

Lenfoid Organlar

- **Primer ve Sekonder Lenfoid Organlar**
- Lenfoid organlar thoracic ductuslar boyunca yerleşirler

- Lenfoid organların çatısını retiküler bağ doku meydana getirir.
- Retikulum iplikleriyle desteklenen retikulum hücrelerinin sitoplazmik uzantıları arasındaki boşluklar özellikle lenfositlerle doludur.
- Lenfoid organların bu yapısı Lenfoid doku olarak adlandırılır.

Lenfoid doku ya diffuz biçimde ya da organ şeklindedir.

Organ şeklinde olmayan lenfoid doku subepitelyal konumdadır, yani bağ doku içerisinde. Örn. Lenfosit infiltrasyonları, soliter ve agregat lenf follikülleri.

Bunlar özellikle boşluklu organların mukozalarının bağ dokulu kısımlarında yerleşirler.

- **Bağımsız organ şeklinde olan lenfoid dokular;**
1. **Primer lenfoid organlar:**

- Kemik iliği,
- timus,
- bursa fabricius
- Köken hücre ve progenitor hücrelerin bulunduğu organlardır. Bütün kan hücreleri kemik iliğinden şekillenen köken hücrelerden farklılaşır. Belirli hücrelere dönüşme yönünde uyarılmış köken hücrelere de **progenitor hücre** denir.
- Progenitor hücreler Kemik iliğinden başka timus, bursa fabricius gibi organlara giderler. Buralarda farklılaşarak kan yoluyla sekonder lenfoid organlara yerleşirler.

- **2. Sekonder lenfoid organlar:**

- Lenf düğümü,
 - dalak,
 - hemal düğüm,
 - hemal lenf düğümü.
- bu organlarda lenfositlerin ve alt tiplerinin yapımı antijenik uyarımla gerçekleşir.

1.Kemik iliği

1. Kırmızı kemik iliği: Erişkinlerde bütün kan hücrelerinin yapıldığı primer lenfoid organdır.Gençlerde tüm kemikler, erişkinlerde kısa ve yassı kemikler ile uzun kemiklerin epifizleri kırmızı kemik iliği yapısındadır.

- **2. Sarı kemik iliği:**
- Erişkinlerde uzun kemiklerin diyafiz bölgelerini kapsar
- Bu renk değişimi retiküler bağ doku içinde yağ hücrelerinin artmasına bağlıdır.
- Kemik iliği kan damarlarından zengindir.
- Buradaki kan damarlarını venöz yarımaları sinus şeklindedir.
- Gerek retiküler bağ dokunun boşluklarında gerekse sinusların içerisinde tüm kan hücrelerinin genç tipleri ile çeşitli gelişme aşamalarındaki tipleri görülür.
- Kemik iliğindeki hücreler hemositoblastlardan köken alır. Bu hücrelerin uyarılmasıyla da progenitör hücreler şekillenir.
- Progenitör hücrelerden eritrositler, granulositler, B lenfositler, monositler ve megakaryositler meydana gelir.

• 2. Timus

- Canlıların gelişme döneminde hipofiz ön lobu ve tiroid hormonları etkisiyle büyüyen bu organ
- gelişme tamamlanınca gonadlardan salgılanan steroid hormonların etkisiyle de küçülmektedir.
- Timusu dıştan saran kapsül organın içlerine doğru girerek tam olmayan lopçuklara ayırır.
- Bu lopçuklar histolojik kesitlerde koyu (korteks) ve açık (medulla) bölgelerden oluşmuştur.
- Kortekler birbirinden bağ doku çentikleri ile ayrılırken medulla bir bütün olarak organın orta kısmını oluşturmaktadır

- Lenfoid yapıya sahip olan timus, diğer lenfoid organlardan farklıdır;
- İçerisinde lenf follikülü bulunmayan tek lenfoid organdır
- Embriyonal olarak yutak endoderminden köken alan retikulum hücrelerine sahiptir
- Retikulum hücreleri epitelial özelliktedir.
- Retikulum hücrelerinin dışında retikulum iplikleri bulunmaz.
- Bu hücrelerin sitoplazmik uzantıları organın içerisinde mikrokompartmentların oluşmasına neden olur.

- **Kan-timus bariyeri**

Timusta organ kapsülünün altında tek katlı ince bir epitel katmanı yer alır.

- Bu epitel timus paranşimine giren damarları da sararak bir bariyer şekillendirir.
- Bu bariyere ait katmanlar;
 - Damar endoteli
 - Bazal membran
 - Perivasküler bağ doku
 - Timus epitelinin bazal membranı
 - Timus epiteli
- Bu bariyer, kanda dolaşan antijenlerin T lenfositlerin oluştuğu timus korteksine girmesini önler ve böylece gelişmekte olan T lenfositleri antijenlerin etkisinden korur.
- Böylece antijensiz bir ortamda, protein yapısında bazı büyüme faktörlerinin (hüморal faktörler) etkisiyle (timopoietin, timosin, timostimulin) T hücreleri çoğalır, olgunlaşır ve farklılaşır.

- T hücreleri farklılaşırken yüzey reseptörleri, MHC reseptörleri ve CD molekülleri ile donanarak antijenleri tanıma özelliği kazanırlar.
- korteksteki kompartımanlarda lenfositler mitozla çoğalarak timositlere (immün kompetan T lenfosit) dönüşürler.
- Kortekste bol miktarda görülen makrofajların yıkımından kurtulan lenfositler retikulum hücreleri boyunca medullaya geçerler
- Medullada bariyer olmadığından T hücreleri ilk defa antijenle karşılaşırlar.

- Bu hücreler immün yetenekli T lenfositler olarak Postkapillar venüller aracılığıyla sekonder lenfoid organlara göç ederek orada T lenfosit bölgelerine yerleşirler.
- (dalakta periarteriyoler kılıf, lenf düğümlerinde parakortikal ve interfolliküler bölgeler).
- İmmün yetenekli hücreler olarak timusu terkeden ve sekonder lenfoid organlara yerleşen T lenfositler antijenik uyarımlar sonucunda lenfoblastlara dönüşerek çoğalırlar ve yeni aktif T lenfositler şekillenirler.

- Timus medullasında **Hassal cisimcikleri** denilen özel yapılar vardır. Bu yapılar konsantrik olarak düzenlenmiş yassı epitelyal retiküler hücrelerden oluşur.
- Bu hücreler dejenere olurlar ve sitoplazmaları keratohiyalin granülleri ve sitokeratin filamentleriyle dolar.
- Hassal cisimciklerinin büyüklüğü gelişme evresine bağlı olarak değişkenlik gösterir.
- Bundan başka medullada da retikulum hücreleri ve lenfoblastlar bulunur. Ayrıca plazmasitlere ve eozinofil granülositlere de rastlanır.
- Yeni doğanlarda timus çıkartılırsa yabancı transplantın antijen olarak etkimeidiği görülür.

- **3. Bursa fabricius**
- Kanatlılarda kloakanın dorsalinde yer alan kese biçiminde bir organdır.
- Bursa fabriciustan köken alan lenfositler B lenfositlerdir.
- Erken dönemde gelişmesi tamamlanan ve 4 aylıktan sonra gerilemeye başlayan organın duvar yapısında mukoza, muskularis ve seroza katları görülür.

- Mukoza en kalın kattır ve drmler yaparak lümene uzanır.
- Antijen etkisiyle antikor yapımından sorumlu bu organda lenfositler (B lenfositler) yapılır.
- Lenfosit yapımından kırmızı kemik iliğinden kan yoluyla buraya gelen progenitor hücreler sorumludur.
- Memelilerde bulunmayan bu kesenin karşılığı olarak kemik iliği gösterilir.

- Epitelin altındaki bağ dokunun çok geniş bir bölümünü lenf follikülleri doldurur

- Lümene bakan yüzeyini yalancı çok katlı prizmatik epitel döşer.
- Epitelin altında kollogen ipliklerinden zengin retikulum hücrelerinin sitoplazmik uzantılarından oluşan bağ doku bulunur.
- Burada oluşan gözenekli ağ lenfositlerle doludur.

- Organı oluşturan lenf foliküllerinde korteks ve medulla ayırt edilebilir.

2-Sekonder lenfoid organlar

Lenf düğümü,
hemal düğüm,
hemal lenf düğümü.
dalak,

LENF SİSTEMİ

Lenf damarları, lenf düğümleri, lenf kılcalları ve bazı küçük organlardan meydana gelmiştir.

Lenf damarlarıyla taşınan ve içinde akyuvarlar bulunan doku sıvısına **lenf** (akkan) denir. Bu sıvıda alyuvar ve pıhtılaşma faktörleri yoktur.

Lenf düğümleri : Lenf kılcallarının birleştiği yerlerde bulunan lenfosit, retikulum hücresi, makrofaflar ve plazmasitlerden oluşan dokudur. Lenf düğümleri en çok kasıklarda koltuk altlarında boyunda ve bazı dokular arasında bulunur

- **Lenf dolaşımı:** Vücuttan toplanan lenf iki yoldan kan dolaşımına katılır.
- I. Bacaklarda, vücudun ve başın sol tarafında ve bağırsaklarda bulunan lenf damarları, **sol köprücük altı toplar damarına** bağlanır. Bu damar da **üst ana toplar damarıyla** kalbin sağ kulakçığına açılarak lenfi kalbe taşır.
- II. Başın ve gövdenin sağ yarısıyla sağ koldaki lenfin taşındığı yoldur. Bu organlardaki lenf damarları **büyük lenf kanalına** bağlanır. Bu damar **sağ köprücük altı toplar damarıyla** birleşip **üst ana toplar damarı yoluyla** kalbin sağ kulakçığına açılır ve lenf kana karışır.
- Böylece bütün lenfin birleştiği ilk yer **üst ana toplar damarı** olmuş olur. Buradan kalbe gelen lenf tekrar bütün vücuda dağıtılır.

- **Lenf Sisteminin Görevleri:**

- Madde alışverişine aracılık eder.
- Bağırsaktan emilen yağ asitleri, gliserol ve A, D, E, K vitaminlerini dolaşıma katar.
- Lenfosit üreterek kana verir, böylece savunma sistemimizin temel yapısına katkı sağlar.
- Doku sıvısının fazlasını kana taşır. Kanın sıvı miktarının düzenlenmesine yardımcı olur. Bu sistemle kılcal damarlar ile alınamayan doku sıvısı içindeki maddeler yeniden dolaşım sistemine dahil edilir.

- **Lenf follikülleri:**

- Bütün lenfoid organların ortak özelliği lenf follikülüne sahip olmalarıdır.
- Lenf follikülleri mukozada yer alan düğümcüklerdir.
- Ya soliter yada agregat şekilde bulunurlar.

- Mukozaların boşluğa bakan yüzleri epitel hücreleri ile örtülüdür.
- Epiteli aşan etkenler doku sıvısına karışırlar.
- Lenf follikülleri de bu doku sıvısını temizler.
- Lenf follikülleri lenfoid sistemin sentral fonksiyonel yapı unsurlarıdır.
- Antijenle uyarımdan sonra ortaya çıkan hücre değişimleri esas olarak lenf folliküllerinde kendini gösterir.

- Her lenf follikülü 2 doku grubundan ibarettir.
- 1. Retikulum iplikleriyle desteklenen retikulum hücre ağı
- 2. Bu ağın içinde yerleşen blast formundaki hücrelerden oluşur. (lenfositler, plazmasitler, makrofajlar).
- Dentritik hücreler olarak adlandırılan retikulum hücreleri fagositik aktiviteye sahiptirler.
- Lenf follikülünün çevresinde yassı retikulum hücrelerinden ibaret kapsül şeklinde bir katman bulunur.

- Lenfoid dokuya f3tal yaşam sırasında lenfositler yerleşirler.
- Bunlar mitozla b3l3nerek sayıca artarlar ve follik3l tamamen lenfositlerle dolar (primer follik3l).
- Doğumdan sonra dış çevreyle ilişki sonucu ilk antijen-antikor reaksiyonu başlar ve follik3l3n iç kısmında **reaksiyon merkezi** şekillenir.
- Burası h3cre yapımı ve yıkımının birarada g3r3ld3ę3 yerdir.
- Lenf follik3l3n3n mukoza serbest y3zeyine bakan kısmına lenfosit duvarı yada **korona** adı verilir.
- Burası 3zellikle k33k lenfositleri ve b3y3k olasılıkla bellek h3creleri içerir.
- Lenf follik3l3n3n bunun karşısında yer alan kısmı (koyu b3lge) ok sayıda h3cre (makrofaj, plazmasit) içerir.

- **Antijenler ilk kez korona bölgesindeki bellek hücreleriyle karşılaşarak bu hücrelerin plazma hücrelerine dönüşmesini sağlarlar.**
- **Bu sırada reaksiyon merkezinde germinoblastlar aşırı çoğalır. Böylece reaksiyon merkezi büyür.**
- **Germinoblastlardan köken alan immunositler koyu bölgeye göç ederek, buradaki makrofajlarla sıkı bir işbirliği yaparak, 2-3 gün içinde fazla miktarda antikor salgırlarlar.**
- **İmmun reaksiyonun sona ermesiyle reaksiyon merkezi yine küçülür. Kısa ömürlü lenfositler parçalanırlar.**
- **Uzun ömürlü bellek hücreleri korona bölgesine göç ederler.**

- **Tonsiller:**
- Ağız boşluğunun gerisinde ve yutakta yer alan lenfoid oluşumlardır.
 - T. Palatina
 - T. Lingualis
 - T. Pharyngea
 - T. Tubalis
- Gıda maddeleriyle ya da solunum yoluyla alınan antijenlere karşı savunma işini üstlenirler.
- Tonsiller agregat lenf follikülü yapısındadır.
- Folliküllerin üzerini örten epitel düzgün de olabilir yada bağ doku içine kripta adı verilen çöküntü de yaparlar.

• **Lenf Dügümleri:**

- Lenf düğümleri başlıca m.org.' lara ve tümör hücrelerinin yayılmasına karşı organizmayı savunan ardarda dizilmiş bir seri filtre gibi fonksiyon görürler.
- Doku sıvısı kökenli lenf, dolaşıma girmeden önce en az bir lenf düğümünden süzülür.
- Embriyonal dönemde, şekillenen lenf keselerinin boşluğuna doğru mezenşim dokunun yayılması ile primordiyal lenf düğümleri şekillenir.
- Bu mezenşim odaklarının korteks ve medulla taslakları da meydana gelip, diferensiyasyon olunca lenf düğümleri şekillenmiş olur.
- Böylece fetal dönemde ve kısmen de doğumdan sonra lenf damarları boyunca lenf düğümleri şekillenir.

- **Lenf düğümlerinin yapısı:**

Kapsül: Kollagen ve elastik iplikler, düz kas hücreleri içerir.

- Kapsül organ içine bir takım bölmeler (trabekül) gönderir.
- Lenfoid doku kortekste lenf follikülleri,
- medullada ise ağ yapan lenfatik kordonlar halindedir.

- Aynı sinus, medullaya inerek trabeküllerin ve lenfatik kordonların çevresinde sinus medullarisini oluşturur.
- Sinuslar açık kanalcıklar şeklindedir ve iç kısımları da tıpkı çevresindeki dokular gibi lenfoid dokudan şekillenir.
- Sinuslarda dolaşan lenf, açıklıklardan yayılır ve lenfosit ve fagositik hücrelerle ilişkiye girer.

Sinusların dışında iri retikulum hücreleri sıralanır.

Lenf düğümlerindeki fagositik hücreler ve sinusların dışındaki iri retikulum hücreleri organizmanın selüler savunmasına katılırlar.

- Lenf düğümlerinin ve genelde tüm lenfoid organların antikor yapımı fagositik hücrelerle ilişkilidir.
- Lenf yada kan yoluyla organizmaya yayılan antijen genellikle kendisini fagosit eden hücreyi uyarır.
- Daha sonra bu antijenik uyarım fagositoz yapan hücrenin yakınındaki bol miktarda bulunan lenfositlere geçer.
- Uyarılan hücre T lenfositse doğrudan ilişkiye geçip sitotoksik etki gösterir.
- B lenfositse, plazmablast-proplazmasit-plazmasit evrelerini geçirerek o antijen için özel olan antikoru yaparlar.
- Bu iki lenfositin çeşitli yöntemlerle ayrımı yapılmaktadır.
- Lenfoid dokuda retikulumun gözeneklerindeki lenfositlerin bir kısmı timustan bir kısmı da kemikiliğinden köken alır.

- -T lenfositlerin yerleştiği bölgeler: parakortikal ve interfolliküler bölgelerdir.
- Buradan ayrılarak genel dolaşıma karışırlar.
- Folliküllerin tepe kısmındaki bellek hücreleri aktive olur, plazma hücrelerine dönüşürler. Fazla miktarda antikoru kana verirler.
- Savunma reaksiyonları sırasında sentrum germinativumda daima çok sayıda hücre parçalanır.
- Reaksiyon tamamlandıktan sonra hayatta kalan plazmasitler küçülerek lenfosit görünüşü kazanırlar.
- Lenf follikülünün tepe kısmına bellek hücreleri olarak göçederler.
- Antijenle ilişkiye geldikten bir hafta sonra lenf düğümü eski görünüşünü kazanır.

- Lenf düğümlerinde s z len ve lenfositten (%80' i T lenfosit) zenginleŐen lenf sıvısı organın hilusundan ayrılan ve genelde tek olan eferent lenf damarı ile lenf düğümünü terkeder.

- Domuzda lenf follikülleri ite, lenfatik kordonlar dıştadır. Bu yüzden organa hilustan tek bir lenf damarı girer ve periferden çok sayıda lenf damarı çıkar.
- Organizmada oluşan lenf sonunda kan dolaşımına geri döner.

- Hemal düğümler: Sinusları lenf yerine kan ile doludur. Ruminantlara özgü olmakla birlikte tek parmaklılarda ve primatlarda da bulunabilirler. Yapısal ve fonksiyonel olarak dalağa benzerler. Dalaktaki gibi lenf follikülleri her tarafta yaygındır. Çok az miktarda fagositik aktivite gösterirler
- Hemal lenf düğümleri
Bu organlara hem kan hem de lenf gelir ve sinuslarında her ikisi karışır. Bunların varlığı ratlarda bilinmektedir. Evcil hayvanlardan koyun ve keçilerin perirenal, sığırların lumbal bölgelerinde bulunur. İnsanlarda da varlığı bildirilmektedir.

- Dalak: Lenfoid organların en büyüğüdür, lenf düğümlerinden farklı olarak lenfi değil kanı süzer. Bunun dışında;
 - Kan hücresi yapımı, kanı süzme ve depolama
 - Fagositoz
 - Eritrositlerin yıkımı
 - Demir metabolizması
 - İmmunite

Çok sayıda fagositik hücre içermesi ve bunların dolaşımdaki kan hücreleriyle yakın temasta bulunması nedeniyle dalak, dolaşıma giren tüm mikroorganizmalara karşı önemli bir savunma bölgesidir. Knada taşınan antijenlere karşı hızla reaksiyon geliştiren önemli bir immunolojik filtre ve antikor yapıcı organdır.

- Stroma:Kapsül ve trabeküllerden oluşur.
Paranşim: Hücreden zengin retiküler bağ dokunun şekillendirdiği paranşim pulpa adını alır.
 1. Beyaz pulpa: Lenf follikülleri ve lenfatik kordonlardan oluşur.
 2. Kırmızı pulpa: Folliküller, lenfatik kordonlar ve trabeküller arasındaki venöz sinuslar ve kırmızı pulpa alanlarından oluşur. Kırmızı pulpa alanlarını retikulum hücreleri ile bunların çevresindeki retikulum iplikleri meydana getirir. Gerek venöz sinusların içi gerekse kırmızı pulpa alanları kan ile doludur.

- Dalakta lenf follikülleri (Malpighi cisimcikleri) organın her tarafında yaygın olarak görülür. Bu folliküllerin bir ayrıcalığı da kan damarının çevresinde yer almasıdır. Bu damar A. sentralis' tir. Aslında dalaktaki folliküller, A. lienalis' in kolu olan A. trabekularis' in terminal bölümleri (pulpa arterisi) üzerinde gelişirler. Bu damarların tunika adventisyası lenfoid doku yapısındadır (periarteriyoler kılıf). Buradan dalak follikülleri şekillenir. A. sentralis bu folliküllerin içinde kalan damardır.

- A. sentralis kırmızı pulpaya geçince süpürge şeklinde dallara ayrılır (arteriyola penisillata). Süpürge şeklindeki arteriyollerin son bölümleri manşet şeklinde kalınlaşma gösterir. (kabuklu arteriyol). Bu kalınlaşma damar endotelinin altında bulunan ve retikulum hücrelerinden köken alan fagositoz yeteneğindeki hücrelerden ileri gelir. Bu oluşumlar aynı zamanda arteriyol lümenini daraltırlar. Bu sayede dalak kontraksiyonunda kırmızı pulpa kanının arteriyole geri gitmesi önlenir.

- Dalağın belirli bölgelerinde kan, kabuklu arteriyollerin son kollarından doğrudan sinuslara açılır ve oradan götürücü venlere (pulpa venleri) geçer. Buna besleyici dalak dolaşımı yada hızlı dolaşım adı verilir. Bazı bölgelerde ise kabuklu arteriyollerin son kolları içeriğini sünger görünüşündeki kırmızı pulpa alanlarının gözeneklerine boşaltır. Kırmızı pulpa gözeneklerini dolduran kan, buradan dalak sinuslarına da yayılır. Bu geçiş, sinus endotellerinin aralarındaki açıklıklardan olur. Buna da yavaş dolaşım adı verilir. Kırmızı pulpa gözeneklerinde durgunluk halinde bulunan kan, fagositik hücreler tarafından süzülür. Gerek kapalı gerekse açık dolaşım sonucu venöz sinuslara ulaşan kan pulpa venlerine geçer. Pulpa venleri birleşerek V. trabekülaris' i oluştururlar. V.trabekülarisler birleşerek V. Lienalis' i oluştururlar. Bu da organı hilusundan terk ederek genel dolaşıma karışır.

- Dalakta da T ve B lenfositler bulunur. Timustan gelen T lenfositler, retiküler bağ doku özelliğindeki periarteriyoler kılıf içerisine yani follikülün kırmızı pulpaya komşu olan dış bölgesine yerleşirler. Bunlar fagositik hücrelerle yakın ilişki içindedir. Antijenle karşılaşan fagositik hücrenin uyarılmasından sonra bu sinyal T lenfositlere geçer ve onları aktiveştirir. Aktifleşen T lenfositler salgıladıkları toksik maddelerle yabancı unsurları yok etmeye çalışırlar. Dalağın beyaz pulpasında B lenfositler daha fazladır. B bölgeleri malpighi cisimciğinin doğurucu merkezidir. Bunlar antijene özel antikoru yaparak humoral immuniteyi sağlarlar. Lenf düğümünde olduğu gibi dalakta da T ve B lenfositlerin oranı dolaşım kanındaki tersinedir. Yani T lenfositler bir hayli düşük miktardadır. Bu durum, T lenfositlerin hem lenf düğümünde hem de dalakta daha kısa süreyle kalarak genel dolaşıma geçmelerinden ötürüdür.

KAYNAKLAR

- Banks W.J. Applied Veterinary Histology. 2nd Ed. U.S.A. 1986.
- Bloom W. and Fawcett D.W. A Textbook of Histology. 12nd Ed. 1975.
- Demir R. Histoloji ve Hücre Biyolojisi, Palme yayıncılık, 2006.
- Dellmann H.D. and Eurell J. Textbook of Veterinary Histology. 5nd. Ed.1998:
- Eurell JAC. Veterinary Histology Atlas, 2006.
- Girgin A., Alabay B., Liman N., Özfiliz N., Gülmez N., Özcan Z., Yörük M., Erdost H., Aslan Ş., Ergün L., Zık. B. Veteriner Özel Histoloji, Editör, Özer A. 1. Baskı, 2009
- Junqueira LC., Carneiro J. Basic Histology, text & atlas. 11nd Ed. 2005.
- Kelley DE., Wood RL., Enders AC. Bailey's Textbook of Microscopic Anatomy. 1984.
- Moran DT. Rowley J.C. Visual Histology
- Pavelka M., Roth J. Functional Ultrastructure, 2005.
- Ross MH.,Kaye KI.,Pawlina W. Histology, A text and Atlas
- Sağlam M., Aştı RN., Özer A. Genel Histoloji 6. Baskı 2001
- Tanyolaç A. Özel Histoloji, Yorum Basım Yayın San. Ltd. Şti., Ankara,1999.
- Young B., Heath J.W. Wheater's Functional Histology. 4nd Ed. 2000.
- www.gfmer.ch/Medical_journals/Anatomy_histology.htm
- www.meddean.luc.edu/LUMEN/MedEd/Histo/frames/histo_frames.html
- <http://image.bloodline.net/category>
- <https://histo.life.uiuc.edu/histo>
- <http://www.uni-mainz.de/FB/Medizin/Anatomie/workshop/EM/EMAtlas.html>
- <http://www.fahrisimsek.com/atlas/index.html>
- http://www.fisicanet.com.ar/biologia/informacion_genetica/ap1/mitosis01.gif
- <http://www.biology.iupui.edu/biocourses/n100/images/meiosis1cropped.jpg>
- <http://www.biology.iupui.edu/biocourses/n100/images/meiosis2cropped.jpg>
- <http://fundacionannavazquez.files.wordpress.com/2007/12/c7-fotos-mitosis.jpg>
- <file:///D:/H%C4%B0STOLOJ%C4%B0%20%20EMBR%C4%B0YOLOJ%C4%B0%20ABD/histoloji%20kaynaklar%C4%B1/Aurell%20atlas/digop/theCell/mitosis.htm>
- <http://veteriner.selcuk.edu.tr/veteriner/Patoloji/genelpatoloji/yangi/26.jpg>
- http://www.ouhsc.edu/histology/Glass%20slides/39_01.jpg