ORGANLAR ve SİSTEMLER II

YRD. DOÇ. DR. HASAN KOÇ

Sindirim sistemi

Sindirim Sisteminin Fonksiyonları

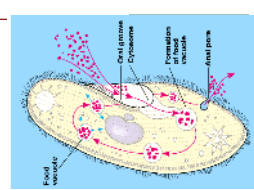
- Besin maddelerinin alınması
- Çiğneme ve yutmaya elverişli hale getirilmesi
- Yutma
- Salgı
- Karıştırma ve besin maddelerinin hareketi
- Mekanik ve kimyasal parçalanma
- Geri emilim
- Artıkların uzaklaştırılması
- Ayrıca sindirim sonucu özellikle proteinlerin, besini tüketen organizmaya olan antijenik etkisi giderilir. Organizmaya gerekli olmayan ya da zararlı maddelerin alınmaması, eğer alınmış ise dışarı atılmaları da sindirim sisteminin görevidir. Bu açıdan iç ortamın değişmez tutulmasında organizmayı koruyucu bir etkinliğe de sahiptir. Bu yönüyle iç ve dış ortam arasında güvenilir bir sınır oluşturur.

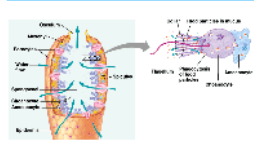
Beslenme ve Sindirim

- Canlıların hayatsal faaliyetlerini devam ettirebilmek için gerekli besin maddelerinin (protein, yağ, karbohidrat, mineral madde, su ve vitamin) dışarıdan alınması işlemine "*beslenme*" adı verilir.
- Heterotrof canlılar olan hayvanlar hazır besin maddelerine ihtiyaç duyarlar.
- Besin maddeleri öncelikle sindirmelidir. Bu işlem büyük besin moleküllerinin hücre membranlarından geçebilecek küçüklükteki basit bileşiklere hidrolizini katalizleyen özel enzimlerle yapılan kompleks bir işlemdir.
  - Örneğin, uzun zincirli bir polisakkarit olan nişasta, daha küçük olan disakkaritlere ve monosakkaritlere,
  - Proteinler polipeptitlere sonra tripeptitlere ve aminoasitlere,
  - Yağlar ise yağ asidi ve gliserine hidrolize edilir.
- Hidroliz olayı ile parçalanan besinin birine H^+ iyonu, diğerine ise OH^- iyonu ilave olur.

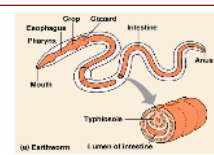
Genel Sindirim Tipleri

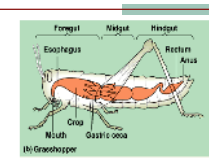
- Hücre içi sindirim
  - Süngerler (Porifera)
  - Hidra ve Medüzler (Cnidaria)
  - Lökositler (Chortada)
- Hücre dışı sindirim
  - Örümcek ve akrepler (Arthropoda)

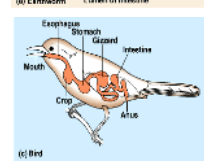


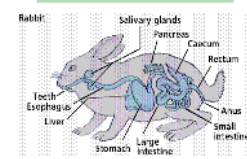


Sindirim kanalında sindirim



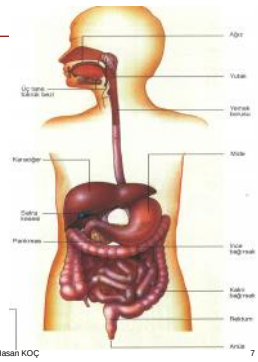


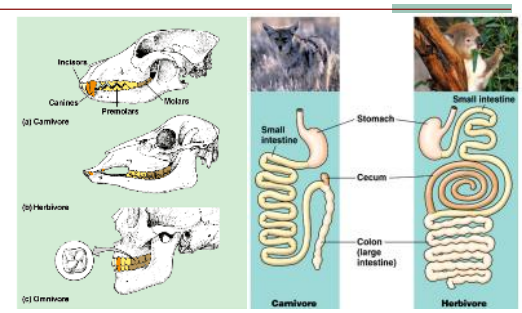


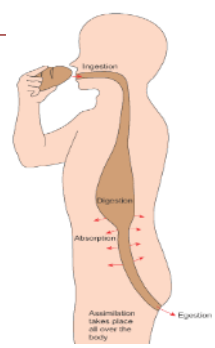


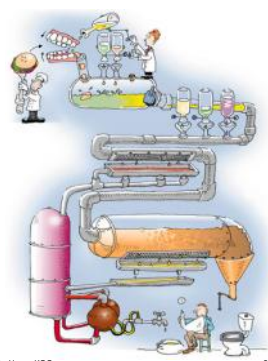
Sindirim kanalı

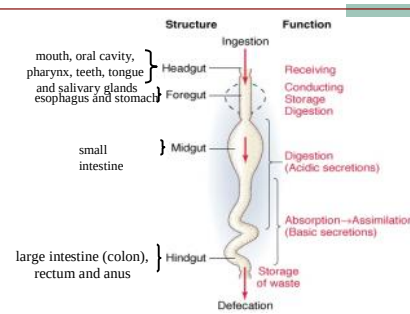
- Sindirim kanalının bölgeleri
  - Ağız
  - Farinks
  - Ösofagus
  - Mide
  - İnce bağırsak
  - Kalın bağırsak
  - Anüs
- Salgı bezleri
  - Tükrük bezleri
  - Mide bezleri
  - Pankreas
  - Karaciğer
  - İntestinal bezler



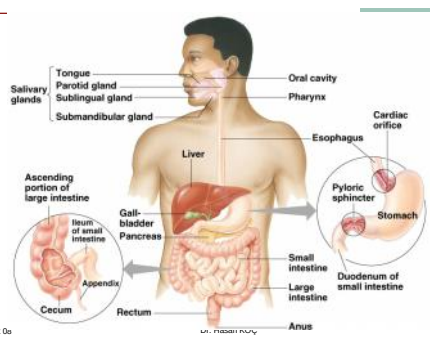








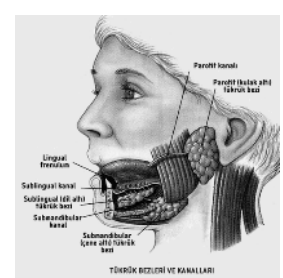
İnsanın sindirim sistemi



Tükrük

1. Parotit (kulak altı) tükrük bezi:
   - Seröz, sulu salgı
   - Besin maddelerinin ıslatılması
   - Asidin nötralleştirilmesi
   - a-amilaz içerir
2. Sublingual (dil altı) tükrük bezi:
   - Mukoz tipte (müsin)
   - Besin maddelerinin kayganlaşmasını sağlar
   - Yutmayı kolaylaştırır
3. Submandibular (çene altı) tükrük bezi:
   - Karışık tipte salgı
   - Besin maddelerinin eritilmesini sağlar

- Tükrük pH'ı: 6.2-7.4, opt: 6.8
- Salgılanan günlük tükrük miktarı: 1 L Tükrük karışık olarak salgılanır.



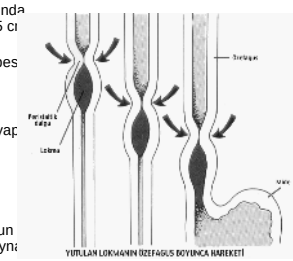
Gaga, çene ve dişler yardımıyla beslenme

- Dişler kesmek, parçalamak ve öğütmek amacıyla farklı şekilde gelişmiştir.
  - Kesici dişler özellikle Rodentia ve Lagomorpha'da gelişmiştir. Fillerde kesici dişler, bir çift uzun sivri fil dişlerine modifiye olmuştur.
  - Köpek dişleri Carnivora'da, Insectivora'a ve Primatlarda delik açma ve koparma işlevi için kama şeklini almıştır. Yabani domuzlarda ve Pinnipedia'da köpek dişleri, fil dişleri gibi uzamış ve silah olarak kullanılır.
  - Artiodactyla'da (Çift toynaklılar), Perissodactyla (Tek toynaklılar) ve hortumlu memelilerde öğütme işleminde kullanılan azı dişler, en kompleks olanıdır.



Özefagus

- Farinks ile mide arasında yer alır ve yaklaşık 25 cı uzunluğundadır.
- Fonksiyonu, yutulan bes maddelerini mideye iletmektir.
- Primer ve sekonder peristaltik hareketler yap Primer peristaltik hareketler, yutma ile başlar, yer çekimi ile devam eder.
- Sekonder peristaltik hareketler, Özefagusun intrinsik sinir ağı rol oyna

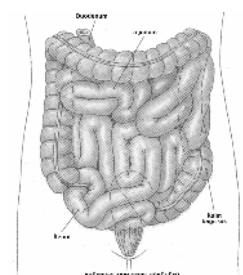


Sindirim bölgesi

- Omurgalı ve omurgasız hayvanlarda mide ve barsaklar olmak üzere iki ana bölgeye ayrılır.
- Çok sağlam ve kuvvetli kaslı küp veya kese şeklindeki tek gözlü mide karnivor ve omnivorlar için karakteristiktir.
- Böceklerde mide yerine gastrik bez denilen kısım enzim salgılayan ve fagositoz yapan hücrelerden oluşur.
- Bazı kuşlarda da kaslardan oluşmuş bir taşlık bulunur.
- Çok gözlü midelere geyik, zürafa, bizon, koyun ve inek gibi işkembeli hayvanlarda görülür.
- Çiğnemeden yutulan kısmen sindirilmiş besinler midenin ilk kısmında mikroorganizmalar tarafından mayalandıktan sonra tekrar çiğnenmek üzere ağza geri getirilir. Bu olaya geviş getirme denir.

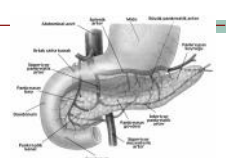
İnce ve kalın bağırsak

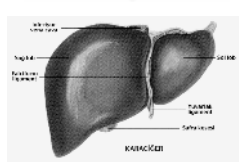
- İnce bağırsak (6 m)
  - Duedonum
  - Jejenum
  - İleum
- Kalın bağırsak (1.5-1.8 m)
  - Çıkan kolon
  - Transversal kolon
  - İnen kolon



İnce bağırsaklara açılan bezler

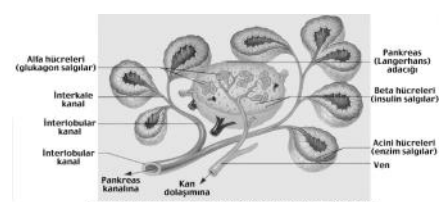
- Pankreas
- Karaciğer
- Safra kesesi





Pankreasın salgıları

Hormon salgısı:	*İnsülin*	
	Glukagon	
Enzim salgısı	*Proteazlar*	*Tripsin, Kimotripsin, Elastaz, Karboksipeptidaz*
	Lipazlar	*Pankreatik lipaz, Fosfolipaz, Lesitinaz*
	Pankreatik α-amilaz	
	Nükleazlar	



Besin maddeleri sindirim sisteminde ne kadar zaman geçirir

Bölge		Geçen süre
Ağız		10-20 saniye
Farinks		1-2 saniye
Özefagus		5-8 saniye
Mide	Sıvı	1.3 – 2.5 saat
	Katı	3-4 saat
İnce bağırsak		3-5 saat
Kalın bağırsak		8-15 saat
Çekum-anüs		18-24 saat

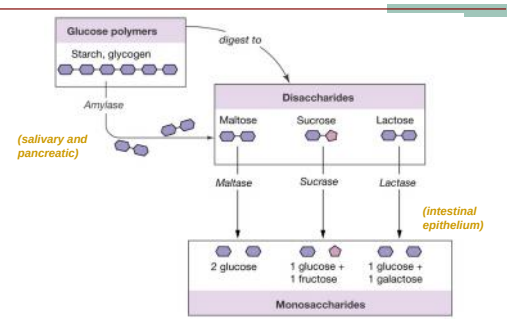
Besinlerin kimyasal parçalanması

- Sindirilmesi gereken besin maddeleri
  - Proteinler
  - Yağlar
  - Karbohidratlar
- Sindirilmesine gerek olmayan besin maddeleri
  - Su
  - Tuz
  - Vitaminler
  - Mineral maddeler

Karbonhidratların kimyasal parçalanması

- Nişasta ve glikojen gibi polysakkaritler insan ve diğer hayvanların besininin önemli bir kısmını meydana getirir.
- Bağlar amilaz enzimleri ile hidrolizlenir. Enzimler polysakkaritleri, disakkaritlere, yani maltoza kadar parçalayabilirse de maltozun iki molekülü arasındaki bağı çözemez.
- Amilazlar nişasta ve glikojendeki alfa glikolitik bağları çözdüğü halde, selulozdaki beta glikolitik bağlara etki etmez. Fakat bahçe salyangozunun sindirim özsuyu beta glikolidaz enzimi içerdiğinden selülozu hidrolize edebilir.
- Omurgalı hayvanların çoğunda amilaz sadece pankreas tarafından salgılanır. İnsan ve bazı memeli hayvanlarda hem tükrük bezinden hem de pankreastan salgılanır.

Karbonhidratların kimyasal parçalanması

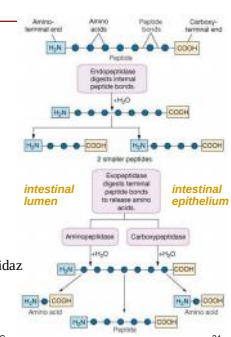


Proteinlerin kimyasal parçalanması

- Polypeptit zincirinin belli bir yerindeki özel peptid bağlarına özgü çok sayıda hidrolaz enzimi mevcuttur.
- Ektopeptidazlar terminal aminoasitleri peptid zincirine bağlayan peptid bağlarını çözer. Bunlardan karboksipeptidaz aminoasitle zincirin serbest ucundaki karboksil grubu arasındaki peptid bağını çözer. Aminopeptidazlar protein zincirinde amin grubunun bulunduğu serbest terminal uçtaki aminoasiti uzaklaştırır.
- Diğer hidrobağlar endopeptidazlar tarafından çözülür. Mide mukozasının bazı hücreleri tarafından salgılanan pepsin, pankreas tarafından salgılanan tripsin ve kimotripsin endopeptidaz olmakla beraber, çözülecek peptid bağının yanlarında bulunan aminoasitler bakımından farklılık gösterir.
  - Pepsin, fenilalanin ve triozine;
  - tripsin, arjinin ve lisine;
  - kimotripsin ise lözin, metionin, triozin, fenialanin ve triptofana yakın bağları çözer.

Proteinlerin Kimyasal Parçalanması

protein
↓
küçük polipeptit
↓
amino asit



Tripsinojen —(Enterokinaz / Tripsin)→ Trypsin

Kimotripsinojen —(Tripsin)→ Kimotripsin

Prokarboksipeptidaz —(Tripsin)→ Karboksipeptidaz

intestinal lumen

intestinal epithelium

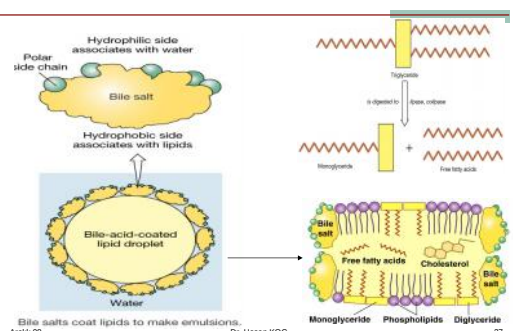
Proteinlerin Kimyasal Parçalanması

- Pepsin, tripsin ve kimotripsin güçlü proteolitik enzimlerdir. Salgılandıkları dokular için önemli bir tehlike oluştururlar.
- Bunun için inaktif molekülleri olan pepsinojen, tripsinojen ve kimotripsinojen halinde salgılanırlar.
- Sindirim sistemi içinde önce molekülün etken enzim ve etken olmayan kısma ayrılmasından sonra etkinlik sağlanır.
- 42500 molekül ağırlığındaki pepsinojen, yüksek H iyonu yoğunluğunda molekül ağırlığı 34500 olan aktif pepsine çevrilir.
- Tripsinojen, barsak bezleri tarafından salgılanan enterokinaz ya da tripsinin kendisi tarafından aktif tripsine; kimotripsinojen ise tripsin ile aktif kimotripsine dönüştürülür.
- Tripsinojen ve kimotripsinojeni salgılayan pankreas, ek bir tedbir olarak rastlantı sonucu pankreasta oluşabilecek tripsin molekülüne bağlanarak onu etkisiz bırakan tripsin engelleyici olarak bilinen küçük bir protein daha salgılar.

Yağların Kimyasal Parçalanması

- Yağların sindirimi, gliserin ve yağ asidi arasındaki bağa etkileyen esterazlar tarafından katalizlenerek yağ asitleri ve monogliseritlere parçalanır.
- Memeli hayvanlarda lipaz, pankreas tarafından salgılanır.
- Proteazlarda olduğu gibi lipaz suda çözündüğü halde etkilediği maddeler suda çözünmez. Bundan dolayı lipaz enzimi yağ damlasının yüzeyine etki edebilir.
- Safra tuzları, yüzeye etki eden maddeler olduğu için yağların yüzey gerilimini azaltarak çok küçük parçalara böler.
- Böylece lipazın etkileyeceği yüzeyler genişletilerek yağların sindirimi artırılır.

Yağların Kimyasal Parçalanması



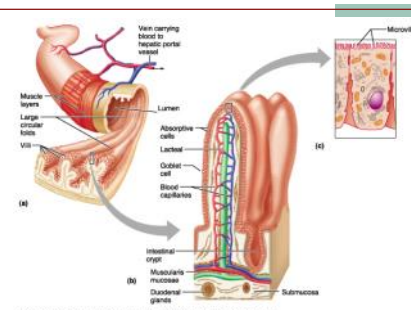
Emilim

- Proteinler aminoasitlere, karbon-hidratlar monosakkaritlere, yağlar ise yağ asitleri ve gliserine parçalandıktan sonra vücut tarafından emilebilir.
- Besinlerin sindirim ürünlerinin vücut dokularına alınmasına emilim denir.
- Emilim mekanizmasının en gelişmiş şekli memelilerde görülür.
- Sindirim bütün sindirim yolu boyunca gerçekleşirken emilim en çok mideyle anüs arasında kalan kısımda gerçekleşir.

Midede emilim

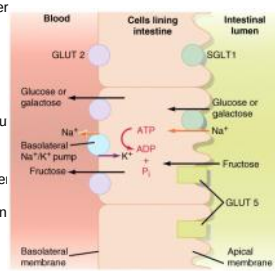
- Midedeki emilim pek önemli olmasa da aşağıdaki maddeler mide duvarı tarafından emilir.
  - Alkol ve alkolde eriyebilen maddeler,
  - Mineral maddeler
  - Basit şekerler
  - Suda eriyebilen vitaminler
  - Su

İnce bağırsakların emilim yüzeyi



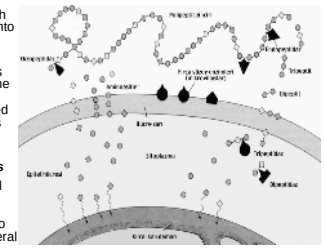
Karbonhidratların emilimi

- Disaccharidases on brush border
- Na^+/K^+-ATPase creates an electrochemical Na^+ gradient across the apical membrane
- Glucose and galactose are absorbed via secondary active transport (SGLT1) and diffuse ou the apical side via GLUT2 transporter
- Fructose is absorbed via a carrier protein (GLUT 5) on the apical membrane by facilitated diffusion and then into the blood via GLUT2



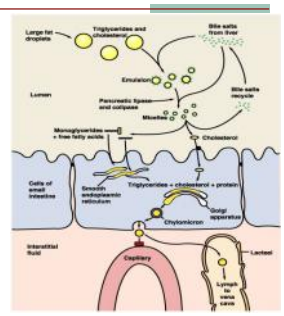
Proteinlerin emilimi

- Aminopeptidases on brush border degrade proteins into small peptides and amino acids
- Dipeptides and tripeptides may be transported into the intestinal cell by a carrier (**PEPT1)** and then digested by intracellular peptidases into amino acids
- Small peptides can be absorbed by **transcytosis**
- Amino acids are absorbed by secondary active transport at the apical membrane and diffuse into capillaries on the basolateral side

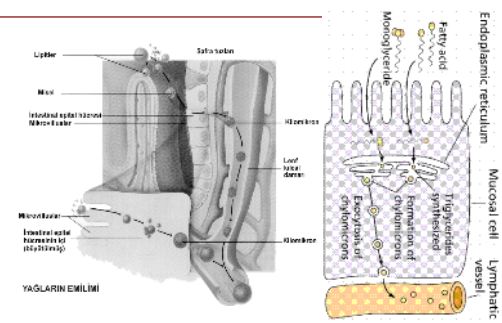


Yağların emilimi

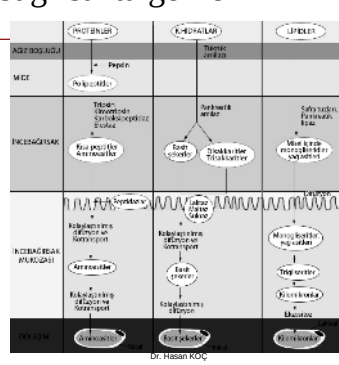
- Fat (monoglycerides + fatty acids) in micelles diffuse through the brush border membrane
- Monoglycerides and fatty acids are re-synthesized into triglycerides which are coated with a layer of lipoproteins to form a **chylomicron**
- Chylomicrons are packaged into secretory vesicles and released into the interstitial fluid
- Vesicles enter central lacteal then re-enter circulation (bypasses hepatic portal system)



Yağların emilimi



İnce bağırsakta geri emilim



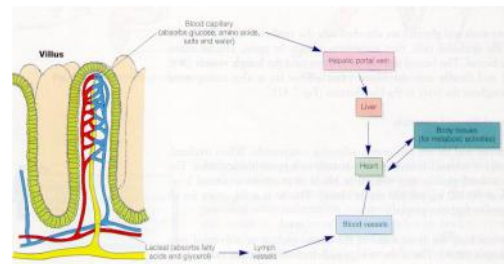
Sindirim ürünlerinin taşınımı – kan

- Bu yolla
  - Su,
  - Tuzlar,
  - Kısa zincirli yağlar,
  - Monosakkaritler
  - Aminoasitler
- Besin bakımından zengin kan barsak venaları ile toplanır. Bu damarlar birleşerek hepatit portal vena'yı oluşturur ve taşıdığı ürünlerle karaciğere girer.
- Karaciğerde glikozun fazlası glikojen şeklinde depolanır.
- Bu şekilde şeker miktarı ayarlanmış kan, hepatit vena ile kalbe ulaşması için poeterior vena cava'ya verilir.

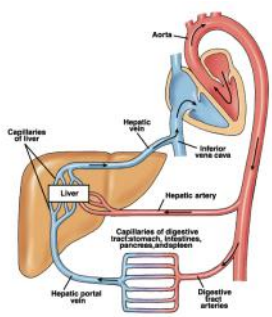
Sindirim ürünlerinin taşınımı – lenf

- Bu yolla bilhassa yağlar emilir.
- Yağasitleri ve monogliseritler incebarsak hücreleri tarafından emilir.
- Bu hücrelerde tekrar trigliseritlere sentezlenir ve lipoprotein ile kaplanarak kilomikron oluşur.
- Bunlar daha sonra lenf damarlarına verilir. Lenf kılcal damarları ağ şeklinde doku hücrelerini kuşatır. Bunlar birleşerek büyük lenf damarlarını oluştururlar. Çeperlerinde düz kas bulunan lenf damarları sponton, ritmik kasılmalar ile lenfi içeriye doğru hareket ettirilir. Lenf damarları içindeki kapakçıklar lenfin geri akmasını engeller. Özellikle barsak lenf damarlarında aktif ritmik kasılmalar görülür.
- Lenf damarları birleşerek iki büyük lenf damarını meydana getirir. Bunlardan birisi *Ductus thoracius*, diğeri *Ductus dexter*'dir. Ductus thoracius vücudun alt bölgesinin lenfini ve intestinal lenfi, sol *subclavia vena* ile *jugular vena*'nın birleştiği yerde *precava*'ya verir.

Sindirim ürünlerinin taşınımı



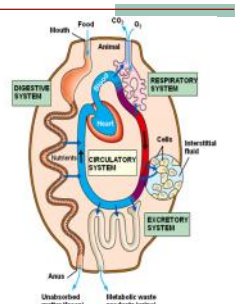
Sindirim ürünlerinin taşınımı



Boşaltım sistemi

Boşaltım

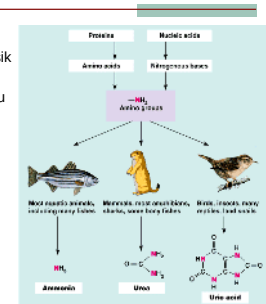
- Sindirim sistemi artıkları herhangi bir vücut hücresine girmediği ve hücre metabolizmasına katılmadığı için metabolik artık değildir.
- Boşaltım, artık vücutta kullanılma imkanı bulunmayan maddelerin dolaşım sistemi ile hücrelerden uzaklaştırılmasıdır.



Boşaltım

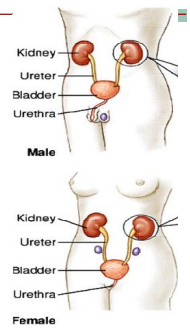
- CO_2 ve suyla oksitlenebilen bir aminoasitin amino grubu konsantrasyonunun artması toksik etkinin yükselmesine neden olur.
- Bunu engellemek için amin grubu vücutta atılmalı veya başka aminoasitin sentezinde kullanılmalıdır.
- Atık amin grupları (Nitrojen boşaltımı)
  - Amonyak
  - Üre
  - Ürik asit

  şeklinde atılır.



Memeli boşaltım sisteminin işlevleri

- Regulates:
  - Osmolarity
    - Total body water
    - Volume of extracellular fluid
    - Cell volume (osmotic pressure)
  - Individual ions
  - Acid-base balance
- Eliminates:
  - Metabolic waste products
    - Urea
    - Uric acid
    - Creatinin (from muscle)
  - Foreign chemicals
    - Drugs, pesticides, food additives, etc.

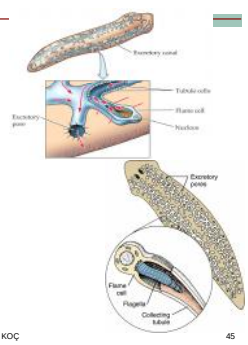


Hayvanlarda Görülen Boşaltım Organları

Boşaltım Organları	Hayvan Grubu	
Kontraktil kofullar	Protozoa: Ciliata: Silliler	
Protonefridium	Plathelminthes: Yassı solucanlar; Nemathelminthes: Yuvarlak solucanlar	
Nefridiumlar	Annelida: Halkalı solucanlar	
Anten Bezi	Arthropoda: Eklembacaklılar	Crustacea (Malacostraca)
Maksil Bezi		Crustacea (Entomostraca)
Koksa Bezi		Chelicerata
Malpigi tüpleri		Insecta (Böcekler)
Böbrekler	Chordata: Omurgalılar	

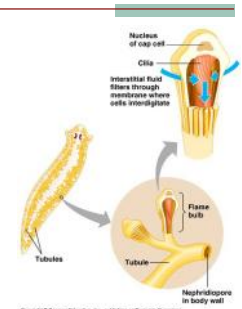
Yassı ve yuvarlak solucanlarda boşaltım

- Yassı solucanlarda (Plathelminthes), Hortumlu solucanlarda (Nemertini), Tekerlekli hayvanlar (Rotatoria) ve Karnı kıllı solucanlar (Gastrotrichia)'da rastlanılır.
- Bu sistem genellikle vücut boyunca uzanan iki veya daha fazla sayıda dallanmış boyuna tubüllerden oluşmuştur.
- Planarya ve yakın akrabalarında (Turbeleria) bu tubüller birkaç küçük por ile vücut yüzeyine açılır. Karaciğer kelebeklerinde (Trematoda) ise tubüller dışarıya açılan büyük bir idrar torbası oluşturmak üzere birleşir.
- Bu sistemin en önemli kısmı tubüllerin yan dallarının ucunda yer alan birçok ampul benzeri alev hücreleridir.



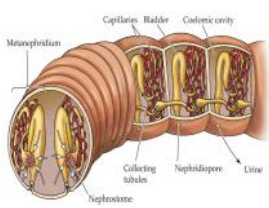
Yassı ve yuvarlak solucanlarda boşaltım

- Yuvarlak solucanlarda (Nemathelminthes) üç kanalın birleşmesi ile oluşmuş H harfi şeklinde bir boşaltım sistemi bulunur.
- Vücudun sağ ve solunda uzanan iki kanal ön tarafta enine bir kanalla birleşir ve bu enine kanaldan kısa bir boşaltım kanalı ventral olarak boşaltım poru ile ağzın gerisinden dışarı açılır.



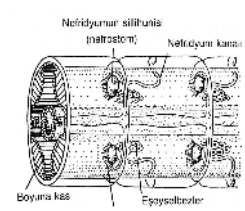
Halkalı solucanlarda boşaltım

- Toprak solucanları (Annelida), Onikofor (Onichophora) ve Tentakülatlarda (Tentaculata) rastlanılır.
- Alev hücreleri sistemi ürünleri yalnızca doku sıvısından toplar, çünkü bunlar dolaşım sistemi olmayan hayvanlarda işlev yapar.
- Her bir segment doğrudan doğruya dışarı açılan ve nefridium adı verilen bir çift boşaltım organına sahiptir.

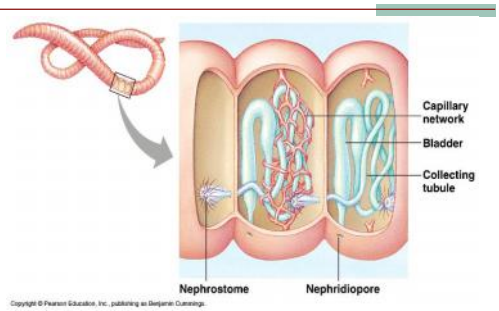


Nefridiumlar (Annelida: Halkalı solucanlar)

- Tipik bir nefridium;
  - Ucu açık sili huni şeklinde bir nefrostom (Protonefridiumların alev hücrelerine karşılık gelen),
  - Bundan ayrılan kıvrımlı bir tubül,
  - Tubülün içeriğini boşalttığı genişlemiş bir idrar torbası ve
  - materyallerin idrar torbasından dışarı atıldığı bir nefridiyopor içerir.

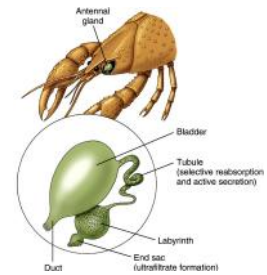


Nefridiumlar (Annelida: Halkalı solucanlar)



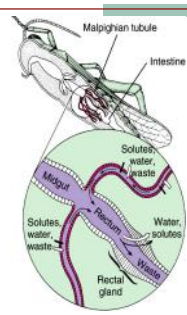
Eklembacaklılarda boşaltım

- Eklembacaklılarda Crustacea'da antenlerin dibinde kan damarlarıyla donatılmış "antennal bez" (Malacostraca'da) ya da maksillanın altında "maksiller bez" (Entomostraca'da) ya da koksaların altında "koksal bez" (Chelicerata'da) boşaltımda görevlidir.
- İlk iki bez; bir sölomik kese, yeşilimsi bir bez boşluğu ve kaslı bir kanal olmak üç kısımdan oluşmuştur.
- Artık maddeler kandan sölomik keseye, oradan bez boşluğuna geçer. Bu sıvı kan sıvısıyla izotoniktir.

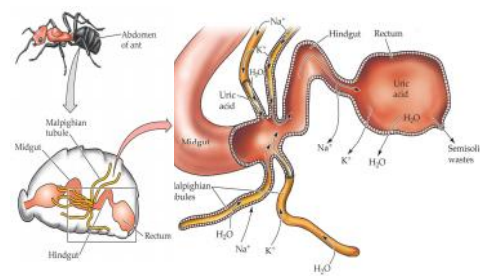


Malpigi tüpleri (Arthropoda: Insecta)

- Böceklerdeki boşaltım organına malpighi tüpleri adı verilir.
- Bunlar orta barsak ile son barsağın birleştiği yere açılan ve diğer ucu kapalı uzun ince tüpler şeklindedir. Sayıları birkaç çiftten birkaç yüze kadar çıkabilir.
- Malpighi tüpleri hayvanın vücudundaki boşluklarda bulunan kanla doğrudan temas halindedir.
- Tüplerin distal uçları ile emilen vücut sıvısı, proksimal uca doğru hareket ederken azotlu atık maddeler ürik asit olarak çökeli ve su ile çeşitli tuzların büyük çoğunluğu geri emilir.
- Yoğunlaştırılmış, fakat halen sıvı olan idrar, önce son barsağa gelir, buradan da rektuma geçer. Rektum çok fazla su geri emebilme kapasitesine sahiptir ve idrar ile dışkı son derece katı bir madde olarak rektumdan atılır.



Malpigi tüpleri (Arthropoda: Insecta)

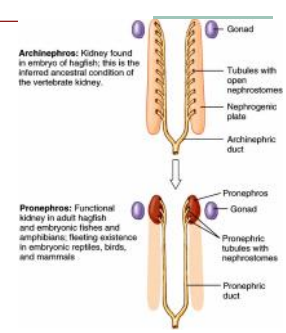


Omurgalılarda boşaltım

- Omurgalılarda boşaltım organı böbreklerdir. Üç tip böbrek vardır.
  - Pronefroz tip böbrekler
  - Mezonefroz tip böbrekler
- Bu boşaltım organları segmental olarak sıralanmış mezoderm orjinli kanalcıklardan ibarettir.
- Kirpikli birer huni (Nefrostom) aracılığıyla karın boşluğuyla (sölom) ilişkili olan bu kanalcıkların diğer uçları "Wolf kanalı" adı verlen bir boruya açılır.
- Aorttan segmental olarak ayrılan küçük damarların uçlarında meydana gelen kapiller yumaklar (Glomerulus) boşaltım kanallarının kirpikli huni kısmı ile ilişkilidir.

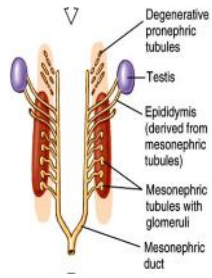
Pronefroz tip böbrek

- Balık ve Kurbağaların yalnız embriyo safhasında görülür.
- Glomeruluslar karın boşluğu içinde ve kirpikli hunilerin karşısında sıralanır.
- Böbreğin temel boşaltım birimi olan nefron, kirpikli huni ve bununla bağlantılı tüpçüklerden oluşur.

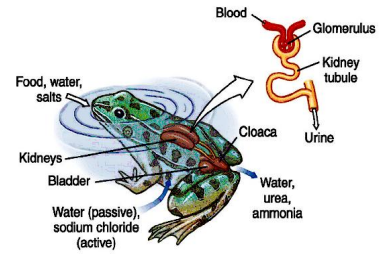


Mezonefroz böbrek

- Balık ve kurbağaların erginlerinde, sürüngen, kuş ve memelilerin de embriyolarında görülür.
- Glomeruluslar boşaltım kanallarının yan taraflarında meydana gelen kapsüller (Bowman kapsülü) tarafından sarılır.
- Bu tip böbreklerin bazıları kirpikli hunilerini kaybettiklerinden doğrudan doğruya Bowman kapsülleriyle başlar.
- Bu tip böbreklerde; pronefrozda olduğu gibi ya sadece kirpikli huni ve bununla bağlantılı tüpçükler veya bowman kapsülü oluşumu ile glomerulus + bowman kapsülü + tüpçük kısmından meydana gelir.

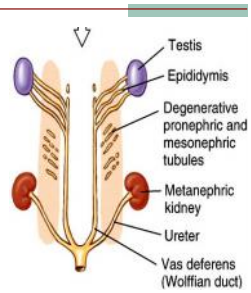


Mezonefroz böbrek



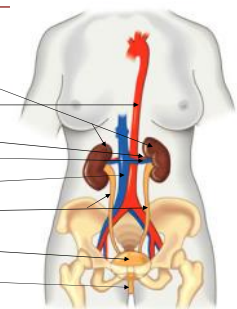
Metanefroz böbrek

- Sürüngen, kuş ve memelilerin erginlerinde görülür.
- Boşaltım tüpçükleri segmental sıralanmaz, fakat sayıları oldukça fazladır.
- Tüpçüklerde toplanan boşaltım maddelerini dışarı çıkarmak üzere üreter adı verilen bir boru oluşur.
- Boşaltım tüpçükleri üzerinde kirpikli huni yoktur.
- Bunların uçlarında bowman kapsülü bulunur.



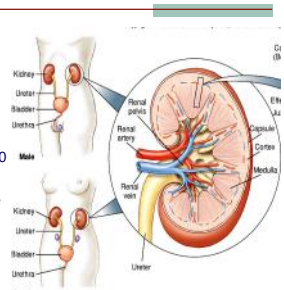
İnsanda boşaltım sistemi

- Böbrek (1 çift)
- Damarlar
  - Arteria abdominalis
    - Arteria renalis
    - Vena renalis
  - Inferior vena subclava
- Üreter (1 çift)
- Mesane (1 tane)
- Üretra (1 tane)



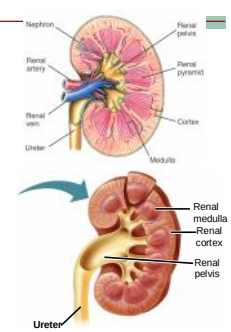
Memeli böbreğinin morfolojik yapısı

- Karın boşluğunun üst arka tarafında, fasulyeye benzer,
  - 10–11 cm boyunda,
  - 5–7 cm eninde,
  - Koyu kahverengi
- Her birinin ağırlığı ortalama 150 g kadardır.
- Erkek böbreği kadın böbreğine göre daha uzundur.
- Her iki böbreğin üst uçlarında piramid şeklinde birer böbreküstü bez bulunur.



Memeli böbreğinin anatomik yapısı

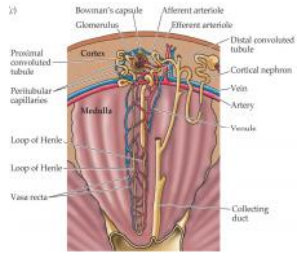
- Her böbrek ince bir zarla sarılmıştır.
- İki katmanı vardır:
  - 1. Kabuk (cortex);
  - 2. Öz (medulla).
- Kabuk kırmızımsı-kahverengi, medulla daha koyudur.
- Böbreğin ortasına doğru uzantılar içerir. Bunlara piramid denir.
- Her böbrekte yaklaşık 12–14 piramid bulunur ki bunların uçlarına papilla adı verilir.



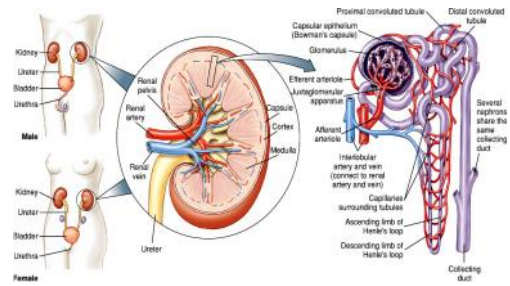
Nefron

- Böbreğin yapısal ve işlevsel en küçük birimine nefron adı verilir.
- Her bir böbrekte 1–4 milyon kadar nefron vardır.
- Nefron aşağıdaki kısımlardan oluşur.
  - Malpighi cisimciği
    - Bowman kapsülü
    - Glomerulusdan
    - Afferent arteriyol
    - Efferent arteriyol
  - Borular kısmı
    - Proksimal kıvrık tüp
    - Henle kulpu
    - Distal kıvrık tüp
    - Toplayıcı kanal

İnsanda ve 5 cm

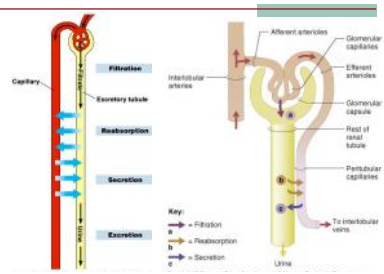


İnsan boşaltım sisteminin anatomik yapısı

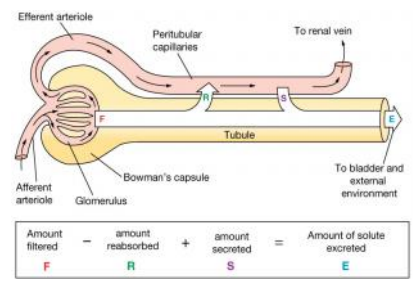


Boşaltımın aşamaları – idrar oluşum aşamaları

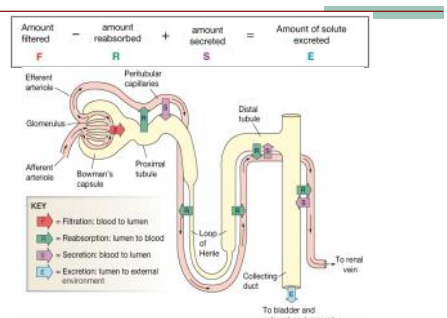
- **Filtrasyon**
- **Reabsorpsiyon**
- **Sekresyon**
- **Ekskresyon**



Filtrasyon

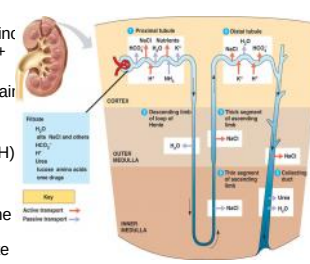


Filtrasyon



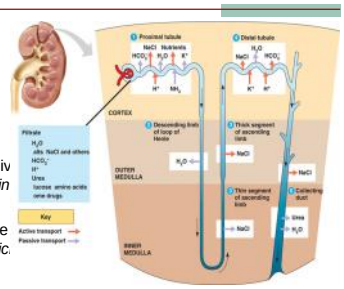
Proksimal kıvrık tüp

- Reabsorbsiyon
  - water, NaCl, amino acid, glucose, K+
  - bicarbonate (HCO3; to maintain pH)
- Secretion
  - ammonia, H+ (pH)
  - drugs and other poisons
- Substantially alter the volume and composition of filtrate



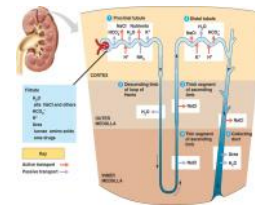
Henle kulpu

- İnen kol
  - Reabsorb
    - water
- Çıkan kol
  - Reabsorb
    - NaCl (by passiv transport in *thin* segment)
    - NaCl (by active transport in *thic* segment)



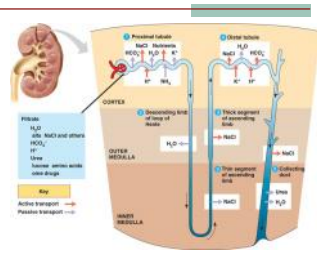
Distal kıvrık tüp

- Reabsorpsiyon
  - NaCl
  - bikarbonat (HCO3; pH)
- Secresyon
  - H+ (pH)
  - K+

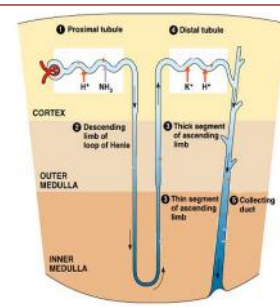


Toplayıcı kanal

- Reabsorbsiyon
  - Su,
  - NaCl,
  - Üre



Tubüler sekresyon



Üreme sistemi

Üreme

- Eşeysiz üreme: Eşeysiz üremede tek bir ata vardır. Oluşan yeni bireyler kalıtsal olarak atasına tamamen benzer. Aşağıdaki tipleri vardır.
  - Bölünme
  - Tomurcuklanma
  - Kopma
- Eşeyli üreme: İki farklı ata vardır. birinden hareketli bir sperma, diğerinden hareketsiz yumurta meydana gelir. İkisinin birleşmesi ile zigot oluşur. Atalarının genetik kombinasyonundan farklı bir kombinasyona sahip bireyler meydana gelir.

Eşeysiz Üreme

- Çok hücrelilerin özellikle ilkel formlarında rastlanır.
- Özellikle sölenterlerde, hidralarda ve süngerlerde görülen tomurcuklanma ile üreme görülür.
- Eğer oluşan bireyler yan yana kalırlarsa kolonileri meydana getirir. Bazen kolonilerdeki bireylerde iki bölümü meydana gelebilir (beslenme bireyi, üreme bireyi, savunma bireyi gibi.)
- Yine *Planaria*, toprak solucanı ve deniz kestanelerinde vücut iki veya daha çok parçaya bölünürse her bir parçadan yeni bir birey meydana gelebilir.

Eşeyli Üreme

- Sperma ve yumurta hücresinin birleşmesi ile oluşan zigottan yeni bir birey meydana gelir. Bu tip üremede kalıtsal materyal düzenli olarak yavru bireylere geçer ve yeni kombinasyonlar ortaya çıkar.
- Döllenmiş bir yumurtadan ergin bir fert oluncaya kadar geçen olaylar dizisine *gelişme* adı verilir. Gelişimin Fazları;
  1. *Gametogenez*
  2. *Döllenme*dir
  3. *Segmentasyon*
  4. *Gastrulasyon*
  5. *Organogenez*
  6. *Büyüme ve histolojik farklılaşma*

Gametogenez

- Bu fazda gerçekleşen esas olay ebeveynlerdeki belirli hücrelerin özelleşmiş hücreler olan dişilerde yumurta hücresi, erkekte ise sperm hücresi şekline dönüşmesidir. Bu işlem, hem ovaryum ve hem de testisi, bünyesinde taşıyan dolayısı ile hermafrodit adını alan bireylerde de meydana gelir.
- Yumurta ve sperm, ebeveyn organizmalar gibi aynı karakterler ile yeni bir birey üretecek olan tüm esas faktörleri ihtiva ederler. Böylece hem ana ve hem de babanın atalarının, değişik özellikleri, türe özgü olarak ya yumurtada ya spermde ya da her ikisinde taşınmış olur.
- Gelişim esnasında şifrelenmiş bilgi çözülür ve gizlenmiş halden açık şekle dökülür. Dolayısıyla sperm ve yumurtadaki kalıtım özellikleri, oluşacak ergin bireyin özelliklerini saptamaya yararlar.
- Her iki cinste de gametleri (sperm ve yumurta hücresi) meydana getirecek olan başlangıç hücreleri ve gametlerin oluşumundaki ilk basamaklar birbirine benzerdir. Gametogenez de spermatogenez ve oogenez olmak üzere ikiye ayrılır.

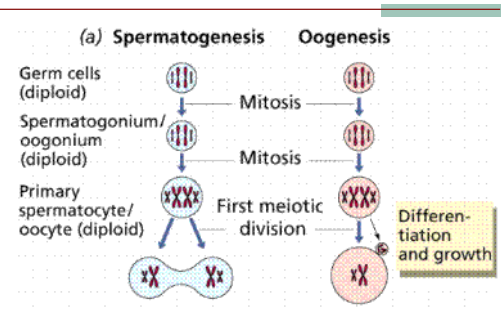
Spermatogenez (Sperm oluşumu)

- Testis, her biri milyonlarca sperma üreten, binlerce sperma tüpünden meydana gelmiştir. Bu tüplerin içi *"Spermatogonia"* denen özelleşmemiş eşeysel hücrelerle çevrilidir. Bu hücreler mitozla bölünerek çoğalırlar ve testisin hacim olarak büyümesini sağlarlar.
- Eşeysel erginliğe ulaştıktan sonra bazı spermatogonia'lar, spermatogenez ile mayoz bölünme geçirerek sperm hücrelerini meydana getirirler. Birçok yabani hayvanda senenin belli mevsimlerinde "kızana gelme" görülür. Bu evrede, genellikle ilk ve sonbaharda, testislerin hacmi büyüyerek spermatogenez meydana gelir.
- Testislerde meydana gelen spermatogenez de üç alt faza bölünebilir. Bunlar;
  1. Spermasitogenez (spermatogoniumların bölünmeleri ile oluşan spermatositlerin gelişimi)
  2. Mayoz (2n kromozomlu spermatositlerden n kromozomlu spermatidlerin oluşumu)
  3. Spermiyogenez (spermatidlerin farklılaşarak sperm-leri oluşturması). Böylece 2n kromozomlu spermatagoniumların bölünmeleri ile başlayan spermatogenez n kromozomlu spermlerin oluşumu ile son bulur.

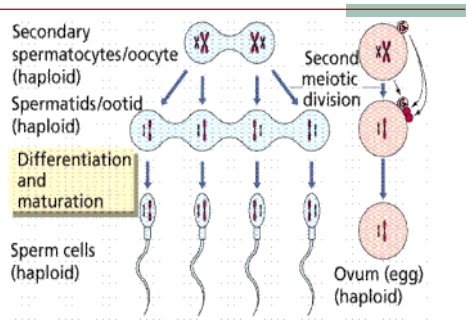
Oogenez

- Dişi bireyde, gamet gelişiminin ilk evresi, spermatogenezdekine benzerdir. Yumurta hücresi, dişi bireyin gonadlarında, yani ovaryumda vuku bulur. Yumurta ana hücreleri, oogonyumlar mitotik bölünmelerle çoğalırlar. Sonra oosit olur ve büyüme peryoduna girerler.
- Gelişmede kullanılacak maddelerin çoğunun, yumurta tarafından karşılanması sebebi ile oogenezde büyüme büyük bir rol oynar. Yumurtanın farklılaşması da büyümeyle birlikte oluşur. Büyüme peryodunun süresi, farklı hayvan gruplarında farklıdır.

Spermatogenez ve Oogenez

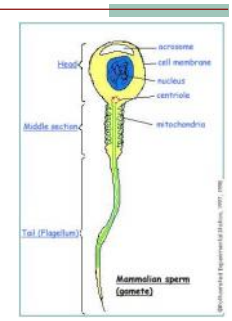


Spermatogenez ve Oogenez



Sperm

- Yaklaşık 50 - 60 mikron boyunda
- Baş, boyun ve kuyruk olmak üzere üç kısımdan oluşur.
  - Baş bölgesinde en geniş yer işgal eden çekirdek ile uçta akrozom denilen bölge bulunur. Akrozomda, yumurta zarını delecek enzimler vardır.
  - Boyunda distal ve proksimal konumlu sentriyoller, en uzun olan kuyrukta ise aksiyal filamentler ve kalın filamentler bulunur.
  - Kuyruk da morfolojik olarak üç bölgeye ayrılır. Bunlardan kuyruğun ilk bölgesi fibriller arasına yerleşmiş çok sayıda mitokondri içerir. Bu kısım spermanın kuyruk hareketleriyle ilerleyebilmesi için gerekli enerjiyi sağlamaya yarar.



Sperm

- Spermin görevi, yumurtaya erişmek, onunla birleşerek babaya ait genleri gelişecek embriyoya nakletmek ve yumurtanın gelişmeye başlamasını sağlamaktır.
- Omurgalı testisine özgün bir özellik, muhtemelen spemleri besleyen, farklılaşmalarına ve gelişmelerine yardım eden Sertoli adı verilen somatik hücrelerin seminifer borularında bulunmasıdır.

Yumurta tipleri

Yumurtalar, sitoplazmalarında vitellusu bulundurup bulundurmamalarına, vitellus taşıyorlarsa vitellusun yeri ve miktarına göre sınıflandırılırlar. Buna göre;

- *1. Alesital yumurtalar:* Sitoplazmalarında vitellus ihtiva etmeyen yumurtalardır. Örneğin *insan yumurtası*.
- *2. Endolesital yumurtalar:* Sitoplazmalarında vitellus ihtiva ederler. Ancak vitellusun miktar ve dağılımlarına göre iki gruba ayrılır.
- *3. Eksolesital yumurtalar:* Vitellus yumurta sitoplazmasında olmayıp yumurta hücresinin etrafındaki vitellus hücrelerinde depolanmıştır. *Distomum yumurtaları*

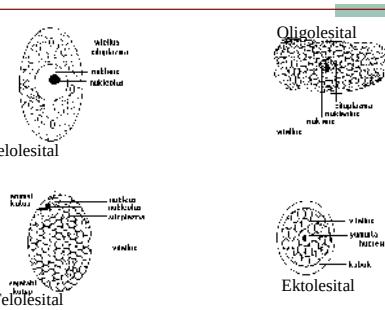
Endolesital yumurtalar

a) *Oligolesital yumurtalar:* Vitellus az olup sitoplazma içinde homojen bir dağılım gösterir. Örneğin *Deniz kestanesi yumurtaları*.

b) Anizolesital yumurtalar: Bol miktarda bulunan vitellus homojen dağılmamıştır. Vitellusun yerleşim yerine göre ikiye ayrılır.

- *aa) Sentrolesital yumurtalar:* Vitellus merkezde toplanmıştır. Sitoplazma ince bir örtü halinde yumurta yüzeyinde bulunur. Örneğin *böcek yumurtaları*
- *bb) Telolesital yumurtalar:* Vitellus yumurtanın bir kutbunda toplanmıştır. Dolayısı ile bu tip yumurtalarda kutuplaşma görülür. Vitellusun bulunduğu kutba vejetatif kutup, sitoplazmanın bulunduğu kutba ise animal kutup adı verilir. Kutuplaşmanın derecesine göre ikiye ayrılır.
  - *1) Mesolesital yumurtalar:* Ilımlı bir kutuplaşma gösterir. Yumurtanın 1/3'ü animal kutup, 2/3'ü ise vejetal kutupta bulunur. Örneğin *kurbağa yumurtaları*
  - *2) Polilesital yumurtalar:* Vitellus çok olduğundan ileri bir kutuplaşma gösterir. Sitoplazma ve nukleus oldukça dar bir alanda bulunur. *Tavuk yumurtaları*.

Yumurta tipleri

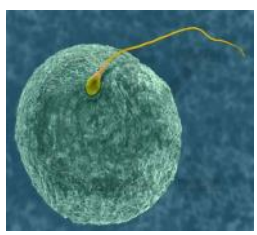


Döllenme

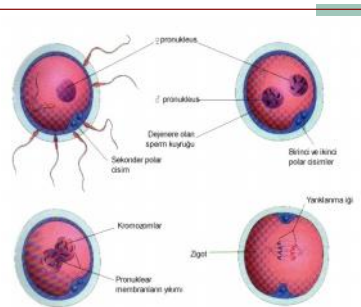
- Döllenme, bir erkek ve bir dişi gametin birleşmesi olup gamet nukleuslarının birbirine katılmalarıyla tamamlanır. Çok hücrelilerde gametlerin birleşmesi yu-murtayı aktive eder böylece de gelişim başlar. Sperma ve yumurtanın nukleuslarının birbirlerine katılmaları sonucu ana ve baba organizmalardan gelen kal ıtsal özellikler, taşıyıcıları vasıtasıyla yeni gelişen organizmanın tüm hücrele-rinin doğuştan gelen özelliklerini meydana getirirler.
- Böylece döllenme için bir-birinden bağımsız iki hedef vardır. Bunlardan biri yumurtanın aktivasyonu, diğeri de anne ve babaya ait kal ıtsal özelliklerin birbirine karıştırılması olan amfimiksis'dir.
- Yüksek yapılı omurgalılarda olduğu gibi, sperma iletimi için özel bir kopulasyon organı bulunan canlılarda ise iç döllenme görülür. Bu üreme şeklinde spermler kopulasyon organı ile dişiye iletilir ve döllenme çok defa yumurta kanalı içinde gerçekleşir. Ancak döllenmenin olabilmesi için çiftleşme şart değildir.

Döllenme

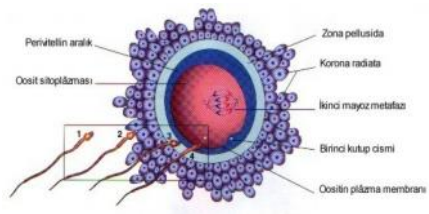
- Suni döllenme denilen bir metodla, üreme hücreleri özel şartlarda karşılaşırılarak döllenme gerçekleşir. Suni döllenme daha iyi hayvan ırklarının elde edilmesinde ve normal yolla üremenin gerçekleş-mediği durumlarda uygulanır.
- Omurgalılarda, olgunluğa erişen oosit, gelişim bakımından bir duraklamaya girer. II. mayoz bölünmenin, metafaz safhasında duraklar. Metabolizma yavaşlatılır, hücre-nin her yerinde elektrik akımları durur. Döllenme veya partenogenez ile oosit tekrar canland ırılmış olur ve gelişme başlar.
- Döllenmede, ilk basamak, üretildikleri organlardan boşaltılan sperm ve yumurtanın rastlaşmalarıdır. Bunu da yüzme hareketleri yapan sperm sağlar. Tamamen rastgele yapt ıkları hareketlerle spermler, şans ile yumurtayla karşılaşırlar.

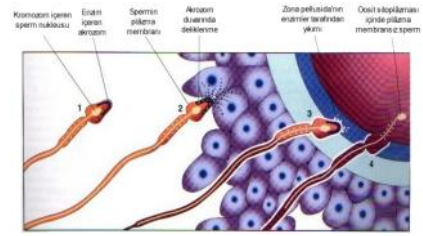



- Spermlerin çok fazla sayıda üretilmeleri ve spermlerin hedefi olan yumurtalar ın da oldukça büyük oluşturulmaları sonucu, tabiatta bu şansa bağlı karşılaşma düzenli olarak vuku bulmaktad ır. Bundan sonraki basamak kimyasal mekanizma ile ilgilidir. Olgun yumurtanın bulunduğu ortamda spermler yapışkan olurlar ve yumurta yüzeyine, hatta birbirlerine yapışırlar.
- Spermlerin karşılıklı yapışmaları ve kümeleşmeleri aglutinasyonu meydana getirir. Aglutinasyona ve yumurta yüzeyine yapışmaya sebep olan bu madde fertilizin adıyla bilinir. Glikoprotein veya mukopolisakkarit yapısındaki fertilizin türe has özellik gösterir.
- Spermin yüzeysel sitoplazması da antifertilizin adı verilen başka bir madde ihtiva eder. Antifertilizin ile fertilizinlerin en önemli özel-likleri, özel olarak birleşmeleridir. Yani türe has fertilizin yine türe has antifertilizin ile reaksiyon verir. Böylece fertilizin ile antifertilizin arasındaki reaksiyon antijen ile antikor arasında meydana gelen reaksiyona çok benzerdir.



- Olgun yumurtanin yüzeyi çok nadir olarak çıplaktır, çoğunlukla zarlar, folikül hücreleri veya hem zar hem folikül hücreleri ile sarılmıştır. Sperm, yumurtaya erişmeden evvel, bunlar içinden geçmek zorundadır.
- Yumurtanın döllenmesi sırasında akrozomdan salgılanan hiyaluronidaz enzimi ile kabuğun yumuşaması sağlanır. Sperm sitoplazma içine girer girmez, girdiği yerden başlayarak bir döllenme zarı oluşmaya başlar. Böylece birden fazla spermin döllenmeye katılması önlenir. Bundan sonra hiçbir sperm içeriye giremez.





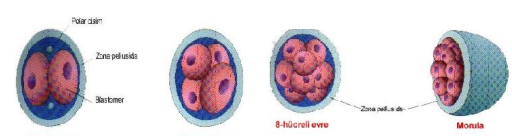
FERTİLİZASYONUN SONUÇLARI

- Sekonder oosit ikinci mayoz bölünmesini tamamlar.
- Kromozom sayısı diploid (46) olur.
- Embriyonun cinsiyeti belirlenir.
- Zigotun mitoz bölünmesi başlar.
- Anne ve babanın kromozomlarının karışması sonucu türlerin çeşitliliği sağlanır.

Segmentasyon

- Hayvanlarda eşeysel üremenin özelliklerinden biri, tek bir hücre olan döllenmiş yumurtadan yavrunun, kompleks çok hücreli vücudunun oluşturulması-dır. Bu nedenle bu tek hücrenin, çok hücreli bir yapıya dönüşmesi gerekir. Bu değişim, gelişimin en başında vuku bulur ve birbirini hızlı takip eden bir seri hücre bölünmeleri görülür. Hücrelerin bu bölünme serisine segmentasyon adı verilir.
- Segmentasyon; tek hücre halindeki döllenmiş yumurtanın, ardışık mitotik bölünmeler geçirerek çok hücreli bir yapı haline dönüştürülmesi, büyümenin olmamase, blastosöl denen bir boşluğun oluşumu hariç embriyonun genel şeklinin değişmemesi, yumurta sitoplazmasının unsurlarında yer değişiminin olmaması yani ilk bölünmeden evvel kazanılan yerleşim konumunun korunması ile karakterize edilir.

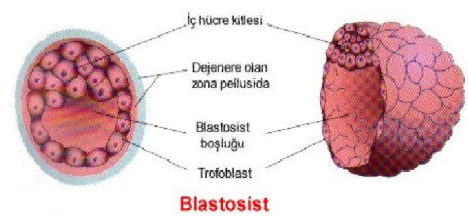
- Döllenmiş yumurtanın bölünmesi, nukleusunun bölünme-siyle başlatılır. Genel bir kaide olarak da nukleus bölünmesi sitoplazmanın bölünmesiyle takip edilir. Böylece yumurta hücresi blastomer adı verilen iki kardeş hücreye ayrılır. Bu kardeş hücreler de bölünerek 4 blastomeri, sonra onlarda 8, 16, 32 gi-bi sayılarda blastomerleri meydana getirirler.
- İlk bölünmelerde bölünme aynı zamanlı olabilir. Takibeden bölünmelerde bu sinkronizasyon kaybolur ve blastomerlerde bölünme bağımsızlığı görülebilir. Bu bölünmeler tipik mitoz bölünmelerdir.



- Bölünmenin başlangıcında, yumurtanın içerdiği vitellus, bölünme işlemi üzerine çok fazla etkindir. Her mitozda oluşan, hücre komponentlerinin hareke-ti sırasında, vitellus tamamen pasif davranır ve kardeş blastomerlere pasif olarak dağıtılır. Vitellus çok fazla olduğunda bölünmeler geciktirilmekte hatta durdurulmaktadır.
- Dolayısıyla yumurta hücresinin içerdiği vitellusun miktar ve dağılımı segmentasyonun farklı tiplerde olmasına neden olmaktadır.

- Yumurtanın tümü bölünüp tam blastomerler meydana gelirse bu tip segmentasyona holoblastik segmentasyon denir. Bölünmelere, yumurta sitoplazmasının tümü katılmıyorsa yani yumurtanın bir kısmı blastomerlere ayrılıyorsa bu tip segmentasyon da meroblastik adıyla bilinir. Ardışık bölünmelerle sayıca artan blatomerler bir hücre kütlesi meydana getirirler.
- Bu safhada hücrelerin serbest yüzeyleri yuvarlak birbirine temas eden yüzeyleri yassılaşmıştır. Üzüm salkımına benzer bir görünüm kazandığı embriyonun bu evresine morula evresi denir.

- Bölünme devam ederken blastomerlerin birbirine yapış-maları artar ve blastomerler embriyonun dış yüzeyinde gerçek bir epitel katmanı oluşturacak şekilde dizilirler. Başlangıcta küçük bir yarık şeklinde görülen blastomerler arasındaki boşluk giderek büyür ve blastosöl adını alır.
- Blastomerlerin oluşturduğu katmana da blastoderm adı verilir. Bu evredeki embriyoya da blastula adı verilir. Blastula'nın oluşumuna da blastulasyon denir. Yumurtanın morfogenetik yapısı ve içerdiği vitellus miktarına göre segmentasyonun seyri dolayısı ile farklı blastulaların meydana gelmesine neden olur.



Blastosist

Gastrulasyon

- Segmentasyon sonunda blastulanın oluşumu ile embriyonun düzeni, henüz erginin-kine benzerlik kazanmamıştır. Yalnız, tek hücre olan zigottan, çok hüc-reli embriyo meydana gelmiştir. Erginin düzenine ilk yaklaşım, gelişimin sonraki fazı olan gastrulasyon ile başarılır.
- Erken blastula evresinde de hareketsiz olan blastomerler belirli bir olgunluğa eriştikten sonra sinkronize karakterli hareket kazanırlar. Dolayısıyla da blastula, döllenme zarı içinde dönme hareketine başlar. Gastrulasyon da sistemli, bu aktif hücre hareketleri ile oluşur.

- Tek hücre katmanlı blastuladan, metazoa erginlerinin organizasyon karakteristiği olan, konsantrik katmanlı duruma dönüşme, hücre1erin veya hücre gruplarının aktif hareketlerinin düzeni içinde, em-briyo hücrelerinin yer değiştirmeleri ile kazanılır. İşte bu, çok hücre katmanlı düzenin oluşumunu sağlayan olay gastrulasyon adıyla bilinir.
- Ergin hayvanlar çok katlı düzene sahiptirler. İlkel hayvan grupla-rında hücreler, dokular ve organlar, hiç olmazsa iki; ge1işmiş hayvan grupların-da ise üç konsantrik katmanda dizilmişlerdir. Bu üç katman, yüzeyde yer alanı ektoderm, içte olanı endoderm aradaki katman da mezoderm adıyla bilinirler.

- Blastulanın tek hücre katmanı olan blastodermden gastrulasyon sonucunda ektoderm, endoderm ve mezoderm embriyonik katmanları kazanılır. Gastrulasyondan hemen sonraki embriyoya da gastrula adı verilir.
- Gastrulasyon esnasın-daki hareketlerle, blastodermden bir grup hücre, içe doğru hareket eder ve bun-lardan bir kısmı da yeni oluşan içboşluğun duvarını teşkil ederler. Gastrulas-yonla oluşan bu yeni boşluk gastrosöl veya arkenteron adını alır.Arkenteron, ergin hayvanın sindirim sistemi boşluğunun atasıdır.
- Gastrulasyon da yine yumurtanın, dolayısıyla segmentasyon sonucu oluşmuş blastomerlerin ihtiva ettikleri vitelus miktarına ve blastomerle-rin büyüklüklerine bağlı olarak farklılık gösterir.

Omurgalı hayvanlarda embriyo tabakaları ve bu tabakalardan köken alan organlar

Ektoderm	Derinin epidermisi, kıl ve tırnaklar, ter bezleri, büttün sinir sistemi (beyin, omurilik ve sinirler), göz bebeği, duyu hücreleri, ağız, burun ve anüsün iç yüzeyi, diş minesi
Mesoderm	Kaslar (düz, iskelet ve kalp kası); derinin dermis tabakası; bağ, kıkırdak ve kemik dokusu; Kan ve kan damarları, lenf damarları ve dalak, kalp; böbrekler; eşey bezleri , dişlerin dentin tabakası
Endoderm	Mide ve bağırsak epiteli, akciğer epiteli; hipofiz, troit, paratroit, timus bezleri; pankreas; karaciğer; idrar kesesi

Değişik hayvanlarda gelişim



İkizlik

- Domuzlarda, farelerde ve diğer bir çok memelide bir defada bir çok yavru meydana getirme niteliği vardır. Bu sayı domuzlarda birkaç taneden otuza kadar çıkabilir. Fakat diğer birçok memelide örneğin insanda, atta, balina'da birkerede normal olarak bir yavru meydana getirilir. Bazen bu memelilerin de çok yavru meydana getirdiği görülür. İnsanda ikiz, hatta daha fazla yavru meydana gelebilir.
- İnsanda ortalama her 86 doğumdan birinde ikiz meydana gelmektedir. Meydana gelen ikizlerden ¾'ü dizigotik yani çift yumurta ikiziliğidir (yalancı ikizlik). İki yumurta hücresi aynı zamanda oluşur ve farklı spermlerle döllenirse ortaya çıkar. Aynı zamanda doğmasına karşılık aralarındaki benzerlik farklı zamanda doğan iki kardeş arasındaki benzerlikten daha fazla değildir. Bu ikizler faklı eşeylere sahip olabilirler.

- Çok daha az olarak monozigotik ikizlik ya da tek yumurta ikizliliği (gerçek ikizlilik) görülür. Bir yumurta tek bir spermle döllenir ve iki embriyo halinde gelişirse ortaya çıkar. Bunlar her zaman aynı eşeylidirler. Bunların kalıtsal özellikleri aynı olduğundan gerek vücut yapıları, gerekse davranışları, dış ortamın etkileri göz önünde tutulmazsa, birbirinin aynısıdırlar.
- Tek yumurta ikizliği birkaç şekilde oluşabilir. Genellikie iki blastornerli evrede blastornerler herhangi bir nedenle ayrılırlar ve ikisi de ayrı ayrı gelişir. Bundan başka içteki hücre kütlesi tek bir embriyo diski üzerinde tekrar bölünerek yeni bir embriyo meydana getirebilir.

- Gerçek ikizlikte, içteki hücre kütlesinin ya da iki mezoderm çubuğunun birbirinden ayrılması bazen tam gerçekleşmez. Böylece nadir görülen "yapışık ikizler" ortaya çıkar. Yapışıklığın her derecesine rastlanmıştır.
- Bazılarının ameliyatla birbirinden ayrılarak serbest yaşatılmaları sağlanmasına rağmen bazılarının yaşamsal organları (kalp, mide) ortak olduğundan ya birini feda etmek zorunluluğu doğar ya da hayatları boyunca yapışık kalmaları gerekir. Uzun yaşamaları nadirdir. Genelde doğumdan sonra ölürler.

Larva evresi

- Birçok hayvanın embriyonal gelişimi sırasında larva evresi görülür.
- Ancak başkalaşım (metamorfoz) geçirdikten sonra ergine benzerler.
- Küçük ve genellikle basit yapıda olan larvaları kendi kendilerine yayılmalarını ve beslenmelerini sağlarlar.
- Özellike sabit yaşayan hayvan gruplarının (mercanlar, midyeler, bazı derisidikenliler vs.) yayılmaları için larvalar çok önemlidir.
- Larva formu, su ve kara hayvanlarında yaygındır. Çok kere ergin ile larvanın yaşadıkları ortam ve besin çeşitleri farklıdır. Örneğin, kelebeğin larvası bitki yaprakları, ergini ise bitki özsuyu ile beslenir; sivrisineğin larvası suda, ergini karada yaşar; amfibilerde yine benzeri durum vardır.

Hayvan gruplara göre farklı tip larvalar görülür

- Sölenterlerde *(Coelenterata),* **Planula, Veliger;**
- Şeritlerde *(Cestoda),* **Onkosfera, Sistoserkus;**
- Parazit kelebeklerde *(Trematoda),* **Mirasidiyum, Sporosit, Redi, Serkariya, Metaserkariya;**
- Yumuşakçalarda *(Mollusca)* ve halkalısolucanlarda *(Annelida),* **Trokofor;**
- Derisidikenlilerde *(Echinoderma),* **Bipinnaria, Brachiolaria;**
- Kabuklularda *(Crustacea),* **Nauplius, Zoea** vs.;
- Böceklerde *(Insecta),* tırtıllar, kadı lokması, rim vs.;
- Kurbagalarda *(Anura),* iribaş ya da tokac bunlardan bazılarıdır.

Başkalaşım (Metamorfoz)

- Oldukça ender durumlarda yumurtadan çıkan genç hayvan, erginin küçük bir kopyasıdır. Bu durumda gelişme, sadece büyüme ve gonadların olgunlaşmasından ibarettir (Nematodlar). Daha sıklıkla, yumurtadan çıkan hayvan, erginin-den bayağı farklıdır.
- Organlarının tümü kaybolup daha sonra tekrar gelişir. Bazen, bu özel model için gereken, erginde bulunmayan özel organlara sahip olabilir.
- Bu durumda genç hayvana larva adı verilir. Larva metamorfoz geçirerek erginine benzer. Metamorfoz esnasında yeni organlar gelişebilir böylece larval perioddan sonra tekrar morgogenetik işlemler aktiflik kazanırlar.
- Başkalaşım, bazı gruplarda adım adım olmasına karşın (kabukluların bazılarında, kenelerde vs.) bazılarında birden biredir (kozadan kelebegin çıkması gibi).

Böceklerde başkalaşım

Ametabol gelişim

- Yumurtadan çıkan yavru erginine benzer, yalnız eşeysel organları gelişmemiştir. Kanatsız böceklerde (Apterygota) bu tip gelişim görülür.

Hemimetabol gelişim

- Yumurtadan çıkan yavru, kısmen ergine benzer. Adım adım gelişerek sonunda erginleşir.
- Deri değiştirme, sadece vücudun büyümesini değil, keza vücut organlarının da adım adım ergine benzemesini sağlar.
- Örneğin, çekirgelerde *(Orthoptera),* yarımkanatlılarda *(Hemiptera),* subakirelerinde *(Odonata),* peygamberdevelerinde *(Mantodea),* kulağakacanlar-da *(Dermaptera),* hamamböceklerindeki *(Blattodea)* vs. gelişim bu tiptir.
- Böceklerde bu tip gelişim, birçok deri değiştirme yoluyla olur. Genellikle bu tip gelişimdeki larvalara "Nymph" denir.

Holometabol Gelişim

- Yumurtadan çıkan yavru ergine hiç benzemez; çok kere yaşadığı ortam ve besin çeşidi (örneğin kelebeğin tırtılı bitkiyle, ergini nek-tarla beslenir) bakımından erginden farklıdır.
- Bu larva devresinin sonunda, genellikle beslenmesiz ve hareketsi z birkaç gün, ya da birkaç ay hatta bir yıl süren bir devreye girerek ergin organlarını meydana getirir. Böceklerde buna *"Puplaşma"* denir. Sinekler *(Diptera),* arılar *(Hymenoptera),* kelebekler *(Lepidoptera),* kınkanatlılar *(Coleoptera)* vs. bu tip gelişir.

Hipermetabol Gelişim

- Daha çok kınkanatlılardan yakıböceklerinde *(Moleoidae)* görülür. Yumurtadan çıkan larva, ergine benzemez; daha sonra pup olur; buna yalancı pup denir. Bu puptan ikinci bir larva çıkar; bir süre beslenir.
- Sonunda gerçek pup haline geçerek ergini meydana getirir.

Amfibilerde başkalaşım

- Amfibilerin gelişmelerinde de çoğunlukla bir larva evresi vardır. Metamorfozun zamanı ve süresi türlere göre değişiklik gösterir. Larva evresinde görülen solungaç, solungaç yarıkları, sırt ve kuyruk yüzgeci gibi özellikler metamorfoz sonunda kaybolur.
- Üyeler larva evresi sonunda oluşur. Yine larvalarında gerçek çeneler yoktur.