

# DOLAŞIM SİSTEMİ

Öğr. Gör. Seher EROL ÇELİK

# DOLAŞIM SİSTEMİNİN BİLEŞENLERİ VE FONKSİYONLARI

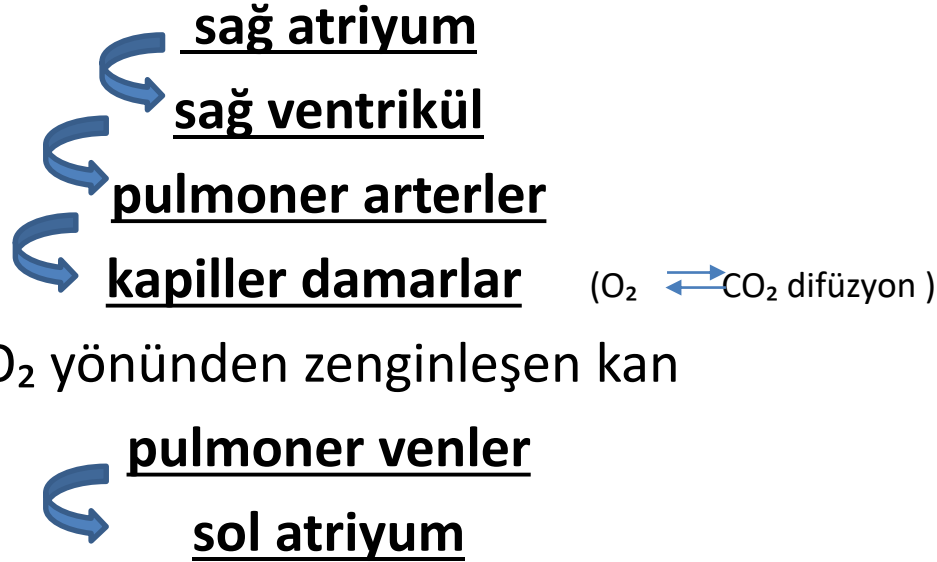
## Kalbin Yapısı:

- Kalp 4 odacıktan oluşur.
- Sağ ve sol **atriyum**lara venöz sistemden kan gelir.
- Sağ ve sol **ventrikül** ise kanı arteriyel sisteme pompalar.

- Sağ atriyum ve ventrikül (sağ kalp), sol atriyum ve ventrikülden (sol kalp), **septum** olarak adlandırılan bir duvar (bölme) ile ayrılır.
- Septum normalde sağ ve sol kalpteki kanın karışmasına engel olur.
- Sağ ventrikül → kanı akciğerlere pompalarken,  
Sol ventrikül → O<sub>2</sub> 'lenmiş kanı tüm vücuda pompalar.

# Pulmoner ve Sistemik Dolaşım:

- O<sub>2</sub> miktarı azalan ve CO<sub>2</sub> miktarı artan kan



Sağ ventrikülden çıkan kanın akciğerlerden geçerek sol atriyuma geldiği bu dolaşıma **pulmoner dolaşım** adı verilir.



# Atriyoventriküler (AV) kapaklar:

- **Triküspit kapak** sağ atrium ile sağ ventrikül arasında bulunur ve üç kapakçıktan oluşur.
- **Mitral (biküspit) kapak** ise sol atriyum ve sol ventrikül arasında bulunur ve iki kapakçıktan oluşur.

# Semilunar kapaklar:

- Semilunar kapaklar, pulmoner arter ve aortun kalbi terk ettiği çıkışlarda bulunur
  - ***pulmoner kapak***
  - ***aort kapağı***
- Bu kapaklar ventriküllerin kasılması sırasında açılarak kanın pulmoner ve sistemik dolaşıma geçmesine izin verirler.
- Ventriküller gevşeyince sağda pulmoner arter basıncı sağ ventrikülden ve solda aort basıncı sol ventrikülden yüksek olduğu için semilunar kapaklar kapanarak kanın ventriküllere geri kaçmasına engel olurlar.

# Kalp Döngüsü:

- Kalp döngüsü kalbin tekrarlayan kasılma ve gevşemelerinden oluşur.
  - Kalbin kasıldığı evreye **sistol**, gevşediği evreye ise **diastol** adı verilir. (ventriküllerin sistolü veya diastolü anlamına gelir. Atriyumların da sistol ve diastol evreleri vardır.)
  - Ventriküller sistoldeyken atriyumlar diastoldedir.
  - Atriyumların sistolü ventrikül diastolünün sonuna doğru gerçekleşir.
  - Dolayısıyla kalbin pompalama fonksiyonu iki aşamalıdır.
  - Sağ ve sol atriyum hemen hemen aynı zamanda kasılırken, bundan 0,1 ile 0,2 sn sonra sağ ve sol ventrikül birlikte kasılır.
  - Atriyum ve ventriküllerin birlikte gevşek olduğu zaman boyunca venöz dönüş atriyumları kan ile doldurur.
- Artan basınç AV kapakların açılmasına ve kanın ventriküllere geçmesine neden olur.

# KALP SESLERİ:

- Birinci kalp sesi ventriküllerin izovolümetrik kontakasyonu sırasında AV kapakların kapanması ile oluşur ve “lap” sesi olarak algılanır.
- İkinci kalp sesi, ventrikül basıncı sağda pulmoner arter ve solda aort basıncının altına düşünce semilunar kapakların kapanması ile oluşur ve “dap” sesi olarak algılanır.
- **Birinci kalp sesi** ventriküllerin kasıldığı **sistol** evresinde,
- **İkinci kalp sesi** ise ventriküllerin gevşediği **diastol** evresinde



# KALBİN ELEKTRİKSEL AKTİVİTESİ ve ELEKTROKARDİYOGRAM:

- Miyokard hücreleri kısa, dallanan ve yarık bağlantılar ile birbirine bağlanan hücrelerdir.
- Yarık bağlantılar sinapslar gibi fonksiyon görür.

- Yarık bağlantılar ile birbirine bağlanan miyokard hücrelerinin tamamına **miyokardiyum** adı verilir.
- Miyokardiyum tek başına bir ünite olarak işlev görür → bu hücrelerden herhangi birinde oluşan aksiyon potansiyeli tüm hücrelere yayılır.
- Atriyumların ve ventriküllerin miyokardiyumları birbirinden kalbin fibröz iskeleti ile ayrılmıştır.
- Uyarılar öncelikle atriyumlarda oluşur → atriyumlar ventriküllerden önce uyarılmış olur.

- Kalpte kendi başına elektriksel aktivite üretme özelliğine sahip üç bölge bulunur. *Bunlar sırasıyla;*

### **I. Sinoatrial (SA) düğüm**

### **II. Atrioventriküler (AV) düğüm**

### **III. Purkinje hücreleri**

# **KALBİN İLETİ SİSTEMİ**

# KALBİN İLETİ SİSTEMİ:

- SA (sinoatrial) düğümden çıkan aksiyon potansiyelleri sağ ve sol atriyumdaki komşu miyokard hücrelerine yarık bağlantılar aracılığı ile yayılırlar (interkale disk → gap junction).
- fibröz iskeleti ile ayrılmış olduğu için bu uyarı doğrudan ventriküllere iletilemez.

- Özelleşmiş miyokard hücrelerinden oluşan ileti sistemi bu uyarıların taşınmasından sorumludur.

- Bu ileti sistemi;

**I. SA (sinoatrial)**

**düğüm,**

**II. AV (atrioventriküler)**

**düğüm,**

**III. His demeti ve**

**IV. Purkinje liflerinden**

**oluşmaktadır.**

# Uyarının İletilmesi:

- SA düğümünden çıkan aksiyon potansiyeli atriyumlarda çok hızlı bir şekilde, yaklaşık 0,8-1,0 metre/saniye (m/sn) hızla yayılır.
- AV düğüme geldiğinde önemli derecede yavaşlar ve hızı 0,03-0,05 m/sn kadar düşer.
- AV düğümde görülen bu yavaşlama atriyumlar ile ventriküllerin uyarılması arasındaki zaman farkının yarısından sorumludur.
- AV düğümünü geçen uyarılar His demetinde hızlanır ve Purkinje liflerinde 5 m/sn hıza kadar ulaşır.
- Uyarıların bu şekilde hızla iletilmesi sonucunda ventrikül kasılması atriyum kasılmasından 0,1-0,2 sn sonra başlar.

# Elektrokardiyografi (EKG):

- Kalbin elektriksel aktivitesinin vücut yüzeyinden deriye yerleştirilen elektrotlar ile yazdırılmasına elektrokardiyografi (EKG) denir.



**KAN DAMARLARI –  
LENFATİK SİSTEM –  
KALP DEBİSİ**

# KAN DAMARLARI:

- Kalpten pompalanan kan çapları giderek küçülen damarlardan geçer.
- Bu damarlar sırasıyla **arter**, **arteriyol** ve **kapiller** adını alırlar.
- **Kapiller damarlar** mikroskopik damarlardır ve arteryel kan akımını venöz kan akımına bağlarlar.
- Kalbe dönen kan çapları giderek büyüyen damarlardan geçer ve bu damarlar sırasıyla **venül** ve **ven** adını alırlar.

# ARTERLER:

- Ana arter olan aort ve diğer büyük arterlerde tunica mediadaki düz kas hücreleri arasında çok sayıda **elastin lif tabakası** bulunur.
- Bu büyük elastik arterler ventrikül sistolü sonrası artan kan basıncı nedeniyle genişlerler; ventrikül diastolü sırasında kan basıncı azalırken elastik özellikleri nedeni ile eski çaplarına geri gelirler.
- İşte bu elastiklik kalp döngüsünün en uzun süren evresi olan diastol sırasında kanı ilerleten kuvvettir.

- **Kapiller** damarlar en dar çaplı (7-10 mikrometre) kan damarlarıdır.
- Dokular ile kan arasındaki gaz ve besin alışverişi **kapiller** damarlarda gerçekleşir.

# Kapiller Damarlar:

- Arteriyel sistem çok miktarda dallanarak, vücutta bulunan yaklaşık 10 milyar kapiller damara kan ulaştırır.
- Kapiller damar ağı çok gelişmiştir ve vücutta kapiller damara en uzak hücre ancak 60-80 mikrometre uzaklıktadır.

# Kapiller Damarların Tipleri:

- Farklı organlar yapısal farklar gösteren farklı kapiller damarlar içerir.
- Endotel özellikleri açısından kapillerler;
  1. Olağan
  2. Pencereli
  3. Sinüzoidal

# Venler:

- Toplam kan hacminin büyük bir bölümü venöz sistemde bulunur.
- Kan akımına direnç gösteren arterlerin tersine, venler fazla miktarda kan ulaşınca genişlerler.
- Arterlerdeki ortalama basınç 100 mmHg iken venlerde 2 mmHg 'dır.
- Bu değerler kanın damar duvarına uyguladığı hidrostatik basınç değerleridir.
- kalbe venöz kan dönüşü büyük ölçüde kas aktivitesine bağlıdır.

# LENFATİK SİSTEM:

- Lenfatik sistemin üç temel görevi vardır.
  1. Kandan filtre olarak oluşan intertisyel sıvıyı kana geri taşır.
  2. İnce bağırsaktan emilen yağları kana taşır.
  3. Lenfosit adı verilen hücreleri bağışıklık sisteminde görev alır.



# KALP DEBİSİ:

- Kalp debisi her bir ventrikülün dakikada pompaladığı kan hacmidir.

# Kalp Atım Hızının Düzenlenmesi:

- Kalp, miyokard hücreleri canlı kaldığı sürece sinir sisteminin hiçbir etkisi olmasa da çalışmaya devam eder.
- Kalbin bu otomatik ritmi SA düğümde bulunan pacemaker hücrelerinin diastol sırasında spontan depolarizasyonuna bağlıdır.

# Kalp Atım Hacminin Düzenlenmesi:

- Kalp atım hacmi üç değişken ile düzenlenir.
  - I. Diyastol sonu hacim (DSH): Diyastol sonunda ventriküllerde bulunan kan hacmi.
  - II. Toplam periferik direnç (TPD): Arterlerde kan akımına direnç.
  - III. Ventriküllerin kasılma gücü.

# FRANK-STARLING YASASI:

- Diyastol sonu hacim ile ventrikül kasılma gücü arasındaki ilişki ilk kez Otto Frank ve Ernest Starling tarafından gösterilmiştir.
- Bu olay kalbin kasılma gücünün ve atım hacminin intrinsek kontrolü ile ilgilidir.

- Kalbin vücuttan tamamen ayrıldığı, sinirsel ve endokrin etkilerin ortadan kaldırıldığı deney düzenleğinde kalbe fizyolojik sınırlar içinde diastol sonu hacmi yükseltecek şekilde kan pompalanması, kalbin kasılma gücünü ve dolayısıyla atım hacmini arttırmasına neden olur; bu olay **Frank-Starling Yasası** olarak adlandırılır.

# VENÖZ DÖNÜŞ:

- Diastol sonu hacim ve buna bağlı olarak atım hacmi ve kalp debisi, kanın venler ile kalbe dönüşünü etkileyen faktörler tarafından kontrol edilir.
- Atriyum ve ventriküllerin venöz kanla dönüş hızı toplam kan hacmine ve venöz basınca bağlıdır.
- Venöz basınç, kanı kalbe doğru hareket ettiren güçtür.

**KAPİLLER DAMARLAR ve DOKU ARASINDA  
SIVI ALIŞVERİŞİ –  
KAN AKIMINI DÜZENLEYEN  
FİZİK KURALLARI –  
KALP ve İSKELET KASLARINDA KAN AKIMI**

# KAPİLLER DAMARLAR VE DOKU ARASINDA SIVI ALIŞVERİŞİ:

- Ekstrasellüler sıvının kan plazması ve interstisyel sıvı arasındaki dağılımı bir dinamik denge durumundadır.
- İnterstisyel sıvı doku içinde göllenmiş ve değişim göstermeyen bir sıvı değildir; aksine sürekli olarak kapiller damarlardan bir miktar plazma doku içine sızarken bir miktar interstisyel sıvı damar içine geçer.



- İnterstisyel sıvının bu şekilde sürekli sirkülasyonu dokuyu oluşturan hücrelere yeterli glikoz ve diğer plazma eriyiklerinin ulaştırılmasını ve atık maddelerin dokudan uzaklaştırılmasını sağlar.

- **Net filtrasyon basıncı**, kanın kapiller içinde uyguladığı hidrostatik basınç ile kapiller dışındaki interstisyel sıvının hidrostatik basıncının farkına eşittir.

- Plazma proteinleri tarafından oluşturulan ozmotik basınca **plazma kolloid ozmotik basıncı** adı verilir ve **interstisyel kolloid onkotik basıncından** yüksektir.
- Bu iki ozmotik basınç değeri arasındaki farka **onkotik basınç** denir.

# Kan Akımı ve Damar Direnci:

- Her dakika kalbin pompaladığı kan miktarı venöz dönüş miktarına eşittir.
- Kalp debisi dakikada yaklaşık 5-6 lt 'dir.
- Organlar kan akımına farklı düzeylerde direnç gösterir.
- Bu nedenle kalp debisi organlara farklı oranlarda dağılır.

# KAN AKIMINI DÜZENLEYEN FİZİK KURALLARI:

- Damar sistemi içinde kan akımı, damarın iki ucu arasındaki basınç farkına bağlıdır.
- Kan, basıncın yüksek olduğu uçtan düşük olduğu tarafa doğru hareket eder.
- Kan akımının hızı iki taraf arasında basınç farkı ile doğru orantılıdır.
- aort ile vena kava'nın atriyuma açıldığı yerdeki basınç farkına bağlıdır.

- *Kan akımı* bu basınç farkı ile doğru orantılıyken damarların kan akımına gösterdiği *direnç ile ters* orantılıdır.
- Bir damarın kan akımına olan direnci damarın uzunluğu ve kanın vizkozitesi (yoğunluğu) ile **doğru orantılıyken**; damarın yarıçapının dördüncü kuvveti ile **ters orantılıdır** ( $r^4$ ).
- Fizyolojik koşullar altında kan vizkozitesi ve damar uzunlukları oldukça sabittir.
- Dolayısıyla kan akımına damar direncinin belirlenmesinde **en önemli faktör damarın yarıçapıdır**.

- Sonuçta bir organda kan akımını düzenleyen iki önemli fizyolojik etken ortalama kan basıncı ve damar direncidir.
- Sabit bir kan basıncı değerinde herhangi bir organa gidecek kan miktarı küçük arterler ve arteriollerin **vazokonstriksiyonu** ve **vazodilatasyonu** ile düzenlenir.

# Toplam Periferik Direnç:

- Toplam periferik direnç, sistemik dolaşımdaki tüm damarların damar direncinin toplamıdır.
- Arteriyel kan akımı açısından kan bir organdan geçtikten sonra kalbe dönmeden başka bir organdan geçmez.
- Dolayısıyla bir organda görülen damar direnci değişikliği sadece o organı etkiler.



# KALP VE İSKELET KASLARINDA KAN AKIMI:

- Sağkalım için kalbe ve beyne giden kan akımının her zaman belli bir düzeyin üzerinde olması gerekir.
- Acil durumlarda iskelet kaslarının ani yanıt verebilmesi ve aktivitelerini devam ettirebilmesi de ayrıca önemlidir.
- Bu gibi durumlarda kalbe ve beyne giden kan miktarı değiştirilmeden, iskelet kasına yöneltilen yüksek kan akımının korunması gerekir.
- Bu kalp debisinin arttırılması ve iç organlar ile deriye ulaşan kan akımının azaltılması ile sağlanır.

# Egzersiz Sırasında Dolaşım Sisteminde Görülen Değişiklikler:

- Egzersiz sırasında iskelet kasında damar direnci azalırken, viseral organlarda ve deride artar.
- Bu artış adrenerjik lifler aracılığı ile oluşan vazokonstriksiyona bağlıdır.

➤ Egzersiz sırasında iskelet kasında görülen artmış kan akımı üç etkinin aynı anda oluşması ile sağlanır:

1. Kalp debisinin artması,
2. Egzersiz yapan kaslarda metabolik vazodilatasyon,
3. Kanın viseral organlardan ve deriden iskelet kasına yönlendirilmesi.

- Beyne giden kan akımı ise büyük ölçüde sabit tutulur.
- Hafif ve orta derece egzersizde beyin akımı bir miktar artarken ağır egzersizde hiperventilasyona bağlı olarak azalan CO<sub>2</sub> seviyeleri nedeniyle bir miktar azalabilir.

# **BEYİN ve DERİDE KAN AKIMI – KAN BASINCI**

# BEYİN VE DERİDE KAN AKIMI:

- Beyin ve deride kan akımı birbirine oldukça zıt özellikler taşır.
- Serebral kan akımı baskın olarak intrinsek mekanizmalar ile düzenlenirken deride ekstrinsek mekanizmalar baskındır.
- Serebral kan akımı mümkün olduğunca sabit tutulurken deri kan akımı değişikliklerinin en çok görüldüğü organdır.
- Beyin düşük kan akımına toleransı en düşük organ iken deri en yüksek olan organdır.

# SEREBRAL KAN AKIMI:

- Beyne O<sub>2</sub> ulaşmadığında saniyeler içinde bilinç kaybı, birkaç dakika içinde ise geri dönüşü olmayan beyin hasarı oluşur.
- Bu nedenle serebral kan akımı yaklaşık 750 ml/dak 'da sabit tutulur ve bu dinlenim durumunda kalp debisinin % 15 'ine karşılık gelir.

- Normal kan basıncı değerlerinde serebral kan akımı otonöregülasyon adı verilen lokal intrinsek mekanizmalar ile düzenlenir.
- Otonöregülasyonda şu iki mekanizma görev alır:

I. Serebral Kan Akımının Miyojenik Düzenlenmesi,

II. Serebral Kan Akımının Metabolik Düzenlenmesi.



# KÜTANÖZ (DERİ) KAN AKIMI:

- Deri, vücut sıcaklığının dış ortamda görülen sıcaklık değişikliklerinden en az şekilde etkilenmesini sağlar. Bu olaya *termoregülasyon* denir.
- Vücut sıcaklığı ortam sıcaklığını geçtiğinde deri kalınlığı ve büyük yüzey alanı ile etkili bir radyatör görevi üstlenir.
- Vücuttan dış ortama ısı transferi, deri yüzeyinde bulunan kapiller halkalardan sıcak kanın geçmesi ile sağlanır.
- Kütanöz kan akımı vücut sıcaklığını 37 °C 'de tutmak üzere değişiklik gösterir.
- Düzenlenme kütanöz arteriyollerde dilatasyon veya konstrüksiyon ile deride bulunan arteriyovenöz anastamozlar aracılığı ile gerçekleşir.

# KAN BASINCI:

- Arteriyel sistemde kan akımına en yüksek direnç, çapı en küçük olan arteriyollerde oluşur.
- Bir arteriyol ağından geçen toplam kan miktarı, o arteriyol ağını besleyen arterden geçen kan miktarına eşit olmak zorundadır.
- Ancak her arteriyol içinden geçen kan miktarını çapı oranında azaltır.
- Dolayısıyla kapillere ulaşan kan akımı ve basıncı azalmış olur.
- Kapillerde yavaşlayan ve basıncı azalan kan ile doku arasında difüzyon daha kolay gerçekleşir.
- Diğer yandan arteriyolden önceki arterde kan basıncı artmış olur.