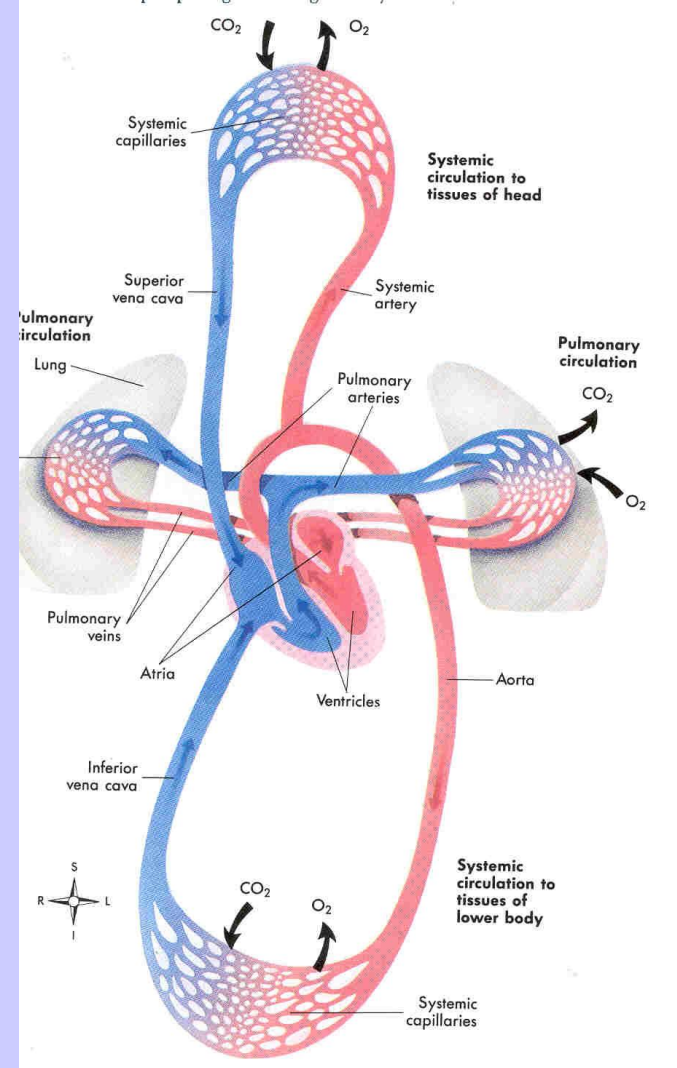


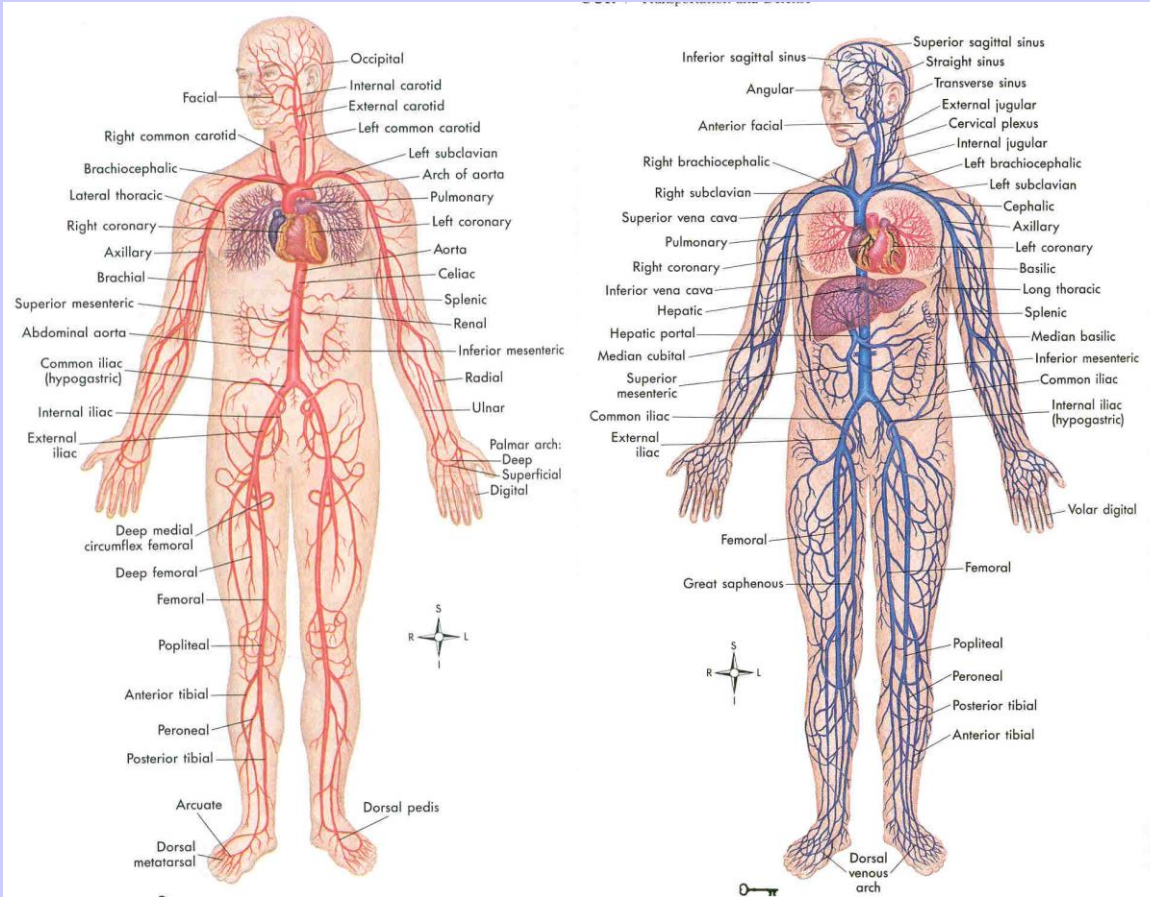
KARDİYOVASKÜLER SİSTEM FİZYOLOJİSİ

Kardiyovasküler Sistem

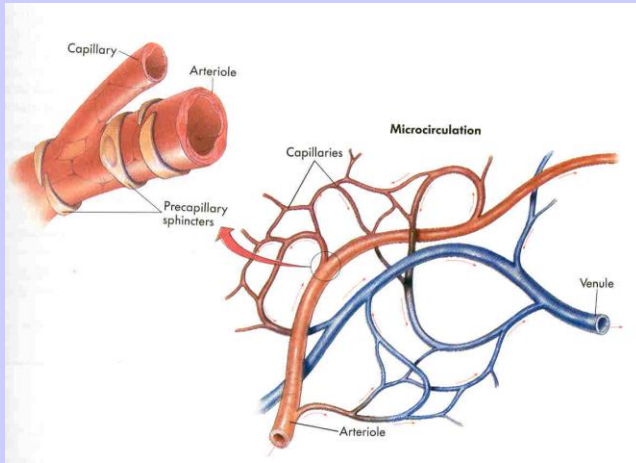
- Kapalı bir sistemde kalp ve damarlar;
 - Sindirim sisteminden emilen besinleri, akciğerlerden alınan oksijeni dokulara
 - Metabolizma ürünü karbondioksiti akciğerlere, öteki atıkları böbreklere iletir



Temel bölümler



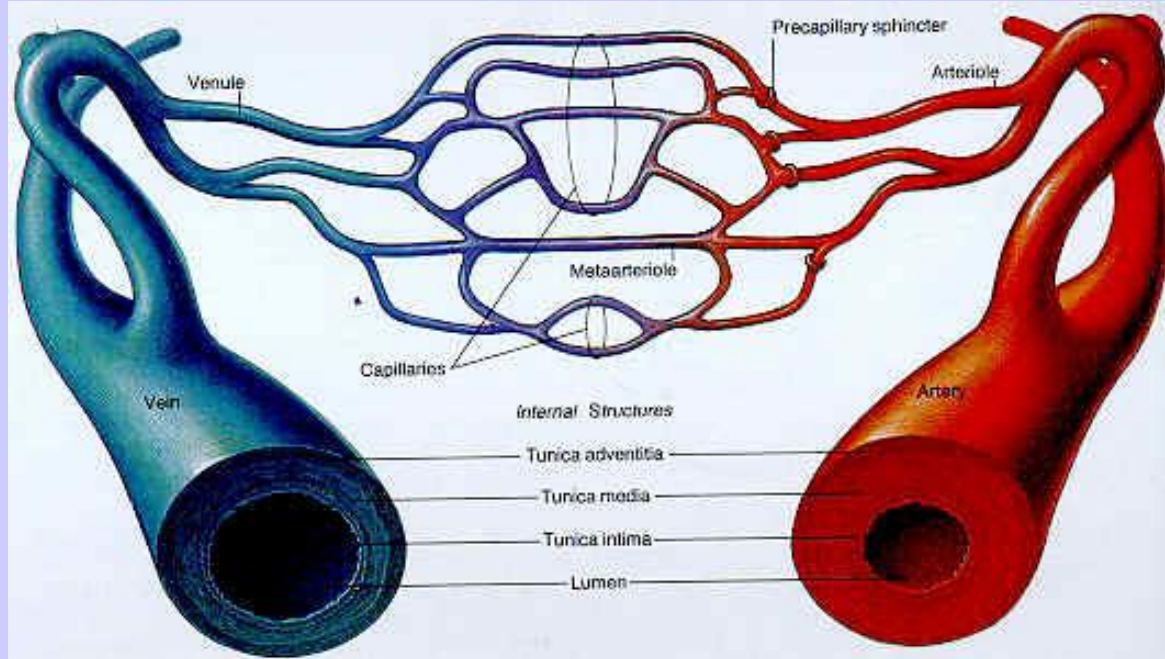
- Kalp
- Aort
- Arterler
- Arterioller
- Kapiller
- Venüller
- Venler
- Vena cava



- Kanın fonksiyonları için, sürekli bir madde alış-veriş içinde olması gerekir.
- Kan damar sistemi içinde sürekli hareket halindedir.
- Dolaşım sisteminin temel fonksiyonu kanın organizmanın bütün bölümleri arasında etkin bir şekilde dolaşmasını sağlamaktır.
- Dolaşım sistemi, damar ağı ve kalpten oluşur.

- **Damar ağı:**

- Arterler (kanı kalpden götüren damarlar) ve
- venler (kanı kalbe getiren damarlar)
- madde alış-verişinin gerçekleştiği mikrodolaşım ağı ile birbirine bağlıdırlar.
 - kan akımını azaltıp çoğaltabilen **arteriyoller** ile
 - metabolik değişimlerin yapıldığı **kapillerler** ve
 - kanın tekrar toplanmaya başlandığı **venüllerden** oluşur.



•Ventrükülleri çevreleyen kalp kasının kasılmasıyla oluşan basınç kanın odacıklarla bağlantılı büyük damarlara akmasını sağlar. Bu döneme **sistol** denir.

•Bunu izleyen **diastol** döneminde kalp kası gevşeyerek, venler aracılığıyla kalbe dönen kanın odacıklara dolmasına izin verir.

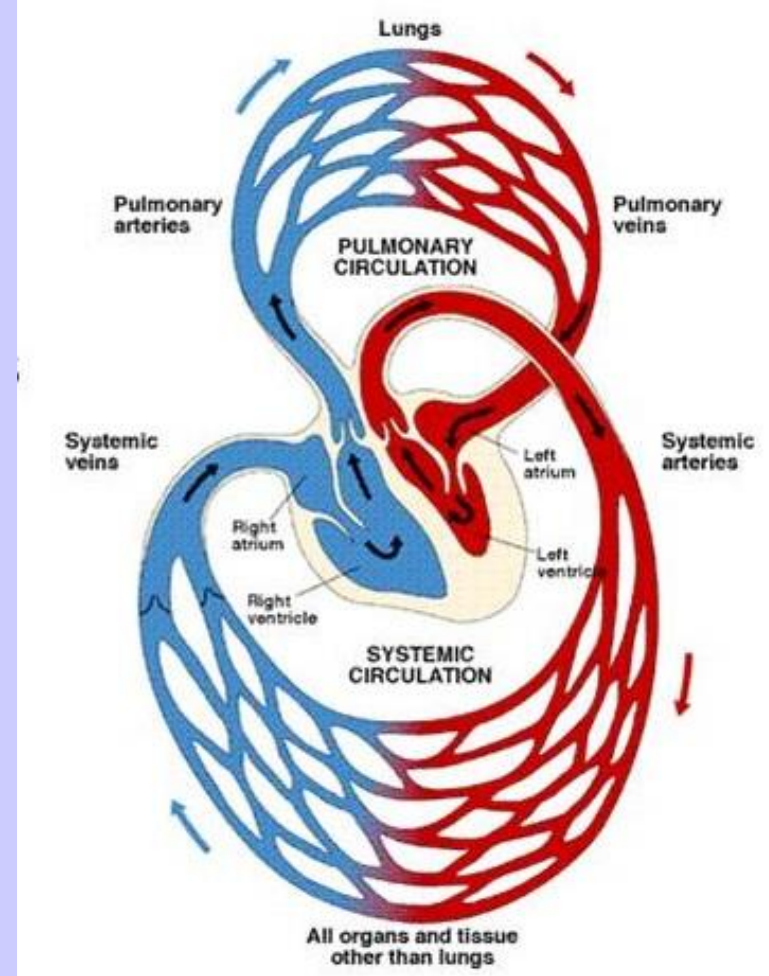
Kalp kapakları

- Kalpte kanın tek yönde akışı ve yüksek basınç ile damar sistemine fırlatılması...
- **Triküspit kapak**:sağ atriyum ile sağ ventrikül arası,
- **Mitral kapak**:Sol atriyum ile sol ventrikül arasında
- **Aortik semilunar kapak**:Sol ventrikül ile aorta arasında
- **Pulmoner semilunar kapak**:sağ ventrikül ile pulmoner arterler arasında

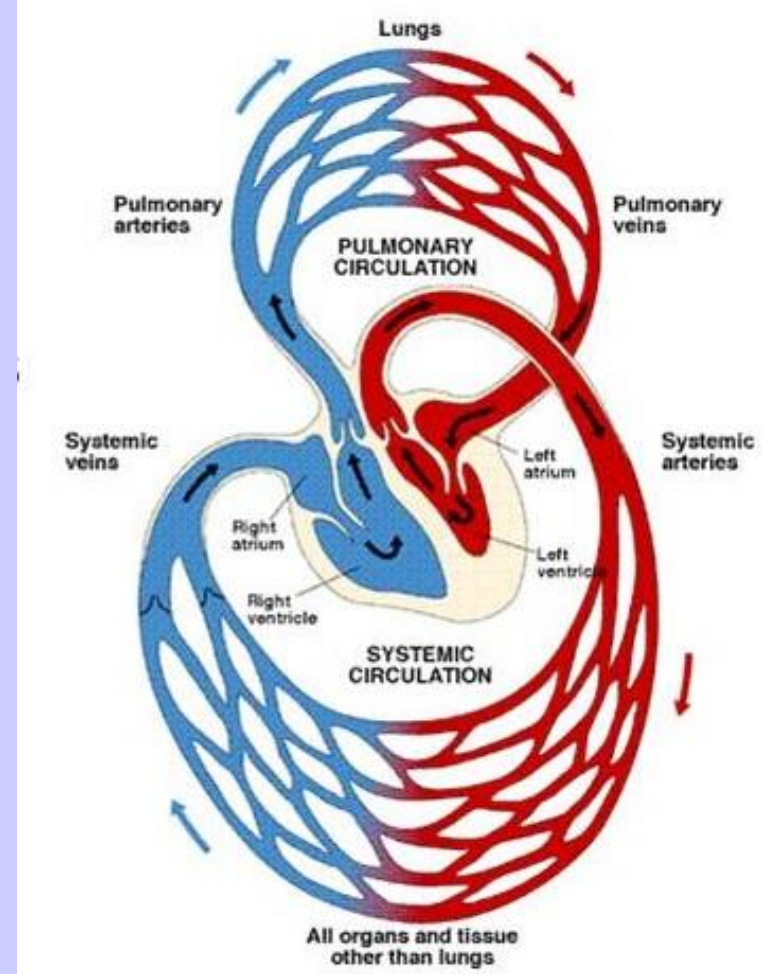
- Kalp kapakcıkları sistol sırasında oluşan basıncın etkisiyle kanın tek yönde akmasını sağlarlar.
- Atriyovenriküler kapaklar atriumlardan ventriküllere doğru,
- Semiluner kapaklar ise ventriküllerden dışarı doğru kan geçişine izin verirler.

- Bu kapakların açılıp kapanması sadece ayırdıkları boşluklar arasındaki basınç farkıyla sağlanır
- Sistol ve diastolden oluşan döngüye kalp siklusu denir.
- Kalp siklusu, iki ayrı kalp pompasında (sağ ve sol kalpde) ayrı ayrı, ama senkronize olarak işler.
- NEDEN 2 POMPA?

- Venler aracılığıyla sağ artiuma gelen kan, sağ ventrikülden pulmoner arter aracılığıyla akciğerlere gönderiler.
- Venöz nitelikteki bu kan, akciğerlerde oksijen parsiyel basıncı yükselip, karbondioksit parsiyel basıncı düşerek arteriyel hale gelir.
- Akciğerlerden gelen arteriyel kan sol atriuma döner.
- Sağ ventrikülle sol atrium arasındaki bu dolaşım ağına **pulmoner dolaşım** denir.



- Sol kalbe gelen arteriyel kan sol ventrikülden aortaya pompalanır.
- Arterler aracılığıyla bütün vücuda dağılan kan venler aracılığıyla sağ kalbe geri gelir.
- Sol ventrikülle sağ atrium arasındaki bu dolaşım ağına **sistemik dolaşım** denir.



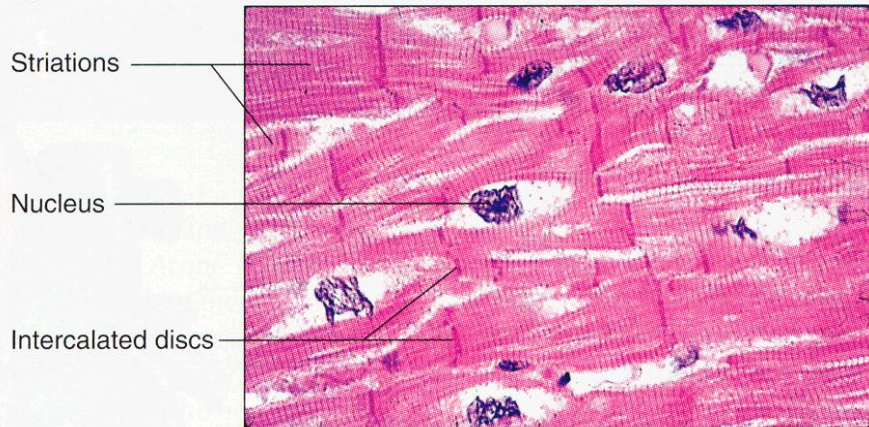
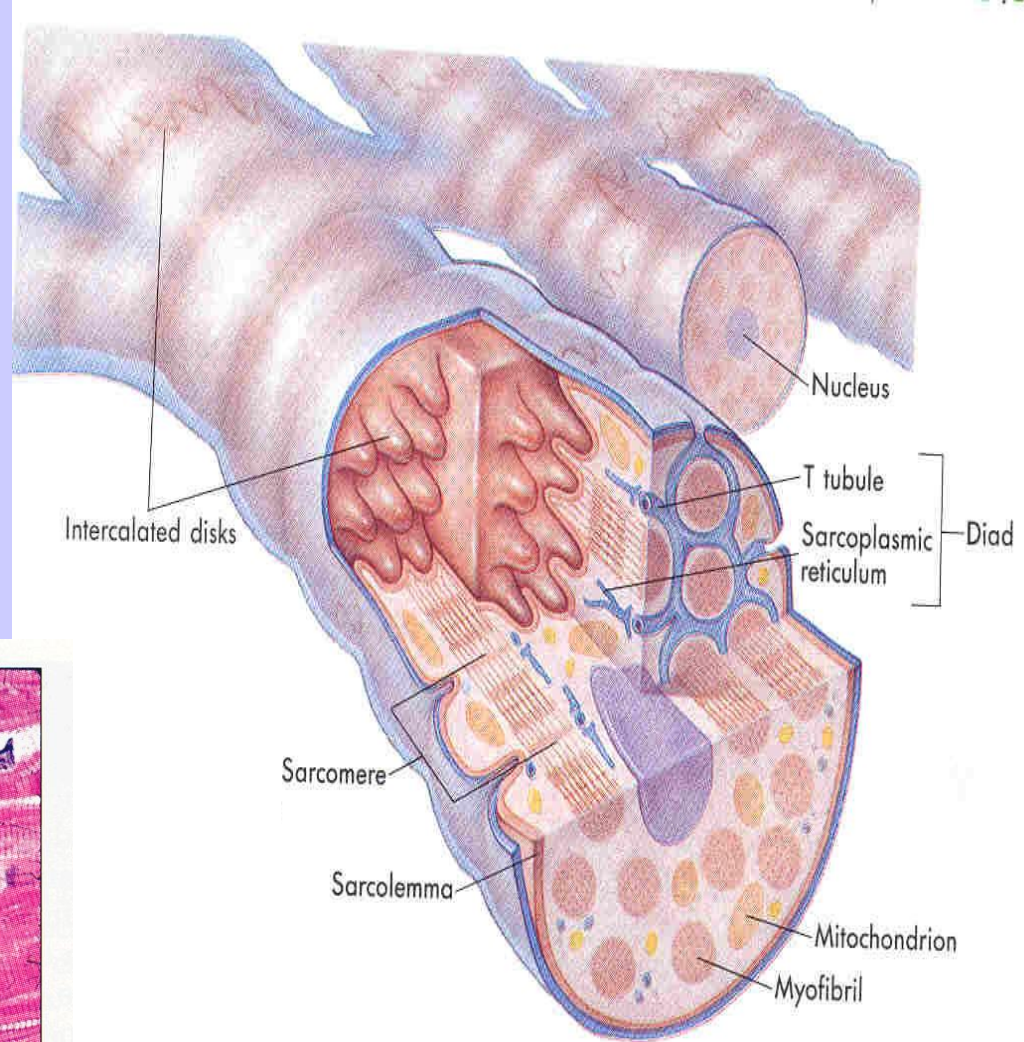
Sistemik ve pulmoner dolaşımdaki basınç ve akım değerleri

	Pulmoner Dolaşım	Sistemik Dolaşım
Sistolde kan basıncı	25 mmHg	120 mmHg
Diastolde kan basıncı	8 mmHg	80 mmHg
Ortalama kan basıncı	17 mmHg	110 mmHg
Kan akımı	100 ml/sn	100 ml/sn
Direnç	0.12 PRU	1 PRU

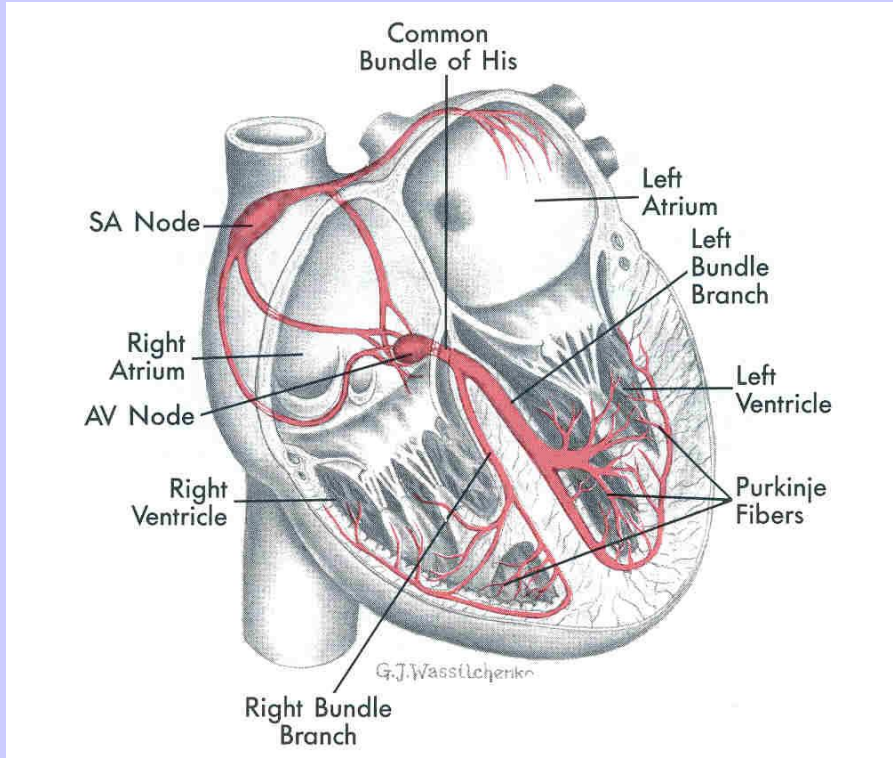
PRU: Periferik rezistans ünitesi; (mmHg/ml/sn)

Kalp kası (myokard)

- Spontan aktivasyon
- Çizgili görünüm
- Tek nükleus
- İnterkale diskler
- Gap junction (oluklu bağlantı)

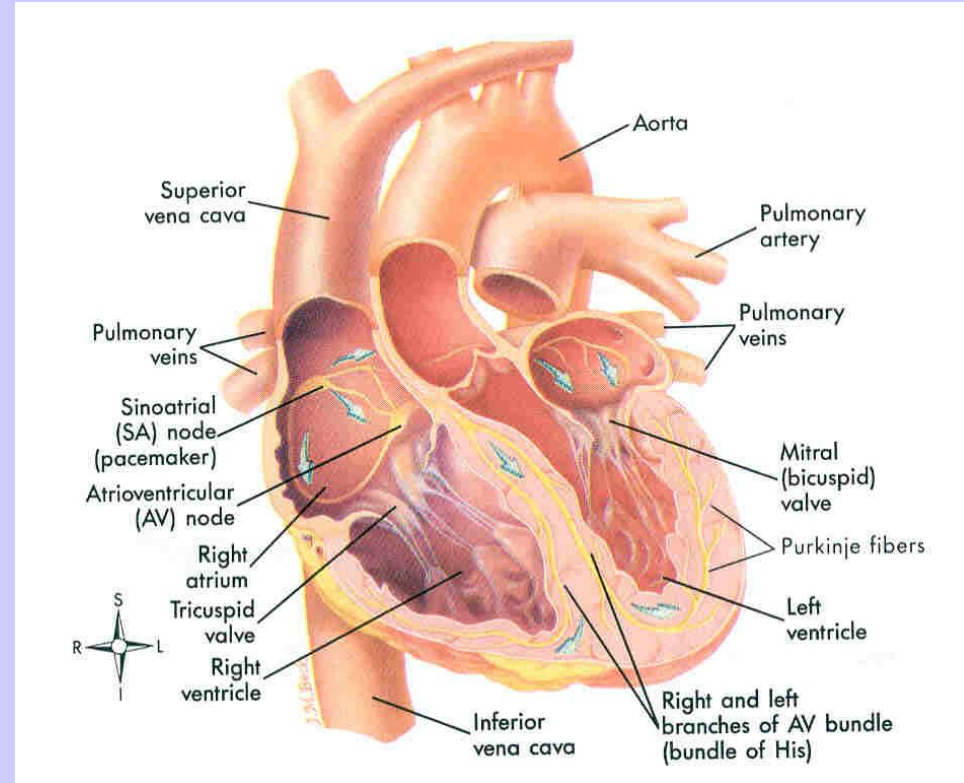


ÖZEL İLETİ SİSTEMİ



- Sinüs düğümünden çıkan uyarı (aksiyon potansiyeli) kalp kası kitlesi içinde belirli bir yol izleyerek yayılır. Bu yola **kalbin özel ileti sistemi** denir

- Sinoatriyal düğüm
- Atriyoventriküler yollar
- Atriyoventriküler düğüm
- His demeti
 - Sağ dal
 - Sol dal
- Sağ dal;
 - Sağ Purkinje liflerine
- Sol dal;
 - Sol Purkinje liflerine
- Miyokard kası



Kalbin kasılmalarını düzenleyen özelleşmiş uyarı ve ileti sistemi

- Normal ritmik uyarıları doğuran *sinüs düğümü-nodu* (aynı zamanda *sinoatriyal* veya *S-A düğümü* olarak da adlandırılır)
- Uyarıları sinüs düğümünden atriyoventriküler (A- v) düğüme ileten düğümlerarası yollar;
 - internodal
- Atriyumlardan gelen uyarıların ventriküllere geçişini geciktiren *A- V düğümü*;
- Uyarıları atriyumlardan ventriküllere ileten *A-V demet*
- Kalp uyarılarını ventriküllerin bütün bölgelerine ileten *sol ve sağ Purkinje lifi demetleri*.

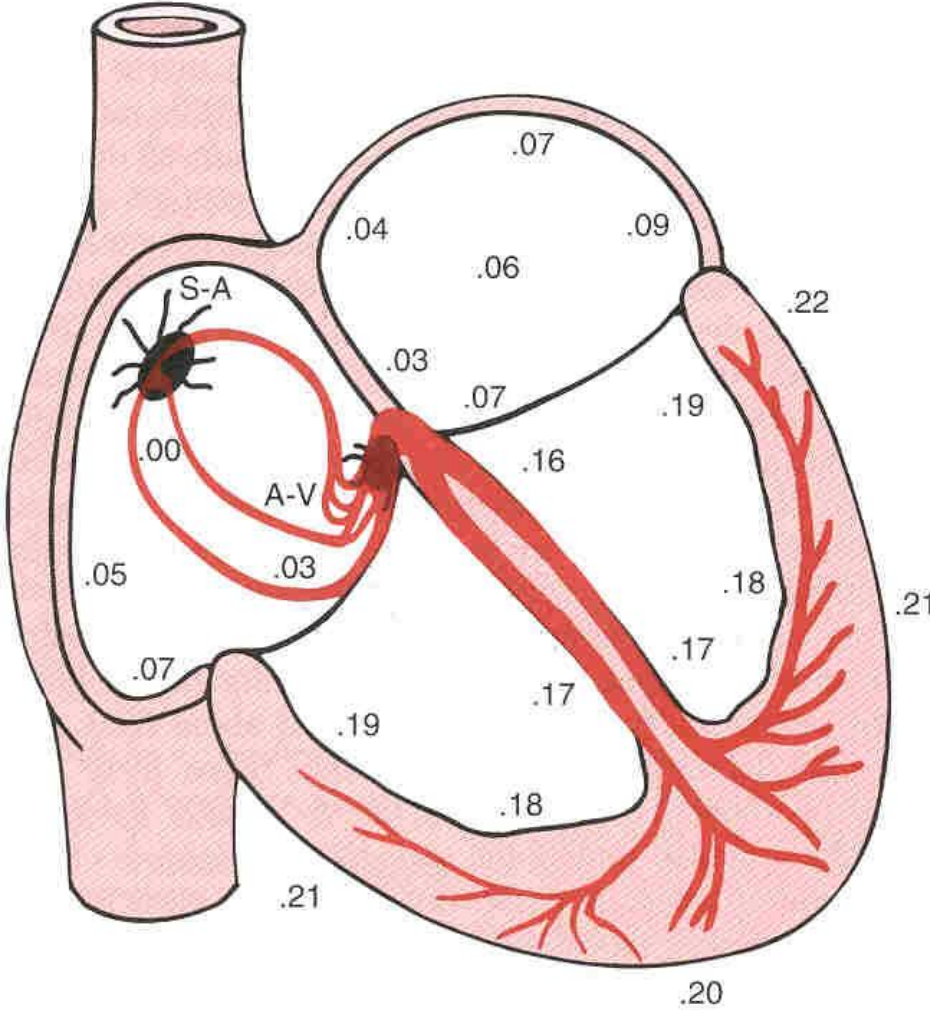
- Kalbin özel ileti sisteminde yer alan bütün hücreler ritmik uyarılar doğurabilirler. Ancak, bu ritmik uyarıların frekansı sinüs düğümünden Purkinje sistemine doğru gidildikçe küçülür

	Ritmik uyarı frekansı
Sinoatrial nod (SA nod)	60-80 /dk
Atrioventriküler nod (AV nod)	40-60 /dk
His-Purkinje sistemi	15-40 /dk

- Kalbin özel ileti sistemindeki hücrelerin uyarıları iletebilme hızları da birbirinden farklıdır. Aşağıdaki tabloda özellikle **en yavaş** ve **en hızlı** bölümlere dikkat edin.

	İleti hızı (metre/saniye)	Kas lifi çapı (mikrometre)
Sinoatrial nod	0.05	3-5
internodal yollar	1	3-15
Atrioventriküler nod	0.05	3-10
His demeti	1	20
Purkinje sistemi	4	30
Ventrikül kası	1	10-12

İleti hızları



- SA'da yavaş
- Atriyum kasında orta
- AV düğümde yavaş
- His demeti ve Purkinje liflerinde çok hızlı
- Miyokard kasında hızlı

KALPTE UYARI LMA VE İLETİNİN DENETLENMESİ

- **Kalbin Uyarı Odağı (Pacemaker) Olarak Sinüs Dügümü**
- Kalp uyarısının doğması ve kalbe yayılması normalde sinüs düğümünden doğar.
- Olağandışı koşullarda durum böyle değildir.
- Çünkü kalbin diğer bölümleri de sinüs düğümü liflerine benzer şekilde ritmik kasılmalar sergileyebilirler.

KALPTE UYARI LMA VE İLETİNİN DENETLENMESİ

- Bu durum, özellikle A-V düğüm lifleri ve Purkinje lifleri için geçerlidir.
- Bir dış odak tarafından uyarılmadıkları zaman A-V düğüm lifleri, kendi iç kaynaklı (intrinsik) ritimleri ile dakikada 40- 60 kez, Purkinje lifleri ise dakikada 15-40 kez ateşleme yaparlar.
- Bu hızlar, sinüs düğümünün normal hızı olan dakikada 70-80 kezden farklıdır.

ANORMAL UYARI ODAKLARI (EKTOPIK PACEMAKER)

- Bazen kalbin farklı bir bölümü sinüs düğümünden daha yüksek bir ateşleme hızı kazanır.
- Bu durum sıklıkla A-V düğüm veya Purkinje lifleri anormal şekilde çalıştıkları zaman meydana gelir.
- Bu iki halde, kalbin uyarı odağı sinüs düğümünden A-V düğüme veya Purkinje liflerine kayar.
- Çok daha nadir durumlarda atriyum veya ventrikül kaslarının bir noktası aşırı derecede uyarılabilirlik kazanır ve uyarı odağı haline gelir.
- Sinüs düğümü dışındaki uyarı odaklarına *ektopik uyarı odağı* adı verilir.

ANORMAL UYARI ODAKLARI (EKTOPIK PACEMAKER)

- Ektopik bir uyarı odağı, kalbin çeşitli bölümlerinin olağandışı bir sıralamayla kasılmalarına neden olur ve kalp pompasının çok zayıflamasına yol açabilir.
- Sinüs düğümünden gelen uyarıların kalbin diğer bölümlerine iletilmesinin kesintiye uğraması, uyarı odağının yer değiştirmesinin başka bir nedenidir.
- Yeni uyarı odağı çoğunlukla A-V düğümde veya A-V demetin ventriküllere doğru ilerleyen geçiş bölümünde ortaya çıkar.

- Ektopik uyarılar sağlıklı kalplerde de meydana gelebilir;
 - Artmış lokal parasempatik sinir sistemi aktivitesi
 - Artmış sempatik sinir sistemi aktivitesi
 - Kafein, katekolaminler gibi uyarıcı ilalardan kaynaklanan aşırı uyarılma
 - Kardiyak iskemi

OTORİTİMİSİTE

- Kalp kası, dışarıdan herhangi bir uyarı almaksızın (örneğin sinirsel yolla) **kendi kendisine** uyarı doğurabilir. Bütün kalp kası hücrelerinde bu yetenek vardır. Ancak, kalbin bazı bölümlerindeki hücrelerde bu yetenek daha gelişmiştir

Kalp ritminin düzenlenmesi

- Sinirsel kontrol
- Endokrin kontrol

Kalp atım hızı

- Nabız = arterdeki basınç dalgası
 - Çocuklar 120 veya daha üzeri
 - Genç kadınlar. 72 - 80 bpm
 - Genç erkekler avg. 64 to 72 bpm
 - Yaşlılıkta tekrar yükselir
- Taşikardi-Tachycardia: dinlenim kalp hızınının 100 üzeri olması
 - stress, anxiety, drugs, heart disease or ↑ body temp.
- Bradikardi-Bradycardia: dinlenim kalp hızınının 60 in altında olması
 - in sleep and endurance trained athletes

KALBİN OTONOM İNNERVASYONU

- Sempatik
kardiyoakseleratör
merkez, kalbi
stimüle eder
- Parasempatik
kardiyoinhibitör
merkez kalbi inhibe
eder.

Sempatik sinirler

- Medulla spinalisin
1-5 torakal
köklerinden çıkar
- N. Accelerantes ile
kalbi hızlandırıcı
sistemi oluştururlar
- Atriyum ve
ventriküllere
yayılır

Parasempatik sistem etkileri

- Kardiyoinhibitör merkez, parasempatik sisteme etkili, kalbi inhibe eder.
- N.vagus
 - Asetilkolin
 - Muskarinik reseptörler
- K geçirgenliğinde artış
- Hiperpolarizasyon ve eşige ulaşma süresinde uzama
- Güçlü vagal uyarı kalbi bir süreliğine durdurabilir

Parasempatik sinirler

- Sağ vagus → SA düğümü,
- Sol vagus → AV düğümü ağırlıklı olarak uyarır
- Sağ N.vagus sinüs düğümünde erken depolarizasyonu önler, AP daha uzun sürer, frekans azalır, negatif kronotrop etki oluşur
- Sol N.vagus, AV düğümde iletimi geciktirir, AP süresi kısalır, Ca'un hücre içine girişi engellenir, negatif inotrop etki oluşur.
- Her ikisi de atriyalara dağılır
- Ventriküllere dağılım yoktur.

Kalbin işlev eğrisi ve otonom inervasyon

- Sempatik aktivasyon kalp debisini artırır
 - Atım hızının artması
 - Kasılma gücünün artması
- P.sempatik aktivasyon kalp debisini azaltır
 - Atım hızının azalması
 - Kasılma gücünün az da olsa azalması

KALP SIKLUSU
ve
BASINÇ DEĞİŞİKLİKLERİ

- Aksiyon potansiyelinin oluştuğu bölümdeki kalp kası kasılır ve normal seyrini tamamladıktan sonra gevşer. Normal kalp çalışması, bu kasılma-gevşeme döngüsüyle ortaya çıkar. Kalp kasınının kasılması, kalp odacıklarınının içindeki kanı sıkıştırarak, kan dolaşımı için itici gücü oluşturan basıncı doğurur.
- Birbirini izleyen kasılma ve gevşemeler döngüsüne **kalp siklusu** denir

KALP SIKLUSU

- Atrium sistolü
 - Ventrikül sistolü
 - İzovolumetrik kasılma
 - Fırlatma fazı
 - Hızlı fırlatma
 - Yavaş fırlatma
 - Ventrikül diyastolü
 - İzovolümetrik gevşeme
 - Doluş fazı
 - Hızlı ventriküler doluş
 - Yavaş ventriküler doluş
- Kalp siklusu 0.8 sn sürer
 - Bu sürenin 0.27 sn'si ventrikül sistolü
 - 0.53 sn'si ventrikül diyastolüdür

- Kalp her sistolde yaklaşık 70 mililitre kan pompalar. Buna **atım hacmi** denir. Atım hacmi, diastol sonu ventrikül hacmi (130 mililitre) ile sistol sonu ventrikül hacmi (60 mililitre) arasındaki farktır.
- **ATIM HACMI = Diastol sonu ventrikül hacmi - Sistol sonu ventrikül hacmi**

- Dakikada 70 atıma sahip olan bir kalp bu süre içinde yaklaşık beş litre kan pompalamaktadır ($70 \times 70 \text{ ml} = 4900 \text{ ml}$). Buna **kalp debisi (cardiac output)** denir. Kalp debisinin pek çok yerde CO olarak kısaltıldığını görebilirsiniz.
- **KALP DEBİSİ= Atım sayısı x Atım hacmi**

- Kalp debisi, gereksinim halinde önemli ölçüde arttırılabilir. Bu değer, günlük yaşam içinde sıklıkla bir kaç katına çıkar. İyi antrene olmuş, elit atletlerde kalp debisi yedi kat kadar artıp, yaklaşık 35 litreye çıkabilir.
- Kalp debisi atım hacmi veya atım sayısı, ya da her ikisi birden arttırılarak değiştirilebilir.
- Kalp debisinin bu değişkenliği normal yaşamın devamı açısından çok önemlidir. Bu düzenlemede iki mekanizma rol oynar:
 - İntrensek otheregölasyon
 - Otonom sinir sistemi aracılıklı kontrol

Kalb Debisinin düzenlenmesi

- İstirahatte pompalanan kan
 - $\cong 5$ lt
- Egzersiz durumunda
 - $\cong 35$ lt'ye kadar
- İntrensek düzenlenme
 - Ön yük
 - Arka yük
 - Frank Starling yasası
- Ekstrensek düzenlenme
 - Sempatik sistem
 - Parasempatik sistem