KAN DOKUSU

Kan dokusu

- Tekhücreliler ve mikroskobik omurgasızlarda kan dolaşımı yoktur. Bu canlılarda oksijen ve besin maddeleri doğrudan bulundukları ortamdan alırlar. Atıklar da aynı yolla uzaklaştırılır.
- Sünger ve sölenterlerde de kan dolaşımı yoktur. Bunların vücut boşluklarına dolan tatlı su veya deniz suyu gerekli besin ve oksijeni sağlar.
- Organizmanın yapısı büyüyüp karmaşıklaştıkça, metabolizma gereksinimleri yalnız çevreyle temas ile karşılanamaz.
- Vücudun iç kısımlarındaki hücre ve dokuların besin, su ve oksijen ihtiyacının karşılanması zorunlu hale gelir.
- Özelleşmiş bir sıvının vücuda pompalanması ve solungaçlar, akciğer, hatta deriyle solunumun yapılması gerekir.

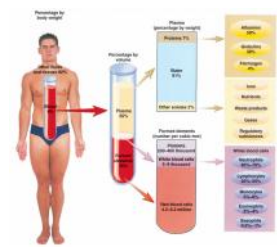
Görevleri

1. Sindirim kanalı ya da başka depolayıcı organlardan besin maddelerinin alınarak dokulara taşınması,
2. Metabolizma için gerekli oksijen ve metabolizma sonucunda olu şan karbondioksitin taşınması,
3. Suda çözünen toksinlerin vücuttan atılmak üzere boşaltım organlarına taşınması,
4. Hormonların ve düzenleyici maddelerin hedef doku ve organlara taşınması
5. Homeostasisin sürdürülmesi
6. Vücut ısısının ayarlanmasını ve bütün vücut yüzeyine yayılmasını gerçekleştirir.
7. Bağışıklık sisteminin işlevlerinin yürütülmesi

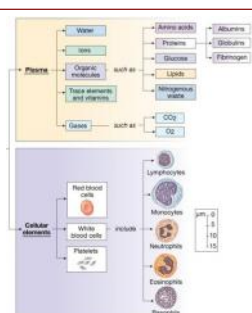
Taşıma (1-3), Regülasyon (4-6) Koruma (7)

Fiziksel parametreler

- Average volume of blood is 5–6 L for males, and 4–5 L for females; Hypovolemia, Hypervolemia
- Blood accounts for approximately 8% of body weight
- Viscosity = 4-5 when compared to water whose viscosity is 1
- The pH of blood is 7.35–7.45; normally, 7.4
- Temperature is 38°C, slightly higher than "normal" body temperature
- Salinity = 0.85%
- Osmolarity = 300 mOsm
- Blood is a sticky, opaque fluid with a metallic taste
- Color varies from scarlet (oxygen-rich) to dark red (oxygen-poor)

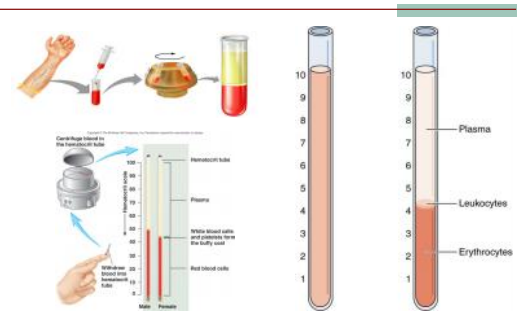


Kan dokusu bileşenleri



Su	90-92
Protein	6-8
Diğer eriyikler	1-2
Elektrolitler (Na+, K+, Ca+2, Mg+2, Cl-, HCO3, PO4, SO4)	>1
■ Protein dışı azotlu bileşikler (üre, ürik asit, kreatin, kreatinin, amonyum tuzları) ■ Besinler (glukoz, lipidler, aminoasitler) ■ Kan gazları (oksijen, karbondioksit, azot) ■ Düzenleyici maddeler (hormonlar, enzimler)	

Kan dokusu bileşenleri

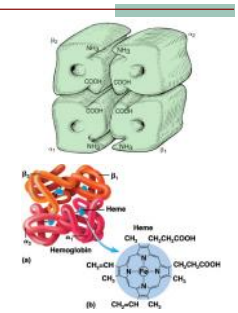


Genel özellikleri

- İnsanda plazma %90-92 oranında su. % 6-8 oranında protein, eriyik halde tuzlar, glukoz yağ, amino asitler, karbondioksit, azotlu artıklar ve hormonlar içeren sarımsı beyaz bir sıvıdır.
- Kan sürekli hareket halinde olduğundan, kan hücreleri plazma içinde dağılmış halde bulunur.
- Kan vücut dışına çıktıktan kısa bir süre sonra pıhtılaşır.
- Bu olay bir tüpte gerçekleşmişse bir müddet sonra üstte sarımtırak bir sıvı birikir. Buna serum denir.
- Alttaki pıhtının mikroskobik yapısı bağ dokusuyla karşılaştırıl-dığında,
  - Kan hücreleri bağ doku hücrelerine,
  - Fibrin iplikçikleri bağ doku fibrillerine;
  - Üstte kalan serum ise bağ doku zemin maddesine karşılık gelir.

Solunum pigmentleri

- Omurgalıların tümünde ve bazı omurgasızlarda demir içeren
  - Hemoglobin
- Yengeç gibi bazı kabuklular ve yumuşakçalarda bakır içeren
  - Hemosiyanin
- Halkalı solucanların bazılarında demirli yeşil
  - Klorokrüorin
- Bazılarında da kırmızı
  - Hemeritrin

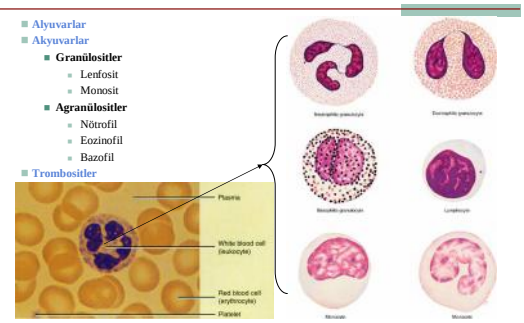


Kan proteinleri ve kan yapımı

- Esas plazma proteinlerinden **albümin,** karaciğerde yapılır. Osmatik basıncın ayarlanmasında rol oynar.
- **Globulinler** de karaciğerde oluşturulur, metal iyonlarının, lipit-protein bileşiklerini ve yağda çözünmeyen vitaminleri taşırlar. Ayrıca immün sistemi için gereklidirler.
- Pıhtılaşma için gerekli olan fibrinojen ve protrombin de karaciğerde yapılır.
- Kan hücreleri kısa ömürlüdür. Oluştukları dokulardan sürekli olarak yenilenirler. Kan hücrelerinin meydana gelişine hemopoiez, bu olayın gerçekleştiği yerlere de hemopoielik organlar denir.
- Erişkin memelilerde temel hemopoietik organlar kemik iliği, dalak, lenf düğümleri ve timustur.

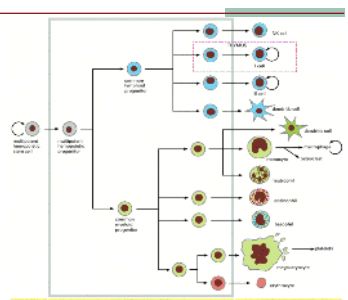
Kan dokusu hücreleri

- Alyuvarlar
- Akyuvarlar
  - **Granülositler**
    - Lenfosit
    - Monosit
  - **Agranülositler**
    - Nötrofil
    - Eozinofil
    - Bazofil
- Trombositler



Kan dokusu hücreleri

- Myeloid elemanlar
  - **Eritrosit**
  - **Granülositler**
  - **Monosit**
  - **Trombosit**
- Lenfoid elemanlar
  - **Lenfositler**



Kan hücrelerinin oluşumu

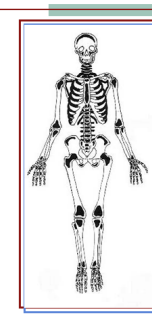
- Alyuvarların oluşumuna **eritropoiez** denir.
  - Fötal dönemde oluşan alyuvarlar ile memeli hayvanlar dışında diğer omurgalıların alyuvarları çekirdeklidir.
- Monositlerin oluşumuna **monopoiez**,
- Lenfositlerin oluşumuna ise **lenfopoiez,**
- Granülositlerin oluşumuna **granülopoiez** denir
  - Granüllü hücreler nötrofil, eozinofil ve bazofil lökositlerdir.
  - Vücut savunmasında ve korunmasında işlev görürler.
- Kan pulcuklarının *(trombositler)* oluşumuna **trombopoiez,**

Kan yapımı (hematopoiez)

- **Doğum Öncesi (Prenatal) Kan Yapımı**
  - Mezoblastik evre
    - Vitellus Kesesi Mezodermi (2. Hafta)
  - Hepatik evre
    - Karaciğer (6. Hafta)
    - Dalak (8. Hafta)
    - Timus (8. Hafta)
  - Miyeloit evre (3.-5. Ay)
- **Doğum Sonrası (Postnatal) Kan Yapımı**
  - Kemik İliği
  - Lenfoid Organlar
- **Hastalık Durumunda Kan Yapımı**
  - Ekstramedüllar hemopoiez (Karaciğer + Dalak + Lenf nodları)

Kemik İliğinin bulunduğu yerler

- Uzun kemiklerin ortasındaki silindirik boşluklar ile
- Omurların,
- Kaburgaların,
- Göğüs kemiğinin (sternum),
- Kafatasının yassı kemiklerin,
- Ve leğen kemiğinin (pelvis) süngerimsi kemiklerinin trabekula denen ağsı boşluklarında



Kemik iliği

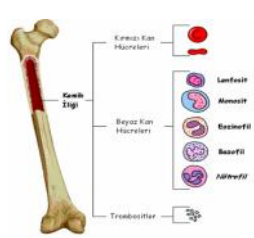
- Total vücut ağırlığının %4-6'sını oluşturur.
- Yumuşak ve çok sayıda hücre içerir. Bunlar;
  - Kan hücrelerinin öncüleri,
  - Yağ hücreleri,
  - Makrofajlar,
  - Retiküler Hücreler
- Bu hücre tiplerinin oranları yaş, hastalık ve iskelet sisteminin çeşitli bölgelerinde farklılık gösterir.
- Kan hücrelerinin yapımı ve dolaşıma verilmesinden sorumludur.
- Bu işlevini doğum öncesi 5. aydan başlayarak ölüme dek sürdürür.

Kemik İliği Tipleri

- Kırmızı kemik iliği (Aktif / Hematojen) — Fötal, yeni doğan, genç kemiklerde bulunur.
- Sarı kemik iliği (İnaktif) — 4–5 yaşında dönüşüm başlar. Erginde uzun kemiklerin diafizleri sarı ilik içerir.

Kırmızı kemik iliğinin bulunduğu yerler ve fonksiyonları

- **Bulunduğu Yerler (Erişkinlerde)**
  - Üst kol kemiği (Humerus)
  - Uyluk kemiği (Femur)
  - Vertebra korpusları
  - Kaburgalarda (Kostalar)
  - Göğüs Kemiği (Sternum)
  - Pelvis kemikleri
- **Fonksiyonları**
  - Kan hücrelerinin yapımı
  - Eritrositlerin yıkımı
  - Yıkım sonucu açığa çıkan demirin depolanması
  - İndifferensiye T ve B lenfosit yapımı

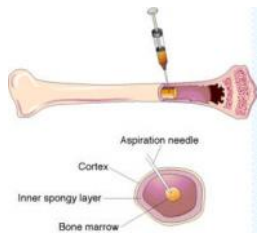


Kırmızı kemik iliği

- Kemik iliğindeki hemopoietik hücreler, retiküler hücreler ve yağ hücreleri ince duvarlı toplardamar sinuslarının yoğun ağı etrafındaki damardışı boşluklarda yer alır.
- Kan Hücreleri damar dışında oluşup, gelişir ve sinüs duvarlarından geçerek kan dolaşımına katılır.
- Kemik iliğinde oluşan kan hücrelerinin dolaşım kanına geçmeleri endotel hücrelerinin bağlantı bölgelerinin açılmasıyla değil, doğrudan hücre içinden olur. Dolaşım kanına geçecek genç hücre, endotel hücrenin zarına değip baskı yapar. Bu iki hücre birleşerek aralarında geçici bir göç poru oluşturur.
- Bu açıklık hücre geçerken biraz genişleyebilir; ama hiçbir zaman 4µm'dan fazla çaplı olmaz. Kan hücresi sinüs lümenine geçtikten kısa bir zaman sonra, endotel hızlı bir şekilde onarılır.

Sarı kemik iliği

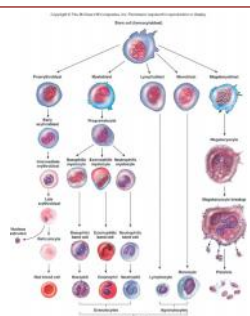
- 4-5 yaşlarına gelindiğinde kırmızı kemik iliğinde yağ hücreleri artmaya başlar. Bunun sonucu olarak iliğin rengi kırmızıdan sarıya dönüşür.
- Çok sayıda yağ hücresi, makrofaj, indifferensiye mezenkimal hücreler ve retiküler hücreleri içerir.
- Retiküler lifler çatıyı oluşturur.
- Depo organıdır, yağdan zengindir.
- Yedek hemopoetik dokudur.



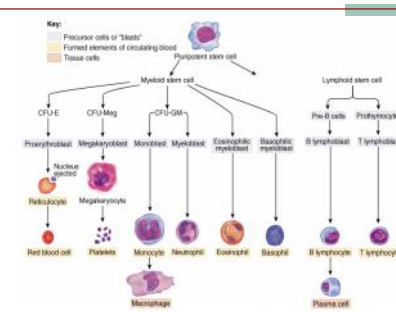
Kan yapıcı kök hücreler

- Pluripotent hemopoetik kök hücre (PHSC)
- Multipotent hemopoetik kök hücre (MHSC)
- Projenitör hücre (Uni/Bipotent)
- Prekürsör (Öncül) hücre (Unipotent)
- Olgunlaşmakta olan hücreler
- Olgun hücre

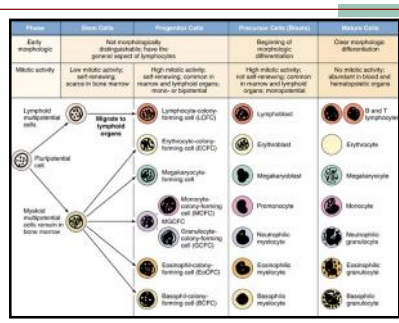
Hematopoiesis



Hematopoiesis



Hematopoiesis



Pluripotent ve multipotent hemopoetik Kök Hücre

- **Pluripotent Hemopoetik Kök Hücre**
  - Morfolojik olarak tanımlanamazlar.
  - Düşük mitotik aktiviteye sahiptir.
  - Kendini yenileme kapasitesine sahiptir.
  - Kemik iliğinde az sayıda bulunurlar.
- **Multipotent Hemopoetik Kök Hücre**
  - Myeloid multipotent kök hücre
  - Lenfoid multipotent kök hücre

Pluripotent hemopoetik kök hücre (PHSC)

Multipotent hemopoetik kök hücre (MHSC)

Projenitör hücre (Uni/Bipotent)

Prekürsör (Öncül) hücre (Unipotent)

Olgunlaşmakta olan hücreler

Olgun hücre

Projenitör hücreler

- Lenfositlere benzerler (morfolojik ayırımları yoktur).
- Yüksek mitotik aktivite gösterirler.
- Kendini yenileme kapasitesi vardır.
- Mono ya da bipotansiyele sahiptirler.
- CFU oluştururlar.

Pluripotent hemopoetik kök hücre (PHSC)
Multipotent hemopoetik kök hücre (MHSC)
Projenitör hücre (Uni/Bipotent)
Prekürsör (Öncül) hücre (Unipotent)
Olgunlaşmakta olan hücreler
Olgun hücre

Prekürsör hücreler

- Morfolojik faklılaşma başlamıştır.
- Yüksek mitotik aktivite gösterirler.
- Kendini yenileme kapasitesi yoktur.
- Monopotansiyele sahip hücrelerdir.

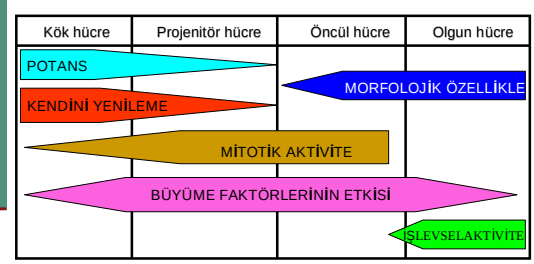
Pluripotent hemopoetik kök hücre (PHSC)
Multipotent hemopoetik kök hücre (MHSC)
Projenitör hücre (Uni/Bipotent)
Prekürsör (Öncül) hücre (Unipotent)
Olgunlaşmakta olan hücreler
Olgun hücre

Olgun hücreler

- Belirgin morfolojik özelliklere sahiptir.
- Mitotik aktivitesi yoktur.
- İşlevsel aktivite kazanmışlardır.
- Hemopoetik dokularda, kanda ve diğer bağ dokularında bulunurlar.

Pluripotent hemopoetik kök hücre (PHSC)
Multipotent hemopoetik kök hücre (MHSC)
Projenitör hücre (Uni/Bipotent)
Prekürsör (Öncül) hücre (Unipotent)
Olgunlaşmakta olan hücreler
Olgun hücre

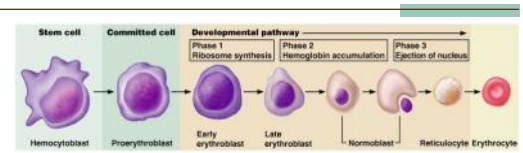
Farklılaşma sırasında kök kücrelerde görülen değişiklikler



Alyuvar oluşumu (eritropoiez)

- Çokpotansiyelli hemopoietik kök hücre *(PHSC)*
- Çokpotansiyelli ikincil hemopoietik kök hücre *(CFU-S)*
- Alyuvar kolonisi oluşturacak üçüncül kök hücre *(CFU-E)*
- Pro-eritroblastları yapar.
- Bazofil eritroblastlar
- Polikormatofil eritroblastlar
- Normoblast
- Retikülosit
  - Son iki evrede mitoz görülmez, sadece farklılaşma vardır.
  - Retikülosit miktarı dolaşımdaki alyuvar miktarının %1'i kadardır.
  - Alyuvarın oluşumu ve dolaşım kanına verilişi böbrekten salgılanan eritropoietin (Glikoprotein) hormonu ile düzenlenir.

Alyuvar oluşumu (eritropoiez)

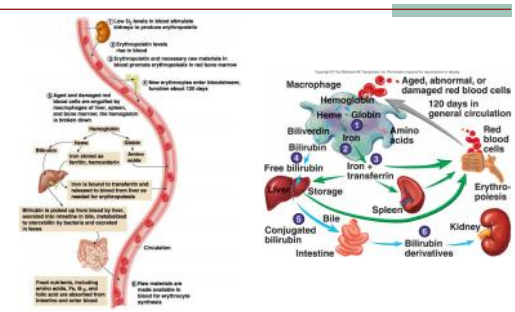


- A hemocytoblast transforms into a committed cell called the proerythro-
- blast
- Proerythroblasts develop into early erythroblasts
- The developmental pathway consists of three phases
  - Phase 1 – ribosome synthesis in early erythroblasts
  - Phase 2 – hemoglobin accumulation in late erythroblasts and normoblasts
  - Phase 3 – ejection of the nucleus from normoblasts when cell has 34% of the Hb it will ultimately have and formation of reticulocytes
- Reticulocytes then become mature erythrocytes

Yaşlı alyuvarların yıkımı

- Alyuvarların ömrü 120 gün kadardır. Yaşlanan alyuvarlar dalakta makrofajlar tarafından ortadan kaldırılır.
- Yaşlı alyuvar zarında sialik asit molekülünün azalması, bu hücrelerin dalak, karaciğer ve kemik iliği makrofajları tarafından kolayca tanınarak fagositoz edilmesine neden olur.
- Makrofajların parçaladığı alyuvarlardan açığa çıkan hemoglobin, hem ve globine ayrılır.
- Globin protein metabolizmasında kullanılmak üzere amino asitlere dönüşürken; hem, demir ve biliverdine parcalanır.
- Demir plazma transferrini ile tekrar kemik iliğine taşınır. Biliverdinin bir kısmı karaciğer tarafından bilirubine dönüştürülür.
- Biliverdin ve bilirubin safra pigmentleri olarak bağırsağa verilir.

Yaşlı alyuvarların yıkımı



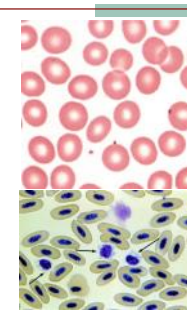
Fizyolojik sarılık

- Yeni doğan bebeklerin yaklaşık üçte birinde, doğumu takip eden birkaç gün içinde fizyolojik sarılık görülür.
- Diğer sarılık çeşitlerinde olduğu gibi bu durumda da, dokularda biriken bilirubin yüzünden, deri ve gözler sararır.
- Fizyolojik sarılık, bilirubini kandan ayırıp safraya atamayan, işlevsel olarak tam yetkin olmayan olgunlaşmamış karaciğer hücrelerinden kaynaklanmaktadır.
- Bu durum, bağırsak hareketlerini uyarmak için bebeklerin beslenmesi veya gözleri kapatılarak floresan ışığına tutulmasıyla kısa zamanda geçer. Böylece dokulardaki bilirubin derişimi azaltılmış olur.

Alyuvarlar (eritrositler)

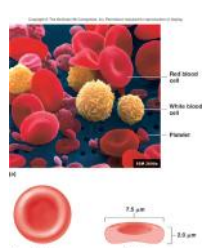
- Küçük, hemoglobin içeren ve en bol bulunan kan hücreleridir.
- Dolaşan kandaki ömürleri 120 gün
- Memelilerde çekirdeksiz, diğer omurgalılarda çekirdekli.
- Mitokondri gibi zarlı organelleri yoktur
- Kandaki
  - Miktarı (sayısı)
  - Büyüklüğü ve
  - Şekli (Bikonkav – Oval)

  türlere göre değişiklik gösterir.



Alyuvarların bazı sayı ve büyüklük durumları

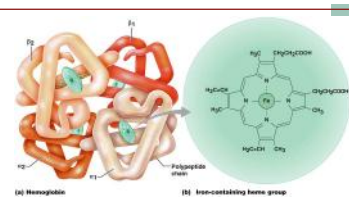
- Sağlıklı canlılarda alyuvarın büyüklükleri birbirine eşitse izositoz
- Büyüklü küçüklü ise anizositoz
- Alyuvarlar küçük ise mikrosit
- Büyük ise makrosit adını alırlar
- Alyuvarların değişik şekillerde mekik, armut, raket, yıldız gibi görünmesine poikilositoz adı verilir.
- **Anemi:** Eritrosit sayısının azlığı demektir. Bunun yanında hemoglobin miktarı da azalmıştır.
- **Polistemi:** Eritrosit sayısının normalin üzerinde artmasına denir. Oksijen azlığına bağlı olarak eritrositlerin sayısı artar.



Alyuvarların kandaki miktarları

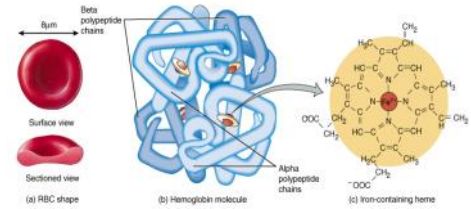
	Eritrosit		Lökosit	Trombosit
	Çap (μm)	Sayı (1 mm³) (milyon)	(1mm³) (bin)	(1 mm³) (bin)
Tavuk	12	3,5	28	
Köpek	7,3	6,2	9	
Kedi	6,2	9,1	10	
Domuz	5,3	6,6	15	
Sığır	5,1	6,8	8	
Koyun	4,1	10,3	12	
Keçi	3,1	14	12	
At	5,3	7,2	9	
İnsan	7-8	♂:5,2 ♀: 4,7 (Ort.: 5)	5-9 (Ort.: 8)	140-440 (Ort: 350)

Hemoglobin



- Hemoglobinin Oksijene ilgisi
  - Oksijenin kısmı basıncı
  - pH
  - Sıcaklık
  - Alyuvarlarda üretilen 2,3-difosfoglisarat

Hemoglobin



HbA	**2α, 2β**	**HbA %96**
HbA_2	**2α, 2Δ**	**HbA_2 %2**
HbF	**2α, 2Ω**	**HbF %2**

Hemoglobin sentezi

- Hemoglobinin beta zincirindeki valin aminoasiti yerine glutaminin yer alması, alyuvarın yapısını bozarak orak şeklini almasına neden olur (Orak hücre anemisi)
- İnsanda hemoglobin alyuvarlarda sentezlenir. Hemin sentezi mitokondride, globinin sentezi ise ribozomlarda gerçekleşir.
- Alyuvar zarı çeşitli lipit türleri, proteinler ve glikoproteinlerden oluşmuştur.
- Glikoproteinlerin antijenik özellik göstermesi kan gruplarının oluşmasına neden olur.
- Alyuvar zarındaki sialik asitin karboksil grupları alyuvar yüzeyinin eksi yükle kaplanmasına neden olur. Endotel yüzeyinin de eksi yüklü olması alyuvarların damar içinde yapışmadan kayıp gitmelerini olanaklı kılar.

Kan grupları

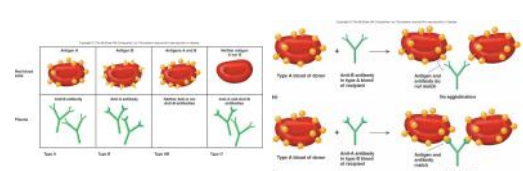
Kan grubu	Yüzey antijeni	Serum antikoru
A	A antijeni	Anti-A
B	B antijeni	Anti-B
AB	A ve B antijenleri	Antikor yok
O	Antijen yok	Anti A ve Anti B (evrensel verici)

Kan grupları

TABLE 17.4 ABO Blood Groups

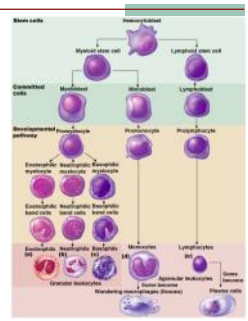
Blood Group	Frequency (% U.S. Population) White	Black	Asian	Native American	RBC Antigens (Agglutinogens)	Illustration	Plasma Antibodies (Agglutinins)	Blood That Can Be Received
AB	4	4	5	<1	A B		None	A, B, AB, O (universal recipient)
B	11	20	27	4	B	Anti-A B	Anti-A (α)	B, O
A	40	27	28	16	A	Anti-B A	Anti-B (β)	A, O
O	45	49	40	79	None	Anti-B Anti-A	Anti-A (α) Anti-B (β)	O (universal donor)

Kan grupları



Granülopoiez (granüllü lokosit oluşumu)

- Çokpotansiyelli hemopoietik kök hücre *(PHSC)*
- Çokpotansiyelli ikincil hemopoietik kök hücre *(CFU-S)*
- Akyuvar kolonisi oluşturacak üçüncül kök hücre *(CFU-GM)*
- Miyeloblastlar (Nötrofil lökosit serisi için).
- Promiyelosit
- Miyelosit
- Metamiyelosit
- Bant-form nötrofil lökosit



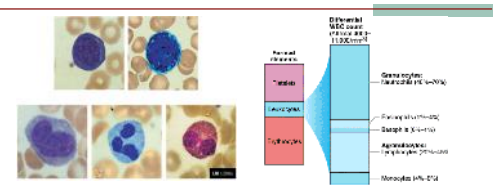
Akyuvarlar (lökositler)

- **Akyuvarlar (lökosit)** hemoglobin taşımadıklarından renksiz olan hücrelerdir.
- Kendilerine has çekirdek ve sitoplazmaya sahip olan bu hücreler kan içerisinde yuvarlak veya küremsi şekilde bulunurken doku içinde veya kültür ortamında amip gibi hareket ederler.
- Bu aktif hareketleri sayesinde damar endotelinden bağ dokusu içerisine girerler. Bu yüzden tüm lökosit tiplerine bağ dokusu içerisinde rastlanır. Lökositlerin damardan dokuya geçmelerine **diyapedez** denilir.
- Bir mm^3 kandaki normal lökosit sayısı 5000-9000 kadardır. Bu sayı yaşlı ve genç kişilerde değişiklik gösterdiği gibi (gençlerde yaşlılardan daha fazla), aynı kişide günün değişik zamanlarında da farklı olabilir.
- Patolojik durumlarda lökositlerin artmasına **lökositoz**, azalmasına da **lökopeni** adı verilir.
  - Apandisit zatürree ve benzeri akut enfeksiyonlarda lökosit savısı 1mm3 kanda 20.000 – 40.000 kadar olur.
  - Lökosit miktarı sindirim sırasında ve aktif hareketlerden sonra artar. Sayılarının 1 mm^3 kanda 500'ün altına düşmesi ölüme yol açar.

Akyuvarlar (lökositler)

- Akyuvarların sayısı infeksiyon esnasında da artar. Bir bakteri vücuda girince o bölgedeki hücreleri tahrip eder. O bölgedeki kan damarları daha fazla kan taşır, dolayısıyla o bölge kızarır ve sıcaklığı artar (ateş yapar).
- Akyuvarlar özellikle nötrofiller damardan çıkarak o bölgedeki bakterileri fagosite ederler. Böylece o kısımda, canlı ve ölü doku hücreleri, canlı ve ölü akyuvarlar ve bakteriler toplanır.
- Bunlar o bölgedeki kalın sarımsı, bir sıvı oluştururlar. Buna irin denir. Bakterilerin hepsi tahrip edildikten sonra doku tamir edilir.
- Bunlardan başka bu hücreler, vücuda giren zararlı maddelerin etrafını sararak onları fagosite ederler.
- Sitoplazmalarında tanecik (granül) taşıyıp taşımama durumlarına göre granüllü ve granülsüz lökositler olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Lenfosit ve monositler granülsüz; eozinofil, bazofil ve nötrofil lökositler ise granüllüdür.
- **Lösemi (Kan kanseri):** Lökosit sayısının kötü huylu artışına denir.

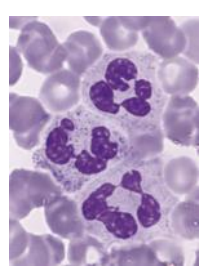
Akyuvarlar (lökositler)



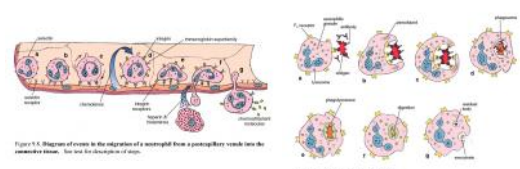
- **Ameboid**: pseudopods
- **Diapedesis**: cells become thin, elongate and move either between or through endothelial cells of capillaries
- **Chemotaxis**: attraction to and movement toward foreign materials or damaged cells. Accumulation of dead white cells and bacteria is pus.
- **Phagocytosis:** cellular ingestion of foreign bodies (bact.)

Nötrofil granülositler

- Tüm lokositlerin % 55-65'ini oluşturur.
- Çapları dolaşan kanda: 7 µm , preparatta 10-12 µm
- Ömürleri 8 gün
- İki veya daha fazla loblu (2-5) çekirdek
- Barr cisimciği (Davul tokmağı) (♀)
- Sitoplazmalarında 3 tip granül vardır
  - Azurofil (Birincil) granüller: Koyu renkli boyanan ve büyük
    - Miyeloperoksidaz, Asit fosfataz, defensinler (katyonik proteinler)
  - Özel (İkincil) granüller: Açık renkli boyanan ve en küçük
    - Tip IV kolajenaz, fosfolidiaz, kompleman aktivatörü, lizozim
  - Tersiyer (Üçüncül) granüller
    - Fosfotaz
    - Metalloproteinaz



Nötrofil granülositler



- Nötrofiller göç etme yeteneğine sahiptir. Kanda 1-5 gün kalır sonra bağ dokuya ve yangı bölgelerine hızla göçer
- Nötrofillere fagositik özellikleri nedeniyle mikrofaj, granülleri nedeniyle heterofil granülositler adı da verilir.

Nötrofil granülositler

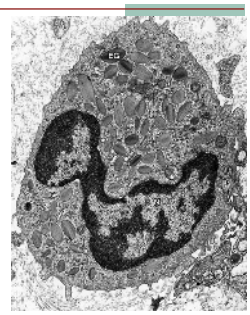
- Nötrofiller, patojenik bakteri enfeksiyonlarında vücut savunmasında ilk işlev gören hücrelerdir.
- Doku içinde amip gibi hareket ederek bakterilere hücum ederler. Nötro-fillerin esas görevi fagositoz ve mikroorganizmaların yok edilmesidir
- Azurofil granüllerin lizozomal hidrolazları mikropları parçalar. Sindirimden sonra, parçalanan yabancı madde ya ekzositozla atılır ya da artık cisimcik denilen zarla kaplı yapılar şeklinde hücrede birikir.
- Çoğu nötrofil bu olayda ölür. Ölmüş nötrofil ve bakteriler birikerek, doku sıvısıyla birlikte sarımtırak renkli irini oluşturur.
- Bakteri enfeksiyonu olduğunda bakteri toksinleri kemik iliğine ulaşarak buradan nötrofil yapımını ve salınmasını uyarır.
- Nötrofiller. vücutta ateşin yükselmesini uyaran ve projen olarak bilinen interlökin-1 *(IL-1)* de salgılar.
- Bir bakteriyle karşılaşıldığında buna karşı bir antikor oluşturulur
- Aynı bakteriyle bir kez daha karşılaşılınca, plazmada hazır bulunan antikor *(IgG)* bakterinin yüzey antijenine bağlanır.

Nötrofil granülositler

- Nötrofıl lökositlerin azurofil ve özel granüllerinin esas işlevi yabancı organizma ve parçacıkların hüçre içi sindirimidir.
- Ancak, bazı durumlarda fagositik vakuol kapanmadan önce hidrolitik enzimler salınabilir ve bunlar civar dokuya kaçabilir. Bu durum genellikle fagosite edilecek parçacığın çok büyük olduğu ve tam olarak sindirilemeyeceği durumda görülür.
- Dokuya kaçan enzimler arasında bulunan kollajenaz ve elastaz kollajen ve elastik fıbrilleri parçalarken, proteaz da dokuda önemli derecede hasar yapar.
- Böylece nötrofiller, korudukları dokulara zaman zaman hasar verebilir. Bu etkiler sonucunda yangı bölgesinde ağrı ve şişme meydana gelir.

Eozinofil granülositler

- Tüm lokositlerin % 1-3'ü
- Çapları dolaşan kanda: 9 µm , preparatta 12-15 µm
- 12 günlük ömürlerinin son sekiz gününü bağ dokusunda geçirirler
- Tipik olarak çekirdeği çift lobludur.
- 2 tip granül içerir
  - Özgül granüller (kristaloid cisim)
    - Esas Temel Protein (MBP)
    - Eozinofil Katyonik Protein (ECP)
    - Eozinofil Peroksidaz (EPO)
    - Eozinofil kökenli Nörotoksin (EDN)
      - Yukarıdaki 4 temel proteine ilaveten; histaminaz, arilsülfataz, kollejenaz, katepsinler
  - Azurofilik granüller
    - Lizozomlar

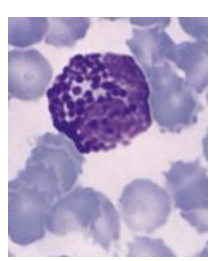


Eozinofil granülositler

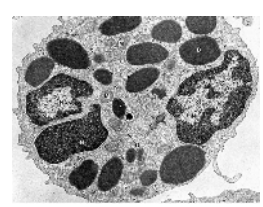
- MBP, ECP ve EPO protozoa ve parazit helmintler üzerinde güçlü sitotoksik etkiye sahipken.
- EDN parazitlerin sinir sisteminin bozulmasına neden olur.
- Bunlar antijen-antikor komplekslerinin ortadan kaldırılmasını ve parazitlerin yok edilmesinde işlev görür. Bu yüzden, parazitik hastalıklarda ve çeşitli allerji tepkimelerinde bu hücrelerin sayılarında artış görülür.
- Vücuda yabancı proteinlerin girdiği sindirin kanalı epitelyum altındaki bag dokusunda ye potansiyel kronik yangı bölgelerinde çok sayıda eozinofıl bulunur.

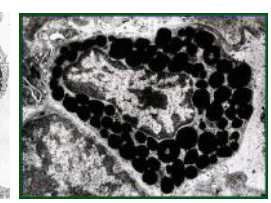
Bazofil granülositler

- Toplam lökositlerin %1'inden de azdır.
- Nötrofillerle aynı büyüklükte, çapları 10 µm
- Çekirdek uzunca veya çoğunlukla U veya J harfi şeklinde olmasına karşın diğer granülositlere göre daha az segmentasyon gösterir 2 loblu da olabilir
- Bazik boyanan granüller loblu çekirdeği örtecek kadar fazladır.
- Bağ dokusunun mast hücrelerine pek çok bakımdan benzer.
  - Aynı kök hücreden gelişirler.
  - İşlevleri aynıdır.
  - Yüzey zarlarında IgE için F_c reseptörünün yer alması
- 2 tip granül mevcuttur.
  - Özel granüller (heparan sülfat, histamin, SRS-A)
  - Azurofilik (lizozomlar)



Bazofil granülositler ve mast hücreleri





Bazofil granülositler

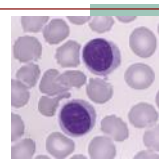
- Azurofil granüller, bazofillerin lizozomları olup, diğer lökosit tiplerinde bulunan lizozomal asit hidrolazlarla aynıdır.
- Bazofiller de mast hücreleri gibi anafilakside önemli rol oynar.
- Alerjik tepkimelerde-bazofil granüllerin içeriğinin salınması
- damar genişlemesine,
- mukus salgılanmasına
- sinir uyarılarına ve düz kas kasılmasına yol açarak;
- astım, egzema ya da anafilaksi gibi doku tepkilerini oluşturur.

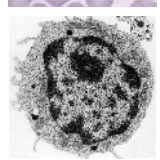
Lenfopoiez (lenfosit oluşumu)

- Oluşum yerlerine göre T ve B lenfosit olmak üzere iki tip lenfosit vardır. B lenfositler kuşlarda Fabricius kesesi *(Bursa fabricii)*, memelilerde kemik iliği *(Bone marrovv)* kökenli, T lenfositler ise timus *(Thymus)* kökenlidir.
  - Çokpotansiyelli hemopoietik kök hücre *(PHSC)*
  - Çokpotansiyelli ikincil hemopoietik kök hücre *(CFU-S)*
  - T Lenfosit kolonisi oluşturacak üçüncül kök hücre *(CFU-L)* kemik iliğini terk ederek timusun korteksine gelir. Burada çoğalır, karakteristik yüzey belirleyicileri oluştuktan sonra farklılaşarak organın medullasına geçer. Burada dalağa, ve sonra kana geçer.
  - B Lenfosit kolonisi oluşturacak üçüncül kök hücre *(CFU-L)* kemik iliğinde sürekli bölünerek olgunlaşmamış B lenfositleri ve doğal öldürücü hücreleri (NK) meydana getirir. B lenfositlerin gelişimi kemik iliğindeki retiküler hücrelerle ilişkilidir.
- B lenfositlerin çoğu; lenf düğümlerine, dalağa ve diğer lenfoid organlara göç ederken, NK hücreleri tüm vücut boyunca dağılıp çevre dokularda yabancı hücreleri arar.
- Lenfositler merkezi sinir sistemi ve kornea hariç her dokuda bulunur.

Lenfositler

- Lökositlerin % 20-35'u lenfosittir.
- 6-30 µm (çoğu 6-15 µm)
- 3 tipi vardır
  - T-lenfositler (CD2, CD3 ve CD7)
    - Sitotoksik CD8+
    - Yardımcı CD4+
    - Baskılayıcı ve/ya da sitotoksik CD8+, CD45RA+
  - B-lenfositler (CD9, CD19, CD20, CD24)
  - NK hücreleri (CD16, CD56, CD94)





Lenfositler

- Bağışıklık ve lenf sisteminin temel işlevsel hücresi olan lenfositler, nötrofillerden sonra kanda sayıca çok bulunan lökositlerdir.
- Dolaşım kanında, bağ dokusunda ve lenf sisteminde bulunur. Bir lenf dokusundan diğerine giderken karşılaştığı antijenleri tanıyıp, yanıt oluşturma yeteneğindeki bağışıklık sistemi hücreleridir.
- Lenfositler, kan yaymalarında bir tarafı hafif çökküntülü, büyük çekirdekleri etrafında ince ve açık mavi sitoplazmalarıyla kolayca tanınır.
- Protein veya polisakkarit yapısındaki yabancı madde veya mikroorganizmalar vücuda girdiğinde kan plazmasında immüno globulinlerin oluşmasını uyarır. İmmünglobulinler bu maddelerle birleşip etkilerini yok eder. İşte bu yolla kendini koruyabilen canlının geliştirdiği mekanizmaya bağışıklık *(immünite)* denir.
- Bu olayda bağışıklık yanıtını oluşturan maddeye antijen, bununla tepkimeye giren ve etkisini yok eden kandaki özel globulin mo-leküllerine de antikor adı verilir.

Lenfositler

Vücutta iki tip bağışıklık sistemi vardır:

- 1) Hücresel bağışıklık,
- 2) humoral *(sıvısal)* bağışıklık.

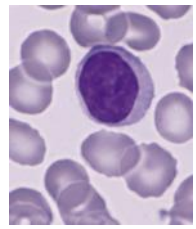
- Hücresel bağışıklık, sitotoksik ve fagosjtik mekanizmalarla antijenik yabancı hücrelerin yok edilmesidir.
- Humoral *(sıvısal)* bağışıklık ise, kan plazmasında antikor adı verilen immunoglobulinlerle yapılan, organizmayı antijenlere karşı koruma işlemidir.
- T lenfositler hücresel bağışıklıktan, B lenfositler ise humoral bağışıklıktan sorumludur.

T lenfositler

- T lenfositler, önce timusun medüllasına geçer, oradan da dolaşıma katılır.
  - Dolaşım yoluyla ikincil lenfoit organlara *(dalak, lenf düğümleri ve folikülleri, bademcikler)* giden T lenfositler,
  - bu organlarda belirgin bölgelerde *(dalakta beyaz pulpa, lenf düğümlerinde parakortikal bölge)* yerleşerek aylarca hatta yıllarca yaşamlarını sürdürür.
- Bu bölgelerde antijenle karşılaştıklarında aktive olup gelişir ve büyüyerek lenfoblastlara dönüşür.
- Lenfoblastlar sürekli bölünüp çoğalarak, hücresel bağışıklıkta etkin rol oynayan
  - Yardımcı T hücreleri *(CD4 hücreler),*
  - Sitotoksik T hücreleri *(katil T lenfositler, CD8 hücreler),*
  - Baskılayıcı T hücreleri ve
  - Hafıza hücrelerini oluşturur.
- T lenfositler, dolaşım kanındaki lenfositlerin % 60-80'ini oluşturur.

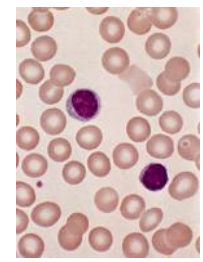
Yardımcı T hücreleri (CD4)

- Yabancı bir antijene karşı bağışıklık yanıtının oluşmasında işlev gören en önemli hücredir.
- B lenfositler plazma hücrelerine farklılaşarak antikor sentezler
- Yardımcı T hücrelerinin iki çeşiti vardır:
- TH1 hücreleri, makrofajları içlerine aldıkları mikroorganizmaları parçalamaları için aktive ederken;
- TH2 hücreleri, çoğalmaları ve antikor sentezlemeleri için B lenfositlerini uyarır.
- AİDS'e neden olan HIV virüsü yardımcı T hücrelerinin *(CD4 hücreleri)* içine girip çoğalarak bağışıklık yanıtının başlamasını engeller. CD4 hücreleri azalmaya başlar. Normal olarak 1 mikrolitrede 1000 adet olan CD4 hücre sayısının 400'e düşmesi, bağışıklık yanıtında tehlikeli sınırın aşılmasına neden olur.
- Vücut pek çok patojene karşı kendini koruyamaz. Kişi, böyle bir durumda virüs, bakteri ve mantar gibi fırsatçı enfeksiyonlara neden olan etkenler yüzünden ölür.



Sitotoksik T hücreleri (CD8)

- Hücresel bağışıklıkta etkin rol oynayan hücrelerdir. CD8 T lenfositler ya da CD8 hücreler olarak da tanımlanmaktadır.
- CD8 T lenfositler enfekte hücreleri öldüren **perforin** ve fragmentinleri salgılar.
- Bu maddeler, enfeksiyonlu hasta hücre zarında delik ve yırtıklar oluşturarak içlerine doku sıvısı dolmasına ve hücrelerin ölmesine neden olur.
- Enfekte hücrelerin bu şekilde öldürülmesiyle virüsün yayılması sınırlanmış olur.
- Bu öldürücü özellikleri nedeniyle CD8 T lenfositler, **katil hücreler** ya da sitotoksik *(hücre zehirleyen)* hücreler olarak da adlandırılır.
- CD8 T hücreleri, organ nakillerinde ortaya çıkan doku reddinde önemli rol oynayan hücrelerdir.



Baskılayıcı T hücreleri

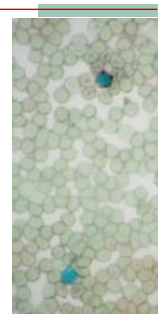
- Bağışıklık sisteminin aşırı reaksiyon vermesini engeller.

Hafıza T hücreleri (CD4 ve CD8 hafıza hücreleri)

- T lenfositlerin antijenle karşılaştıkları zaman bölünerek oluşturdukları hücre çeşitlerinden birisidir.
- Dolaşımda aynı antijenle tekrar karşılaşıldığında onu hemen tanır ve kısa zamanda diğer hücrelerin yardımıyla antijen yok edilir.
- Ömürleri birkaç yıl kadardır.

B lenfositler

- Dolaşımdaki lenfositlerin % 20-30 kadarını oluşturur.
  - Çokpotansiyelli hemopoietik kök hücre *(PHSC)*
  - Çokpotansiyelli ikincil hemopoietik kök hücre *(CFU-S)*
  - Kuşlarda ise kök hücre kemik iliğinden çıkıp kan yoluyla kloak çıkıntısı olan ve memelilerde karşılığı tam olarak bulunamayan *Fabricius kesesine* göç eder.
  - Aynen T lenfosit öncüllerinin timusta çoğaldığı gibi, B lenfositler de bu kese içinde çoğalır, farklılaşıp olgunlaşarak dolaşıma katılır.



B lenfositler

- Dolaşıma katılan B lenfositler daha sonra periferal lenf organları olan dalak, lenf düğümleri, bademciklere giderek lenf foliküllerine yerleşir. Bu foliküller doğum öncesinde koyu görünür. Bunlara **primer lenf folikülleri** denir.
- Doğumdan sonra, organizmaya antijen girdiğinde, primer lenf foliküllerini dolduran B lenfositler, bu antijene **karşı** antikor sentezleyebilmek için uyarılır.
- Bu hücrelerin bir kısmı birkaç gün içinde plazma hücrelerine, bir kısmı da aynı antijenle tekrar karşılaşıldığında daha hızlı bir yanıtın oluşmasını sağlayan **hafıza B hücrelerine** dönüşür.
- Plazma hücreleri antikor *(IgG)* ürettikten birkaç hafta sonra ölür; ancak hafıza B hücreleri çok uzun ömürlüdür.
  - B hücresi bir antijenle uyarılınca plazma hücresi haline dönüşerek antijene özgü antikor yaparken,
  - T hücresi antijenk uyarılınca değişikliğe uğrar, büyür ve lenfokinleri salgılar.
- B lenfositlerin ömürleri kısadır.

Hafıza B hücreleri

- Hafıza B hücreleri, sıvısal bağışıklıktan sorumlu B lenfositlerden
- ya da daha önceden var olan hafıza B hücrelerinden oluşur.
- Bu hücreler, bir patojenle karşılaştığı zaman bağışıklık sisteminin diğer hücrelerinde olduğu gibi doğrudan değil, dolaylı tepki verir.
- Patojeni tanıyan hafıza B lenfositler hemen bölünerek çoğalır. Yeni B lenfosit kolonisi ve hafıza B hücreleri oluşur. Genç B lenfositler patojeni hızlıca ortadan kaldırarak bireyi hastalıktan korur.
- Hafıza B hücreleri dolaşımda çok uzun zaman hatta tüm yaşam boyu kalır.

Doğal öldürücü lenfositler (NK hücreleri)

- Kanda dolaşan lenfositlerin % 5-10unu oluşturur.
- Bu lenfositler, yabancı hücrelere, virüsle enfekte hücrelere ve kanserli hücrelere saldırır. İmmünolojik dengenin oluşturulmasmda önemli rol oynar.
- Kanserli hücre zarında tümör-spesifik antijenler, virüslere enfekte hücre zarında ise yabancı peptitler bulunur.
- Bu moleküller normal hücrelerde görülmediğinden, NK hücreleri bu proteini yabancı olarak algılar ve bunu taşıyan kanserli ya da virüsle enfekte hücrelere saldırır.
- Bazı kanserli hücrelerin tümör-spesifik antijenleri ya yoktur ya da bîr şekilde bu antijenlerin tanınmasını olanaksızlaştırır.
- NK hücreleri, immonolojik kaçış denilen bu yolla kanserli hücreleri tanıyamaz. Bu hücreler de çoğalarak tümör oluşturur.
- Lenfositler bilinen yol olan kanı kullanarak lenf düğümü, dalak ve bağ dokusu arasında sürekli göç eder

T ve B lenfositlerin karşılaştırılması

T Lenfositler

- **Kemik iliğinden köken alır**
- **Timusta olgunlaşır**
- **Sekonder organlara yerleşir**
- **T lenfositler hareketlidir**
- **Salgılarına lenfokin adı verilir**
- **3 tipi vardır. Sitotoksik, yardımcı, baskılayıcı T lenfositler**
- **Hücresel savunmada rol alır.**
- **Nonspesifik esteraz enzimi içerirler**

B Lenfositler

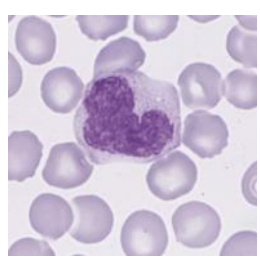
- **Kemik iliğinden köken alır.**
- **bursa Fabriciusta ve kemik iliğinde olgunlaşırlar**
- **B lenfositler hareketsizdir**
- **Salgıları İmmunglobulindir**
- **Sekonder organlara yerleşir.**
- **B lenfositlerden Plazma hücreleri farklılaşır**
- **Humoral savunmada rol alır**
- **Non spesifik esteraz içermezler**

Monopoiez (monosit oluşumu)

- Monositler, lenfositlerden farklı olarak sadece kemik iliğinde yapılır.
  - Çokpotansiyelli hemopoietik kök hücre *(PHSC)*
  - Çokpotansiyelli ikincil hemopoietik kök hücre *(CFU-S)*
  - Alyuvar kolonisi oluşturacak üçüncül kök hücre *(CFU-GM)*
  - Monoblast
  - Promonosit
  - Monosit
- Kök hücreden monosite dönüşme zamanı yaklaşık 55 saat kadardır.
- Monositler, farklılaşıp makrofaj olacakları dokulara göç etmeden önce 16 saat kadar dolaşımda kalır.
- Dokulardaki makrofaj ihtiyacı kandan sürekli monosit akımıyla gerçekleştirilir.

Monositler

- Dolaşan kanındaki akyuvarların % 3-8'ini oluştururular.
- En büyük (18 µm) akyuvar grubudur.
- Çekirdekleri bir kenarlarında hafifçe çukurlaşmıştır. Hücre yaşlandıkça bu çukurluk iyice artar ve çekirdek böbrek veya at nalı şeklini alır.
- Küçük yoğun azurofilik granüller içerir.



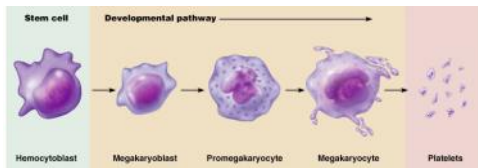
Monositler



- Kemik iliğinde meydana gelen promonositler 2-3 günlük bir gelişim periyodundan sonra dolaşıma katılır.
- Dolaşım kanında görülen monositler kemik iliğinden dokulara geçecek olan hücrelerdir.
- Monositler kanda 16 saat kadar kalıp çeşitli organların bağ dokusuna ve lenf organlarına göç ederek, farklılaşıp tekçekirdekli fagositik sistemin doku makrofajlarına dönüşür
- Kanda bulundukları sırada herhangi bir işlevi yok gibidir.
- Ancak, kandan (doku içine geçtikleri zaman hareket kazanıp, mikro organizmaları ve zararlı maddeleri fagosite edip hücre içi sindirimle parçalayarak yok eder.

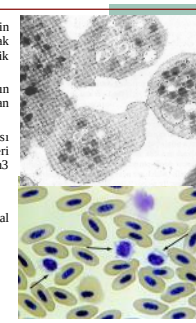
Trombopoiez (trombosit oluşumu)

- Balık, kurbağa, sürüngen ve kuşlarda çekirdekli olan bu hücreler, tromboblast denilen öncü hücrelerin bölünmesi ve farklılaşmasıyla oluşur.
  - Çokpotansiyelli hemopoietik kök hücre *(PHSC)*
  - Çokpotansiyelli ikincil hemopoietik kök hücre *(CFU-S)*
  - Alyuvar kolonisi oluşturacak üçüncül kök hücre *(CFU-MEG)*
  - Megakaryoblast
  - Megakaryosit
  - Trombosit (Kan Pulcukları)



Trombositler (kan pulcukları)

- Memeli trombositleri çekirdek taşımadıkları için **tromboplastit** veya **kan pulcukları** olarak adlandırılır. Küçük ve renksiz sitoplazmik parçacıklardır.
- Hasarlı bölgelerdeki kan damarlarında kanın pıhtılaşmasını sağlayarak organizmayı aşırı kan kaybına karşı korur.
- Yuvarlak, oval, bikonveks disk veya yassı şekillerde olabilen trombositlerin büyüklükleri 2-3 mikrometre kadardır. İnsan kanında 1 mm3 de 150 000 – 350 000 kadar bulunurlar.
- Yaşam süreleri 9-10 gündür.
- TEM çalışmaları ile trombositin yapısal organizasyonu:
  - Periferal Bölge
  - Yapısal Bölge
  - Organel Bölgesi
  - Zar Bölgesi



Trombositlerin işlevi ve kanamanın durdurulması

- Trombositlerin esas işlevleri kan damarlarını döşeyen endoteledeki küçük yaraları yamayarak kapatmak ve kanın bölgesel pıhtılaşmasını sağlayarak, kanamanın azaltılması ve daha sonra da durdurulmasını gerçekleştirmektir. Dolaşım kanında trombositler ne birbirlerine, ne diğer hücrelere ne de kan damarlarını döşeyen endotele yapışırlar.
- Ancak normalde hiç karşı karşıya gelmedikleri dış yüzeylerle karşılaştıklarında, hızlıca yapışırlar. Bu yapışma özelliği in vitro koşullarda da gerçekleştirilmiştir. Trombositlerin hasarlı damar yüzeylerine yapışmasına k**an pulcuğu yapışması (trombosit adhezyonu),** birbirine yapışarak birikmesine ise trombosit agregasyonu denir.
- Kan damarı yaralanınca, trombositler hasara uğramış endotele ve bu bölgedeki kollagen fibrillerine yapışarak burada trombositlerden oluşmuş bir kütle meydana getirirler.

Trombositlerin işlevi ve kanamanın durdurulması

- Birbirine yapışan trombositler, bu yakın ilişki neticesinde harekete geçip, ATP'leri parçalarlar. Meydana gelen ADP yüzeye salınır. ADP trombositlerin üst üste birikmesi ve diğerlerinin de buraya yapışması için gerekli bir uyarıcıdır.
- Damar duvarındaki trombosit kütlesi trombosit pıhtısı oluşturarak büyümeye devam eder ve sonunda buradan kan akışını engelleyecek bir tapa meydana getirirler.
- Damar zedelenmelerinde trombosit pıhtısı oluşumuyla birlikte, kanın pıhtılaşmasında yer alan diğer karışık tepkimeler de işe karışmaya başlar.
- Kanın pıhtılaşmasına **hemostaz** denir. Bir de çok yaygın bilinen, kanın pıhtılaşmaması hastalığı vardır ki buna da **hemofili** denilir.
- Trombosit üretimindeki sayıca eksiklik ve hızlı parçalanmaya **Trombositopeni,** yapı ve işlevlerdeki kalite eksikliğe ise **Trombositopati** denir.

Hemostaz

- **Damar bütünlüğünün bozulmasına bağlı olarak meydana gelen kanamanın durması**
  - Kan damarları
  - Doku faktörleri
  - Plazma faktörleri
  - Trombositler

  birlikte görev görür

Kan pıhtılaşma faktörleri

I → Fibrinojen
II → Protrombin
III → Doku tromoplastini
IV → Kalsiyum
V → Proakselerin
VII → Prokonvertin
VIII → Antihemofilik Globulin (AHG)
IX → Christmas Faktörü, PTC
X → Stuart-Prower faktörü
XI → Plazma tromboplastin antesadanı
XII → Hageman Faktörü
XIII → Fibrin stabilize edici faktör

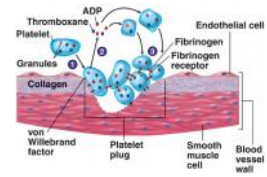
Hemostazın basamakları (fazları)

- Faz I: damarların kontraksiyonu
  - Kan akımını azaltmak için, yaralanan damarın kontraksiyonla daralmasıdır
- Faz II: trombosit tıkacı oluşması
  - Yaralanma yerinde gevşek bir trombosit tıkacı veya beyaz trombüs oluşur
- Faz III: fibrin ağı (pıhtı) oluşması
  - Kan pıhtılaşması, eritrositler ve fibrinden zengin üçüncü tip bir trombüs olan kırmızı trombüsün oluşmasıdır
- Faz IV: fibrinoliz (fibrin ağının çözülmesi)

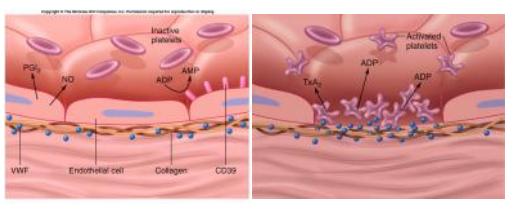
Hemeostazis

Kanamayı durdurma süreci

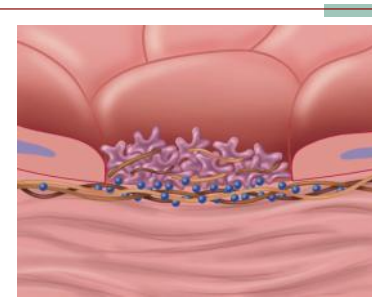
- **Zedelenen damarda kontraksiyon** — **Vasküler yanıt**
- **Trombosit birikimi** — **Trombosit aktivasyonu**
- **Pıhtılaşmanın aktivasyonu** — **Pıhtı oluşumu**
- **Fibrinolizisin aktivasyonu** — **Pıhtı çözülmesi**



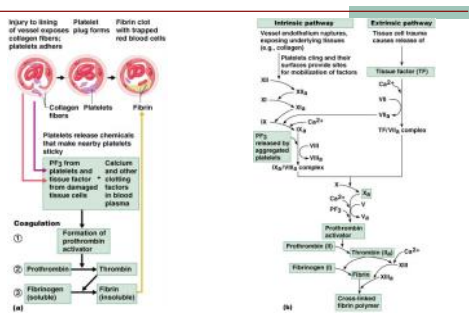
Kan pulcuklarının rolleri



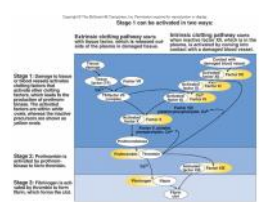
Kan pulcuklarının rolleri



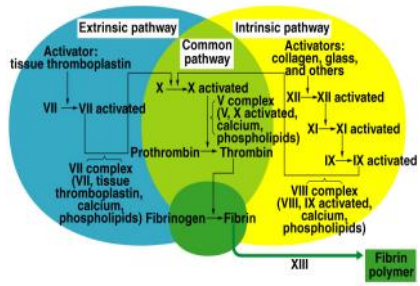
Hemeostazis



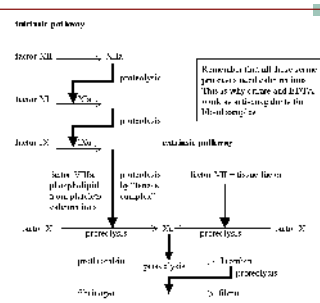
Hemeostazis



Hemeostazis



Hemeostazis



Kan hücreleri - özet

TABLE 17.2 Summary of Formed Elements of the Blood

Cell Type	Illustration	Description*	Cells/mm³ (µl) of Blood	Duration of Development (D) and Life Span (LS)	Function
Erythrocytes (red blood cells, RBCs)		Biconcave, anucleate disc; salmon-colored; diameter 7–8 µm	4–6 million	D: 5–7 days LS: 100–120 days	Transport oxygen and carbon dioxide
Leukocytes (white blood cells, WBCs)		Spherical, nucleated cells	4800–10,800		
Granulocytes					
• Neutrophil		Nucleus multilobed; inconspicuous cytoplasmic granules; diameter 10–12 µm	3000–7000	D: 6–9 days LS: 6 hours to a few days	Phagocytize bacteria
• Eosinophil		Nucleus bilobed; red cytoplasmic granules; diameter 10–14 µm	100–400	D: 6–9 days LS: 8–12 days	Kill parasitic worms; destroy antigen-antibody complexes; inactivate some inflammatory chemicals of allergy

*Appearance when stained with Wright's stain.

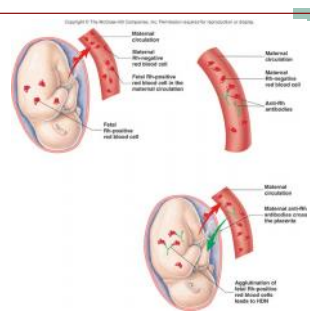
Kan hücreleri - özet

TABLE 17.2 Summary of Formed Elements of the Blood (continued)

Cell Type	Illustration	Description*	Cells/mm³ (µl) of Blood	Duration of Development (D) and Life Span (LS)	Function
• Basophil		Nucleus lobed; large blue-purple cytoplasmic granules; diameter 8–10 µm	20–50	D: 3–7 days LS: 7 (a few hours to a few days)	Release histamine and other mediators of inflammation; contain heparin, an anticoagulant
Agranulocytes					
• Lymphocyte		Nucleus spherical or indented; pale blue cytoplasm; diameter 5–17 µm	1500–3000	D: days to weeks LS: hours to years	Mount immune response by direct cell attack or via antibodies
• Monocyte		Nucleus U or kidney shaped; gray-blue cytoplasm; diameter 14–24 µm	100–700	D: 2–3 days LS: months	Phagocytosis; develop into macrophages in tissues
Platelets		Discoid cytoplasmic fragments containing granules; stain deep purple; diameter 2–4 µm	150,000–400,000	D: 4–5 days LS: 5–10 days	Seal small tears in blood vessels; instrumental in blood clotting

*Appearance when stained with Wright's stain.

Erythroblastosis fetalis



Lenf

Non spesifik savunma mekanizmaları		Spesifik savunma mekanizmaları
İlk Savunma	İkinci Savunma	Üçüncü Savunma
▪ Deri ▪ Mukoza ▪ Deri ve mukoza sekresyonu	▪ Fagositik beyaz kan hücreleri ▪ Antimikrobial proteinler ▪ İltihabı cevap	▪ T lenfositler ▪ B lenfositler ▪ Plazma hücreleri ▪ Antikorlar