

DOLAŞIM SİSTEMİ

Histoloji ve Embriyoloji Anabilim Dalı

- Asıl fonksiyonu; kan ile oksijen ve besin maddelerinin dokulara taşınması,
- CO₂ ve diğer artık maddelerin dokulardan uzaklaştırılmasıdır.
- Vücut ısısının düzenlenmesi,
- Hormon ve antikorların taşınması gibi görevleri de üstlenir.
- KAN DOLAŞIM SİSTEMİ ve LENF DOLAŞIM SİSTEMİ olmak üzere iki fonksiyonel bölümden oluşur.

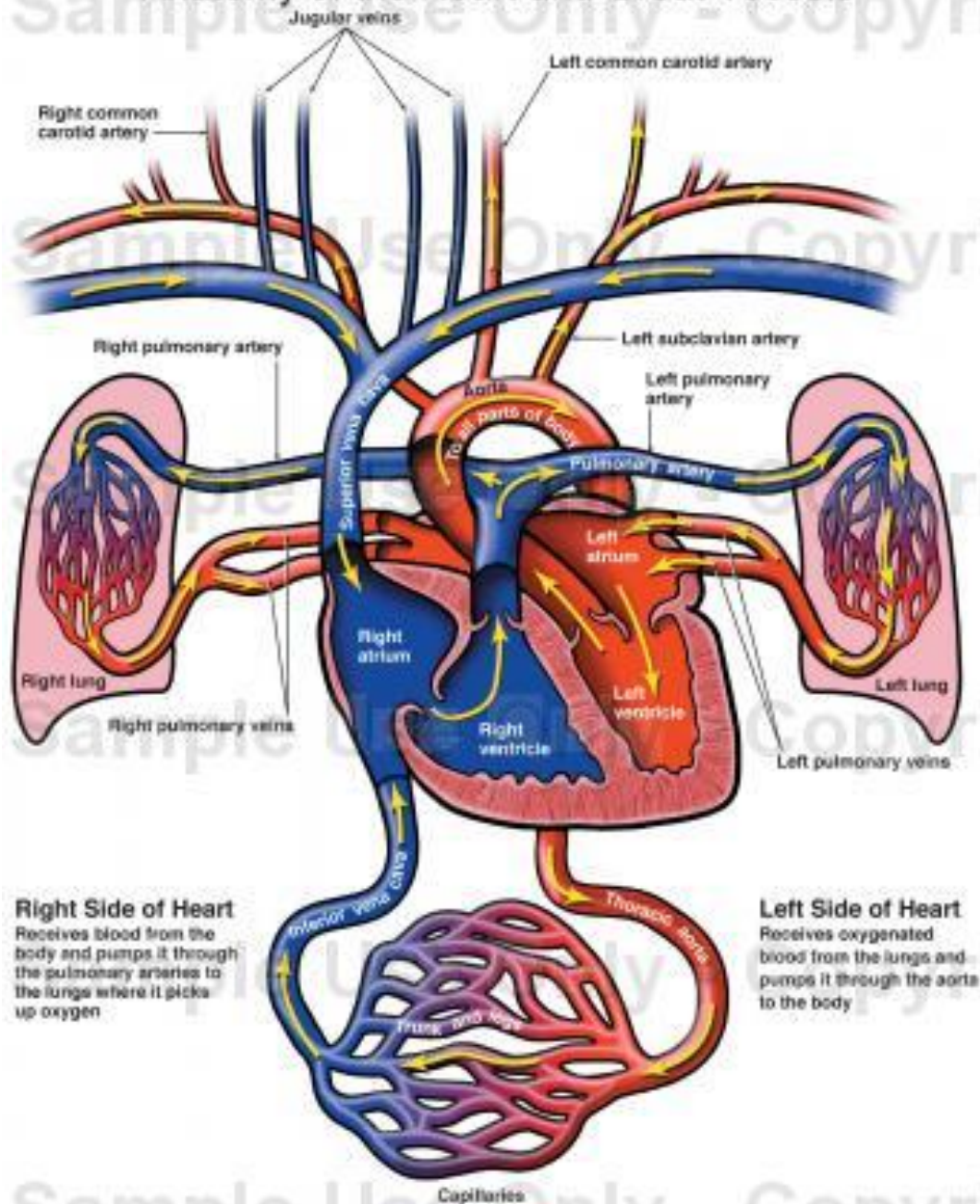
Kan Dolaşım Sistemi:

Kalp tarafından pompalanan kanın damar sisteminde dolaşımını sağlar.

Kanı kılcallara kadar taşıyan sistem **Arteriyel sistem**, Kanı kılcallardan kalbe getiren bölüm **venöz sistem** olarak isimlendirilir.

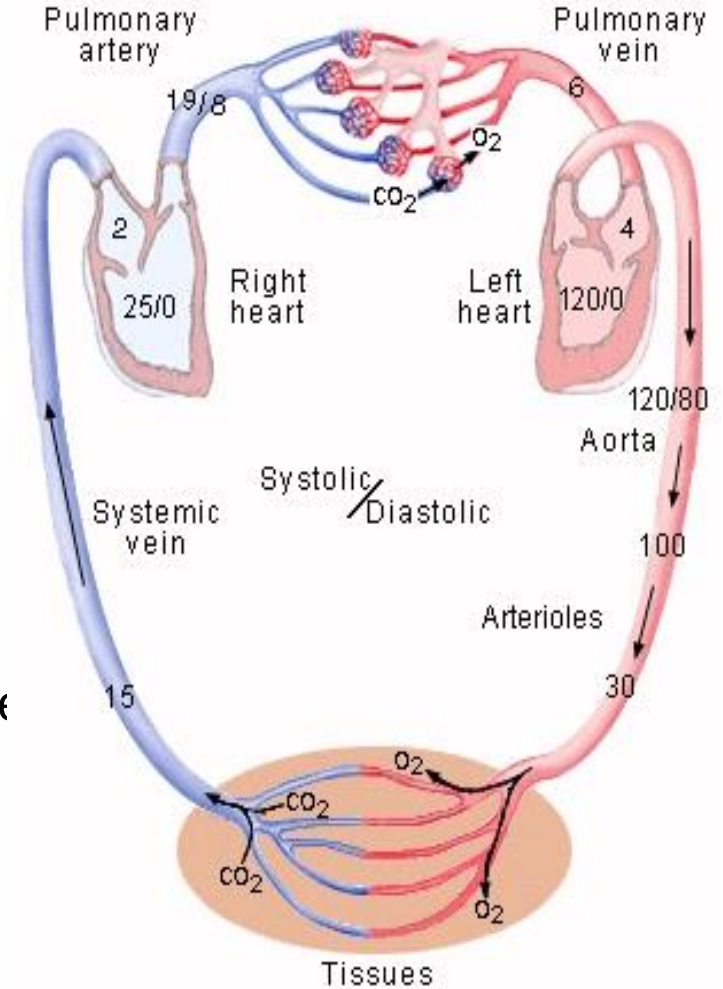
Lenf Dolaşım Sistemi: Kendi içinde pompalama mekanizmasına sahip olmayan sadece dokular arası sıvının kan dolaşımına geri dönüşünü sağlayan drenaj sistemidir.

Anatomy of the Heart and Great Vessels



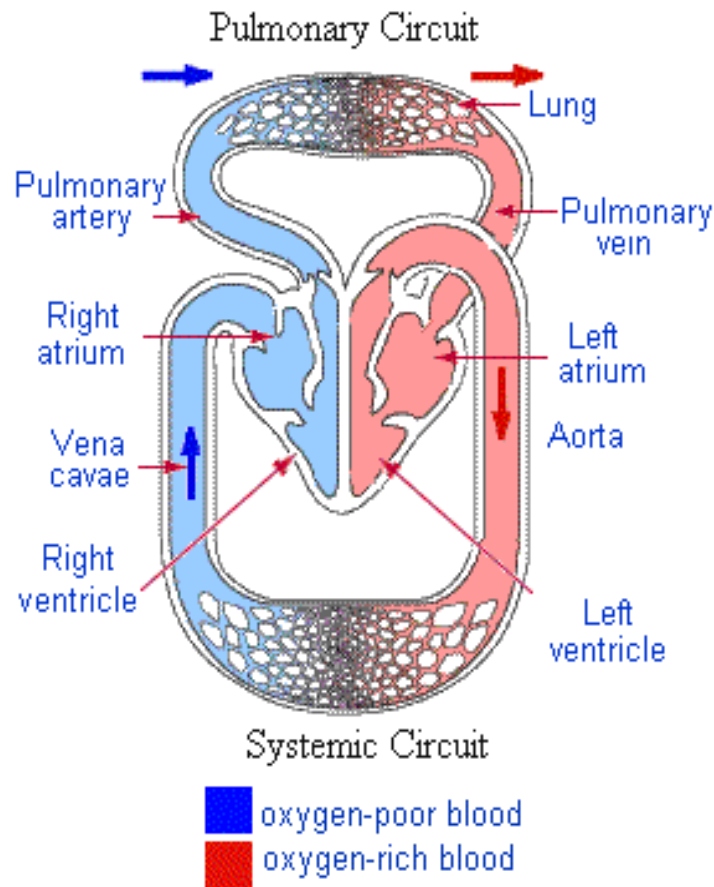
SİSTEMİK DOLAŞIM

- Temiz kanın tüm hücre ve dokulara götürüldüğü ve kirli kanın geri getirildiği dolaşımdır.
- Kalp ve vücut arasında gerçekleşir.
- Kalbin sağ tarafı kirli kanı, sol tarafı temiz kanı taşır.
- Kan sol ventrikülden aort ile çıkar tüm bedeni dolaştıktan sonra sağ atriuma vena cava inferior ve superior ile gelir.
- Kalbe geri dönen bu kan oksijeni azalmış CO₂ i artmış kirli kandır.



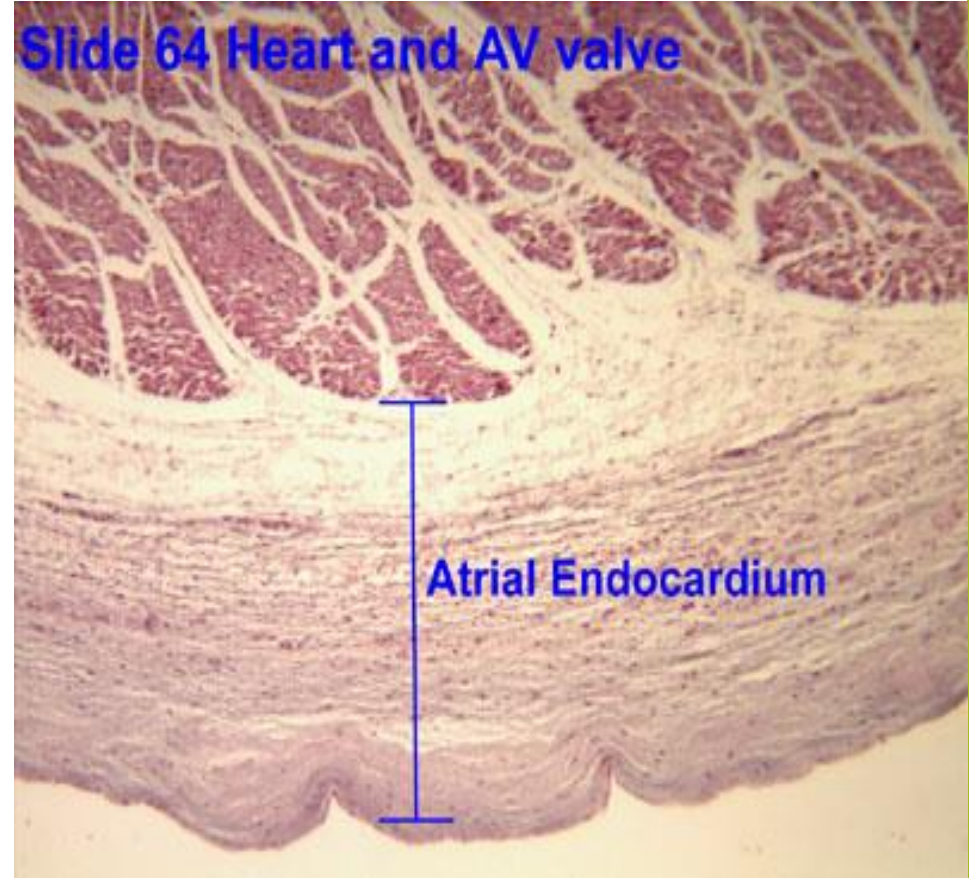
Pulmoner (Küçük) Dolaşım:

- Sağ atriumdaki kirli kan sağ ventriküle geçer, burdan çıkan a. pulmonaris ile akciğerlere gider, akciğerlerde temizlenen kan pulmoner venler ile sol atriuma oranda sol ventriküle geçer. Sol ventrikülden tekrar aort ile vücuda yayılır.



KALP

- Kanı dolaşım sistemine pompalayan kas kitlesinden oluşmuş bir endotel tüptür.
- Atriyal Natriüretik Faktör retir.
- Duvarı 3 tabakadan oluşur
- **ENDOKARDİUM:**
 - TKY **endotel** rts ve onun altındaki gevşek baē doku olan **subendokardium**dan oluşur.
 - Subendokardium düz kas ve elastik ve kollajen liflerden oluşur. Ayrıca bu tabakada küçük kan damarları, sinirler ve iletiçi sisteme ait demetler (**Purkinje telleri**) bulunur.



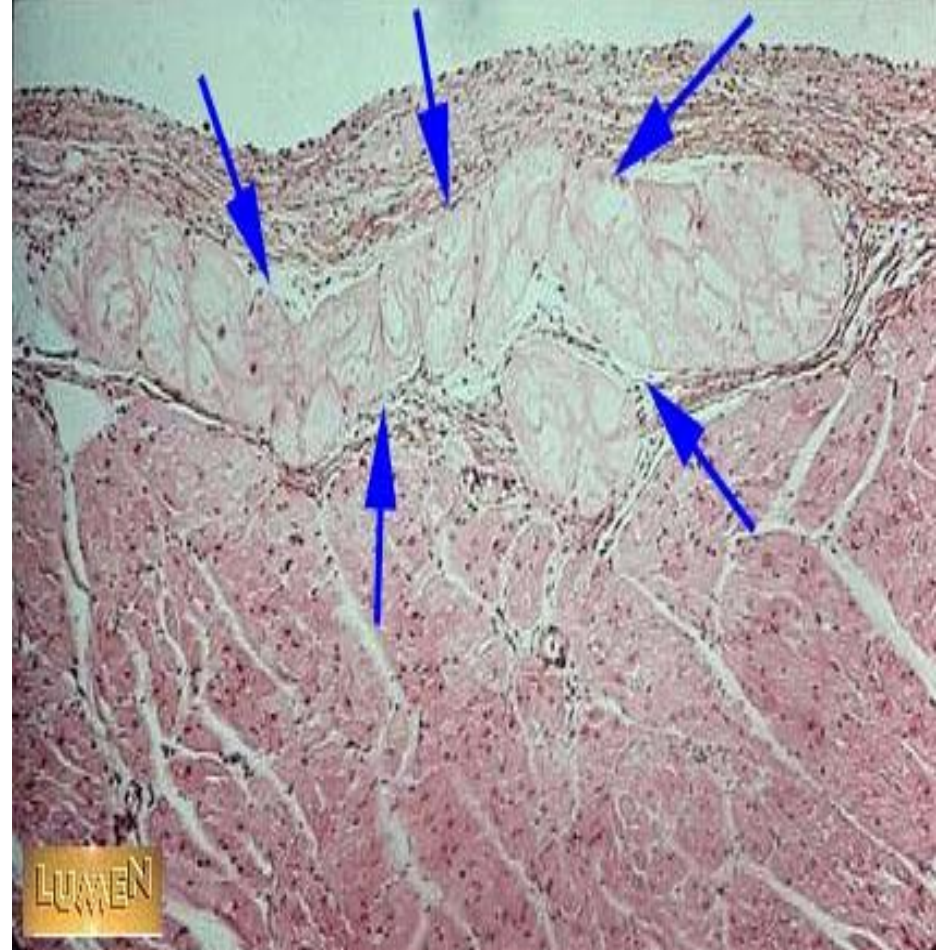
•Purkinje lifleri

- AV düğümünden çıkarak yayılan impuls iletici kalp liflerinin demetleridir.

- Bunlar interventriküler septumu örten endokardiumun altında (subendokardium) bulunurlar.

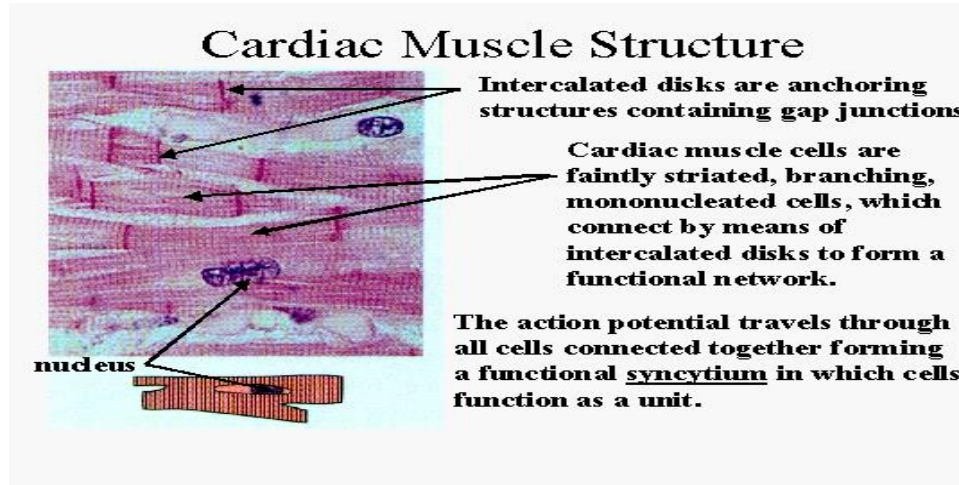
- Kalp kası lifleri gibi çizgilidir ve interkalat diskler ile bağlıdır, kalp kası liflerinden farklı yerleşimleri, onlardan daha büyük çaplı olmaları ve bol glikojen içeren, daha soluk boyanan sitoplazmaları ile ayrılabilirler.

- Myofibril sayıları azdır.



MYOKARDİUM:

Ventrikülün myokardı atriumunkinden daha kalındır.



EPİKARDİUM:

- Kalbi saran seröz bir zardır, perikarddan gelişir.
- Perikard kalp kesesinin duvarını (pariyetal yaprak) oluşturduktan sonra kalbin üzerine geçer ve visseral yaprak (epikard) olarak onu da örter.
- Epikard iç fibröz ve dış seröz tabakadan oluşur. Seröz tabakası perikardın visseral yaprağıdır. TKY epitel (mezotel) ile örtülüdür.
- Mezotel ile myokard arasında elastik ipliklerden zengin bir bağ doku bulunur.

Kalbin Fibröz İskeleti:

Kalbin merkezinde bulunan, kalp kası hücrelerinin köken aldığı ve kalp kapakçıklarının temelini oluşturan sıkı bağ dokusudur.

Fibröz iskelet; kalbin yapısal çatısını oluşturmakla beraber atrium ve ventriküllerin myokard tabakaları arasını da ayırır.

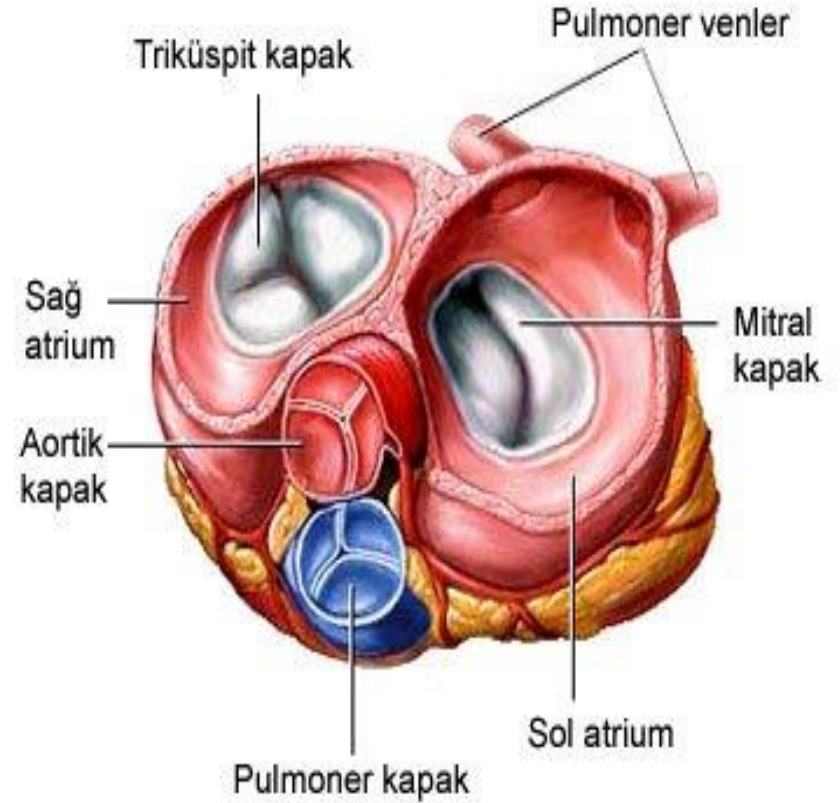
Başlıca bileşenleri;

- 1. Anuli Fibrozi***
- 2. Trigonom Fibrozi***
- 3. Septum Membranaceum***

Kalp kapakları

Her 2 tarafında endotel tabakası bulunan elastik ve kollojen liflerden oluşan sıkı bağ dokusudur.

- Pulmonal kapaklar: Vena pulmonalis çıkışında
- Aortik kapak: Aorta çıkışında
- Mitral kapak (bikuspid): Sol atrium-ventrikül arasında
- Trikuspid kapak: Sağ atrium-ventrikül arasında



Kalbin Histofizyolojisi:

Kalp sinir sisteminden bağımsız, özelleşmiş 2 iletici sisteme sahiptir;

➤ **1. SA Düğüm:** Kalp kasının kasılmasını sağlayan elektriksel uyarıları oluşturur. V. Cava superiorun sağ atriuma girdiği yere yakındır. Kalbin pace maker'ı olarak da isimlendirilir.

➤ **2. SA düğümünden çıkan uyarılar **Atrioventriküler (AV) düğümde**** toplanır, güçlenir ve atrioventriküler bantlar aracılığı ile fibröz iskeletten ventriküllere geçer, kollara ayrılarak purkinje tellerinde sonlanır.

- AV hücreler kalp kası hücrelerinden daha küçük, purkinje hücreleri ise kalp kası hücrelerinden daha büyüktür. Bu hücrelerde iletim hızı kalp kası hücrelerinden 4 kat daha fazladır.
- Konraksiyon atriyumda başlar, kan kuvvetle ventriküllere gönderilir, kan ventriküllerden kuvvetle aort ve arteriya pulmonalise gönderilir.
- Kalp fonksiyonları otonom sinirler tarafından düzenlenir. Sempatik sinirler, kontraksiyonları artırır, Parasempatik sinirler kontraksiyonları azaltır.

KAN DAMARLARI

- **Büyük Damar Ağı** (çapı 0.1 mm den büyük olan)
 - Büyük arteriyoller,
 - Müsküler ve elastik arterler
 - Müsküler venler
- **Küçük Damar Ağı** (yalnız mikroskopla görülebilir, kan ile çevre dokular arasında değiş tokuşun gerçekleştiği bölümdür)
 - Arteriyoller
 - Kapillerler
 - Postkapiler venüller

Kan Damarlarının Genel Yapısı

1. Tunika İntima:

- İç yüzeyi döşer.
- **Bazal lamina** üzerine oturan **endotel** hücreleri (TKY), ve onun altında gevşek bağ dokudan oluşan **subendotel** tabakasından oluşur.
- Subendotelde bağ doku lifleri ve düz kas hcleri bulunur.
- Arterlerde (öz müsküler) intima ile media arasında **lamina elastika interna** bulunur. Elastinden oluşan, maddelerin arter duvarının daha derin kısımlarına difüzyonuna izin veren pencereci bir kılıftır.

2. Tunika Media:

- Helix biçiminde dizilmiş düz kas hücrelerinden ve bu kas hücreleri arasında elastik, kollojen (Tip III) ve retiküler lifler ile proteoglikan ve glikoproteinlerden oluşmaktadır.
- Daha büyük müsküler arterlerde bu tabaka ile adventisya arasında ince bir **lamina elastika eksterna** mevcuttur. L. elastika internadan daha incedir ve mediayı adventisyadan ayırır.
- Kapiler ve postkapiler venüllerde media tabakası **perisit** denilen hücrelerden oluşur.

3. Tunika Adventisya:

- Longitudinal dizilimli fibroblast, Tip I kollojen ve elastik liflerden (fibroelastik bağ doku) oluşur.
- Büyük damarlarda beslenme diffüzyonla zor olacağından adventisya ve mediayı beslemek üzere adventisyada **vaso vasorumlar** bulunur.
- Venöz kanda O₂ ve besin maddesi az olduğu için venlerde daha çoktur.

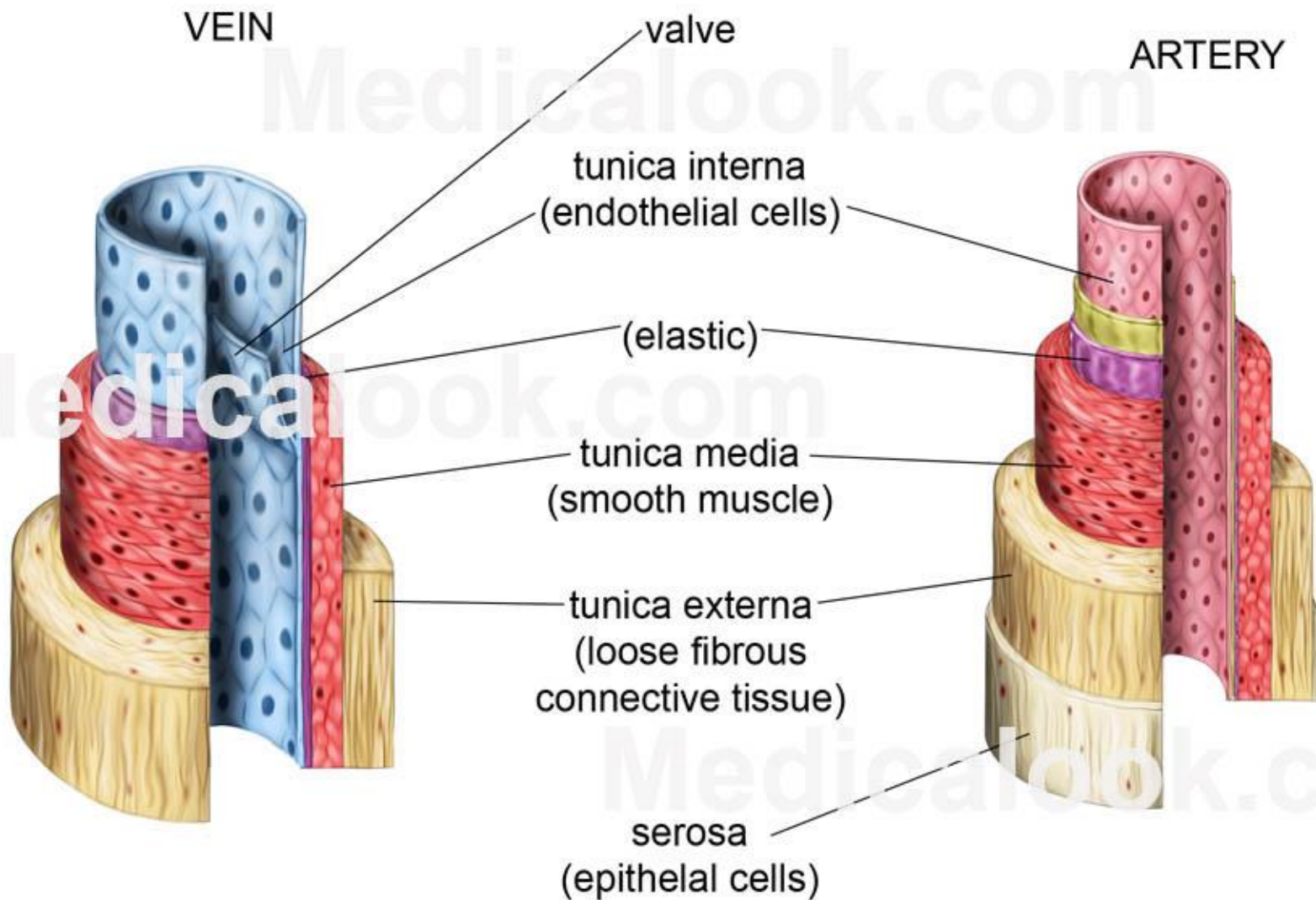
ARTERLER

- Götürücü damarlardır, kanı kalpten kapilerlere taşırlar ve kalbin her kasılmasında atılan kanın bir kısmını depolarlar, böylece akışın sürmesini kolaylaştırırlar.
- Arterlerin çapı kalpten uzaklaştıkça ve dallandıkça küçülürken, venlerin çapı kalbe yaklaştıkça artar.
- Genelde arterler eşlik eden vene göre daha kalın duvarlı ve daha küçük çaplıdır.
- Kan arterlerde yüksek basınçta dolaşırken venlerde daha düşük basınçtadır ve daha durgundur.
- Kalpten kapilerlere doğru arterler 3 gruba ayrılırlar.

1) Büyük elastik arterler

2) Orta çaplı müsküler arterler

3) Küçük arterler ve arterioller



ELASTİK ARTERLER

- Aort ve büyük dallarını (iliac arterler) kapsar.
- Kanı kalpten orta büyüklükteki dağıtıcı arterlere ilettiklerinden **iletici** arterlerdir.

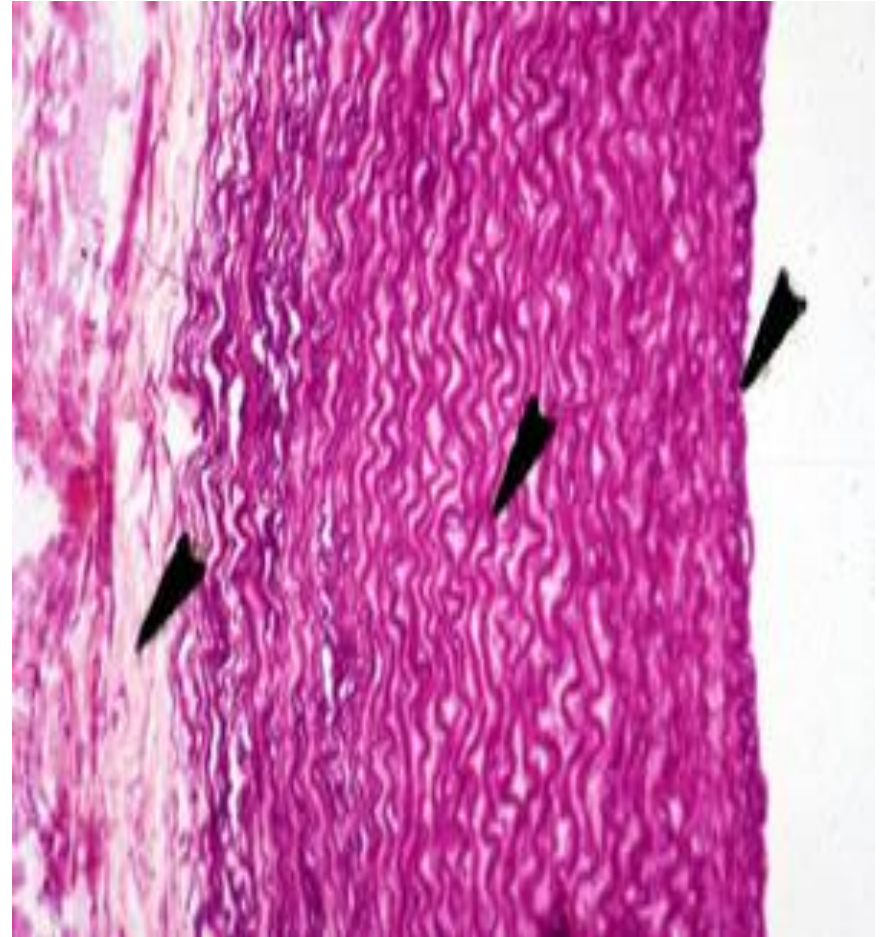
2 ana özelliği vardır.

- 1) Kalpten yüksek basınç altındaki kanı alır.
- 2) Kalp aralıklı pompalama yaptığından kanın sürekli dolaşmasını sağlar.

T.intima: Endotel hcleri **Weibel-Palade granüllerine** sahiptirler. Bu granüllerde pıhtılaşma faktörlerinden faktör VIII adlı bir protein (**von Willebrand factor**) bulunur.

- Endotel hcleri bazal laminaya oturur.
- Subendotel tabakada düz kas hcleri ve bu hcler tarafından salınan kollojen ve elastik liflerden oluşur.
- Müsküler artere göre intima daha kalındır. Subendotel daha kalındır.
- L elastika interna bulunmasına rağmen diğer tabakadaki elastik lamina ile benzer olmasından dolayı **belirgin değildir.**

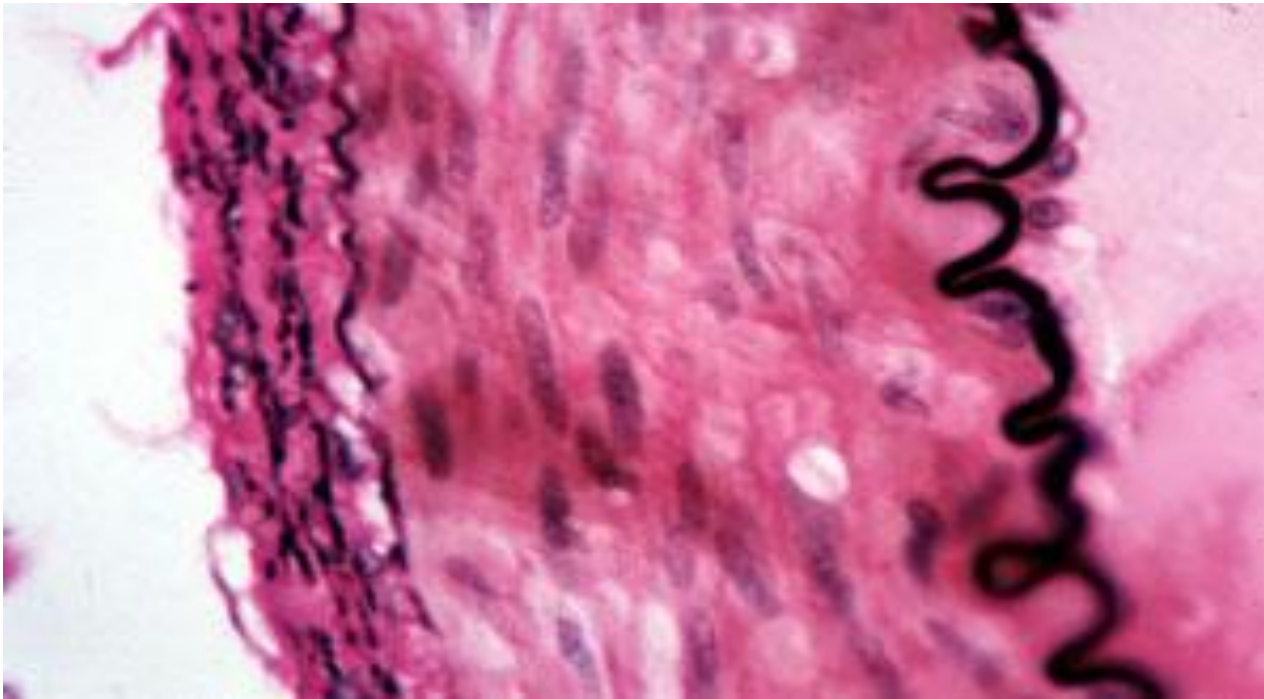
- T.media:** Mediada elastin yoğun olduğundan sarı renkte görülür.
- Mediada yaşla beraber sayısı artan konsantrik yerleşimli bir dizi delikli (pencereli) elastik lamina (elastin içerir) mevcuttur.
- Elastik laminadaki pencereler lumenden alınan besin maddeleri ve O₂ nin mediaya difüzyonuna olanak sağlar.
- Düz kas muskuler arterden daha azdır.
- L elastika eksterna bulunmaz.
- T.adventisya:** Adventisya az gelişmiştir ve elastik ile kollojen lifler içerir.
- Vaso vasorumlar ve nervi vaskularisler vardır.



MÜSKÜLER ARTERLER

- Fonksiyonel ihtiyaçlara yanıt olarak kanın farklı organlara dağıtılmasına imkan veren **dağıtıcı** arterlerdir.
- Elastik arterden müsküler artere doğru gidildikçe **elastik madde miktarı azalır, düz kas miktarı artar, L. elastika interna belirginleşir.**
- İntima elastik arterdekinden daha incedir fakat subendotel tabaka birkaç düz kas hcsi içerir ve daha kalındır. İntimanın kalınlığı yaşla beraber artar.
- Endotel hcleri **Weibel-Palade granüllerine** sahiptirler
- Endotel hcleri bazal laminaya oturur.
- L.elastika interna daha belirgindir.**
- T. mediada 40 katmana dek varabilen sirküler yerleşimli **düz kas hücreleri** bulunur. Elastik elemanlar azalmıştır.
- Düz kas hcleri arasında bu hcler tarafından salgılanan tip III kollojen ve kondroitin sulfat vardır.

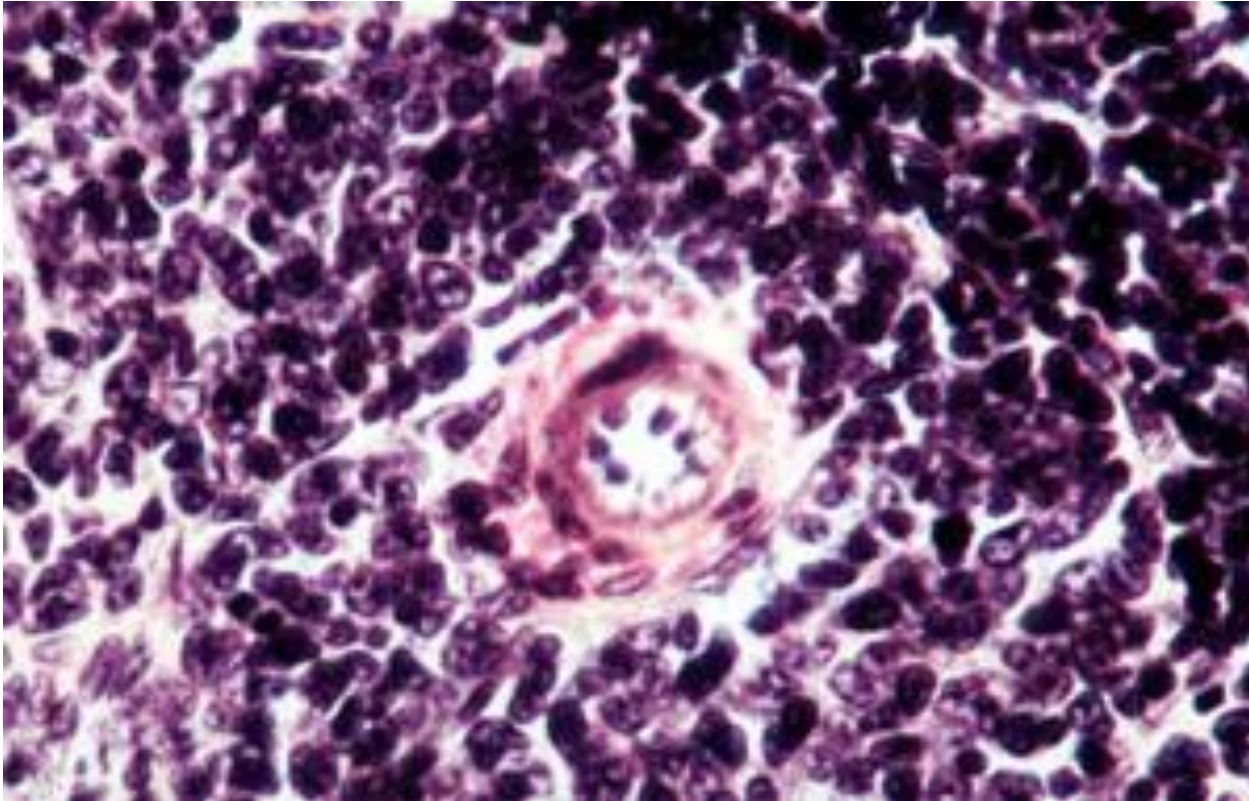
- Daha geniş muskuler arterlerde eksternal elastik lamina bulunur. Buda pencerelidir.
- Adventisyada elastik ve kollojen lifler ve adventisyadaki fibroblastlar tarafından üretilen dermatan sulfat ve heparan sulfattan oluşan ekstraselüler matriks bulunur.
- Adventisya elastik artere göre kalındır.
- Adventisyada vaso vasorum ve myelinsiz sinir lifleri bulunur.



ARTERİOLLER

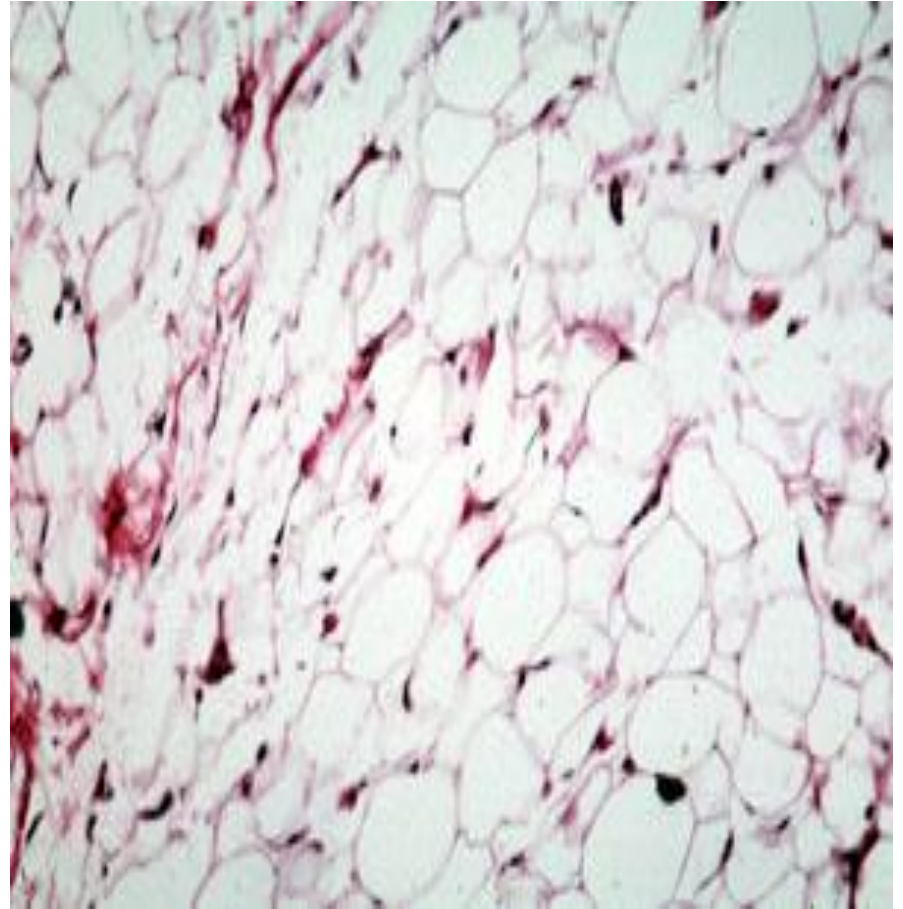
- Arter sisteminin son dallarıdır.
- Lumenleri dardır.
- T. Medialarında sadece 1 veya 2 tabaka düz kas hücresi tabakası bulunur.
- Küçük arterlerin yaklaşık 8 kat düz kas tabakası vardır ve mutlaka L. elastika internaları vardır ama arteriollerde bulunmayabilir.
- Önemli bir özelliği sadece kapilerden daha büyük olan kan damarların endotel hücrelerinde bulunan **Weibel-Palade granülleri** ne sahip olmalarıdır.
- Bulundukları bölgelerde vazokonstriksiyon ve vazodilatasyon yoluyla kanın farklı kapiler yataklara dağılmasını ayarlarlar.

- Subendotel tabaka çok incedir, tip III kollojen ve birkaç elastik liften oluşur,
- Adventisyası incedir, birkaç fibroblasttan oluşan fibroelastik bağdokudur ve eksternal elastik lamina yoktur.



KAPİLERLER

- Arterioller ve venüller arasında anastomozlaşırlar.
- Kan ile çevre dokular arasındaki madde alışverişini sağlayan, bazal lamina ile çevrili tek sıralı endotel hücrelerin oluşturduğu ince tüplerdir.
- Metabolik olarak etkin dokularda (kalp ve iskelet kası, karaciğer, bezler) çok sayıdadır. Tam tersi olarak da sıkı bağ doku ve düz kasta azdır.



- Kapilerler, dokular ile kan arasında su, çözüntü ve makromoleküllerin değiş tokuşu açısından en uygun yerdir.
- Endotel hücreleri çok köşelidir ve çekirdekleri lumene doğru bombeleşme yapar.
- Stoplazmasında az sayıda organel bulunur.
- Kasılabilme özelliğine sahiptirler
- Pinositik veziküllere sahiptirler.
- Endotel hücreleri arasında zonula okludens tipi bağlantılar bulunur. En gevşek bağlantılar venüllerdeki endotel hc i arasında bulunmaktadır, bundan dolayı iltihabi süreçte dolaşımdan sıvı kaybı olur ve ödem oluşur.
- Kapilerler ve postkapiler venüllerde endotel hcin etrafını kısmen saran uzun stoplazmik uzantılara sahip mezenşim kökenli hcler bulunur. Bu hücrelere **perisit (Rouget hc, adventisyal hc)**denir.

- Perisitler kendi bazal laminaları ile kuşatılmışlardır ve bu bazal lamina endotelin bazal laminası ile birleşebilir.
- Doku yaralanmalarından sonra perisitler yeni kan damarları ve bağ doku hücreleri oluşturmak üzere çoğalıp farklılaşarak onarım sürecine katılırlar.
- Perisitlerde myozin, aktin ve tropomyozin bulunması bu hclerin kasılabildiğini düşündürür
- Adventisya yerine ince retiküler lif tabakası bulunur.

Kapilerler; endotel hücrelerin yapısı ve bazal laminanın bulunup bulunmamasına göre 4 tipe ayrılır.

1) Sürekli, kesintisiz, somatik kapilerler

- Duvarında pencere (fenestra) bulunmaz.
- Sinir dokusunda, ekzokrin bezlerde, bağ dokusunda, her türlü kas dokusunda, deri, timus ve akciğerde bulunur.
- TKY endotel ve kesintisiz bazal lamina ile çevrilidir.
- Endotel ile bazal lamina arasında perisitler bulunabilir
- Endotel hcleri sıkı bağlantılarla (ZO) bağlanırlar ve sıvıları ve katı maddeleri **kaveoller** ve **pinositoz vezikülleri** ile taşırlar.

2) Pencereli, diyaframlı kapillerler:

- Endotel hücrelerin duvarlarında hücre membranından daha ince bir diyafram ile örtülü büyük pencereler vardır.
- Bu diyaframda birim membranın 3 katlı yapısı bulunmaz.
- Bazal lamina sürekliidir.
- Böbrek tubullerinin etrafı, barsak (ib villusu) ve endokrin bezler gibi madde değişiminin hızlı gerçekleştiği, sıvı ve metabolit absorpsiyonunun yapıldığı yerlerde bulunur.

3) Pencereleli, diyaframsız kapillerler:

- Böbrek glomerülünde görülür.
- Endotel ile üzerindeki epitelyal hücreler (podosit) arasında oldukça kalın bir bazal lamina vardır

4) Sinuzoidal, kesintili kapillerler:

- Dolaşımı yavaşlatacak şekilde dolambaçlı ve büyük çaplıdır.
- Endotel bazı lenfoid organlarda ince ve devamlıdır, onun dışında endotel hücrelerin arasında geniş boşluklar vardır.
- Endotel hücre stoplazmasında çok sayıda diyaframsız pencere bulunur.
- Bazal lamina kesintilidir.
- Kan ile paranşim arasında sıkı bir ilişkinin bulunması gereken karaciğer, dalak, kemikiliği gibi hemopoietik organlarda görülür.

POSTKAPİLER VENÜLLER

- Postkapiler venüller kanı kapilerlerden alırlar, duvarları kapilerlerinkine benzer.
- İnce endotel tabakası retiküler lifler ve perisitler ile çevrelenmiştir.
- Küçük venülerde media sadece perisitleri içerir. Bu damarlara postkapiler venüller yada perisitli venüller denir.
- Bununla beraber venüllerin büyük bölümünü duvarlarında en az birkaç düz kas hcsi bulunan müsküler venüller oluşturmaktadır.

POSTKAPİLER VENÜLLER

- Postkapiler venüllerde kapillerler gibi kan ile dokular arasında değiş tokuşta rol alır.
- Adventisya en kalın tabakadır ve kollojen liflerden oldukça zengindir.
- Lenfatik dokulardaki postkapiler venüllerin endotel hücreleri daha yüksektir. Bunlar **yüksek endotelli venüllerdir**. Lenf düğümünde parakortekste yerleşmişlerdir. Postkapiler venül içindeki (dolaşımdaki) B ve T lenfositlerini alıp lenf düğümüne kazandırır.

VENLER

- Kanı düz kasların ve kapakçıkların etkinliği ile kalbe iletirler.
- Postkapiler venüller gerçek bir tunica media ya sahip değilken **müsküler venüller** 1 veya 2 tabaka düz kasa sahiptir. Ayrıca ince bir de adventisyalı vardır.
- Venler yüksek kapasiteli damarlar olup kanın %70'ini bulundurlar. Venlerin bu yüksek kapasitesi duvarlarının genişleyebilmesine bağlıdır. Bu nedenle kan içeriği venlerin hacmine göre daha fazladır.
- Postkapiler venüller birleşerek müsküler venülleri, bunlarda birleşerek toplayıcı venülleri oluştururlar. Onlarında çapı genişleyerek venleri oluşturur.

- Duvarı intima, media ve adventisyadan oluşur. İntima ile media arasındaki sınır çok belirgin değildir.
- İntimada genelde ince bir endotel altı tabaka (fibroblast ve elastik lif içerir) bulunur hatta bulunmayabilir.
- L. elastika interna bulunmaz.
- T. media adventisyadan açık bir biçimde ayırt edilmez ve daha incedir. Düz kas hücreleri, retiküler ve elastik liflerden oluşur.
- Venlerin en gelişmiş tabakaları adventisyadır. Kollojen ve elastik lifler ve vaso vasorumlar içerir
- Venlerin iç yüzünde kapakçıklar bulunur. Bu yapılar lumene doğru yarımay şeklinde uzanan 2 adet tunika intima kıvrımından oluşur. Özellikle kol ve bacak venlerinde fazla sayıda olan kapakçıklar venöz kanı kalbe doğru yönlendirir ve kanın geri kaçışını önlerler.

LENFATİK DAMARLAR

- Endotel ile döşeli, doku aralıklarından gelen fazla sıvıyı (lenf sıvısı) toplayarak tekrar kan dolaşımına ileten ince duvarlı kanallardır.
- Kanın aksine dolaşımı tek yönlü ve kalbe doğrudur. Cardiovasküler sistemin aksine pompa (CV de kalp) içermezler,
- Lenfatik kapillerler çeşitli dokular içinde kan kapillerlerinin yanında ince kör uçlu tüpler olarak başlar. Lenf sıvısını toplarlar.
- Lenfatik kapillerlerin duvarı tek katlı endotel hücrelerinden oluşur.
- Kıkırdak, kemik, epiteller, MSS, kemikliliği, iç kulak, ve plasentada bulunmazlar.
- Lenf damarları daha ince duvarlı ve 3 tabaka arasında belirgin bir geçişin bulunmaması dışında venlere benzerler.
- Venlerden daha fazla sayıda kapakçıklara sahiptir. Ayrıca lumenleri daha geniş ve duvarları daha incedir.