

Dokular (Devam)

Kıkırdak dokusu

# Kıkırdak dokusunun fonksiyonları

- Yumuşak dokuları korumak ve desteklemek;
- Düzgün yüzeyli ve basınçlara dayanıklı moleküler yapısı ile eklem yüzeylerini kaygan yüzeyler oluşturacak şekilde kaplayıp kemik hareketlerini kolaylaştırmak;
- Embriyonda kemiklerin ve iskelet sisteminin gelişmesine; ayrıca büyüme çağında özellikle uzun kemiklerin büyümesine yardımcı olmak;
- Burun, gırtlak, trakea, bronş ve kulak kepçesi gibi organların yapısında yer alarak destekleyici görev yapmak.

# Kıkırdak dokusu

- Kıkırdak dokusu esas olarak,
  - Kondrosit denen hücreler,
  - Yarı katı bir zemin maddesi (matriks) ve
  - Fibrillerden meydana gelmiştir.
- Kemik doku hariç diğer destek dokularından daha sert bir doku olmasına rağmen belirli bir bükülebilme ve esneme özelliği vardır.
- Sinir, kan ve lenf damarı içermezler.
- Beslenmeleri kıkırdak dokusunun etrafındaki çevre bağ (kıkırdak zarı: perikondrium) dokusundan sağlanır.
- Embriyonal dönemde tüm iskelet kıkırdak dokusundan yapılmıştır. Daha sonra kıkırdağın büyük bir kısmının yerini kemik doku alır.
- Eklem yüzü, toraks duvarı, trake, bronş, kafatası tabanı gibi yerlerde kıkırdak kalır.

# Kıkırdak dokusu tipleri

- Matriks miktarına ve burada gömülü bulunan kollajen ve elastik fibrillerin bolluk derecelerine göre kıkırdak dokusu;
    - **hiyalin,**
    - **elastik ve**
    - **fibröz kıkırdak**
- olmak üzere üçe ayrılır.

# Hyalin kıkırdak

- Organizmada en bol bulunan kıkırdak tipidir.
- Matriksindeki kollojenin çoğunluğu tip II kollojen'dir.
- Mavimsi beyaz renkli veya buzlu cam görünümündedir (Hyalos: Cam).
- Kondrositleri yuvarlak veya oval olup lakünler içinde tek veya birkaç tanesi birlikte yer alır.
- Çok az bükülebilir özellikte olan hyalin kıkırdak, içerdiği kollajen fibriller nedeniyle basınca karşı çok dirençlidir.

# Hiyalin kıkırdağın bulunduğu yerler

- Embriyoda tüm iskelet hiyalin tiptedir.
- Erişkinlerde kaburgaların göğüs kemiğine tutunma yerindeki kıkırdaklar
- Sinoviyal eklemlerdeki kemik yüzeylerinde bulunan kıkırdak
- Burun kıkırdağı,
- Trake
- Büyük bronşlarda bulunan kıkırdaklar

# Elastik kıkırdak

- Hiyalin kıkırdaktan daha saydam olan kıkırdaktır ve sarımsı renkte, bükülebilme özelliğindedir.
- Kondrositler yuvarlak veya hafif köşelidir, tek ya da ikili ve üçlü izogen gruplar halindedir.
- Matrikste maskelenmiş Tip II kollagen fibrillerden başka maskelenmemiş çok fazla miktarda ağlar oluşturan elastik fibriller bulunur.
- Bulunduğu bütün bu yerlerde perikondrium ile kaplıdır.
- Elastik kıkırdak, hiyalin kıkırdak gibi kemikleşmez.



# Elastik kıkırdağın bulunduğu yerler

- Memelilerde dış kulakta,
- İşitme kanalları duvarında,
- Östaki borusunda,
- Epiglottiste,
- Küçük bronşiolerde,
- Burunun kanatlarında

# Fibröz kıkırdak

- Çıplak gözle grimsi-beyaz renkte görülür.
- Fibröz kıkırdak, sıkı bağ dokusu ile hiyalin kıkırdağın karışımıdır. Daima kompakt bağ dokusu ile birlikte dir.
- Kondrositler, tek tek ya da izogen grup dizileri oluşturarak art arda yerleşirler.
- Tip I kollojen fibriller bir hasır örtüsü şeklinde dokuda yerleşim gösterir.
- Bu özelliğinden dolayı bu kıkırdak, vücutta basınca en dayanıklı bölgelerde bulunur.
- Fibröz kıkırdak hiyalin ve elastik kıkırdaktaki gibi bir perikondrium ile çevrili değildir.

# Fibröz kıkırdanın bulunduğu yerler

- Fibröz kıkırdak, vücutta birkaç belirli bölgede bulunur.
- Omurlararası disklerde diz eklemi içindeki yataklarda (menisküsler),
- Kalça kemiklerinin birleşim yerinde (Symphysis pubis),
- Tendonların kemiklere bağlantı bölgelerinde

# Kıkırdak dokusu tipleri

Tipi	Hücre Özelliği	Liflerin Özelliği	Matriks Özelliği
<b>Hyalin</b>	Aktif haldeki hücreler (kondroblastlar) yassı şekilli ve yuvarlak nükleusludur. Sitoplazmada lipid bulunur, temel madde ve lif yapımında rol alırlar. Kondrositler matür hücrelerdir, oval şekilli ve lakünada yerleşik olup vakuollüdürler. Glikojen ve pigment granülleri içerirler. İzogen gruplar adı verilen gruplaşmalar yaparlar.	Tip II kollajenlerdir. Rutin yöntemlerle zor görülürler. Polarizasyon mikroskobuyla belirlenebilirler.	Temel madde çok miktardadır. Glikozamino- glikanlardan yapılmıştır ve jel kıvamındadır. Taze halde homojen görünür. Boyalı preparatlarda laküna çevresi yoğun olup teritoryal alan adını alır. PAS ile pozitif reaksiyon verir. Damarsız olan dokuda beslenme ve oksijenlenme difüzyonla olmaktadır. Yaşlanmayla birlikte dokuda kalsifikasyon görülebilir.
<b>Elastik</b>	Oval şekilli ve az sayıda hücre içerir. Hücrelerde az miktarda lipid ve glikojen bulunabilir.	Elastik tür liflerdir; Kalınlıkları ve Miktarları bölgeye göre değişir. Verhoeff' un elastik boyasıyla siyaha boyanırlar.	Matriks jel kıvamındadır. Dokuya taze haldeyken bakıldığında sarımsı renkte görülür.
<b>Fibröz</b>	Oval şekilli hücreler ikili veya küçük gruplar halinde ve liflerin arasında düzgün sıralanmalar yaparak yerleşirler.	Kollajen lifler çok yoğundur. Dalgalı paralel demetler yapacak şekilde tertiplenmişlerdir.	Matriks yapısı diğer kıkırdaklara oranla daha sıvı özelliktedir.

Kemik dokusu

# Kemik dokusunun fonksiyonları

- Destek dokular arasında gerçek anlamda destekleme görevi yapan dokudur.
- Kıkırdaklı balıklar dışında diğer bütün omurgalılarda iç iskeleti meydana getiren dokudur.
- Vücudun iç organlarının, baş ve göğüs boşluğundaki organların ve kemik iliğindeki kan hücrelerinin korunmasından sorumludur.
- Vücudumuzdaki en küçük kemikleri oluşturan çekiç, örs ve üzengi kemikleri ise ses iletiminden sorumludur.
- Bu mekanik işlevlerine ilave olarak, organizmanın kalsiyum ve fosfor depoları olarak görev yaparak metabolik olarak da önemli rol oynarlar.

# Kemik dokusunun özellikleri

- Basınç, çekilme, eğilme ve bükülmelere karşı yüksek derecede dayanıklı olan kemik, aynı zamanda oldukça hafif bir materyalden oluşmuştur.
- Kemik, kaba şeklinden mikroskobik yapısına kadar tüm organizasyon seviyelerinde minimum ağırlık ve maksimum ekonomik materyalle çok büyük bir dayanıklılığa sahiptir.
- Dayanıklılığı ve sertliğine karşılık bireyin ömrü boyunca yıkılıp yeniden yapılan, canlı ve dinamik bir dokudur.
- Bütün bu özelliklere sahip olan bu kemik, cerrahi müdahalelerle şekli değiştirilebilen tek dokudur.

# Kemik dokusu

- **HÜCRELER**
  - Osteoprojenitör hücre
  - Osteoblast
  - Osteosit
  - Osteoklast
- **LİFLER**
  - Kollajen tip I
- **AMORF ARA MADDE**
  - Organik komponent
  - İnorganik komponent



Kemik dokusu hücreleri

# Osteoprojenitör hücreler

- Olgun (ikincil) kemiklerin zarlarında (periosteum ve endosteum), bu kemiklerin içerdikleri Havers ve Volkmann kanallarının örtüsünde ve büyüyen kemiklerin metafizindeki kıkırdak matriksinin trabeküllerinde bulunurlar.
- Osteoprogenitor hücreler kemiklerin normal büyümesi sırasında aktiftir.
- Erişkinlerde de yukarıdaki söz konusu bölgelerde hareketsiz dururken; kemikte yaralanma ve kırıkların iyileşme bölgelerinde ve kemiğin içten yeniden düzenlenmesi sırasında aktive edilerek mitozla bölünüp çoğalırlar.
- Çoğalan bu hücrelerin bir bölümü kemiği oluşturan osteoblastlara dönüşür.
- Osteogenez (kemik yapımı) durduğunda osteoblastlara da osteoprogenitor hücrelere dönüşebilir.

# Osteoblastlar

- Osteoblastlar kemik oluşumundan sorumlu hücrelerdir. Kemikleşme bölgelerinde, gelişmekte olan kemiklerin periosteumunun kemiğe temas eden derin bölgelerinde diziler halinde bulunurlar.
- Osteoblastlar yüksek metabolik aktiviteye sahip hücrelerdir.
  - Çekirdekleri ökromatin özellikte ve büyük olup, genellikle hücrenin kemik yüzeyinden uzak olan kısmında yer alır. Sitoplazmaları granüllü endoplazmik retikulumca zengindir. Çok iyi gelişmiş Golgi kompleksi, çekirdek ile hücrenin tabanı arasında yer alır. Mitokondrileri uzun ve oldukça fazla sayıdadır
- Osteoblastlar yüksek seviyede alkalin fosfataz aktivitesi gösterirler. Bu da kemik matriksinde kalsiyum depolanmasını osteoblastların düzenlediğini gösterir.
- Bu hücreler kemik matriksinin organik kısmını yani kollajen fibrilleri, proteoglikanları, glikozaminoglikan ve glikoproteinleri salgılar. Henüz kireçleşmemiş olan bu tür organik maddeye **osteoit** denir.

# Osteositler

- Kalsiyum tuzlarının birikmesiyle kireçleşmiş kemik matriksi içinde hapsolan osteoblastlara **osteosit** denir. Dolayısıyla osteositler, tamamen olgunlaşmış kemik hücrelerdir.
- Yassı şekilde bir yapıya sahip olan bu hücreler ince sitoplazmik uzantılara sahiptir. Bu uzantılar kanaliküli denilen küçük kemik kanalcıkları içinden geçerek komşu osteositlerinkiyle ilişki kurar.
- Osteositlerin kemiğin diğer hücre tiplerine dönüşebilme özelliği vardır.
- Öyleki kemik yıkımı sırasında içinde buldukları lakünlerden dışarı çıkınca hemen dinlenme halindeki osteoprogenitor hücrelere, bunlar da osteoblastlara dönüşebilir.
- Osteoliz olayı aktif fizyolojik bir olay olup, osteosit etrafındaki kemik matriksinin değişime uğratılması ve kemik tuzlarının geri emilmesidir.

# Osteoklastlar

- Kemikğin yeniden biçimlenme süresince çözünüp çevre dokularca emilmesinden sorumlu çok çekirdekli hücreler olan **osteoklastlar**, bir çok monositin birleşmesiyle meydana gelir.
- Kökeni ve işlevi göz önüne alındığında makrofajlara çok benzerler.
- Özellikle kemik yıkımının olduğu bölgelere yakın bulunan, 20-100 m çapında ve 50'ye yakın çekirdeği olabilen dev hücrelerdir.
- Kalsiyumun kemik dokusundan kana salınmasında aktif rol oynayarak, vücut sıvılarında kalsiyum derişiminin homeostatik düzenlenmesinde çok önemli rol oynar .
- Osteoklastların yer aldığı kemik yüzeyindeki sığ çukurlara **Howship çukurları** adı verilir.

# Osteoklastlar

- Kemik yıkımından aktif olarak sorumlu olan osteoklastlarda çok belirgin bir kutuplaşma göze çarpar.
- Çekirdekler daha çok hücrenin dış yüzeyine yani düzgün hatlı kısmına yakın yer alırken, kemiğin yıkımından sorumlu olan tarafta hücre zarı girintili ve çıkıntılı bir hal alır.
- Buraya **dantel kenar** adı verilir. Hücre zarının içeri yaptığı derin girinti ve dışarıya yaptığı uzun çıkıntılarla osteoklastın tipik görüntüsü ortaya çıkar.
- Osteoklastların dantel kenarının işlevi kemik yıkımı ile ilişkilidir.

# Kemik maddesinin matriksi

- Kemik matriksi iki esas öğeden oluşmuştur. Bunlardan birisi **organik matriks**, diğeri ise **inorganik matrikstir**.
- Kemiğin % 67'sini inorganik bileşenler (kalsiyum, potasyum, sodyum, magnezyum, karbonat ve fosfat), % 33 ünü ise organik bileşenler oluşturur.
- Erişkin memelilerde, organik bileşenlerin % 95'i kollajendir.
- Kemik matriksinin zemin maddesi glikozaminoglikanlar (kondroitin sülfat, keratan sülfat ve hiyaluronik asit), osteokalsin, osteonektin ve osteopontin gibi küçük glikoproteinler ve birkaç sialoproteinden oluşur.

# Organik Komponent

- Kuru ağırlığının % 35'ini oluşturur.
- Kollajen tip I %90-95'i
- Glikozaminoglikanlar
  - Kondroitin sülfat
  - Keratan sülfat
  - Hiyaluronik asit
- Proteoglikanlar ve agregatları
- Glikoproteinler
  - Osteonektin
  - Osteokalsin
  - Osteopontin
  - Kemik sialoproteini



# İnorganik Komponent

- Kuru ağırlığının % 65'ini oluşturur.
- Kalsiyum fosfat (%85)
- Kalsiyum karbonat (%10),
- Kalsiyum florid, magnezyum florid, hidroksit ve sulfat bileşikleri ile sodyum ve potasyum oluşturur.
- Kalsiyum ve fosfor **hidroksiapatit** kristallerini oluştururlar.

# Süngerimsi kemik

- Kısa ve uzun kemiklerin epifiz ve metafizi ile yassı kemiklerin iç kısımlarında yer alan süngerimsi kemik, bulunduğu yerlerde sert kemikten oluşmuş ince bir tabakayla örtülüdür.
- Süngerimsi kemik birbirleriyle ağzlaşan kemik trabeküllerinden oluşur. Bu görünümü ile süngere benzer.
- Trabeküllerde bulunan kemik lamelleri birbirine paralel seyrederek.
- Trabeküllerin aralarında birbiriyle ilişkili labirent gibi düzensiz boşluklar vardır. İçleri kemik iliğiyle doludur.
- Bunlar gerekli olan maddeleri kemik iliğindeki damarlardan kanaliküller vasıtasıyla sitoplazmik uzantıları ile alırlar.

# Sert kemik

- Uzun kemiklerin gövde kısmı olan diyafiz ile tüm kemiklerin dış yüzeyleri sert kemikten oluşur.
- Çıplak gözle homojen ve dolgun yapıda olan sert kemiğin, mikroskopta düzenli yerleşim gösteren lamel ve kanal sistemleri içerdiği görülür.
- Kemik hücreleri lameller üzerinde bulunur. Bu hücreler, ince kanalcıklar aracılığıyla hem birbirleriyle hem de damar içeren kanallarla ilişki kurar.
- Kollajen lifler 3-7  $\mu\text{m}$  kalınlığında birbirine paralel ya da bir vasküler kanal etrafında dairesel olarak dizilmiş lameller halinde düzenlenmiştir.
- Kan damarlarını içeren bir kanalı saran, konsantrik dairesel lamellerin oluşturduğu yapıya **osteon (Havers sistemi)** denir. Bu kanallar da **Havers Kanalı** adını alır.
- Osteositler lameller arasında sıkışmış lakün içinde yer alır.
- Kompakt kemikte bulunan bir başka kanal ise **Volkman Kanalıdır**.

Kemik kemikleşme(ossifikasyon)

# Kemik yapımına hormonların etkisi

- Paratiroid hormonu
- Kalsitonin
- Gonadal hormonlar
- Büyüme hormonu

# Kemik yapımına vitamin ve mineral maddelerin etkisi

- **Vitaminler**

- A vitamini
- C vitamini
- D vitamini

- **Mineral maddeler**

- Mg
- Ca
- Flor