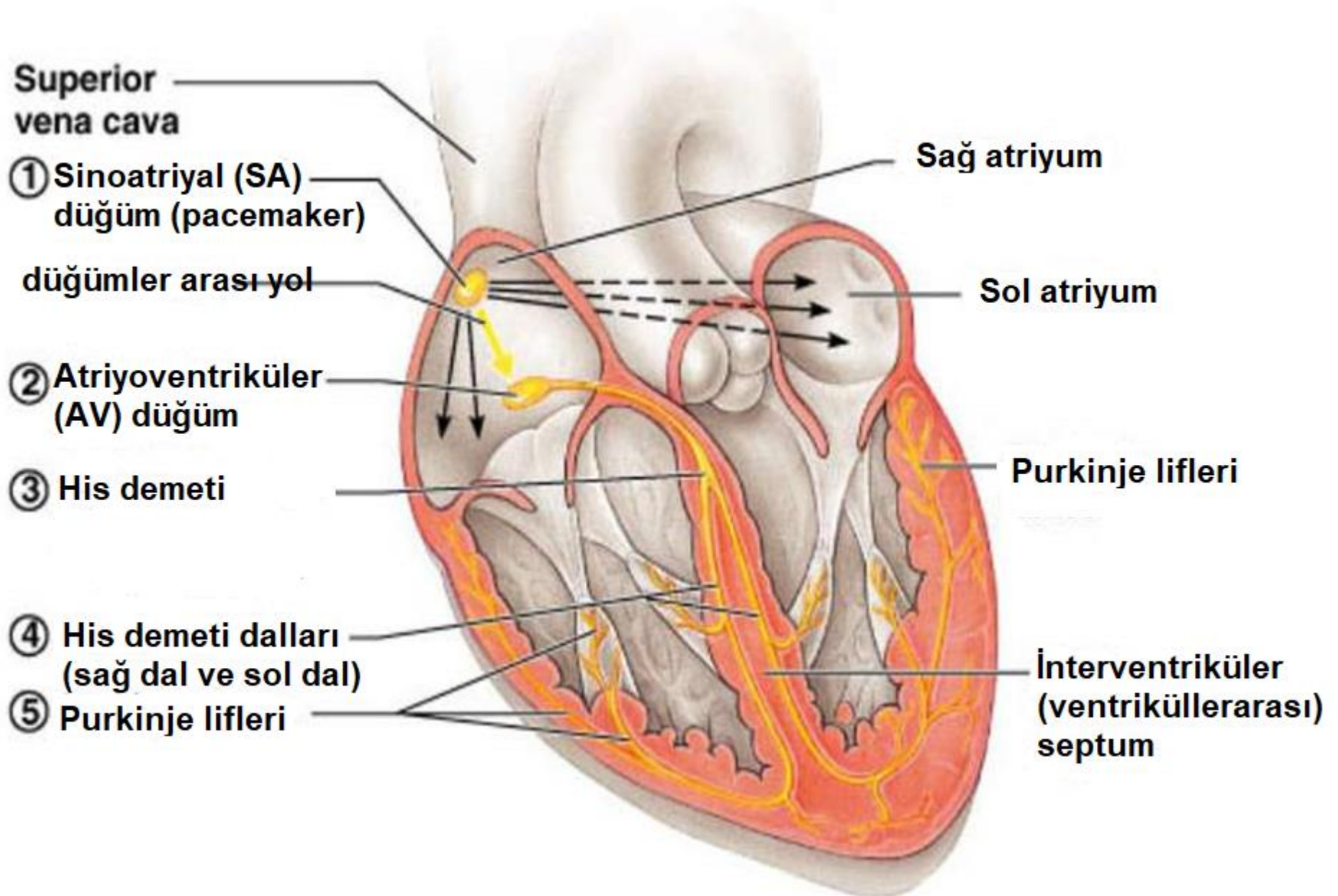
Kalbin özel iletim sistemi

- Kalbin normal çalışmasında uyarıların çıktığı yer **sinoatrial düğümüdür (sinüs düğümü)**, bu nedenle bu düğüme hız belirleyici anlamına gelen **pacemaker** denilir.
- Kalbin sinüs düğümünden çıkan uyarılarla dakikada 60-80 kez kasılırken oluşan ritme **‘sinüs ritmi’** denir.

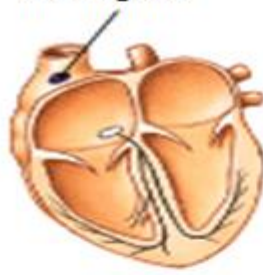
Kalbin özel iletim sistemi

- **Sinoatrial düğüm**den çıkan bir aksiyon potansiyeli önce atriumların kasını uyarır sonra atrioventriküler düğüme gelir (**Hız 1 m/sn**).
- Uyarı **atrioventriküler düğümü** geçerken hızı biraz yavaşlar, burada **hız 10-20 cm/sn**'dir. Burada hızın yavaş oluşunun nedeni, kulakçıkların karıncıklar uyarılmadan önce kasılmalarını tamamlamaları ve kanın kulakçıklardan karıncıklara geçişi için gerekli süreyi sağlamak içindir.
- Daha sonra uyarı **His demetine** gelir (**Hız 1,5-2,5 m/sn**).
- **His demetinin sağ ve sol dallarına** geçerek sağ ve sol ventrikül kasındaki **Purkinje liflerine** ulaşır (**Hız 4 m/sn**).
- Uyarının atrium kasında yayılması sonucunda atrium sistolü, ventrikül kasında yayılması sonucu ventrikül sistolü meydana gelir.
- Atriumların sistolü ile atriumlar içlerindeki kanı ventriküllere, ventrikül sistolü ile de ventriküllerin içindeki kan aort ve pulmoner arter içine pompalanır.

Kalbin özel iletim sistemi



SA düğüm



STEP 1:

SA düğümünden uyarı çıkar ve
atriyumların depolarizasyonu başlar
Time = 0

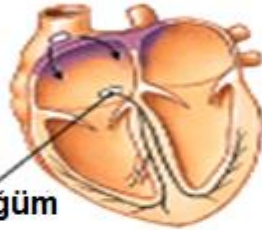


STEP 2:

Uyarı atriyumlara yayılır ve
AV düğüme ulaşır
Geçen zaman = 50 msn



AV düğüm

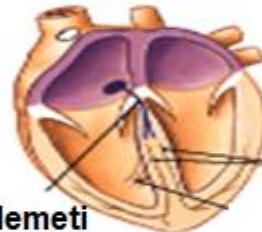


STEP 3:

AV düğümde 150 msn'lik bir duraklama
olur, atriyal kasılma (sistol) başlar
Geçen zaman = 150 msn



His demeti

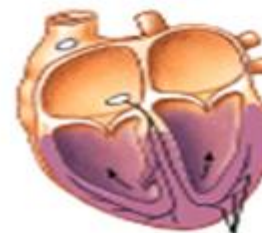
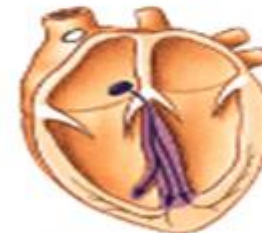


His demeti
dalları

STEP 4:

Uyarı his demeti yoluyla interventriküler
septum boyunca ilerler, sağ ve sol
dallar ile purkinje liflerine iletilir.

Geçen zaman = 175 msn



Purkinje lifleri

STEP 5:

Uyarı purkinje lifleri ile ventrikül kasına
yayılır. Atriyal sistol tamamlanır ve
ventriküler sistol başlar.

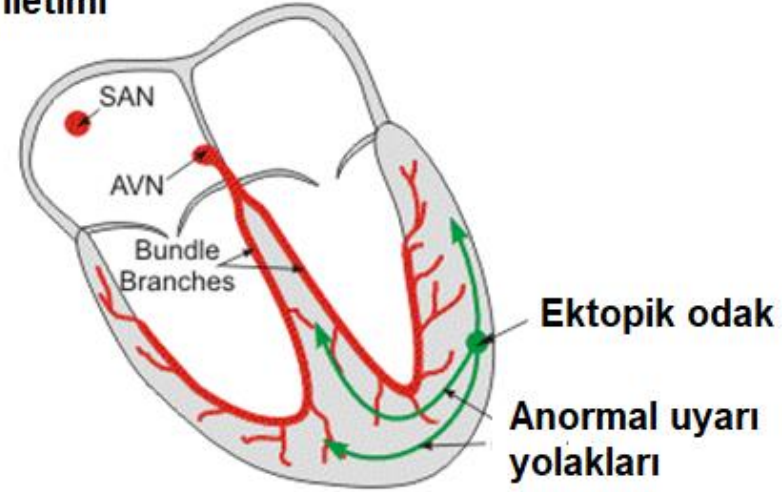
Geçen zaman = 225 msn

Ektopik pacemaker

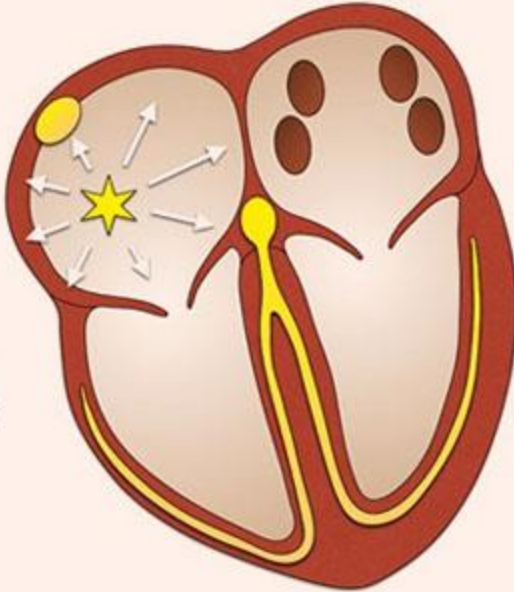
- SA nodu dışındaki uyarı odaklarına **ektopik pacemaker** denir. Ektopik uyarılar kalbin çeşitli bölümlerinin kasılma sıralamasını bozar, kalbin pompalayıcı etkisinin zayıflamasına yol açar.
- **Sinoatrial düğüm** dakikada **60-80 uyarı** oluşturur (**sinüs ritmi**).
- Herhangi bir nedenle sinüs düğümü otomatik uyarımlar yaratma yeteneğini yitirirse, bu görevi **atrioventriküler düğüm** üzerine alır. Atrioventriküler düğüm dakikada **50-60 kez uyarı** oluşturur. Bu ritme **nodal ritim** denir ve böyle durumlarda kulakçıklarla karıncıklar aynı anda kasılırlar.
- **AV düğüm de görev yapmazsa bu kez his demeti, bu da bozulursa Purkinje lifleri uyarı oluşturma görevini üzerine alır. His demeti ve Purkinje lifleri ise daha düşük hızlarda (20-40 kez) kendiliğinden impuls oluşturma özelliğindedir (idiyoventriküler ritim).**
- AV düğüme gelen uyarı, çeşitli bozukluklarda his demeti ve dallarından aşağı geçemezse **tam kalp bloku** oluşur. Bu durumda kulakçıklar hızlı, karıncıklar daha yavaş biçimde birbirinden farklı olarak çalışırlar.
- İletim bozukluğu His dallarından sadece birinde olursa, **sağ ya da sol dal blokları** görülür.

Kalbin çeşitli bölgelerinde ektopik odaklar

Ventriküler ektopik odaktan
kaynaklanan anormal uyarı
iletimi

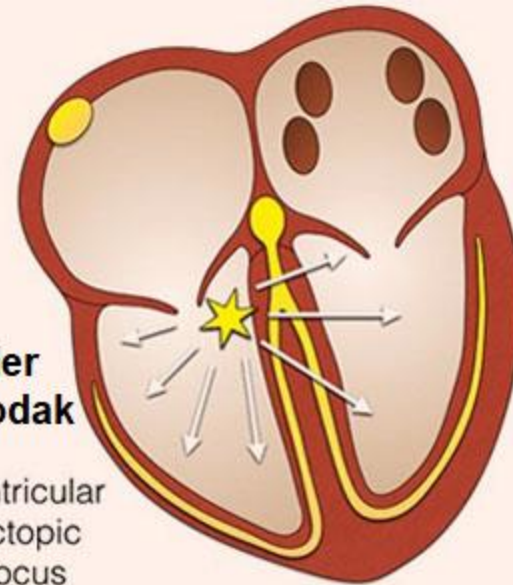


Atrial
ectopic
focus
**Atrial
ektopik
odak**



**Ventriküler
ektopik odak**

Ventricular
ectopic
focus



KALP SESLERİ

Kalp çalışmasına eşlik eden seslere **kalp sesleri** denir.

Birinci ve ikinci kalp sesleri: Kulakla duyulan iki çeşit kalp sesi vardır, Buv.. dup

- **Birinci kalp sesi (Sistolik kalp sesi):** Kuvvetli, derin ve uzundur. **Karıncıkların sistolü** ile başlar, gerilme ve fırlatma evreleri süresince duyulur. Süresi 0,14 sn'dir. Nedenleri;
 - Karıncık kaslarının büzülürken çıkardığı sesler **(Kassal faktör)**
 - Kanın kulakçıklara dönmesini önlemek üzere gerilerek kapanan atriyoventriküler kapakların titreşimleri **(Kapaksal faktör)**
 - Gerici tellerin (chordea tendinea) gerilmeleri sırasında yaptıkları titreşimler
- **İkinci kalp sesi (Diyastolik kalp sesi):** Net, tiz ve kısadır. **Diyastolün başlangıcında** duyulur. Süresi 0,11 sn'dir. Nedeni;
 - Damar içine atılan kanın kalbe geri dönüşünü önlemek üzere **kapanan sigmoit kapakların titreşimleri**
 - Gerilen damar kenarlarının çıkardığı sesler ve kanın titreşimleri

KALP SESLERİ

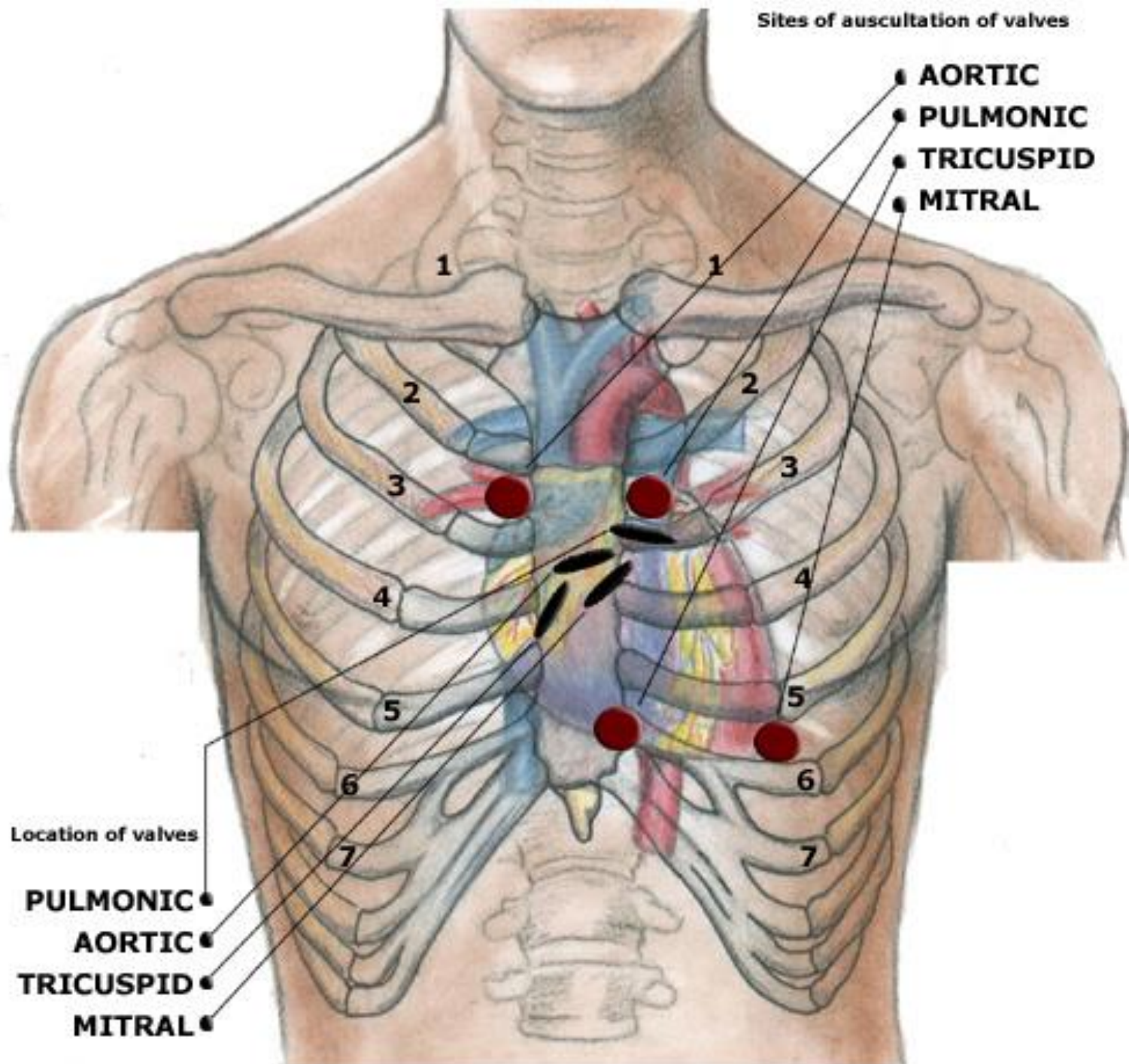
Üçüncü ve dördüncü kalp sesleri: Kulakla duyulmayan fakat özel araçlarla kaydedilebilen iki kalp sesi daha vardır. Pratik değerleri yoktur.

- **Üçüncü kalp sesi** ikinci sestten sonra gelir ve bazen 10-12 yaşlar arasındaki gençlerde kulakla duyulabilir. **Karıncıkların çabuk dolma evresi sırasında** karıncık çeperinin birdenbire gerilmesi sonucunda oluşan titreşimlerdir, 0,04 sn sürer.
- **Dördüncü kalp sesinin** frekansı çok düşük olduğu için kulakla duyulmaz. **Kulakçıkların sistolü esnasında** oluşur. Birinci kalp sesinden az önce oluşan dördüncü ses, çoğunlukla birinci kalp sesine karışır.

Kalp seslerinin en belirgin duyulduğu noktalar

- **Birinci kalp sesi:** Trikuspit ve bikuspit kapakların kontrolü
 - **Mitral odak:** Köprücük kemiğinin (klavikula) ortasından geçen çizginin 5. interkostal aralığı kestiği nokta
 - **Trikuspit odak:** Sağ ya da solda 5. interkostal aralığın sternumla birleştiği yer
- **İkinci kalp sesi:** Sigmoid kapakların kontrolü
 - **Pulmoner odak:** Solda 2. interkostal aralığın sternumla birleştiği yer
 - **Aort odağı:** Sağda 2. interkostal aralığın sternumla birleştiği yer

Sites of auscultation of valves



aortic valve - 2nd-3rd
right interspace



pulmonic valve - 2nd-3rd
left interspace



tricuspid valve - left
sternal border



mitral valve
- apex





Auscultation position
for aortic valve



Auscultation position
for pulmonary valve

Aortic valve

Pulmonary valve

Tricuspid valve

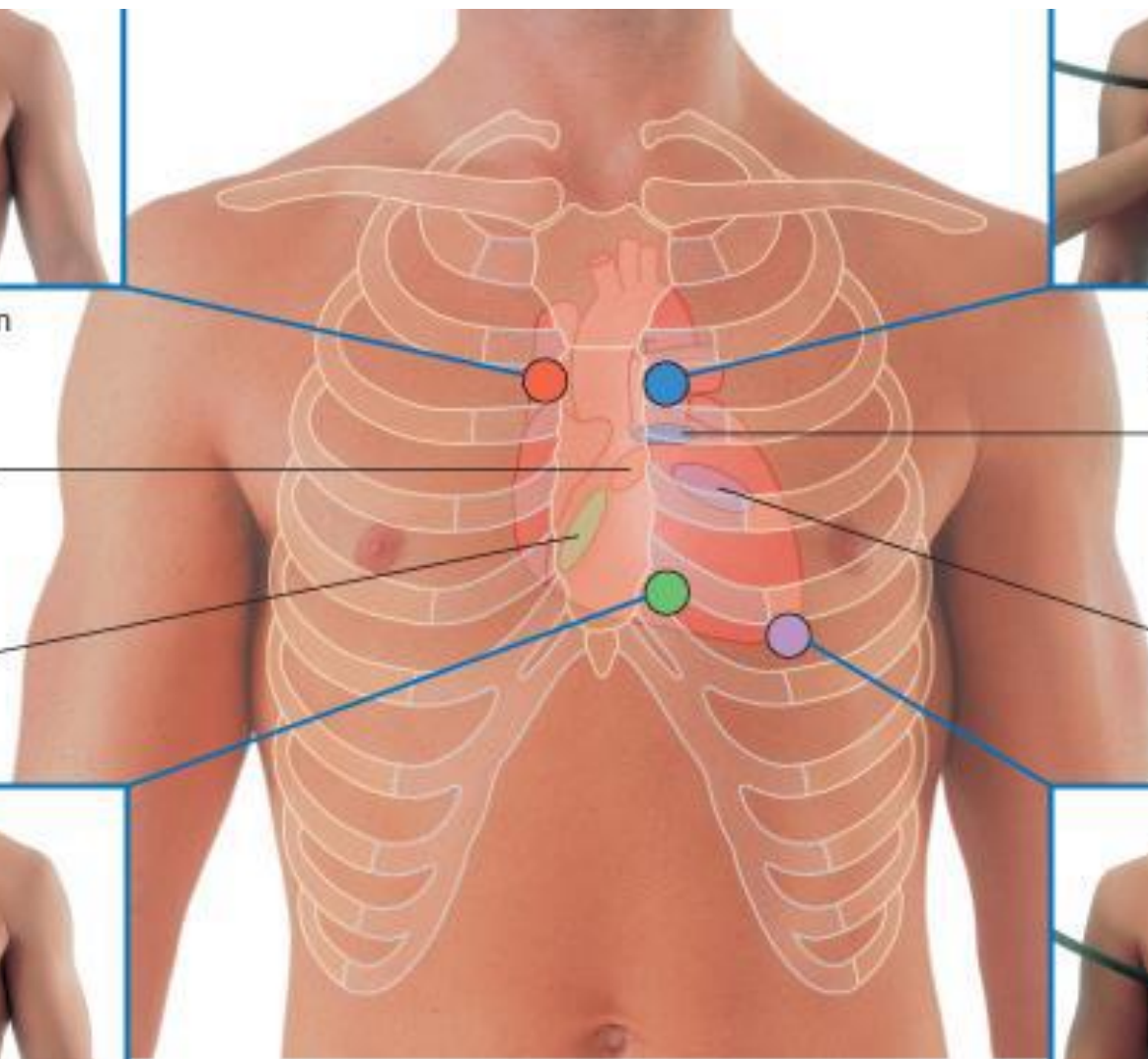
Mitral valve



Auscultation position
for tricuspid valve



Auscultation position
for mitral valve



Kalp vurum hacmi ve dakika hacmi

- **Kalp vurum hacmi (atım hacmi):** Her sistolde sağ ventrikülün a. pulmonarise, sol ventrikülün de aortaya attığı kanın hacmidir = 50- 75 ml
- **Kalp atım sayısı:** 60-80/dakika
- **Dakika hacmi (kalp debisi):** Bir dakikada damarlara atılan kanın hacmidir

Dakika hacmi = atım hacmi x atım sayısı

= 75 x 80 = 6000 ml /dakika

KALP AKTİVİTESİNİN KONTROLÜ

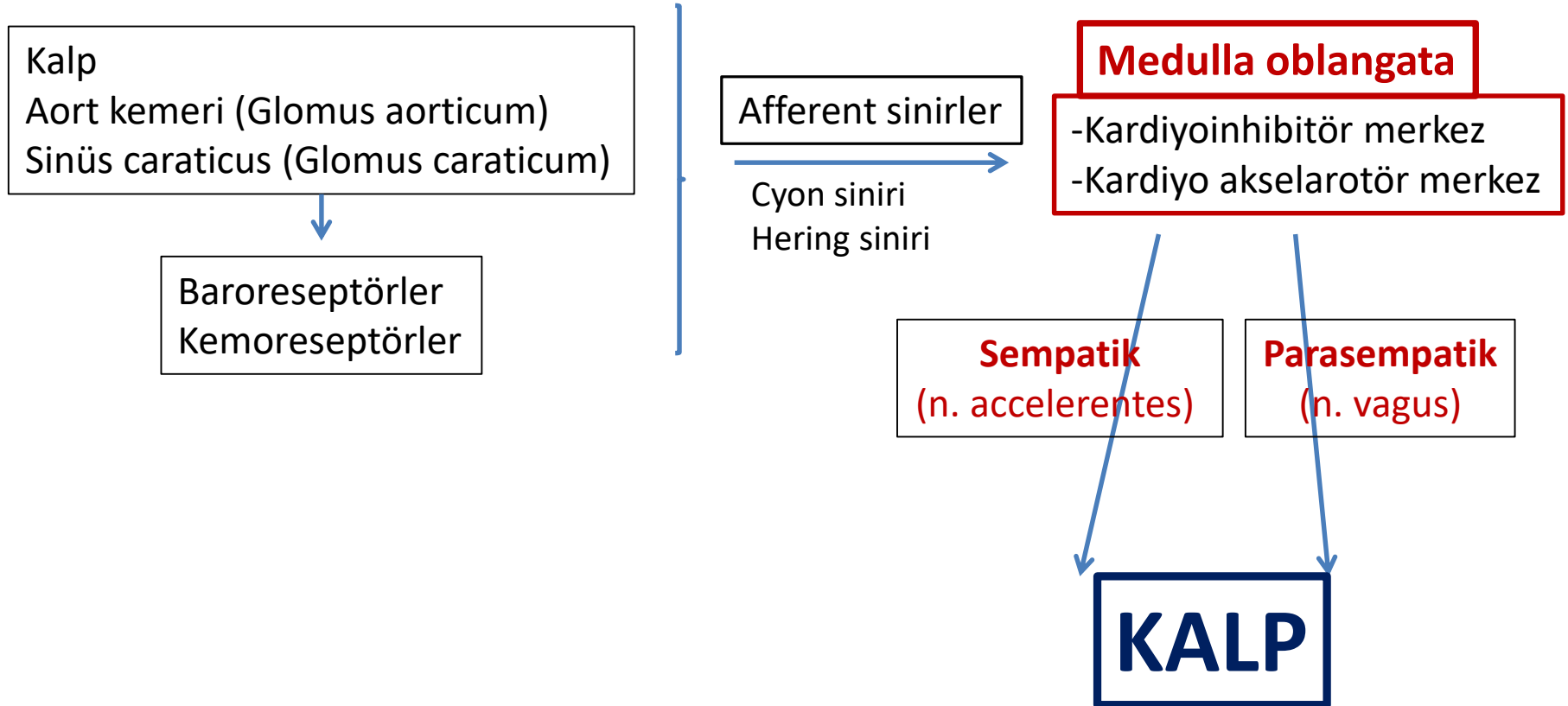
A. Kalbin Sinirsel Kontrolü

- Kalp çalışması **medulla oblongata** ve **otonom sinir sistemi** tarafından 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

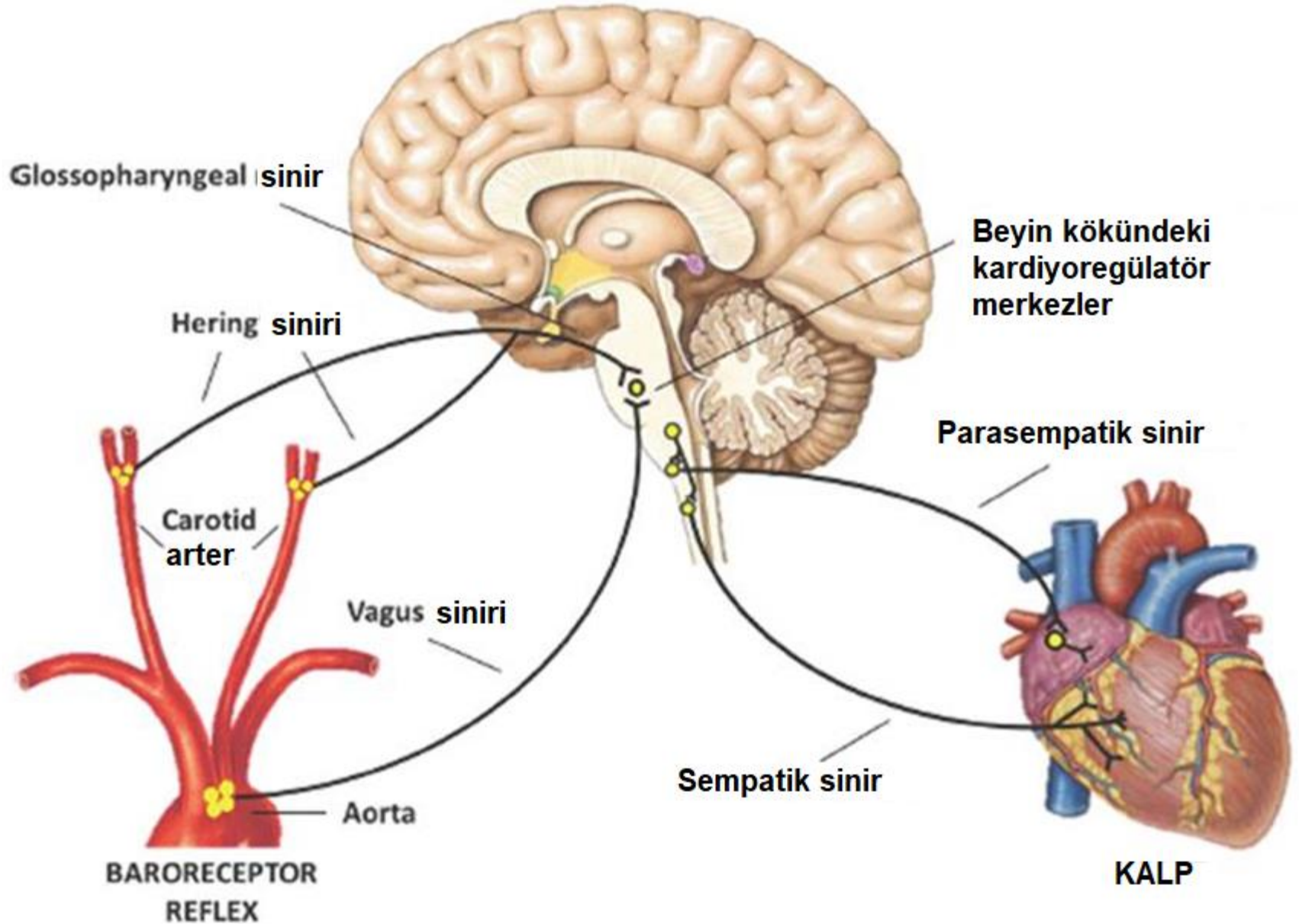
A. Kalbin Sinirsel Kontrolü

- Ana kontrol merkezi **medulla oblongata'da** bulunmaktadır.
- Bu merkez **serebrum** ve **hipotalamustan** vücut ısısı, duygular, düşünceler ve stres hakkında duyuşal inputlar aldığı gibi kalpte, aortik ark duvarından ve karotid arterde bulunan **baroreseptör** ve **kemoreseptörlerden** de duyuşal inputlar alır.

A. Kalbin Sinirsel Kontrolü



A. Kalbin Sinirsel Kontrolü



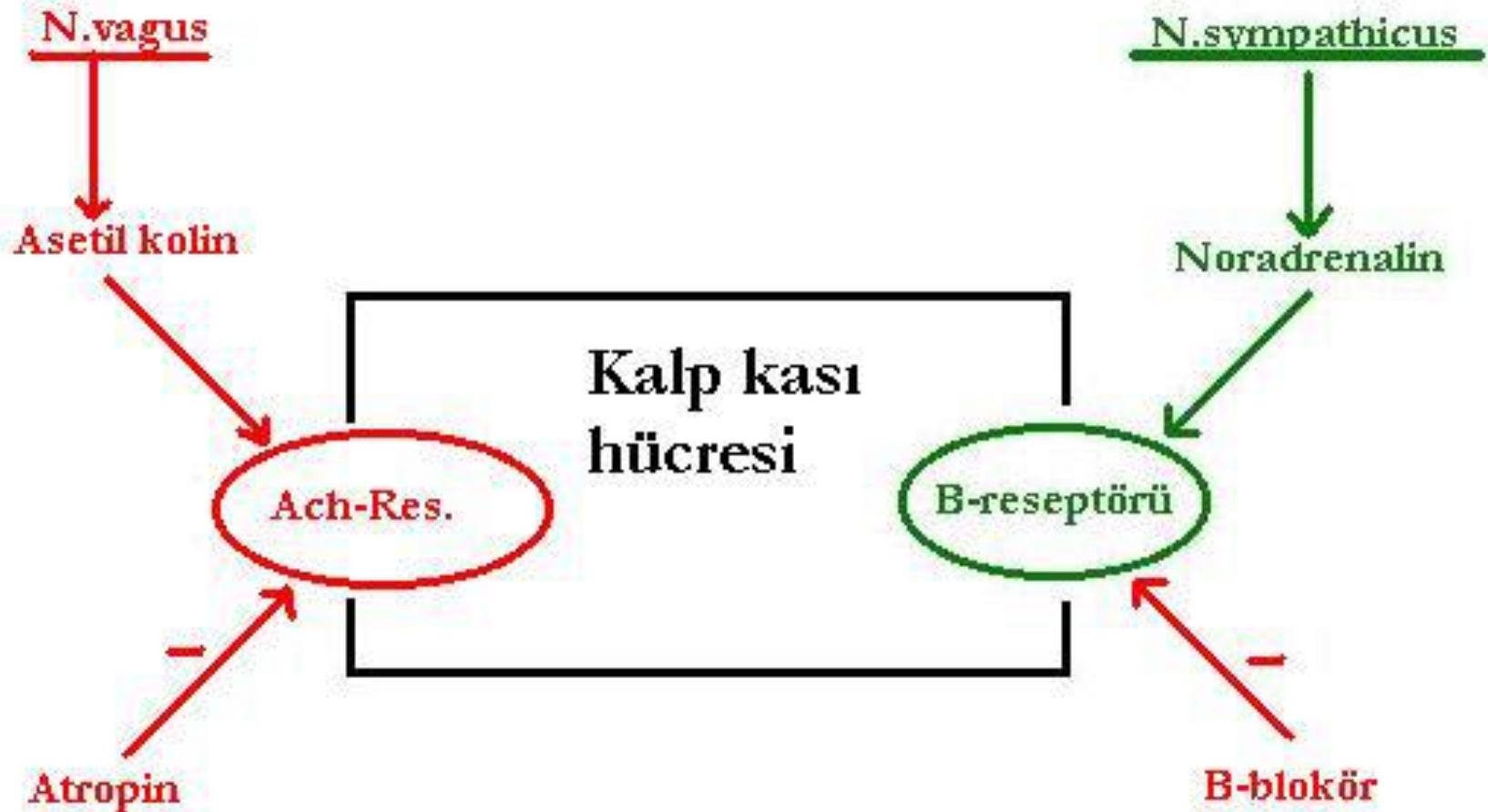
1. Kalbe sempatik sistem etkisi

- Sempatik sistem etkisi **n. accelerantes** ile gerçekleşir.
- N. accelerantes'in akson uçlarından **norepinefrin** salınır.
- **Norepinefrin;**
 1. Sinüs düğümünden çıkan ileti hızını artırır, dolayısıyla **kalp atım sayısını artırır (Kronotrop etki)**
 2. Kalbin bütün bölümlerinde dinlenim zar potansiyellerini değiştirerek (Elektrotrop etki) uyarılabilirlik durumunu artırır **(Batmatrop etki)**
 3. Kalpte uyarıların SA düğümünden AV düğüme geçişini uyarır **(Dromotrop etki)**
 4. Hem atrium hem de ventrikül kasının **kasılma kuvvetini artırır (İnotrop etki)**
 5. Kalbi besleyen damarlara gelen kan miktarını artırır **(Trofotrop etki)**
- ❖ **Sonuçta sempatik uyarılma ile kalbin pompalama hızı ve gücü artar.**

2. Kalbe parasempatik sistem etkisi

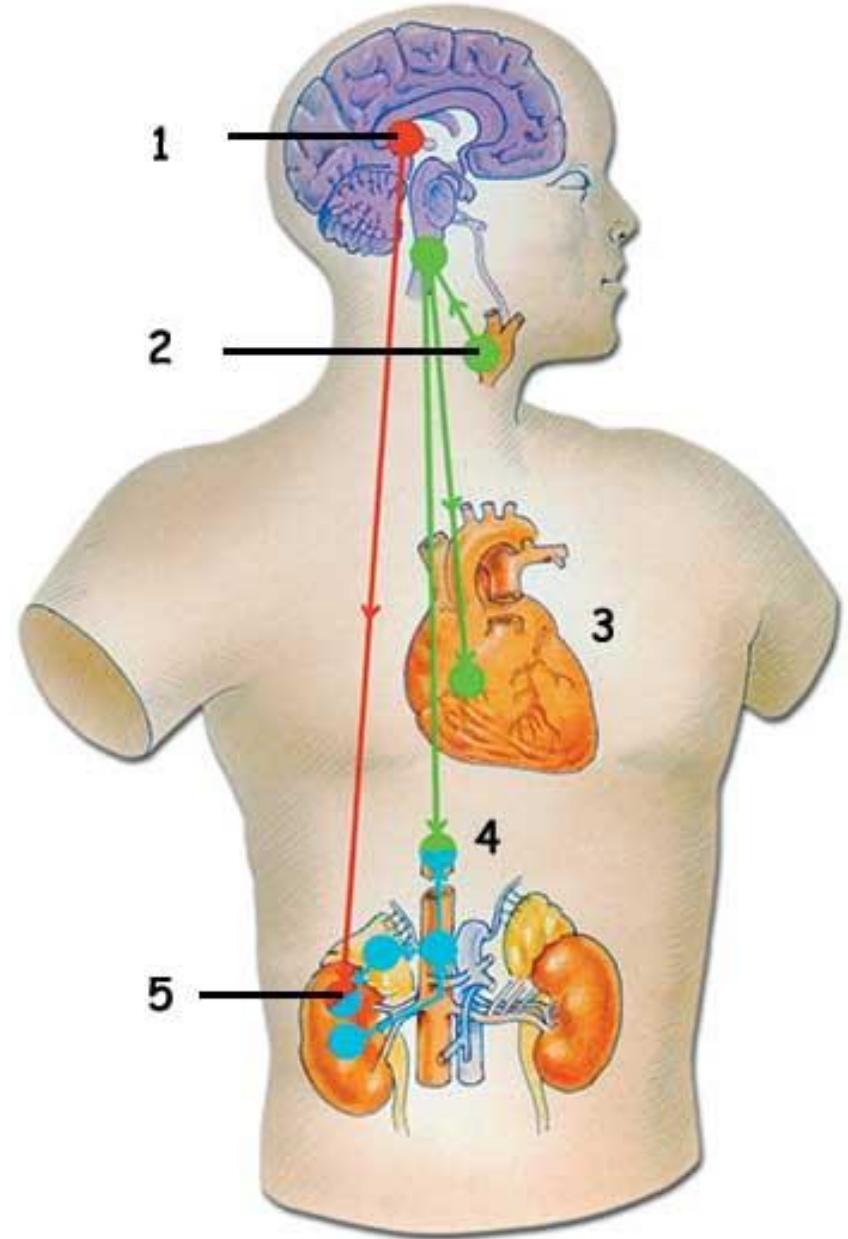
- Parasempatik kontrol **n. vagus** ile gerçekleştirilir.
- Vagal sinir uçlarından **asetilkolin** salınır.
- Asetilkolin kalp kasını daha az sinüs düğümü ve atriyoventriküler düğümü daha çok etkiler.
- Asetilkolin **sinüs düğümünün ritmini ve uyarıların ventriküllere geçişini yavaşlatır.**
- Sonuçta parasempatik etki ile **kalp atım sayısı azalır.**

Sempatik ve parasempatik sistem reseptörleri



B. Kalbin Endokrin Kontrolü

- Otonom sinir sisteminde oluşan genel bir sempatik aktivite artışı **böbreküstü bezlerinin medüller bölümünü** etkiler ve böbrekler de kana **epinefrin (adrenalin)** ve **norepinefrin (noradrenalin)** salar.
- •Epinefrin ve norepinefrin kalbin kasılma hızını (kalp atım sayısını) ve gücünü artırır.

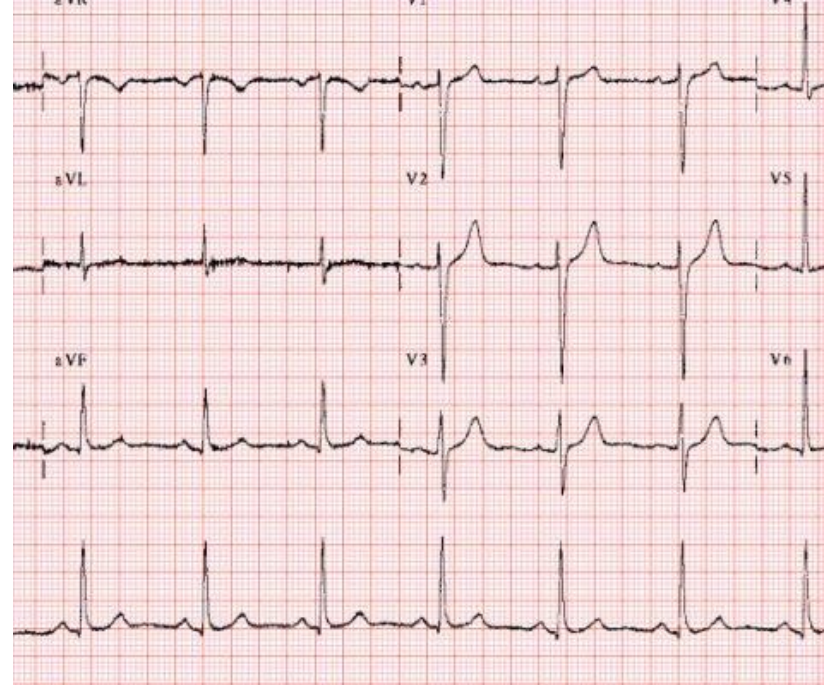


ELEKTROKARDİYOĞRAFI

- Kalp atımları sırasında oluşan aksiyon akımlarının yazdırılmasına **elektrokardiyografi** denir. Bu amaçla kullanılan araç **elektrokardiyograf**, kağıt üzerine çizdirilen eğri **elektrokardiyogram** olarak adlandırılır.



Elektrokardiyograf



Elektrokardiyogram

EKG ne işe yarar?

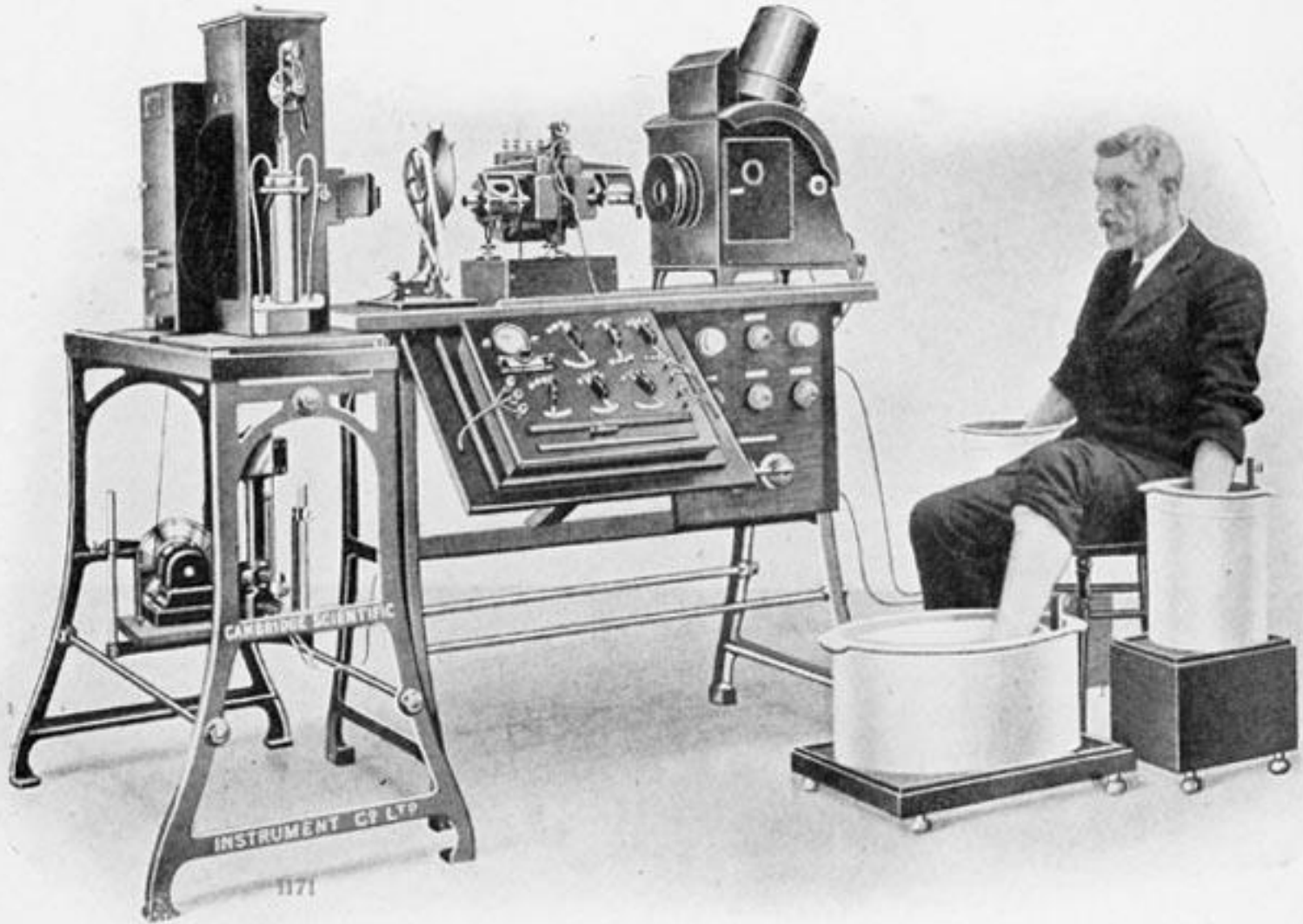
- EKG, kalp ve damar hastalıklarının tanı ve muayenesinde kullanılan bir muayene yöntemidir.
 - Kalbin ritim bozukluklarının saptanmasında,
 - Uyarım merkezleri ve uyarımın iletimine ilişkin aksaklıkların belirlenmesinde,
 - Miyokard bozukluklarının tespitinde,
 - Kalp hipertrofileri ve kalbin göğüs boşluğundaki durumunun incelenmesinde,
 - Koroner damar sklerozu ve kalp kapaklarına ilişkin hastalık tanılarının kolaylaştırılmasında kullanılır.
 - Kalp-damar hastalıklarının tanısında kullanılan yöntemlerinin başında EKG gelir.
- İnvazif olmaması, kolay uygulanması, kısa sürmesi ve ucuz olması en önemli avantajlarıdır.

Kısa Tarihçe

Williem Einthoven (1860-1927): Hollandalı fizyolog

- **1893** yılında ilk kez elektrokardiyografi terimini kullandı
- **1895** –İlk EKG'yi çekti ve dalgaları isimlendirdi
- **1912** – Einthoven Üçgeni'ni buldu
- **1924** – Nobel ödülünü aldı...





PHOTOGRAPH OF A COMPLETE ELECTROCARDIOGRAPH, SHOWING THE MANNER IN WHICH THE ELECTRODES ARE ATTACHED TO THE PATIENT, IN THIS CASE THE HANDS AND ONE FOOT BEING IMMERSED IN JARS OF SALT SOLUTION

ilk EKG cihazı, 1901



Modern EKG cihazına örnekler



EKG Elektrotları ve Derivasyon

- Kalbin çalışması sırasında oluşan aksiyon akımları bedenın her kesimine yayılır. EKG kalp üzerinden yazdırılabildiği gibi bedenın herhangi iki değişik noktasından yazdırılabilir. Ancak eğrilerin standart olabilmelerini sağlamak amacıyla belli noktalar seğilmiştir.
- Bedenın değişik iki noktasının elektrotlara bağlı kablolarla ağgıta bağlanmasına **derivasyon** denir.
- Bedene yayılmış olan aksiyon akımını dokulardan alan derivasyon kordonu uğlarına takılan, iletken ve polarize olmayan levhalara **elektrot** denir. Ekstremiteler ve gđđüs olmak iki eğşidi vardır.



Elektrot macunu

- Elektriksel akımın deriden elektrotlara rahat geçmesi için derinin direncini düşürmek ve iletkenliği artırmak için **elektrot macunları** kullanılır.



Derivasyonlar

Standard bir EKG muayenesinde 12 ayrı derivasyon kullanılarak kayıtlar yapılır.

1. Ekstremit (kol ve bacak) derivasyonları

a) Bipolar ekstremit derivasyonları

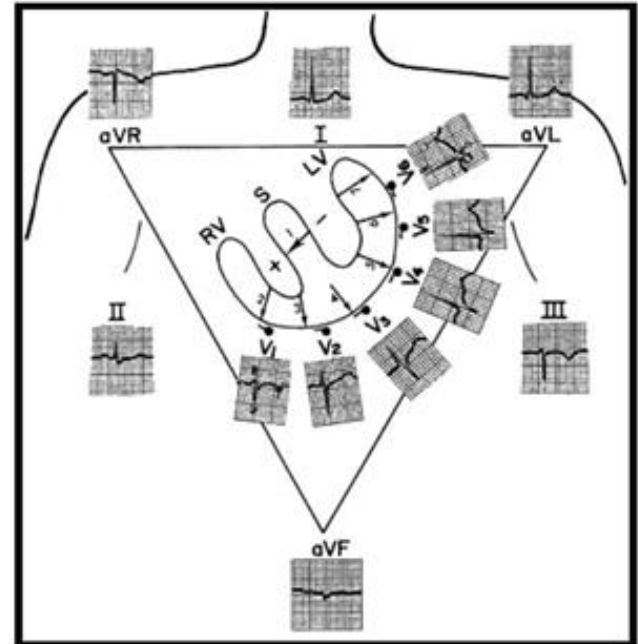
- I. derivasyon
- II. derivasyon
- III. derivasyon

b) Arttırılmış unipolar ekstremit derivasyonları

- aVR
- aVL
- aVF

2. Göğüs derivasyonları

- V1
- V2
- V3
- V4
- V5
- V6

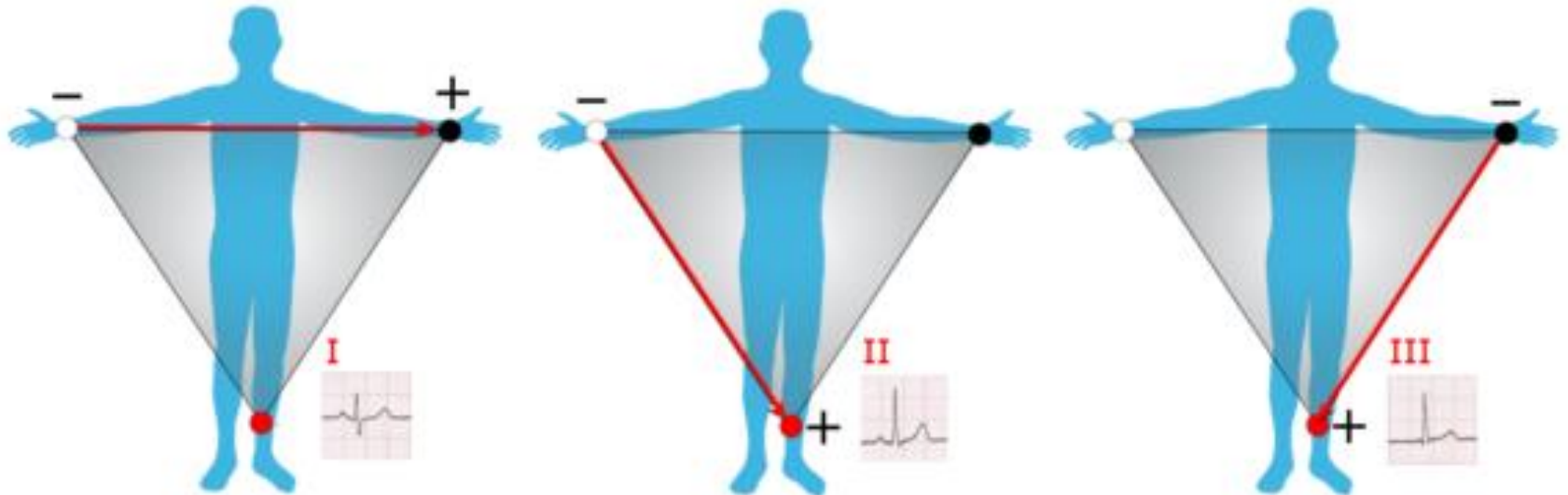


1. Ekstremit  derivasyonları

a) **Bipolar ekstremit  derivasyonları:** Bir pozitif ve bir negatif elektrotun kullanılmasıyla elde edilen derivasyonlar bipolar derivasyonlardır.

- **I. derivasyon:** Sağ kol-sol kol
- **II. derivasyon:** Sağ kol-sol bacak
- **III. derivasyon:** Sol kol-sol bacak

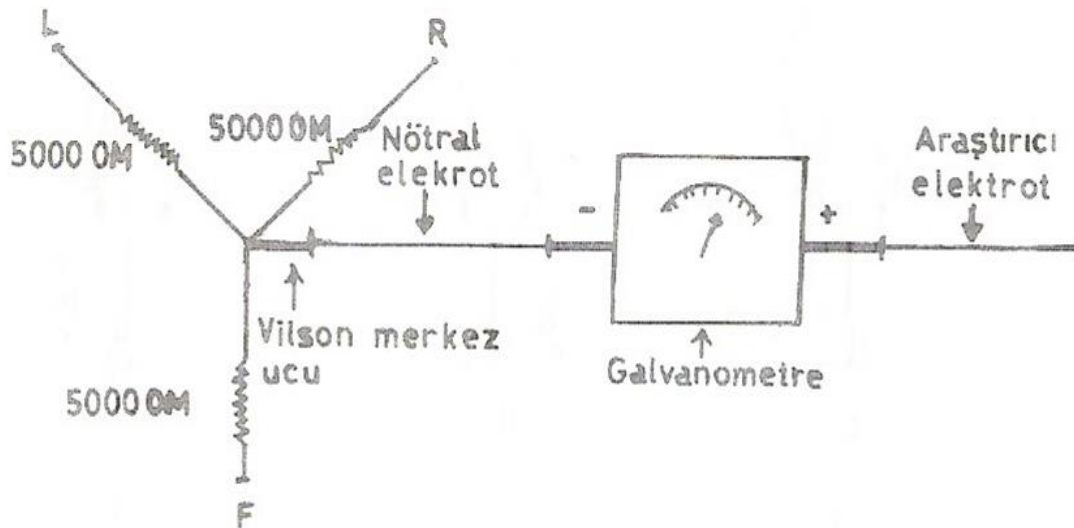
Toprak hattı; sağ bacak



1. Ekstremitte derivasyonları

b) Arttırılmış unipolar ekstremitte derivasyonları

- Wilson ve ark. EKG kaydederken derinin direncini ortadan kaldırmak için sağ bacak dışında 3 ekstremiteden gelen tellerin her birini 5000 Ohm'luk dirençlerden geçirerek birleştirip gerimi 0'a yakın bir kutup elde etmiştir. Buna **Wilson'un merkez ucu** denmiştir. EKG cihazının **(-) kutbu** merkez uca bağlanır ve buna **nötral elektrot** (indiferent elektrot) denir. **(+) kutbu** ise **araştırmacı elektrot** denir ve vücudun farklı noktalarına bağlanarak kayıtlar alınır. Araştırmacı elektrot sağ koldaysa R, sol koldaysa L, sol bacaktaaysa F harfi ile gösterilir. Bu üç derivasyonda elektriksel voltaj özel olarak güçlendirildiği için **a harfi (augmented = güçlendirilmiş anlamında)** kullanılmaktadır.



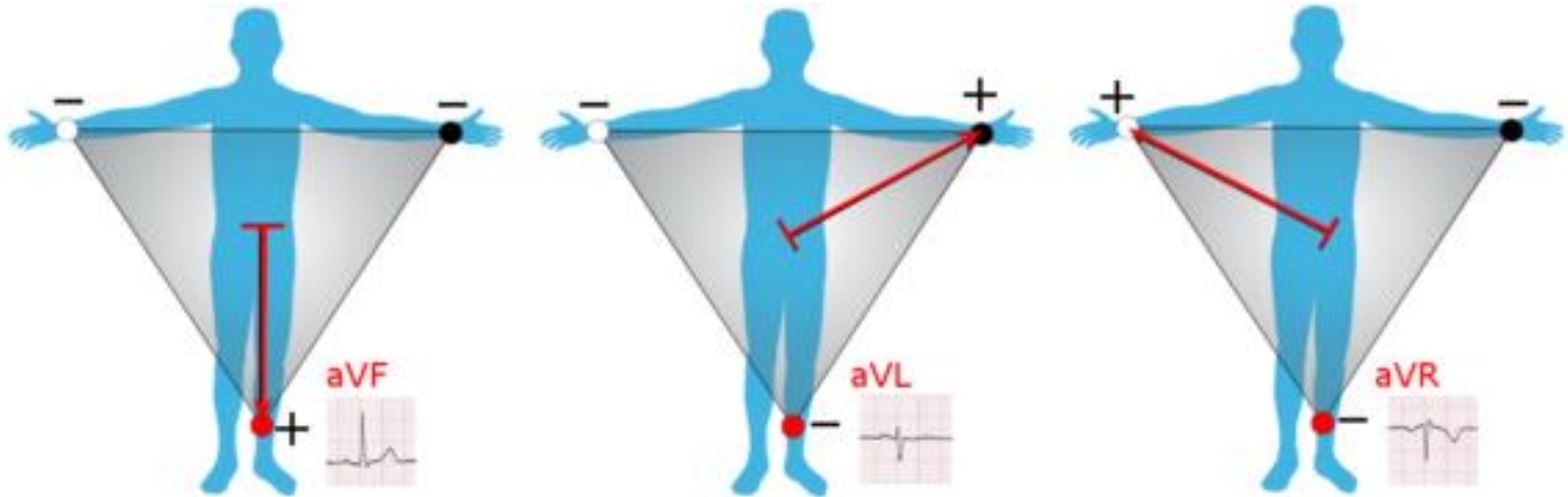
1. Ekstremit  derivasyonları

b) Arttırılmış unipolar ekstremit  derivasyonları:

Tek bir pozitif elektrot ile elde edilen derivasyonlar unipolar olarak adlandırılır. Voltajları y kseltilmiş tek kutuplu derivasyonlardır.

- **aVR**: pozitif elektrod sağ kolda
- **aVL**: pozitif elektrod sol kol
- **aVF**: pozitif elektrod sol bacakta

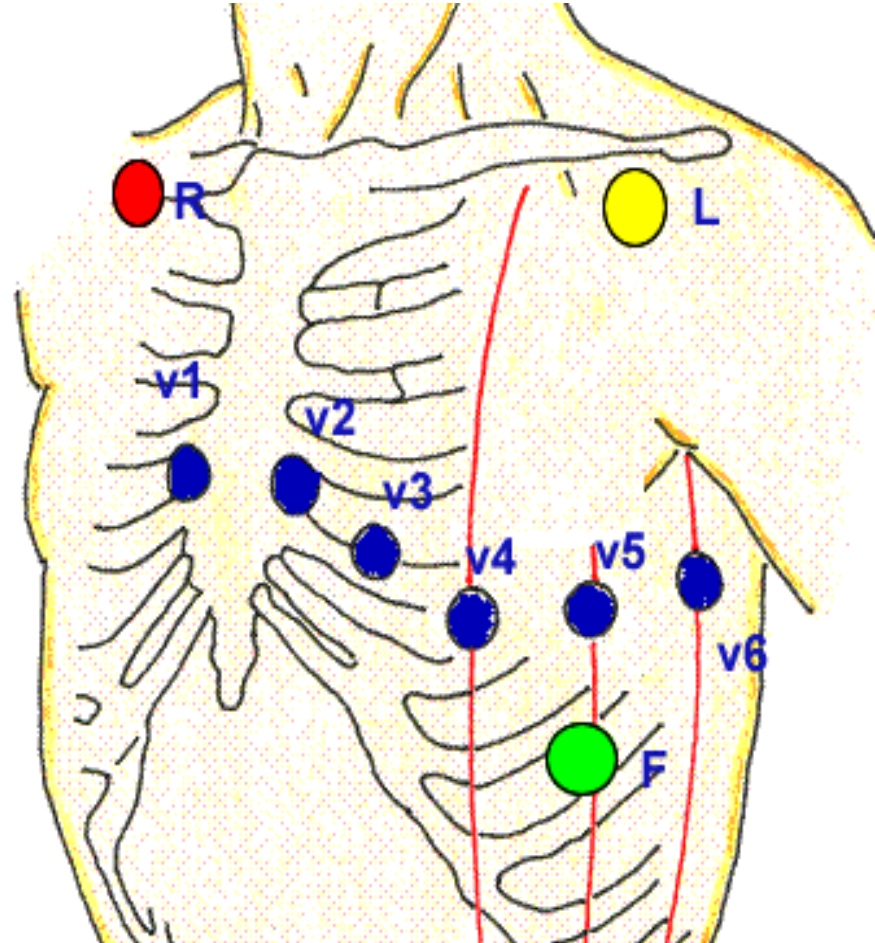
Araştırıcı u  → Pozitif u 
N tral u  → Negatif u 



2. Göğüs derivasyonları

- Unipolar derivasyonların bir bölümü pozitif elektrotun göğüs duvarı üzerinde belirli bölgelere yerleştirilmesiyle elde edilir.

- V1:** Sağda 4. kaburgalararası boşluğun sternumla birleştiği yer
V2: Solda V1'in simetriği olan nokta
V3: V2 ile V4 arası
V4: Klavikula'nın ortasından indirilen dikmenin 5. kaburgalararası boşluğu kestiği nokta
V5: V4'den geçen yatay doğrunun ön koltuk çizgisini kestiği nokta
V6: Aynı doğrunun orta koltuk çizgisini kestiği nokta



Einthoven Kanunu

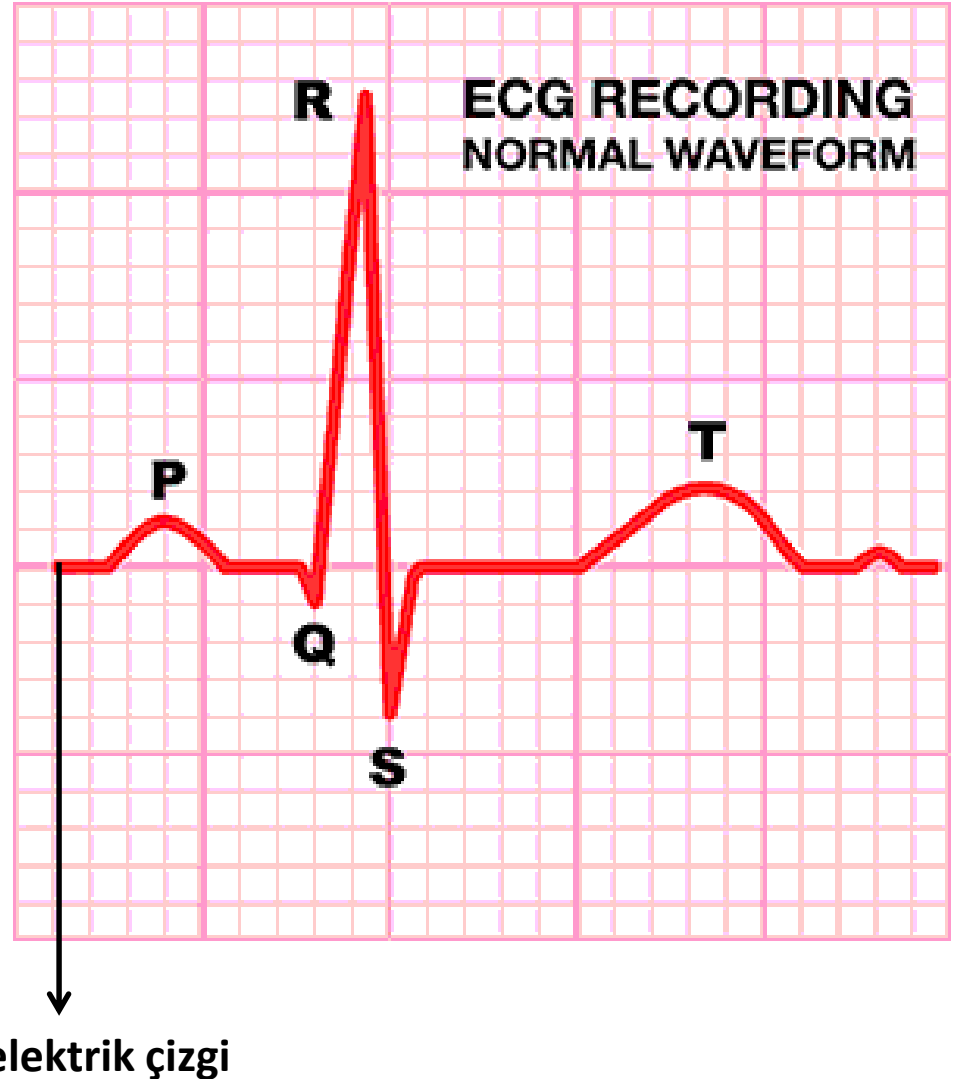
- I. ve III. Derivasyonların izdüşümlerinin toplamı II. Derivasyonu verir.

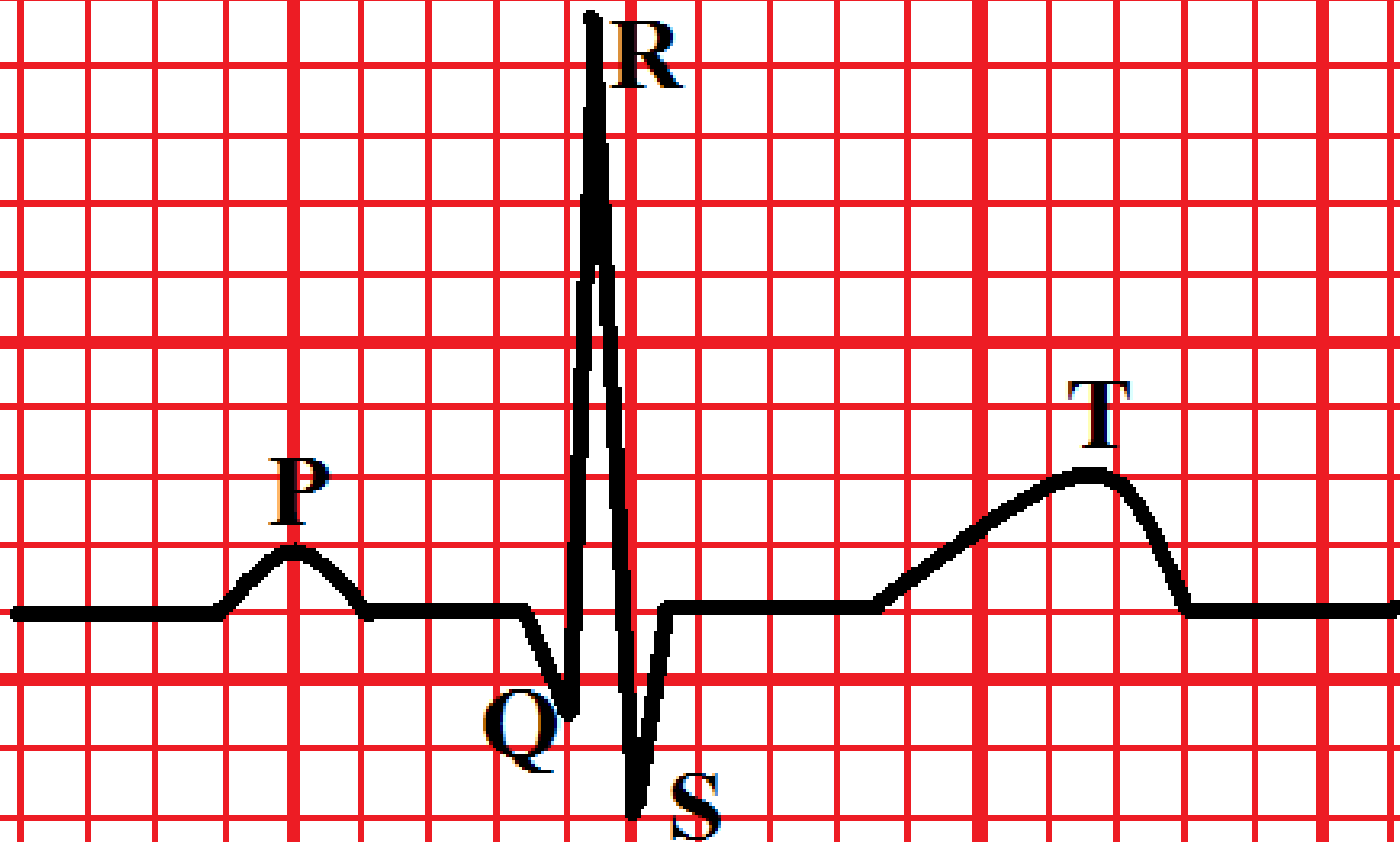
$$II = I + III$$

❖ **II. derivasyon**, kalp ile ilgili en geniş açılı bilgiyi veren derivasyondur.

Normal Elektrokardiyogram

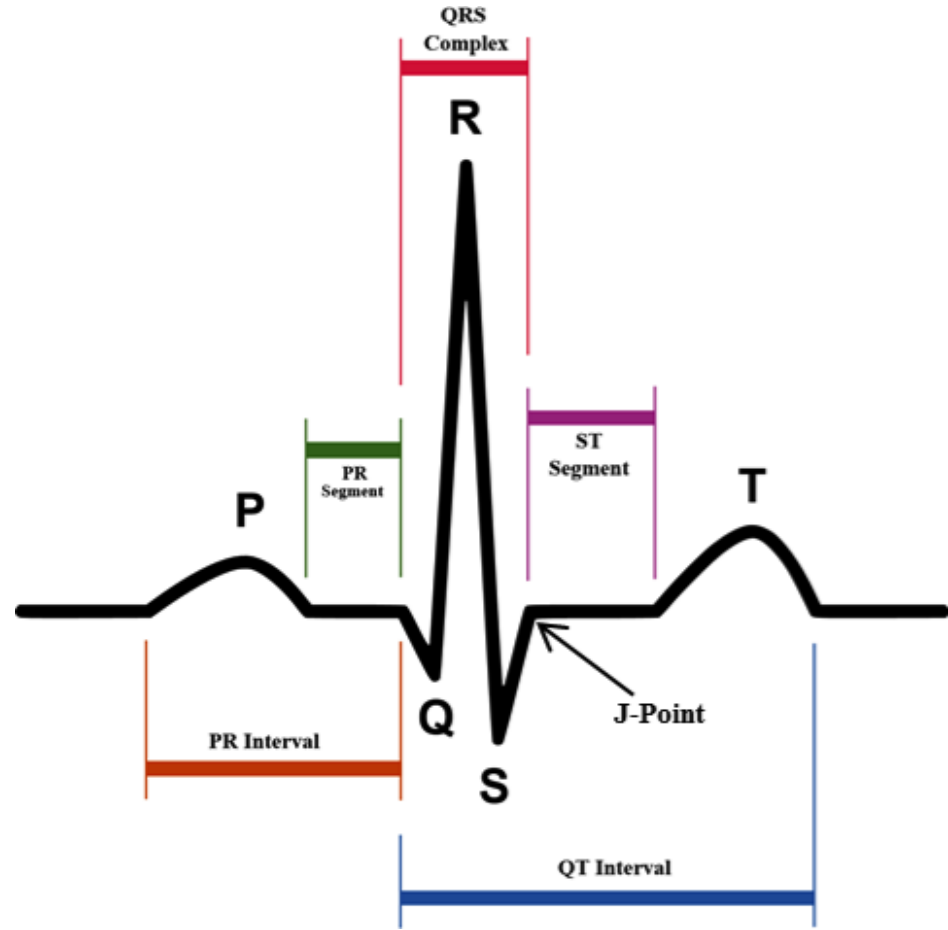
- **P dalgası;** atriyum depolarizasyonu
- **QRS kompleksi;** ventrikül depolarizasyonu
- **T dalgası;** ventrikül repolarizasyonu



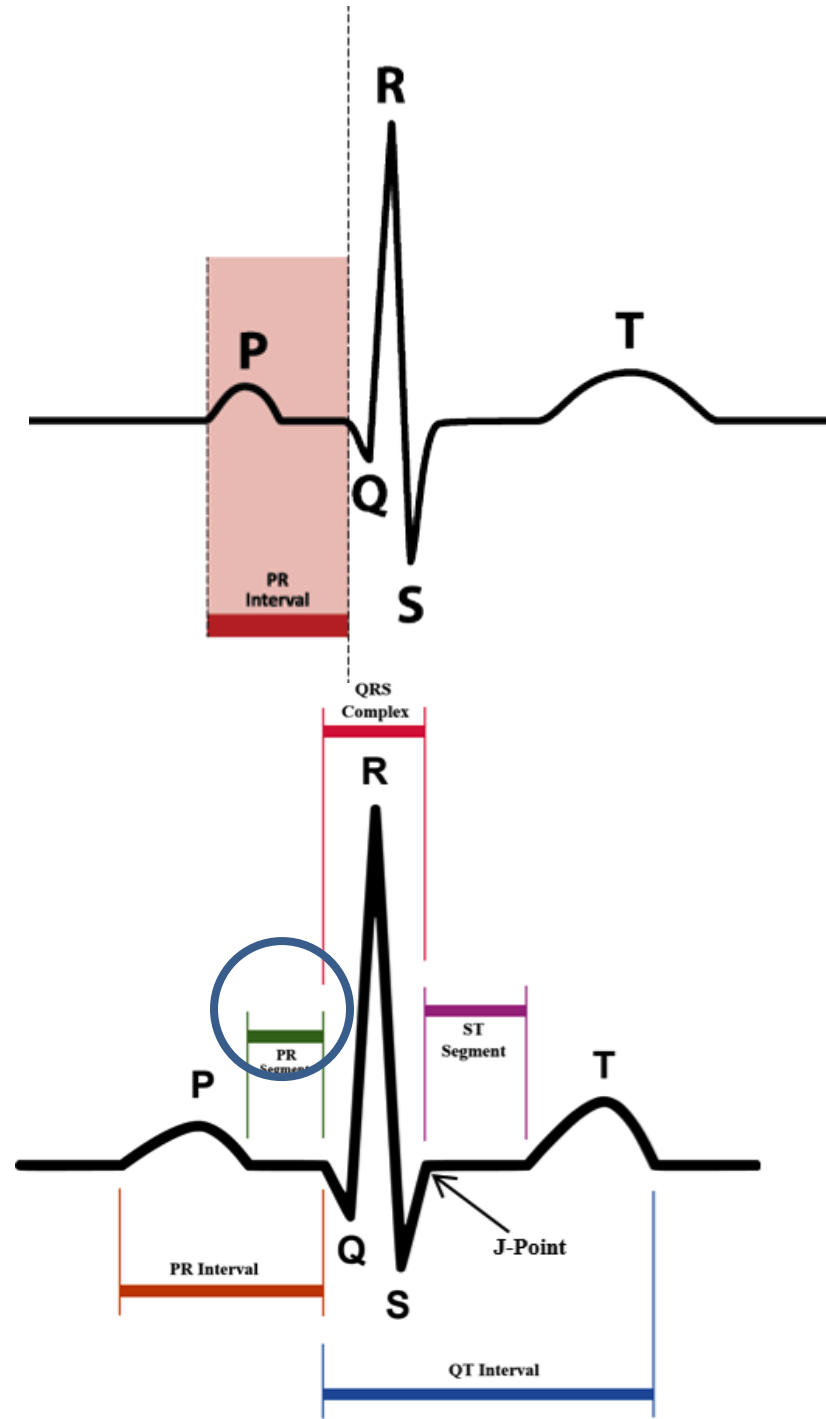


Normal EKG

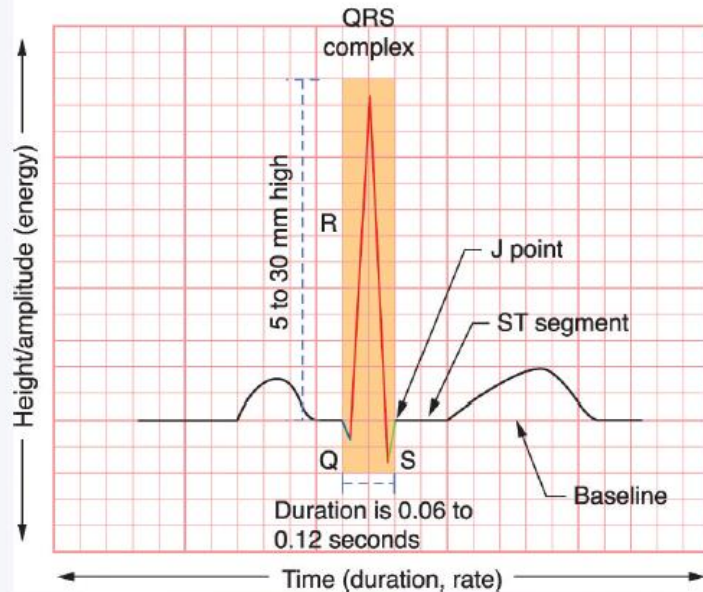
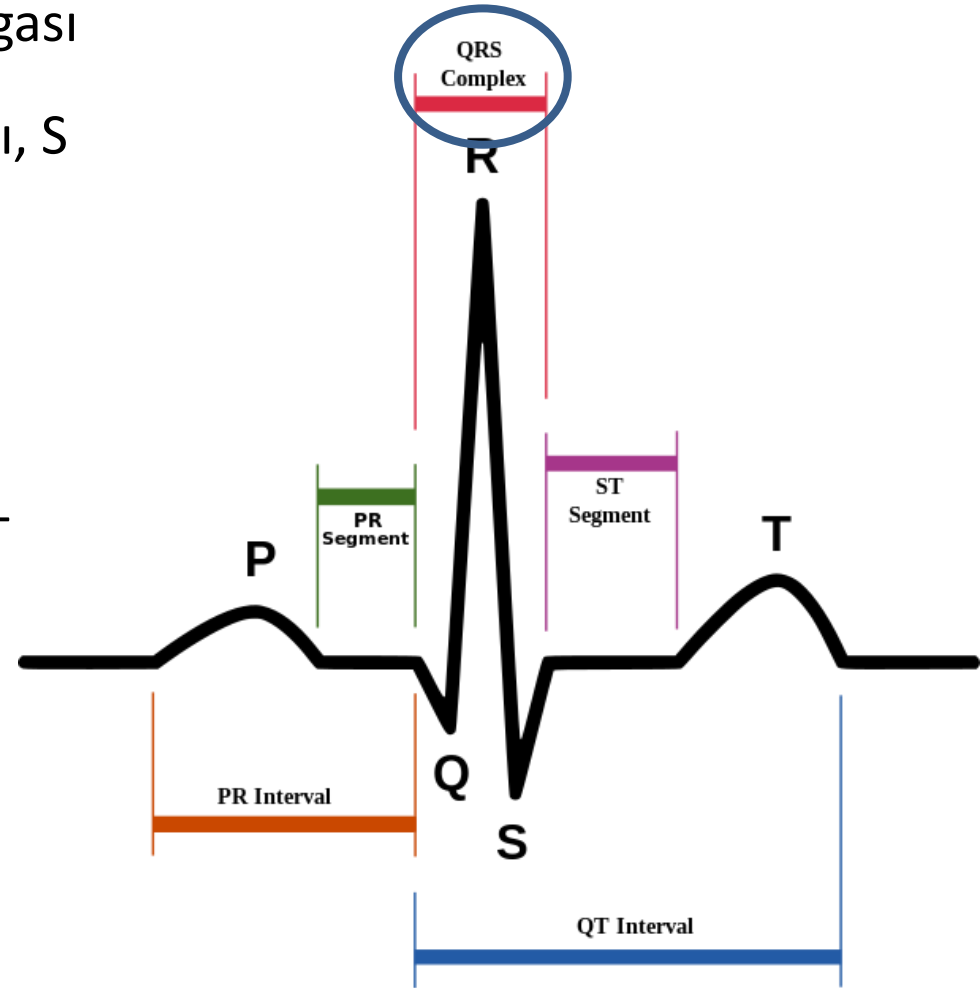
- **P dalgası:** Atriyumların depolarizasyonunu yansıtır. Normal koşullarda uyarı sinüs düğümünden çıkar, önce sağ ve daha sonra sol atriyum depolarize olur. Bu nedenle P dalgasının ilk bölümünü sağ atriyumun depolarizasyonu, ikinci bölümünü ise sol atriyumun depolarizasyonu oluşturur.
- Süresi 0.09-0.10 sn, voltajı 0,2-0.25 mV



- **P-Q (P-R) aralığı (intervali):** P dalgasının başlangıcı ile Q dalgası başlangıcı (Q dalgasının görülmediği durumlarda R dalgasının başlangıcı) arasındaki sürenin ölçülmesiyle elde edilir.
- P-Q aralığı atriyumların depolarizasyonu ve uyarının uyarının atriyovenriküler (AV) düğümüne, His demetine, dallara ve Purkinje liflerine geçmesi için (yani ventrikül kaslarına ulaşması) gereken toplam süreyi gösterir. Uyarının atriyumlardan ventriküllere geçmesi için gerekli olan süreyi kapsayan bu döneme **‘iletim süresi’** denir.
- Süresi 0.12-0.20 sn’dir.
- **P-Q (PR) parçası:** P dalgasının bitişinden varsa Q, yoksa R dalgasının başlangıcına kadar olan kısımdır.



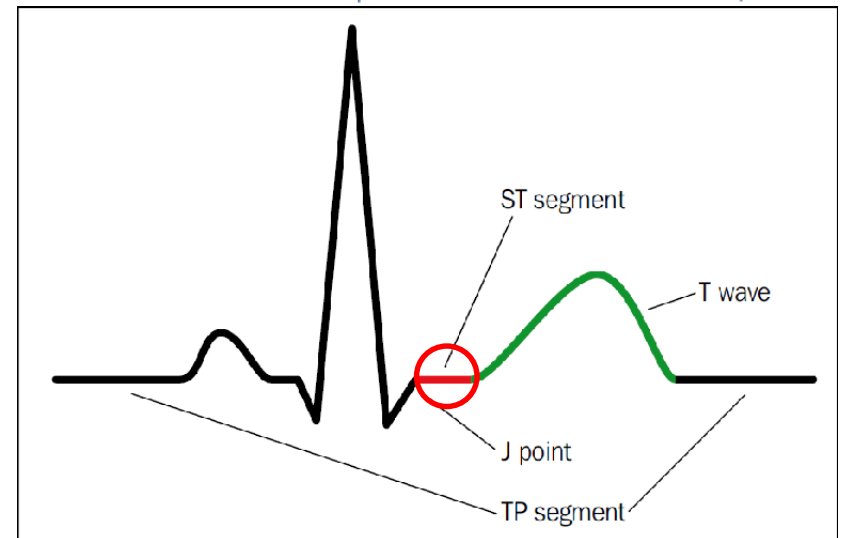
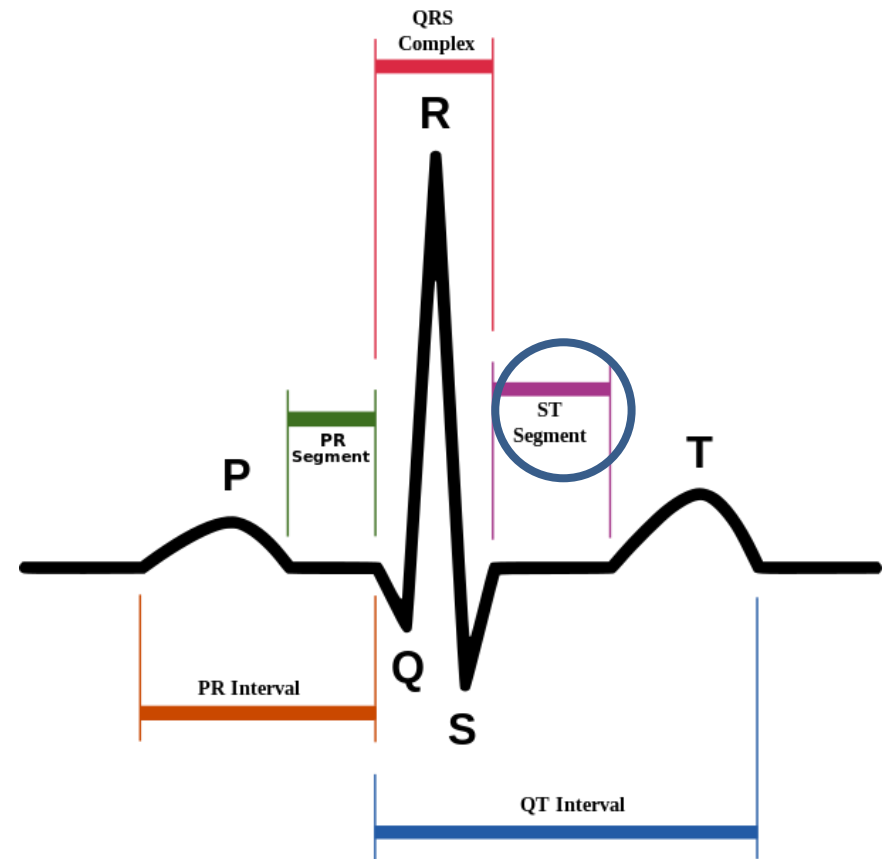
- **QRS kompleksi:** Ventriküllerin depolarizasyonunu yansıtır. Q dalgası P dalgasından sonraki ilk negatif dalgayı, R dalgası ilk pozitif dalgayı, S dalgası ise R'dan sonraki negatif dalgayı ifade eder.
- Q ve S'den herhangi biri bulunmayabilir.
- R tüm derivasyonlarda pozitiftir.
- Süresi 0.06-0.11 sn, voltajı (R) 0.5-2.0 mV



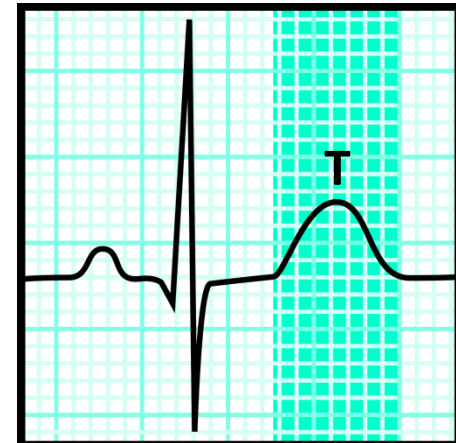
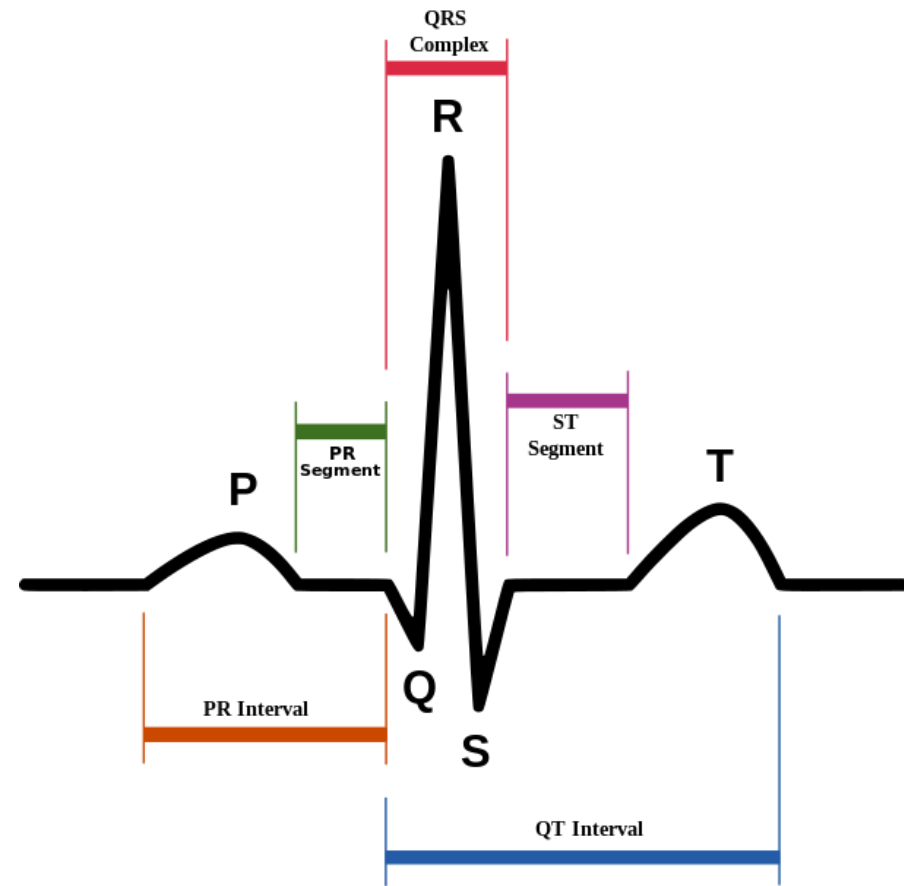
- **S-T parçası (segmenti):**

Ventriküllerin depolarizasyonu ile repolarizasyonu arasındaki elektriksel olarak sessiz dönemi gösterir. S-T parçası, QRS kompleksinin sonlandığı J (junction-kavşak) noktası ile T dalgasının başlangıcını birleştiren aralıktır.

- Bu parça izoelektrik çizgi üzerinde olmalıdır.



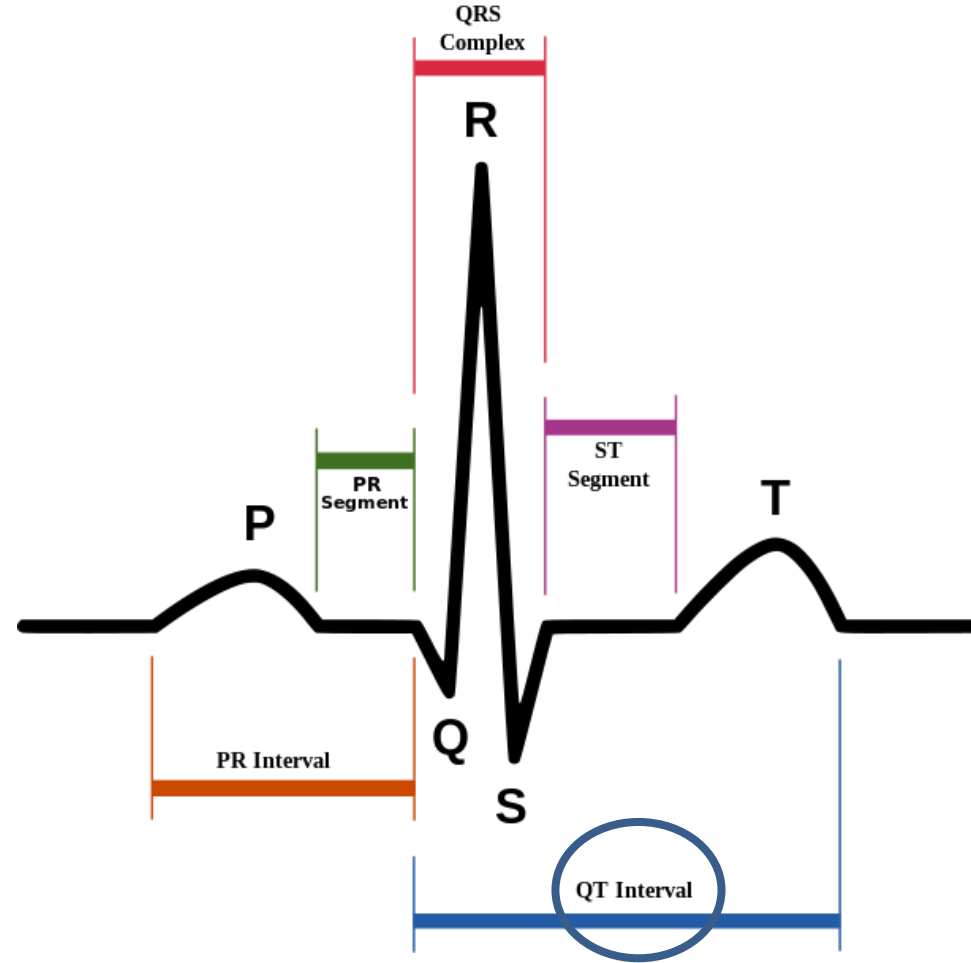
- **T dalgası**: Ventriküllerin repolarizasyonunu yansıtır.
- Süresi 0.10-0.25 sn, voltajı 0.1-0.5 mV



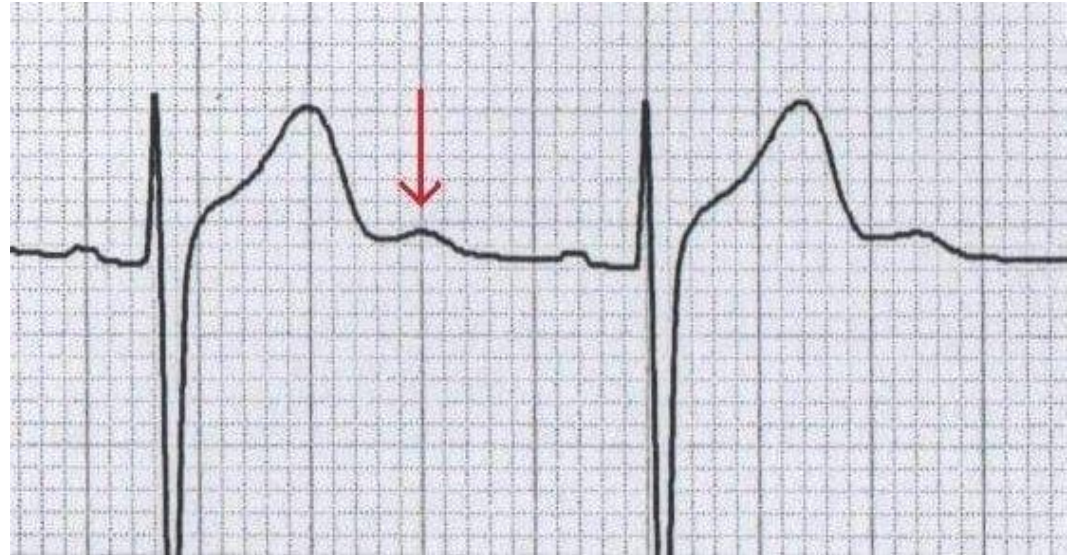
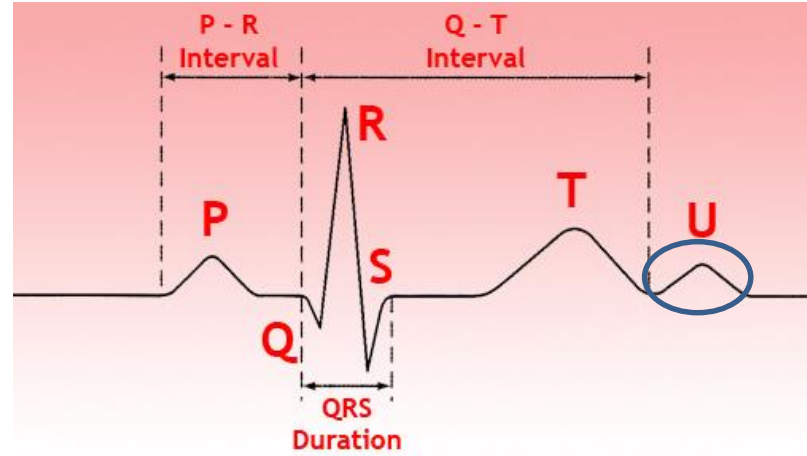
- **Q-T aralığı (intervali):**

Ventriküllerin depolarizasyonu ve repolarizasyonu için geçen toplam süreyi yansıtır. QRS kompleksinin başlangıcından T dalgasının bitimine kadar olan sürenin ölçümüyle belirlenir.

- Süresi 0.30-0.42 sn



- **U dalgası:** T dalgasını izleyen, her zaman görülmeyen ve oluşum nedeni kesin olarak bilinmeyen bir dalgadır.
- **Intraventriküler (purkinje) ileti sistemindeki yavaş repolarizasyona** bağlı olarak geliştiği düşünülmektedir.
- Genellikle en iyi V3 derivasyonunda görülür ve T dalgasıyla aynı yöndedir. Genliği T dalgası genliğinin dörtte birini geçmez.



Elektrokardiyografik ölçüler

