



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
Εθνικόν και Καποδιστριακόν  
Πανεπιστήμιον Αθηνών

# Ζωολογία Ι

**Ενότητα 4:** Η Διαδικασία της Αναπαραγωγής

Σκαρλάτος Ντέντος, Επικ. Καθηγητής  
Σχολή Θετικών Επιστημών  
Τμήμα Βιολογίας

# Περιεχόμενα ενότητας

Θα αναπτυχθούν τα εξής θέματα:

- Διαδικασία αναπαραγωγής.
- Διαδικασία ωρίμανσης γεννητικών κυττάρων.
- Συστήματα αναπαραγωγής.
- Ενδοκρινολογία αναπαραγωγής.

Σκαρλάτος Ντέντος  
sdedos@biol.uoa.gr

- Καμία από τις εικόνες ή σχήματα που παρουσιάζονται δεν παραβιάζει πνευματικά δικαιώματα



# Διαδικασία αναπαραγωγής: Μερικοί βασικοί όροι

Δύο είδη αναπαραγωγής:

## **Αγενής αναπαραγωγή**

(ένας γονέας, απουσία αναπαραγωγικών οργάνων)

## **Εγγενής αναπαραγωγή**

(δύο γονείς, παρουσία αναπαραγωγικών οργάνων, προκύπτει ο ζυγώτης)

Ας τις δούμε πιο αναλυτικά...



# Αγενής Αναπαραγωγή



# Χαρακτηριστικά

## Δεν περιλαμβάνει:

- 1) Μειωτική διαίρεση των κυττάρων.
- 2) μείωση της σειράς χρωμοσωμάτων.
- 3) Γονιμοποίηση.
  - Μπορεί να αναφερθεί και ως **Αγομογένεση** που είναι η αναπαραγωγή χωρίς σύζευξη γαμετών.
  - Παρατηρείται σε μονοκύτταρους οργανισμούς όπως τα Αρχαία, τα Βακτήρια και τα Πρωτόζωα (ευκαρυωτικοί οργανισμοί) καθώς επίσης και σε αρκετά ασπόνδυλα φύλα όπως Κνιδόζωα, Βρυόζωα, Δακτυλιοσκώληκες, Εχινόδερμα κ.α.



# Μορφές 1/3

**1. Διχοτόμηση (binary fission):** χαρακτηρίζει τα Αρχαία, τα Βακτήρια και τα Πρωτόζωα. Στη διχοτόμηση το κύτταρο διαιρείται με μίτωση σε δύο ίσα τμήματα.

Στα **Μαστιγοφόρα Πρωτόζωα** έχουμε **διχοτόμηση επιμήκη**.

Στα **Βλεφαριδοφόρα Πρωτόζωα** η **διχοτόμηση είναι εγκάρσια**.

Έχουμε όμως και την **πολλαπλή διαίρεση ή σχιζογονία** (schizogony) με τη δημιουργία μεγάλου αριθμού θυγατρικών κυττάρων μέσω διαιρέσεων του πυρήνα.

Ενώ η **σπορογονία** είναι συχνή σε παρασιτικά Πρωτόζωα.



# Μορφές 2/3

**2) Εκβλάστηση (budding):** Είναι η άνιση διαίρεση ενός οργανισμού με το νέο οργανισμό να προκύπτει με τη μορφή βλαστήματος (ή φύτρου) από τον αρχικό οργανισμό. Διαφέρει στους μονοκύτταρους οργανισμούς από τη διχοτόμηση γιατί δίνει άνισου μεγέθους άτομα.

Συχνή στα Κνιδόζωα (Hydra).



# Μορφές 3/3

**3) Σπορίωση (gemmulation):** δημιουργία ενός νέου ατόμου μετά από τη συγκέντρωση κυττάρων τα οποία περιβάλλονται από μια ανθεκτική κάψα, το αποβλάστημα.

Συναντάται στο φύλο Ποροφόρα (Σπόγγοι).

**4) Κατάτμηση (fragmentation):** διάσπαση ενός πολυκύτταρου οργανισμού σε δύο ή περισσότερα τμήματα τα οποία έχουν τη δυνατότητα να αναπτυχθούν σε πλήρη άτομα.





# Εξάπλωση 1/2

Παρατηρείται σε αρκετά ασπόνδυλα φύλα, όπως:

1) **Κνιδόζωα** (κατάτμιση, σπορίωση) (θαλάσσιες ανεμώνες).

2) **Βρυόζωα** (Εξώπρωκτα) (σπορίωση).

3) **Δακτυλιοσκόληκες** (διχοτόμηση).

4) **Εχινόδερμα** (διχοτόμηση) (αστερίες).

5) **Ημιχορδωτά** (κατάτμιση, σπορίωση).



# Εξάπλωση 2/2

- Στα είδη αυτά που έχουμε αγενή αναπαραγωγή έχουμε και εγγενή αναπαραγωγή. Η αγενής αναπαραγωγή εξασφαλίζει την αύξηση του πληθυσμού όταν η διαφοροποίηση δεν είναι τόσο προηγμένη για να υπάρχουν γαμέτες.
- Τα Σπονδυλόζωα δεν έχουν αγενή αναπαραγωγή, (αλλά τα πράγματα δεν είναι τόσο απλά γιατί υπάρχει και η Παρθενογένεση).



# Εγγενής Αναπαραγωγή



# Αμφιγονική Αναπαραγωγή 1/3

Η δημιουργία απογόνου σχηματιζόμενου μετά από την ένωση γαμετών που προέρχονται από δύο γενετικά διαφορετικά άτομα.

Μερικές έννοιες:

- **Δίοικα (ή γονοχωριστικά)** λέγονται τα ζώα που φέρουν τα αρρενα και τα θήλεα όργανα σε διαφορετικά άτομα.
- **Μονόικα (ή ερμαφρόδιτα)** λέγονται τα ζώα που φέρουν τις αρσενικές και θηλυκές γονάδες στο ίδιο άτομο.



# Αμφιγονική Αναπαραγωγή 2/3

- **Ωάρια** παράγονται από τα θηλυκά άτομα, έχουν μεγάλο μέγεθος, είναι ακίνητα και παράγονται σε μειωμένους αριθμούς.
- **Σπερματοζωάρια** παράγονται από τα αρσενικά άτομα, έχουν μικρό μέγεθος, εμφανίζουν κινητικότητα και παράγονται σε μεγάλους αριθμούς.



# Αμφιγονική Αναπαραγωγή 3/3

- Η **Μείωση** διαχωρίζει την αγενή από την εγγενή αναπαραγωγή.

Με τη μείωση έχουμε διαίρεση των χρωμοσωμάτων μια φορά και του κυττάρου δύο φορές παράγοντας τέσσερα θυγατρικά κύτταρα που φέρουν τον μισό αριθμό χρωμοσωμάτων από τον αρχικό (απλοειδής αριθμός).



# Ερμαφροδιτισμός 1/2

Το φαινόμενο κατά το οποίο θηλυκά και αρσενικά αναπαραγωγικά όργανα συνυπάρχουν στο ίδιο άτομο

Μερικές έννοιες:

- **Ταυτόχρονος ερμαφροδιτισμός (ομογαμία):** θηλυκά και αρσενικά αναπαραγωγικά όργανα υπάρχουν ταυτόχρονα στο ώριμο άτομο. Εμφανίζεται στο φύλο Μαλάκια, Ομοταξία Γαστερόποδα (Σαλιγκάρια), στο φύλο Γαιοσκώληκες και μια οικογένεια ψαριών (Serranidae).

**Ωστόσο, παρά την παρουσία ερμαφροδιτισμού, αυτή η διαδικασία αναπαραγωγής αποφεύγεται.**





# Ερμαφροδιτισμός 2/2

- **Διαδοχικός ερμαφροδιτισμός (διχογαμία):**  
Όταν υπάρχει μια γενετικά προγραμματισμένη αλλαγή φύλου κατά τη διάρκεια της ζωής του ατόμου.
- **Πρωτανδρισμός (protandry):** πρώτα εμφανίζονται τα αρσενικά αναπαραγωγικά όργανα, (π.χ. στο ψάρι *amphiprion ocellaris*).
- **Πρωτογυνισμός (protogyny):** πρώτα εμφανίζονται τα θηλυκά αναπαραγωγικά όργανα, (π.χ. στα ψάρια της οικογένειας Labridae).





# Παρθενογένεση 1/4

- Η ανάπτυξη εμβρύου από ένα **μη γονιμοποιημένο ωάριο** ή εμβρύου στο οποίο ο θηλυκός και ο αρσενικός πυρήνας δεν ενώνονται μετά τη γονιμοποίηση. Υπάρχουν πολλά πρότυπα παρθενογένεσης.
- Ανάλογα με το **σύστημα καθορισμού** του φύλου **XY** ( **XY**: αρσενικά και **XX**: θηλυκά (**άνθρωπος, Θηλαστικά, καρχαρίες, δροσόφιλα**))  
ή **ZW** (**ZZ**: αρσενικά και **ZW**: θηλυκά (**Πτηνά, μερικά Έντομα, μερικά ψάρια και μερικά Ερπετά**)) το έμβρυο θα είναι πάντα θηλυκό (**XY σύστημα**) ή πάντα αρσενικό (**ZW σύστημα**).



# Παρθενογένεση 2/4

- **Αμειωτική παρθενογένεση:** Δεν επέρχεται μείωση και το ωάριο σχηματίζεται με μιτωτική κυτταρική διαίρεση. Οι απόγονοι καλούνται **κλώνοι** του αρχικού οργανισμού.
- Εμφανίζεται στο φύλο Πλατυέλμινθες, στο φύλο Τροχοφόρα, στο υπόφυλο Καρκινοειδή και στην ομοταξία Έντομα.



# Παρθενογένεση 3/4

- **Μειωτική παρθενογένεση:** Ένα απλοειδές ωάριο σχηματίζεται με μειωτική διαίρεση και έχει τη δυνατότητα να **ενεργοποιηθεί ή όχι** μετά την επίδραση σπερματοζωαρίων.
- Σε κάποια είδη ψαριών, η **παρθενογένεση αρχίζει με την ενεργοποίηση του ωαρίου από το σπερματοζωάριο**, αλλά το αρσενικό γονιδίωμα απορρίπτεται προτού εισέλθει στο ωάριο. Αυτό καλείται **γυνογένεση ή ψευδογαμία** γιατί οδηγεί στην εμφάνιση θηλυκών ατόμων (εμφανίζεται σε Πλατυέμινθες και κάποια είδη Αμφιβίων (σαλαμάνδρες)).



# Παρθενογένεση 4/4

- Σε άλλα είδη ζώων (Πλατυέλμινθες, Τροχοφόρα, Δακτυλιοσκώληκες, Ακάρεια και Έντομα) παρατηρείται **αυθόρμητη έναρξη ανάπτυξης του απλοειδούς ωαρίου** χωρίς να είναι απαραίτητη η ενεργοποίηση από το σπερματοζωάριο. Η διπλοειδής κατάσταση αποκαθίσταται με διπλασιασμό των χρωμοσωμάτων.
- Στις μέλισσες ο τύπος φυλετικού καθορισμού γνωστός ως **απλοδιπλοειδία** δίνει **απλοειδή αρσενικά (αγονιμοποιητά ωάρια)** και **διπλοειδή θηλυκά (γονιμοποιημένα ωάρια)**.



# Εγγενής Αναπαραγωγή vs Αγενής Αναπαραγωγή 1/2

- **Μειονεκτήματα εγγενούς αναπαραγωγής:** Είναι περίπλοκη, χρονοβόρα, απαιτεί μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας, απαιτεί συντονισμό δραστηριοτήτων θηλυκού-αρσενικού. Κόστος η «σπατάλη» δημιουργίας αρσενικών οργανισμών και κόστος η διαδικασία της μείωσης.
- **Πλεονεκτήματα εγγενούς αναπαραγωγής:** Η ανακατάταξη και ο ανασυνδυασμός του γονιδιώματος προωθεί τη δημιουργία φαινότυπων ανθεκτικών σε περιβαλλοντικές μεταβολές. Ευνοείται κατά την επιλογή των ειδών.



# Εγγενής Αναπαραγωγή vs Αγενής Αναπαραγωγή 2/2

- **Μειονεκτήματα αγενούς αναπαραγωγής:** Χαμηλή ποικιλομορφία, απόκριση σε περιβαλλοντικές μεταβολές μόνο μέσω της παρουσίας επωφελών μεταλλάξεων, επιρρεπής στην εξαφάνιση λόγω περιβαλλοντικών αλλαγών.
- **Πλεονεκτήματα αγενούς αναπαραγωγής:** Ταχύτερη αναπαραγωγή, διπλασιασμός του πληθυσμού ανά γενεά, πλέον επιτυχής για την εποίκηση νέου περιβάλλοντος.





# Διαδικασία ωρίμανσης γεννητικών κυττάρων 1/4

Σε οργανισμούς που χρησιμοποιούν την εγγενή αναπαραγωγή διακρίνουμε δύο είδη κυττάρων:

τα **σωματικά κύτταρα** και

τα **γεννητικά κύτταρα** που σχηματίζουν τους **γαμέτες**.

Τα γεννητικά κύτταρα διαχωρίζονται από τα υπόλοιπα στην έναρξη της εμβρυικής ανάπτυξης και μεταναστεύουν από το **ενδόδερμα** στις **γονάδες**. Η **διαφοροποίηση** τους σε γεννητικά κύτταρα αρχίζει με το τέλος της **γαστριδίωσης**.



# Διαδικασία ωρίμανσης γεννητικών κυττάρων 2/4

- Η μετανάστευσή τους στις γονάδες είναι ιδιαίτερα περίπλοκη και ξεχωριστή για διαφορετικά είδη ζώων.
- Στα **Σπονδυλόζωα** μπορούμε να διακρίνουμε τη διατήρηση των γεννητικών κυττάρων τα οποία δημιουργούν την **βλαστοκυτταρική σειρά (germ cell line)** και το ίδιο συμβαίνει και σε κάποια **Ασπόνδυλα** (Νηματώδεις, Αρθρόποδα). Ωστόσο σε **άλλα Ασπόνδυλα** η βλαστοκυτταρική σειρά **δεν είναι διακριτή** και τα γεννητικά κύτταρα αναπτύσσονται **απευθείας από σωματικά κύτταρα**.



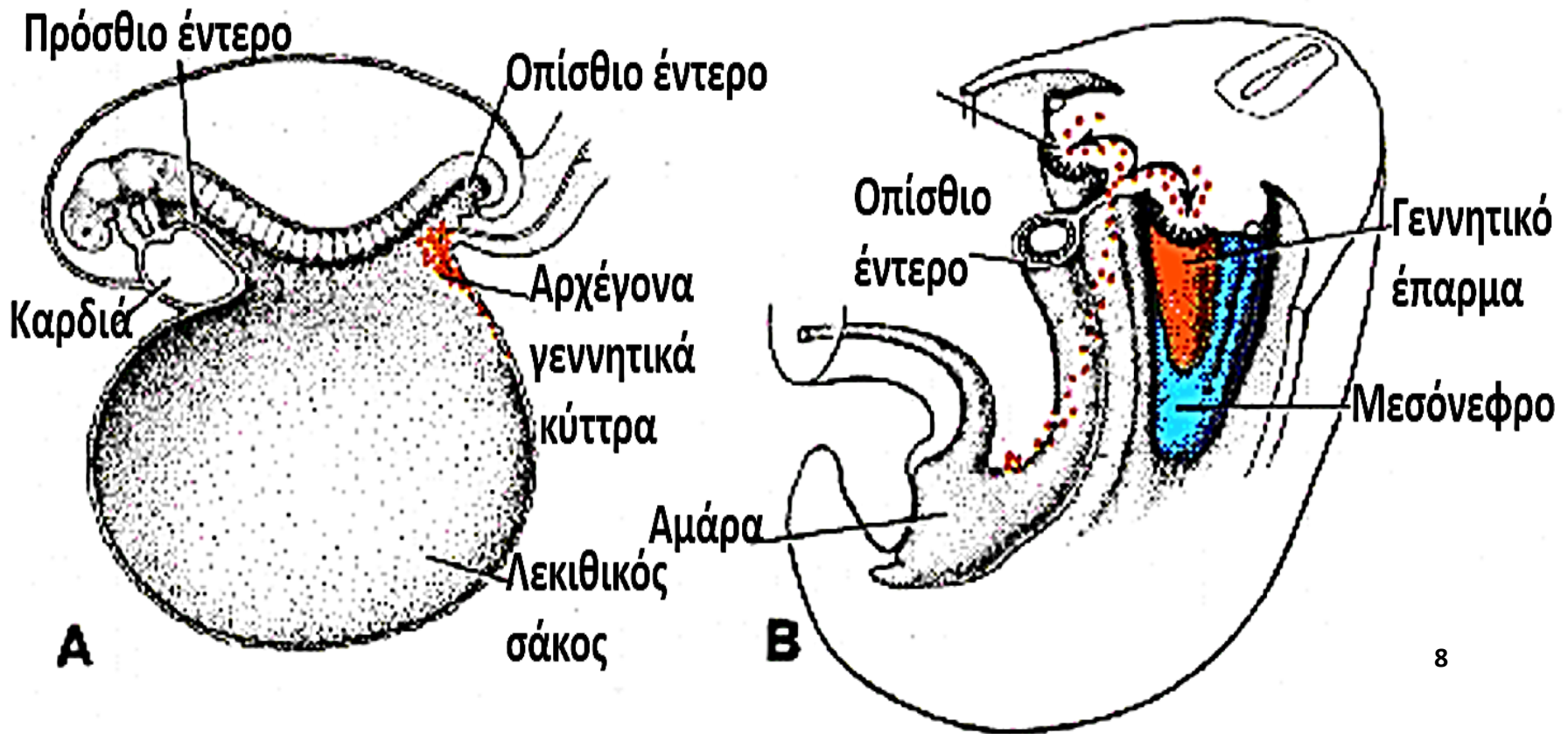


# Διαδικασία ωρίμανσης γεννητικών κυττάρων 3/4

- Στα Σπονδυλόζωα ο ιστός από τον οποίο προέρχονται οι γονάδες διαμορφώνεται στα **πρώιμα εμβρυικά στάδια** σαν **ζεύγος γεννητικών επαρμάτων (genital ridges)**. Τα επάρματα αυτά εμφανίζονται στο πρόσθιο άκρο του **μεσόνεφρου**.
- Τα αρχέγονα γεννητικά κύτταρα δεν προέρχονται από τις γονάδες αλλά από το ενδόδερμα του λεκιθικού σάκου. Μετά τη «**μετακίνησή**» τους στο εντερικό ενδόδερμα, μεταναστεύουν στα γεννητικά επάρματα και αυξάνουν σε αριθμό με μιτωτικές διαιρέσεις.



# Διαδικασία ωρίμανσης γεννητικών κυττάρων 4/4



# Φυλετικός καθορισμός 1/3

- Στην **αρχή** της διαφοροποίησής τους οι **γονάδες είναι φυλετικά ουδέτερες**. Η ανάπτυξή τους σε όρχεις ή ωοθήκες καθορίζεται από το **γονίδιο SRY** που ονομάζεται «**Υ περιοχή φυλετικού καθορισμού**» στο Υ χρωμόσωμα στα **πλακουντοφόρα και μαρσιποφόρα Θηλαστικά**.
- Το γονίδιο αυτό κωδικοποιεί την **πρωτεΐνη SRY**, ένα μεταγραφικό παράγοντα, που ανήκει στην οικογένεια των **HMG (high mobility group)-box** πρωτεϊνών που **προσδένονται σε DNA αλληλουχίες**, και καθορίζει την ανάπτυξη των **γονάδων ως όρχεων**.



# Φυλετικός καθορισμός 2/3

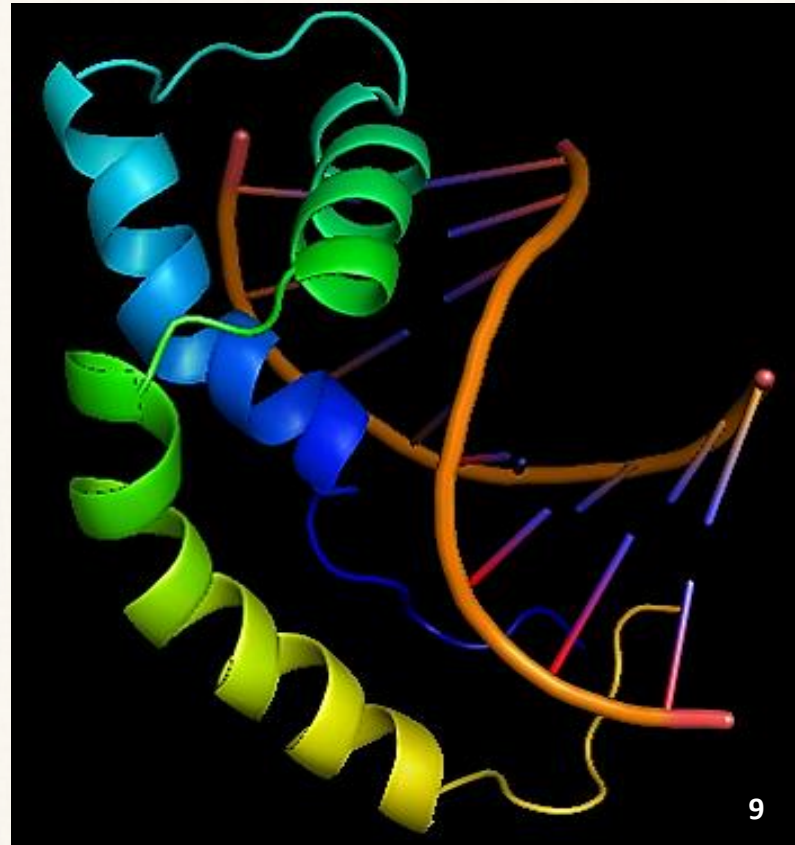
Η πρωτεΐνη SRY ενεργοποιεί την έκφραση του **μεταγραφικού παράγοντα SOX9** ο οποίος με τη σειρά του ενεργοποιεί την έκφραση της πρωτεΐνης **fibroblast growth factor 9 (fgf9)** που είναι υπεύθυνη για τη **διαφοροποίηση των κυττάρων Sertoli** στους **όρχεις**. Ως επακόλουθο έχουμε την παραγωγή της στεροειδούς ορμόνης **τεστοστερόνης** και του μεταβολίτη της **διυδροτεστοστερόνη (DHT)** και την «αρρενοποίηση» του εμβρύου.

Τα **οιστρογόνα** όμως καθορίζουν την αρσενικού τύπου συμπεριφορά του εγκεφάλου.



# Φυλετικός καθορισμός 3/3

Η πρωτεΐνη SRY  
προσδεδεμένη σε  
τμήμα DNA.





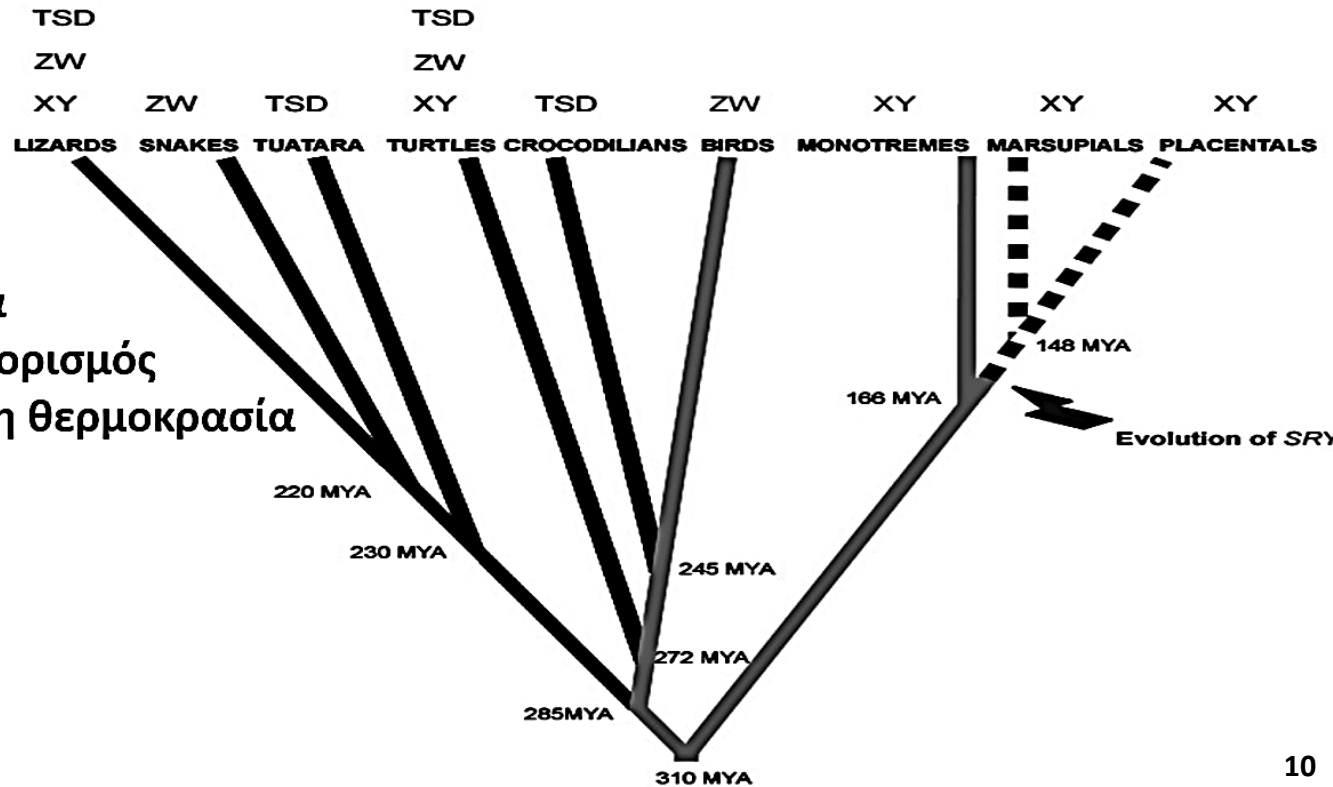
# Φυλετικός καθορισμός:

Ας το αναλύσουμε

Sex determining genes

Sex determining systems

*HINTW?*  
*FET1?*  
*DMRT1?*      *GATA4?*  
*DMRT1?*      *SRY?*      *SRY*



Σε πολλά Ερπετά  
ο φυλετικός καθορισμός  
εξαρτάται από τη θερμοκρασία  
(TSD).

10



# Σπερματογένεση 1/6

- Στους όρχεις τα τοιχώματα των **σπερματοφόρων σωληναρίων** φέρουν **γεννητικά κύτταρα** σε διαδικασία διαφοροποίησης.
- Τα γεννητικά κύτταρα διαφοροποιούνται κοντά σε **κύτταρα του Sertoli**.
- Οι ανώτερες στοιβάδες περιέχουν **σπερματογόνια**, διπλοειδή κύτταρα που πολλαπλασιάζονται με **μίτωση**.
- Το σπερματογόνιο μετατρέπεται σε **πρωτογενές σπερματοκύτταρο** με αύξηση μεγέθους.



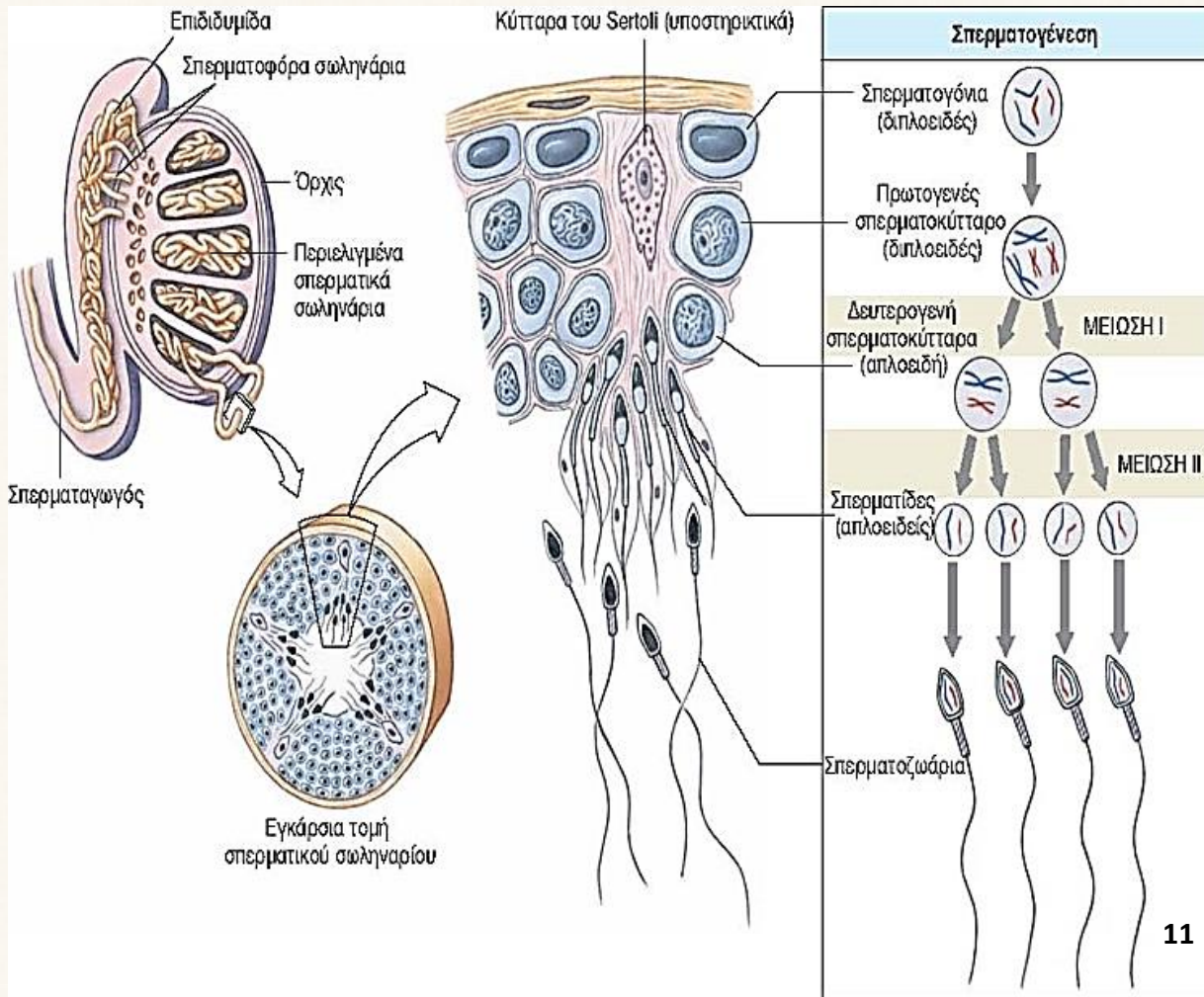
# Σπερματογένεση 2/6

- Κατόπιν μετατρέπεται σε **δευτερογενές σπερματοκύτταρο** μετά την πρώτη μειωτική διαίρεση.
- Κατόπιν γίνεται η **δεύτερη μειωτική διαίρεση** και προκύπτουν **4 σπερματίδες** με **απλοειδή αριθμό χρωμοσωμάτων**.
- Οι σπερματίδες διαφοροποιούνται σε **ώριμα σπερματοζωάρια** με μείωση του κυτταροπλάσματος, **συμπύκνωση του πυρήνα** στην κεφαλή του σπερματοζωαρίου, δημιουργία **μιτοχονδρίων**, και **μαστιγοειδούς ουράς** (συνέχεια...)





# Σπερματογένεση 3/6



# Σπερματογένεση 4/6

- Η κεφαλή του σπερματοζωαρίου περιέχει τον **πυρήνα με τα χρωμοσώματα** και το **ακρόσωμα**, ένα κυτταρικό οργανίδιο που **προέρχεται από το σωμάτιο Golgi** και φέρει **πεπτικά ένζυμα (υαλουρονιδάση, ακροσίνη)** για τη διάσπαση της εξωτερικής μεμβράνης του ωαρίου.
- Το ακρόσωμα συναντάται σε **όλα τα Μετάζωα** (με εξαίρεση κάποιους Τελεόστεους Ιχθύες και κάποια Ασπόνδυλα).

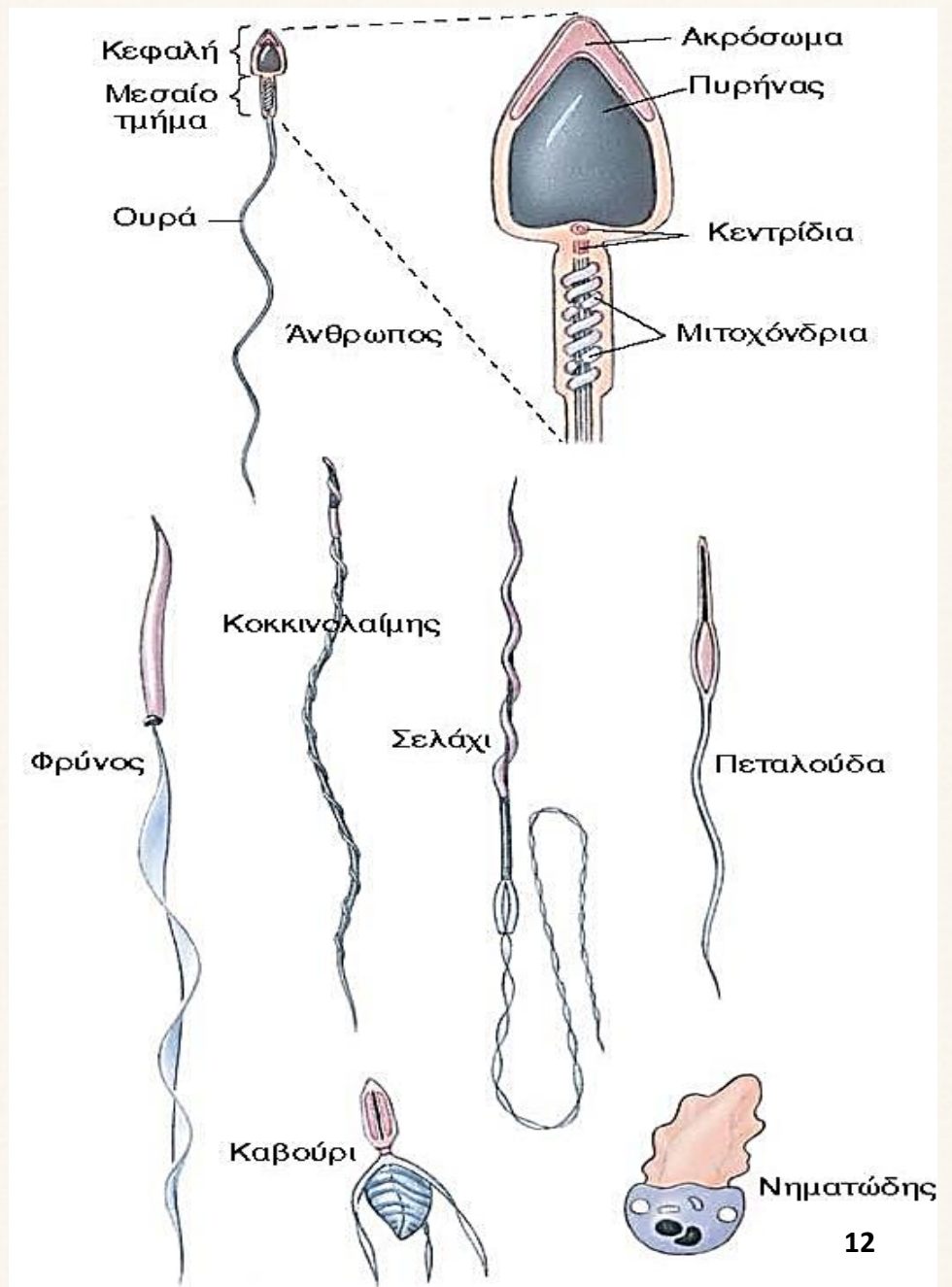


# Σπερματογένεση 5/6

- Το **συνολικό μήκος του σπερματοζωαρίου διαφέρει**, και ενώ στον άνθρωπο είναι 50-70  $\mu\text{m}$ , σε μερικούς φρύνους ξεπερνά τα **2000  $\mu\text{m}$** .
- Σε όλους τους οργανισμούς που αναπαράγονται εγγενώς, **ο αριθμός των σπερματοζωαρίων είναι πολύ μεγαλύτερος του αριθμού των ωαρίων των θηλυκών.**



# Σπερματογένεση 6/6



# Ωογένεση 1/7

- Τα πρώιμα γεννητικά κύτταρα στις ωοθήκες ονομάζονται **ωογόνια** και είναι **διπλοειδή** γιατί πολλαπλασιάζονται με μίτωση.
- Η παύση αύξησης των ωογονίων σε αριθμό οδηγεί σε **αύξηση του μεγέθους** τους και μετατροπή τους σε **πρωτογενή ωοκύτταρα**.
- Κατά την **πρώτη μειωτική διαίρεση** προκύπτει το **δευτερογενές ωοκύτταρο** που είναι μεγαλύτερο, και το **πρώτο πολικό σωμάτιο** που είναι μικρότερο, λόγω **άνισης κατανομής του κυτταροπλάσματος**.



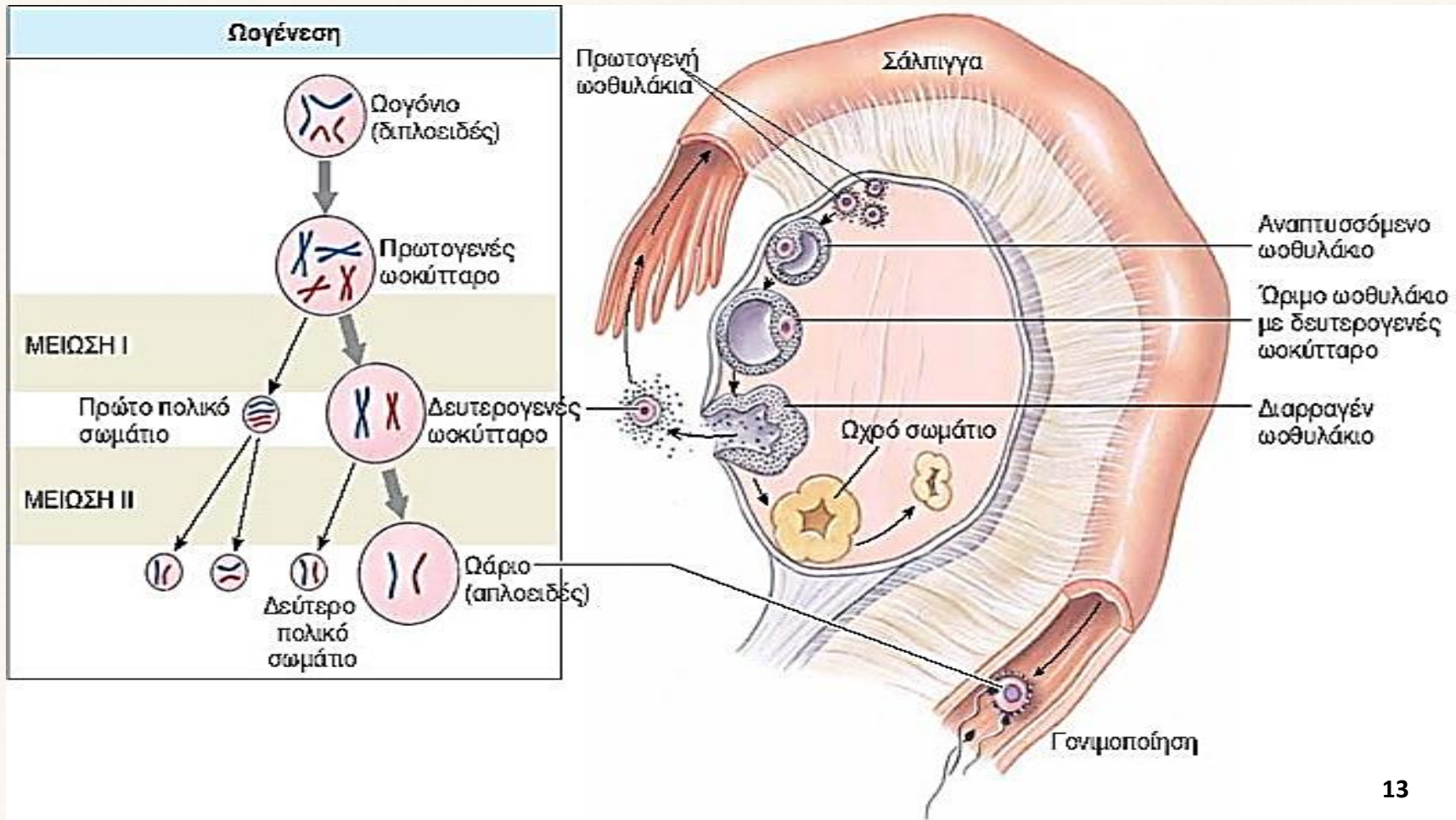


# Ωογένεση 2/7

- Στη **δεύτερη μειωτική διαίρεση** παράγεται το **δευτερογενές ωοκύτταρο** που ονομάζεται **ωοτίδιο**, που έχει μεγαλύτερο μέγεθος, και ένα μικρότερου μεγέθους **πολικό σωματίο**.
- Το **ωοτίδιο θα εξελιχθεί σε ένα λειτουργικό ωάριο**. Το πρώτο πολικό σωματίο επίσης διαιρείται και έτσι δημιουργούνται **3 πολικά σωματία** που είναι ανενεργά και αποσυντίθενται και έτσι έχουμε την **διατήρηση 1 γαμέτη αντί για 4** όπως συμβαίνει στη **σπερματογένεση**.



# Ωογένεση 3/7



# Ωογένεση 4/7

- Στα περισσότερα Σπονδυλόζωα και αρκετά Ασπόνδυλα, το **ωάριο δεν ολοκληρώνει τις μειωτικές διαιρέσεις μέχρι να γίνει η γονιμοποίηση.**
- Κατά γενικό κανόνα, η διαδικασία της ανάπτυξης **διακόπτεται κατά την πρόφαση I της πρώτης μειωτικής διαίρεσης.** Η μείωση συνεχίζεται και συμπληρώνεται κατά την ωορηξία (Πτηνά, στα περισσότερα Θηλαστικά) ή αμέσως μετά τη γονιμοποίηση (Ασπόνδυλα, Τελεόστεοι Ιχθύες, Αμφίβια, Ερπετά).





# Ωογένεση 5/7

- Αποτελείται από **πρωτεΐνες, υδατάνθρακες και λιπίδια**. Αυτό οδηγεί σε χαρακτηριστική αύξηση μεγέθους (1500  $\mu\text{m}$  διάμετρο στους βατράχους) και μείωση του μεταβολικού ρυθμού του ωαρίου.
- Στον άνθρωπο, π.χ., τα ωάρια ξεκινούν την πρώτη μειωτική τους διαίρεση τη 13<sup>η</sup> εβδομάδα της εμβρυικής ανάπτυξης και η ανάπτυξή τους σταματά στη πρόφαση I μέχρι την εφηβεία. Κατόπιν ένα πρωτογενές κύτταρο δίνει ένα λειτουργικό ωάριο στη διάρκεια της εμμηνου ρύσης.

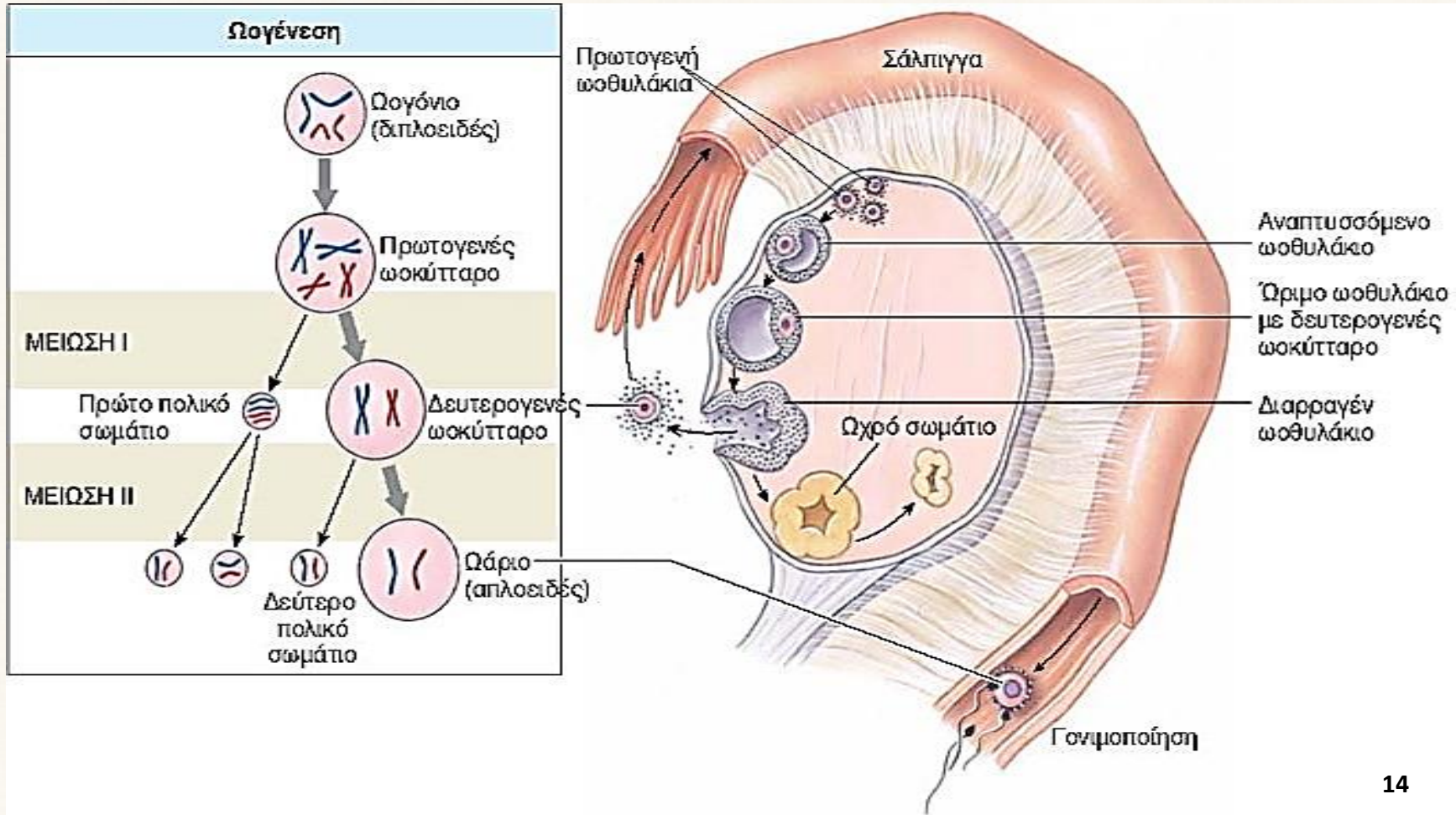


# Ωογένεση 6/7

- Η απόθεση **λεκίθου (yolk)** χαρακτηρίζει τα ωάρια. Η λέκιθος συντίθεται στα ωάρια ή μεταφέρεται σε αυτά με πινοκυττάρωση από τα **θυλακοκύτταρα στα ωάρια.**



# Ωογένεση 7/7



# Αναπαραγωγικά Πρότυπα 1/3

- **Ωοτοκία (oviparity)** ονομάζεται η γέννηση αυγών (σε Ασπόνδυλα και Σπονδυλόζωα) και τα οποία αφήνονται στο περιβάλλον για να αναπτυχθούν. Στην περίπτωση αυτή, η γονιμοποίηση των αυγών είναι **εσωτερική** (μέσα στο σώμα του θηλυκού) (στα είδη που **ζούν στην ξηρά (Πτηνά, Μονοτρήματα (Θηλαστικά) Ερπετά, Έντομα)**) ή **εξωτερική** (το αρσενικό γονιμοποιεί τα αυγά αφού τα εναποθέσει το θηλυκό) (στα είδη που εναποθέτουν τα αυγά τους στο νερό (**Ιχθύες, Αμφίβια**)).



# Αναπαραγωγικά Πρότυπα 2/3

- **Ωοζωοτοκία (ovoviviparity)** ονομάζεται το φαινόμενο της **συγκράτησης των αυγών** στο σώμα του θηλυκού και τα **έμβρυα διατρέφονται από τη λέκιθο** που βρίσκεται αποθηκευμένη στα αυγά. Η **γονιμοποίηση είναι εσωτερική** αλλά στη **διατροφή των εμβρύων δεν συμβάλει η μητέρα**. Επικρατεί σε όλους τους μη ωτόκους Ιχθύες, και τα μη ωτόκα Αμφίβια και Ερπετά. Επίσης απαντάται στους Δακτυλιοσκόληκες, Αρθρόποδα και Γαστερόποδα Μαλάκια.



# Αναπαραγωγικά Πρότυπα 3/3

- **Ζωοτοκία (vivipary)** ονομάζεται η ανάπτυξη των γονιμοποιημένων ωαρίων στους ωαγωγούς ή στη μήτρα με διατροφή των εμβρύων από τη μητέρα. Η γονιμοποίηση είναι εσωτερική. Απαντάται στα **Θηλαστικά** και τους **Ελασμοβράγχιους Χονδιχθύες** (aplacental viviparity).





# Συστήματα Αναπαραγωγής



# Συστήματα Αναπαραγωγής 1/2

Τα βασικά στοιχεία του αναπαραγωγικού συστήματος **είναι κοινά** στους οργανισμούς που αναπαράγονται **εγγενώς**. Οι **παραλλαγές** υπάρχουν στις **αναπαραγωγικές συνήθειες** και στις **μεθόδους γονιμοποίησης**.

Τα συστήματα αναπαραγωγής αποτελούνται:

1) Από τα **πρωτεύοντα όργανα: γονάδες** που παράγουν **ωάρια, σπερματοζωάρια και γενετήσιες ορμόνες**.



# Συστήματα Αναπαραγωγής 1/2

Τα βασικά στοιχεία του αναπαραγωγικού συστήματος **είναι κοινά** στους οργανισμούς που αναπαράγονται **εγγενώς**. Οι **παραλλαγές** υπάρχουν στις **αναπαραγωγικές συνήθειες** και στις **μεθόδους γονιμοποίησης**.

Τα συστήματα αναπαραγωγής αποτελούνται:

1) Από τα **πρωτεύοντα όργανα: γονάδες** που παράγουν **ωάρια, σπερματοζωάρια και γενετήσιες ορμόνες**.



# Συστήματα Αναπαραγωγής 2/2

2) Από τα **δευτερεύοντα όργανα**: όργανα και ιστοί που βοηθούν τις γονάδες στο σχηματισμό και τη διοχέτευση των γαμετών και την υποστήριξη του εμβρύου.

*Περιλαμβάνουν:*

- α) τους **γεννητικούς αγωγούς** (σπερματαγωγούς και ωαγωγούς),
- β) **βοηθητικά όργανα** για τη μεταφορά σπερματοζωαρίων στο θηλυκό,
- γ) **αποθηκευτικά όργανα** για τα σπερματοζωάρια ή τη λέκιθο,
- δ) **συστήματα συσκευασίας για τα αυγά** και
- ε) **διατροφικά όργανα** όπως οι λεκιθικοί αδένες και ο πλακούντας.



# Συστήματα Αναπαραγωγής Ασπονδύλων 1/3

- Τα **Ασπόνδυλα** στα οποία γίνεται μεταφορά **γαμετών** από το αρσενικό στο θηλυκό έχουν **πολύπλοκα αναπαραγωγικά συστήματα**.

Παράδειγμα τα Έντομα: γονοχωριστικοί οργανισμοί, χαρακτηρίζονται από εσωτερική γονιμοποίηση με **σύζευξη ή σπερματέγχυση**.



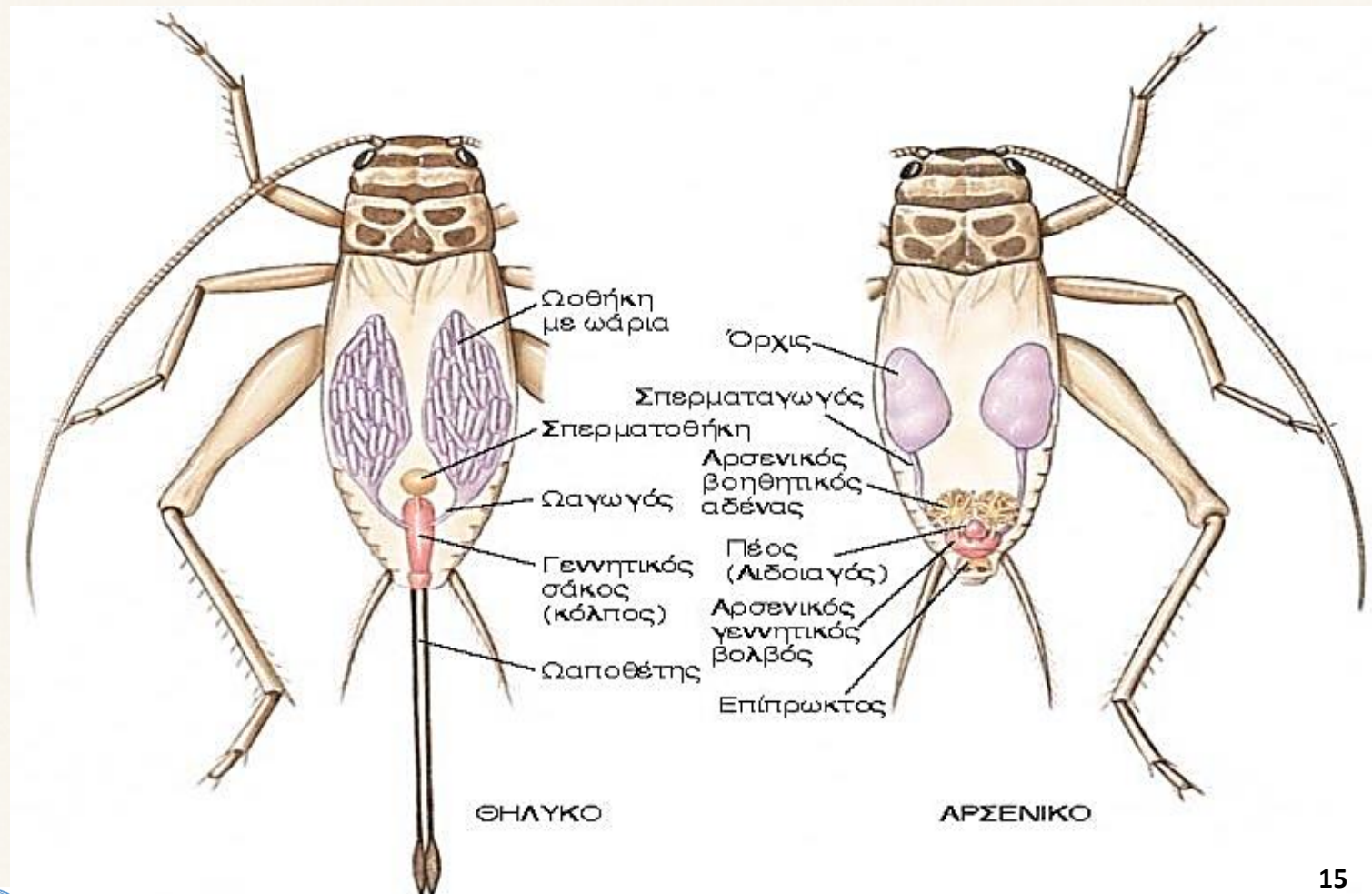
# Συστήματα Αναπαραγωγής Ασπονδύλων 2/3

- Αντίθετα τα Ασπόνδυλα που απελευθερώνουν τους γαμέτες τους στο υδάτινο περιβάλλον για εξωτερική γονιμοποίηση έχουν απλούστερες κατασκευές. Παράδειγμα **οι Πολύχαιτοι Δακτυλιοσκόληκες δεν έχουν μόνιμα όργανα αναπαραγωγής** και οι ώριμοι γαμέτες αποβάλλονται μέσω του κοιλωματικού ή του νεφριδιακού αγωγού.





# Συστήματα Αναπαραγωγής Ασπονδύλων 3/3



15



# Συστήματα Αναπαραγωγής Σπονδυλοζώων, Αρσενικά 1/3

- Το **αναπαραγωγικό και απεκκριτικό σύστημα** ονομάζονται από κοινού **ουρογεννητικό σύστημα** λόγω της ανατομικής σύνδεσης.
- Στους **αρσενικούς Ιχθύες και Αμφίβια** ο αγωγός των **νεφρών** (μεσонеφρικός αγωγός) λειτουργεί και ως **σπερματογωγός**.
- Στα **αρσενικά Ερπετά, Πτηνά και Θηλαστικά** ο αγωγός των νεφρών ανεξαρτητοποιείται και ο **μεσонеφρικός αγωγός γίνεται σπερματογωγός**.

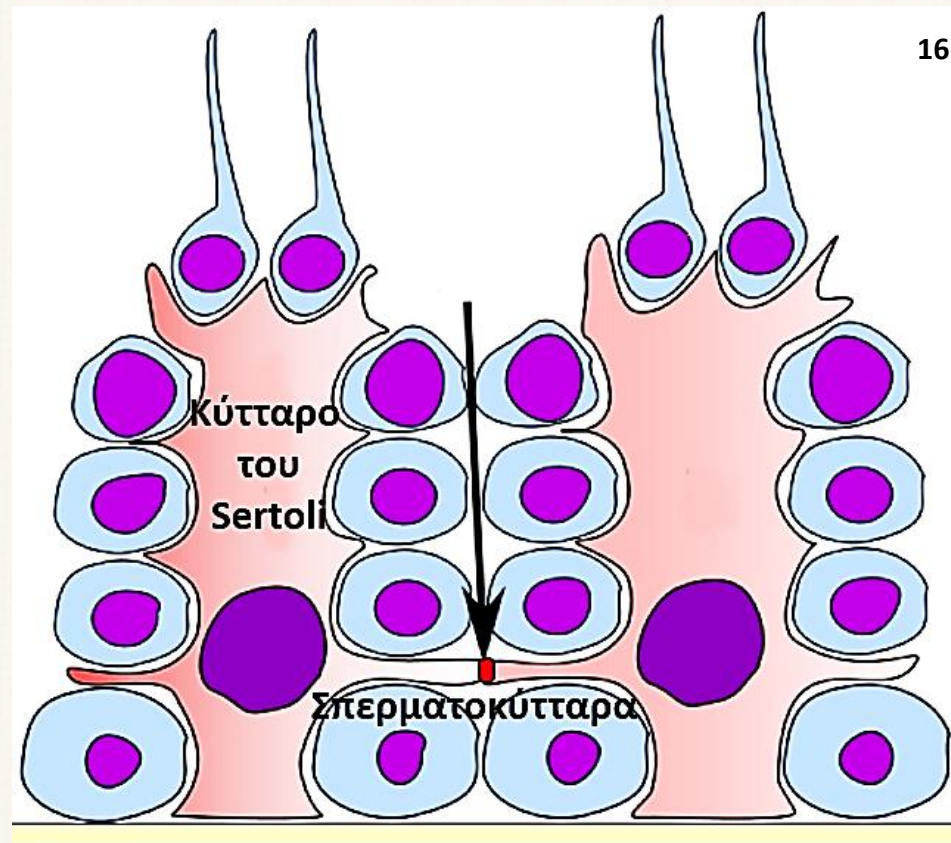


# Συστήματα Αναπαραγωγής Σπονδυλοζώων, Αρσενικά 2/3

- Σε όλους αυτούς τους οργανισμούς (εκτός από τα **Θηλαστικά**) οι αγωγοί καταλήγουν στην **αμάρα**. Οργανισμοί που διαθέτουν **πλακούντα** δεν διαθέτουν αμάρα.
- Στους όρχεις έχουμε τα **σπερματικά σωληνάρια** όπου αναπτύσσονται τα σπερματοκύτταρα που περιβάλλονται από τα κύτταρα του **Sertoli (FSH)** τα οποία τρέφουν τα σπερματοκύτταρα.
- Ανάμεσα στα σωληνάρια υπάρχουν τα **κύτταρα του Leydig (LH, FSH)** που παράγουν **τεστοστερόνη**.

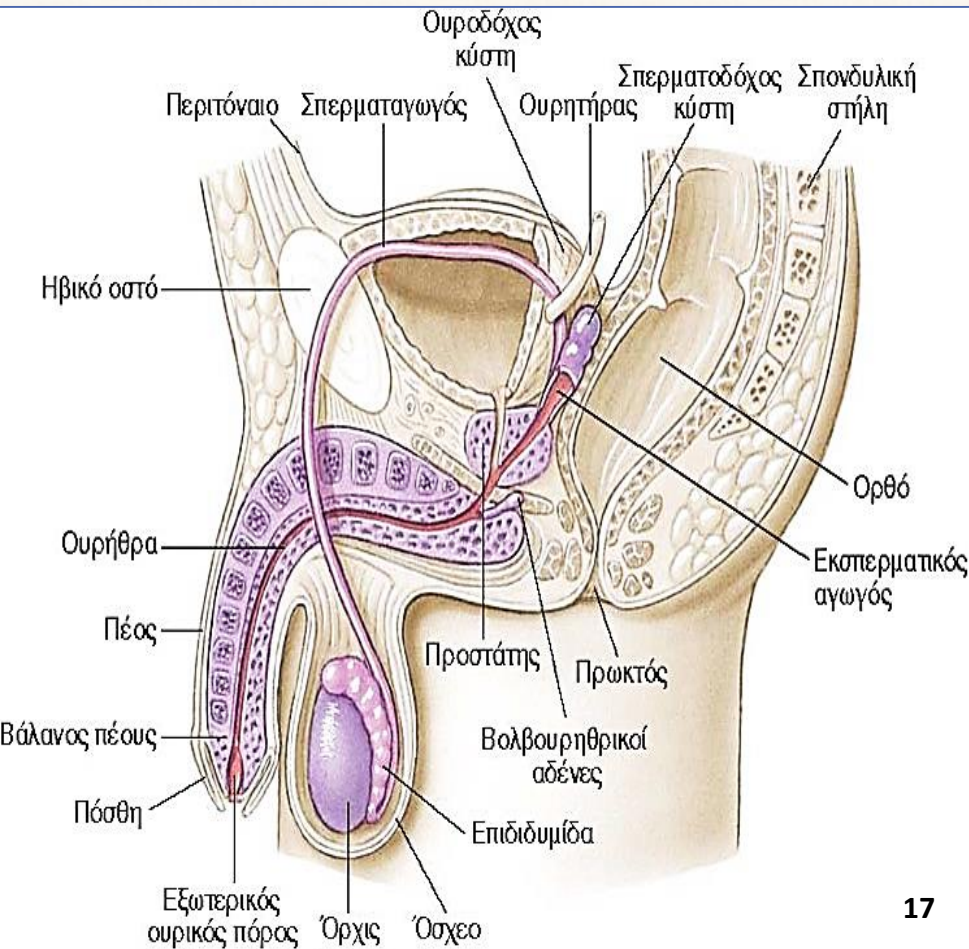


# Συστήματα Αναπαραγωγής Σπονδυλοζώων, Αρσενικά 3/3

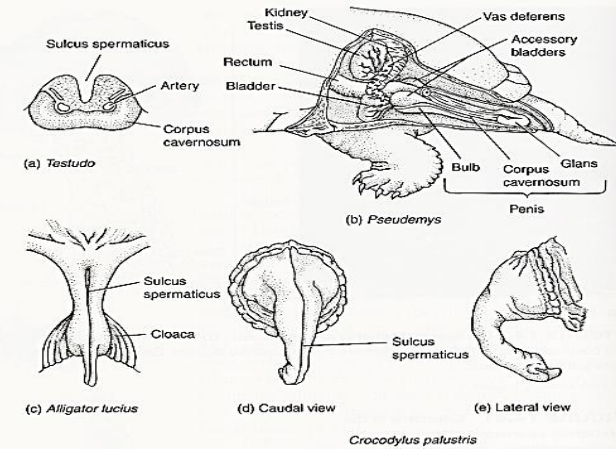




# Ανατομικά Χαρακτηριστικά Αρσενικών



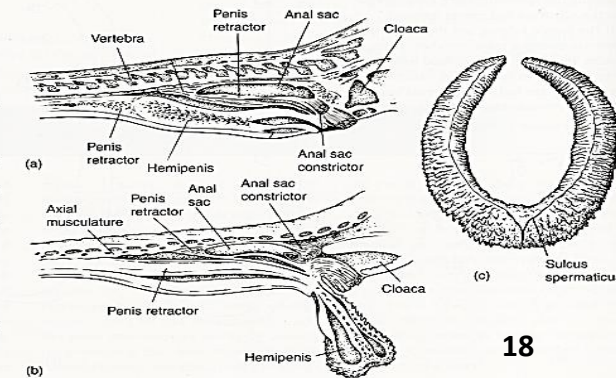
17



**FIGURE 14.42** Penises of reptiles. (a) Turtle, *Testudo*: cross section of the penis within the cloaca. (b) Turtle, *Pseudemys*: sagittal section of the penis. (c) Alligator, *Alligator lucius* penis. Caudal (d) and lateral (e) views of the penis of the crocodile, *Crocodylus palustris*.

(a,c-e) After A. S. King; (b) after von Tieshoven.

*Crocodylus palustris*



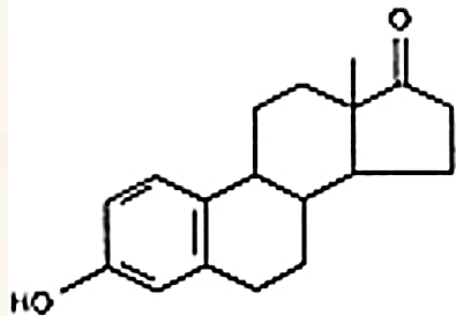
**FIGURE 14.43** Hemipenis of a snake. Lizards and snakes have paired hemipenes, but usually only one is used during copulation. (a) The hemipenis is pulled back into the body by the retractor muscle (sagittal view). (b) When erect, the hemipenis's internal sinuses become engorged with blood, and it pops through the vent (sagittal view). During copulation, the male inserts its hemipenis into the cloaca of the female. Sperm travel down the sulcus spermaticus into the female. (c) One of the two hemipenes from the rattlesnake *Crotalus atrox* is shown everted. This single hemipenis is divided, which gives it a horseshoe shape. Note the divided sulcus spermaticus that runs along each arched branch of the hemipenis.

Modified from Dowling and Savage, 1960.

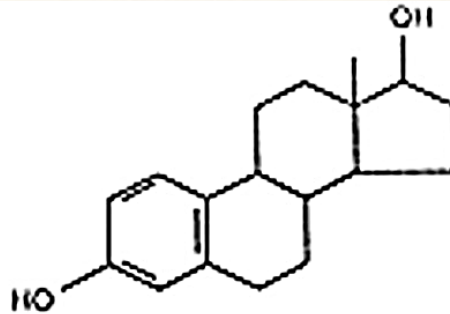
18



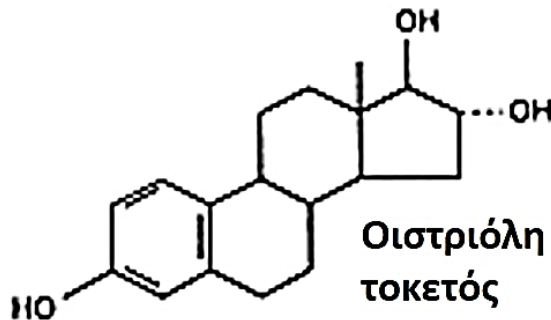
# Συστήματα Αναπαραγωγής Σπονδυλοζώων, Θηλυκά 1/2



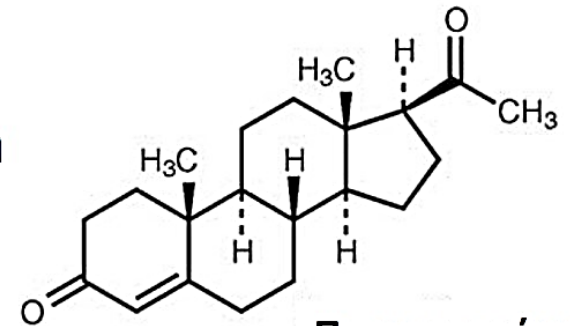
Οιστρόνη  
εμμηνόπαυση



Οιστραδιόλη



Οιστριόλη  
τοκετός



Προγεστερόνη

19

Οι ωοθήκες παράγουν **ωάρια** αλλά και **θηλυκές γενετήσιες ορμόνες** (οιστρογόνα και προγεστερόνη).



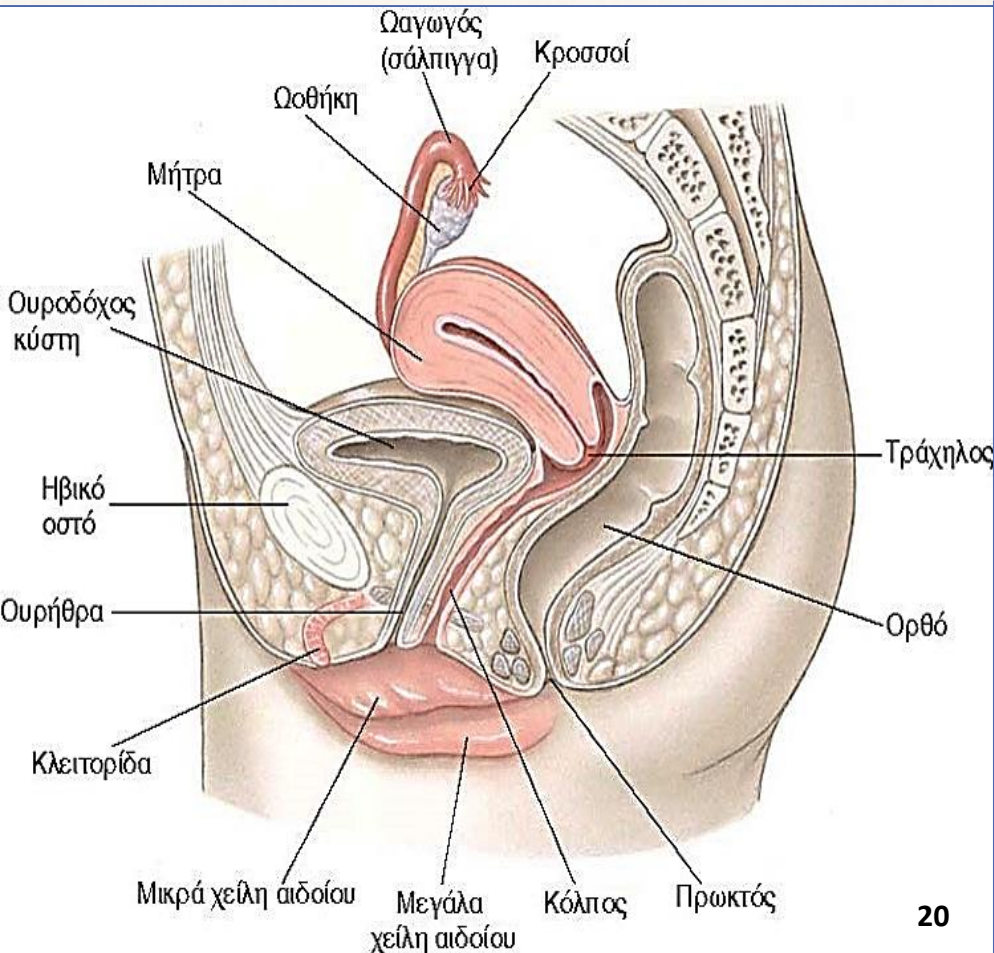


# Συστήματα Αναπαραγωγής Σπονδυλοζώων, Θηλυκά 2/2

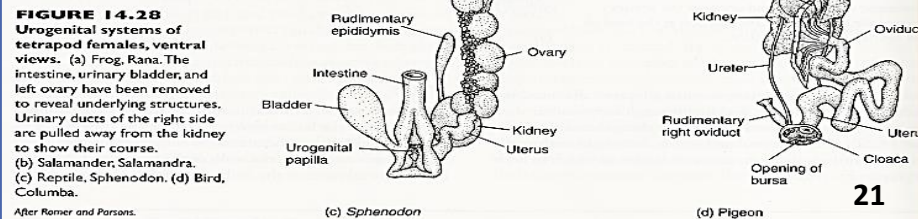
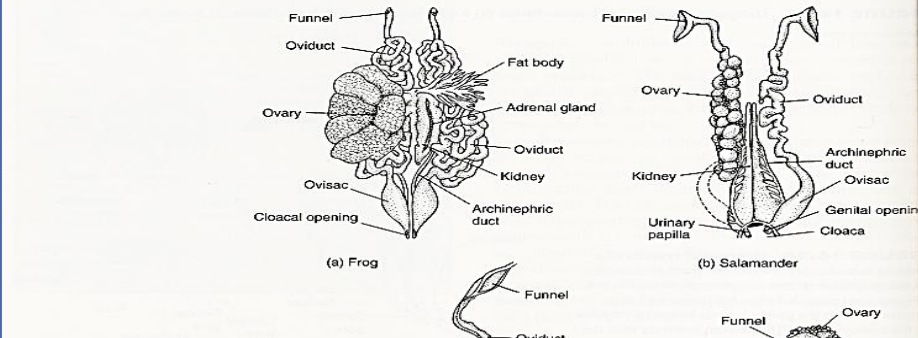
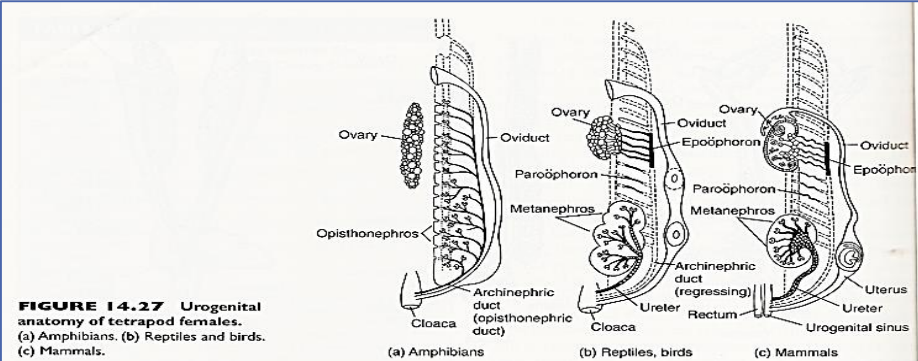
- Το ωάριο απελευθερώνεται στον **ωοαγωγό** που είναι **αδιαφοροποιήτος** στο τελικό άκρο του στους Ιχθύες και τα Αμφίβια, **αλλά** στους Χονδριχθύες, τα Ερπετά και τα Πτηνά, που παράγουν μεγάλα αυγά, υπάρχουν διαφοροποιήσεις για την παραγωγή της **αλβουμίνης** και του **κελύφους**.
- Στα αμνιωτά (**Ερπετά, Πτηνά, Θηλαστικά**) ο ωοαγωγός επεκτείνεται στη **μήτρα**. Σε πολλά είδη με 2 ωοθήκες μόνο η **μια** είναι λειτουργική.



# Ανατομικά Χαρακτηριστικά Θηλυκών



20



21



# Ενδοκρινολογία Αναπαραγωγής



# Οίστρος και Έμμηνος Κύκλος 1/2

- Η διαδικασία της αναπαραγωγής στα διάφορα είδη ζώων είναι ορμονικά ελεγχόμενη και αυτό γιατί πρέπει να συμβεί στις κατάλληλες περιβαλλοντικές και φυσιολογικές (π.χ. **έκκριση μελατονίνης**) συνθήκες για να αυξηθούν οι πιθανότητες επιβίωση των νεογέννητων ατόμων.
- Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα **Θηλαστικά** όπου διακρίνουμε **δύο πρότυπα αναπαραγωγής**: Τον **οίστρο** (στα περισσότερα **Θηλαστικά**) και τον **έμμηνο κύκλο** στα **Ανθρωποειδή Πρωτεύοντα**.



# Οίστρος και Έμμηνος Κύκλος 2/2

Τα δύο αυτά πρότυπα διαφέρουν σε 2 σημεία:

- 1) Στον οίστρο τα θηλυκά είναι **«δεκτικά»** στα αρσενικά **μόνο στα διαστήματα του οίστρου (οιστρικά διαστήματα)**, ενώ στον έμμηνο κύκλο είναι δεκτικά σε **όλη τη διάρκεια του κύκλου**.
- 2) Στον οίστρο **δεν έχουμε καταστροφή και εκκένωση του ενδομητρίου** με τη μορφή της εμμήνου ρύσης, αλλά επαναπορρόφηση του ενδομητρίου. Στον **έμμηνο κύκλο έχουμε εκκένωση του ενδομητρίου** με τη μορφή της εμμήνου ρύσης.





# Έλεγχος Γοναδικών Στεροειδών Ορμονών 1/4

- Από τις ωοθήκες παράγονται τα **οιστρογόνα** και η **προγεστερόνη** από κύτταρα του **ωχρού σωματίου (corpus luteum)** που προετοιμάζουν, **μεταξύ άλλων δράσεων**, τη μήτρα να δεχθεί το αναπτυσσόμενο έμβryo.





# Έλεγχος Γοναδικών Στεροειδών Ορμονών 2/4

- Η έκκριση των ορμονών αυτών ρυθμίζεται από τις **γοναδοτροπίνες της υπόφυσης: την θυλακιοτρόπο (FSH) και την ωχρινοποιητική ορμόνη (LH)**, η έκκριση των οποίων ρυθμίζεται από τον εκκριτικό παράγοντα των **γοναδοτροπινών (GnRH) (δεκαπεπτίδιο)** που παράγεται στα νευροεκκριτικά κύτταρα του **υποθαλάμου**.
- Παρεμβάλλονται πολλαπλοί **μηχανισμοί θετικής και αρνητικής ανάδρασης**.

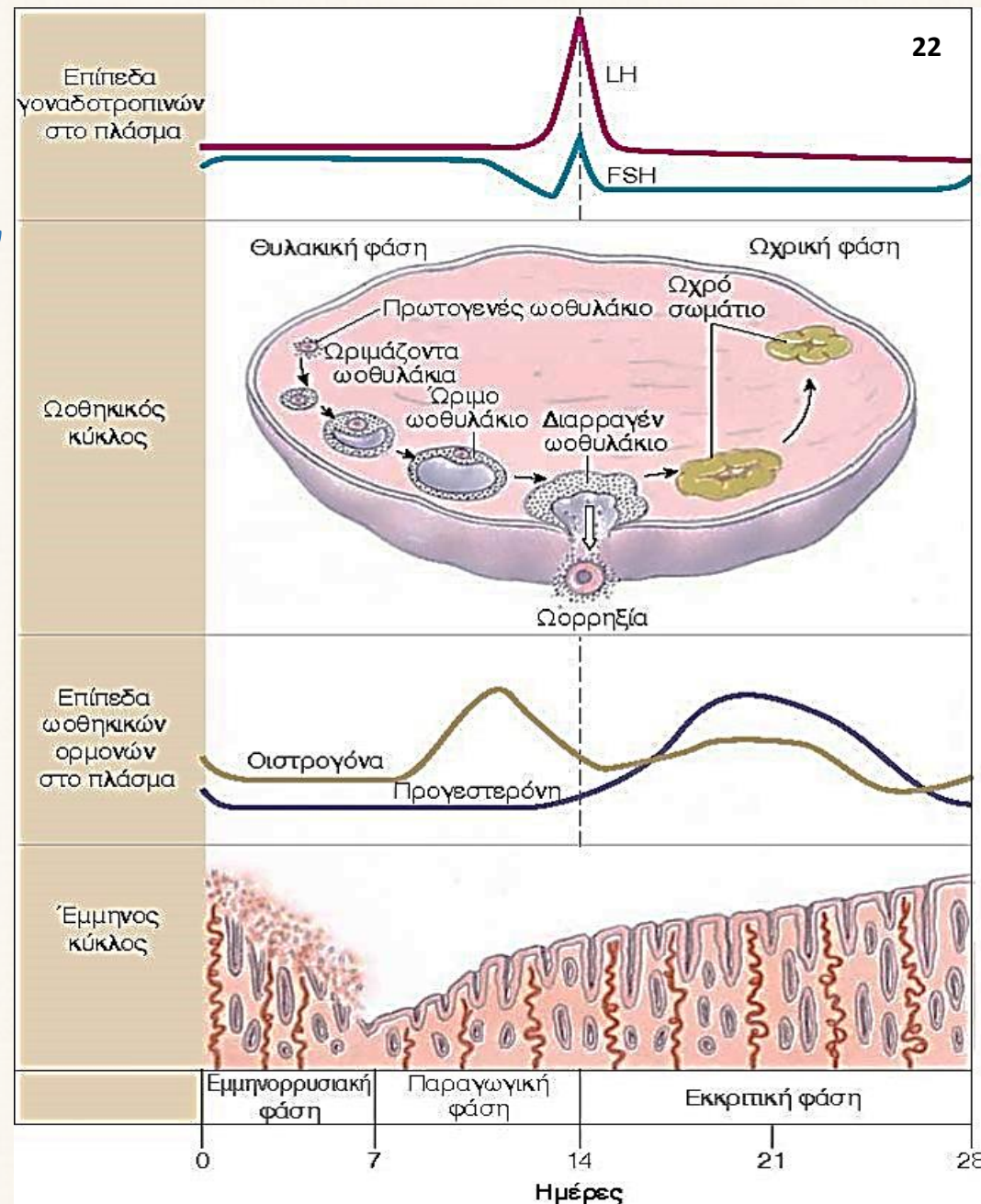


# Έλεγχος Γοναδικών Στεροειδών Ορμονών 3/4

- Στη διάρκεια του έμμηνου κύκλου διακρίνονται **2 φάσεις στις ωοθήκες** η **θυλακική** και η **ωχρική** και **3 φάσεις στη μήτρα** η **έμμηνος**, η **παραγωγική** και η **εκκριτική**. Η διαδικασία, όπως φαίνεται στο σχήμα, είναι ιδιαίτερα περίπλοκη και υπόκειται σε **μηχανισμούς θετικής και αρνητικής ανάδρασης** με τη συμβολή της **FSH, LH** και των **ορμονών που εκκρίνονται από το ωχρό σώμα**.



# Έλεγχος Γοναδικών Στεροειδών Ορμονών 4/4



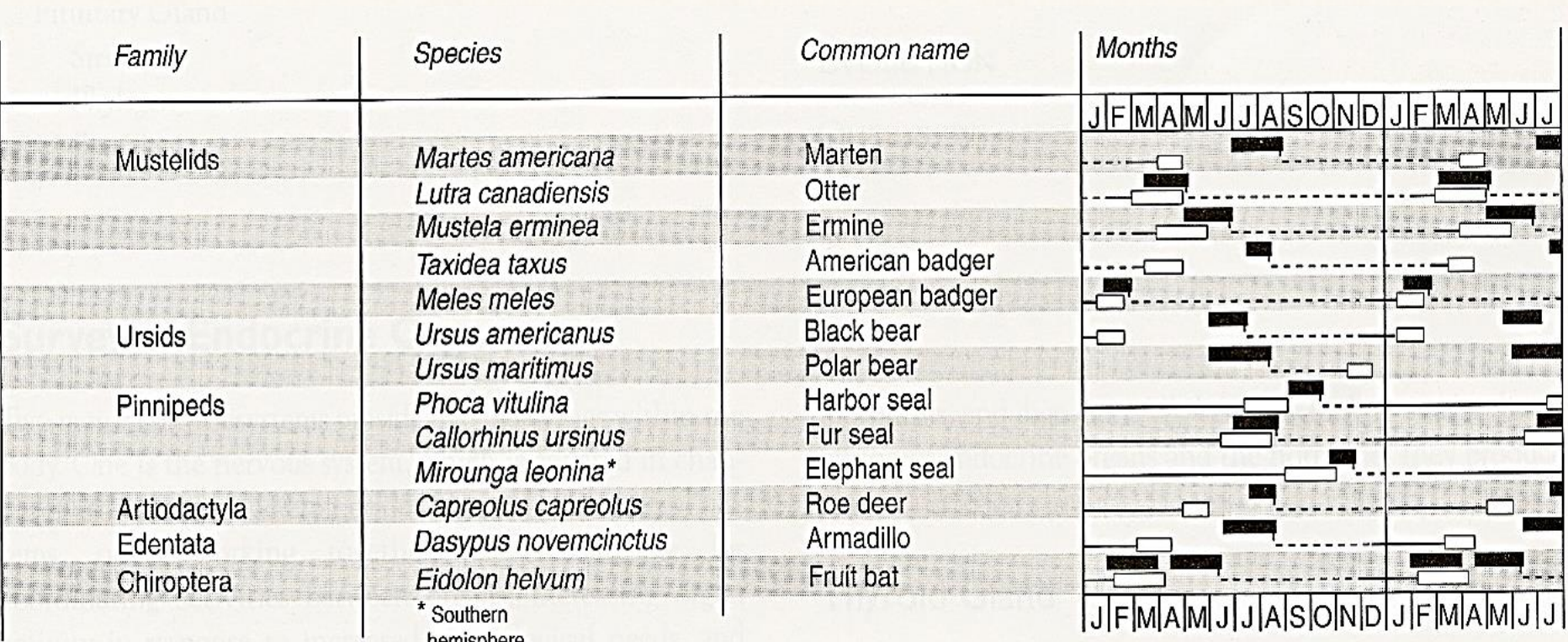
# Πρότυπα Αναπαραγωγής 1/2

- Όπως φαίνεται στον πίνακα, για **διάφορα Θηλαστικά** τα οποία εμφανίζουν **οίστρο και όχι έμμηνο κύκλο** υπάρχουν διάφορα πρότυπα ανάπτυξης του εμβρύου που μπορεί να συνδυάζονται ή όχι με την παρουσία **αναστολής ανάπτυξης του ζυγώτη (εμβρυική διάπαυση)** ή εγκατάστασής του στη μήτρα, σε συνδυασμό με κατάλληλες περιβαλλοντικές συνθήκες.





# Πρότυπα Αναπαραγωγής 2/2



\* Southern hemisphere

Breeding season
  Preimplantation
  Postimplantation
  Birth season



# Ορμόνες – Κύηση - Τοκετός 1/3

- Μετά τη γονιμοποίηση και τις επακόλουθες μιτωτικές διαιρέσεις ο **ζυγώτης (βλαστοκύστη)** εγκαθίσταται στο **ενδομήτριο (τροφοβλάστης)**. Φέρει τρεις στοιβάδες το **χόριο** (που **διαφοροποιείται και δίνει τον πλακούντα**), το **άμνιο** και το **κυρίως έμβρυο**.
- Από το χόριο παράγεται η **ανθρώπινη χοριακή γοναδοτροπίνη (hCG)**.





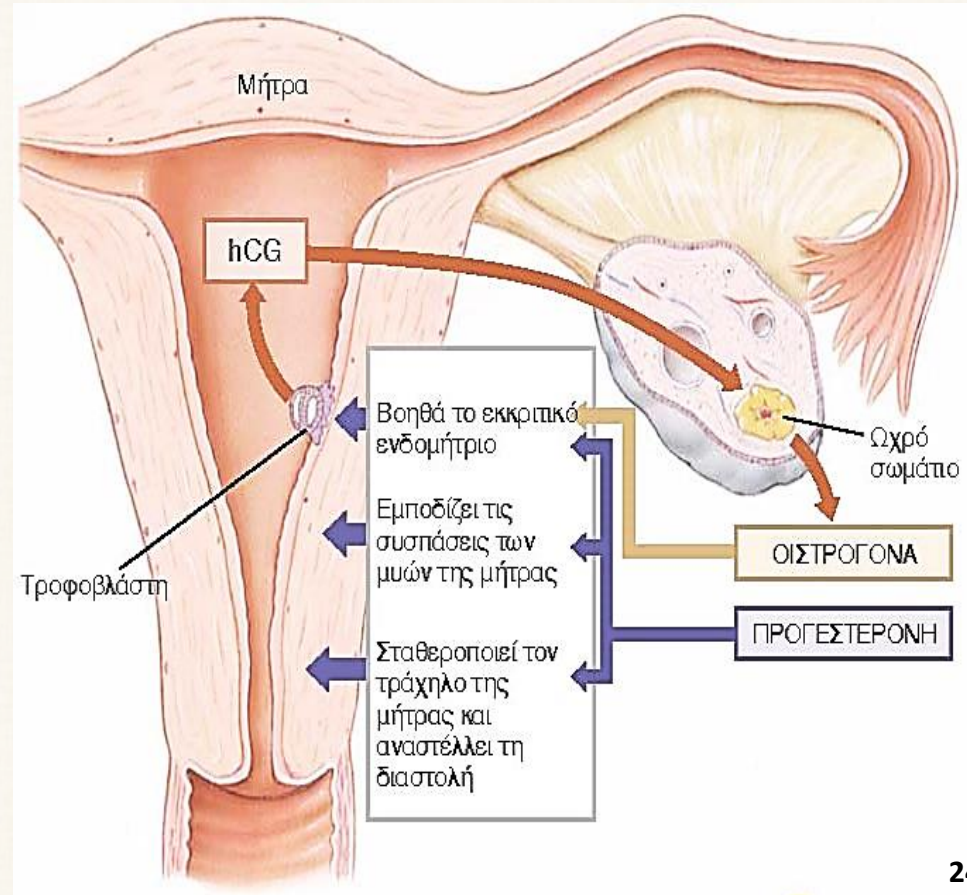
# Ορμόνες – Κύηση - Τοκετός 2/3

- Η ορμόνη αυτή βρίσκεται μόνο στα **Ανθρωποειδή Πρωτεύοντα** και στα **Περισσοδάκτυλα (άλογα)** και εκφράζεται από γονίδιο που προέρχεται από το **γονίδιο της LH**, ενώ στα άλλα **Θηλαστικά** το ρόλο της hCG παίζουν πρωτεΐνες που λέγονται **τροφοβλαστικές πρωτεΐνες (TP-1)** και ανήκουν στην οικογένεια των **ιντερφερονών (IFN)**.



# Ορμόνες – Κύηση - Τοκετός 3/3

- Η hCG διεγείρει την έκκριση οιστρογόνων / προγεστερόνης από το ωχρό σωματίο και όταν αυτό εκφυλιστεί συνεχίζεται η έκκριση οιστρογόνων/προγεστερόνης από τον **πλακούντα**.



24



# Ορμόνες και Κύηση 1/3

- Η προλακτίνη εκκρίνεται από την πρόσθια υπόφυση και διεγείρει τα **μυοεπιθηλιακά κύτταρα των μαστικών αδένων** για την παραγωγή γάλακτος.
- Η προλακτίνη εκκρίνεται κατά την κύηση επειδή τα **οιστρογόνα/προγεστερόνη καταστέλουν το ανασταλτικό σήμα έκκρισης της προλακτίνης.**

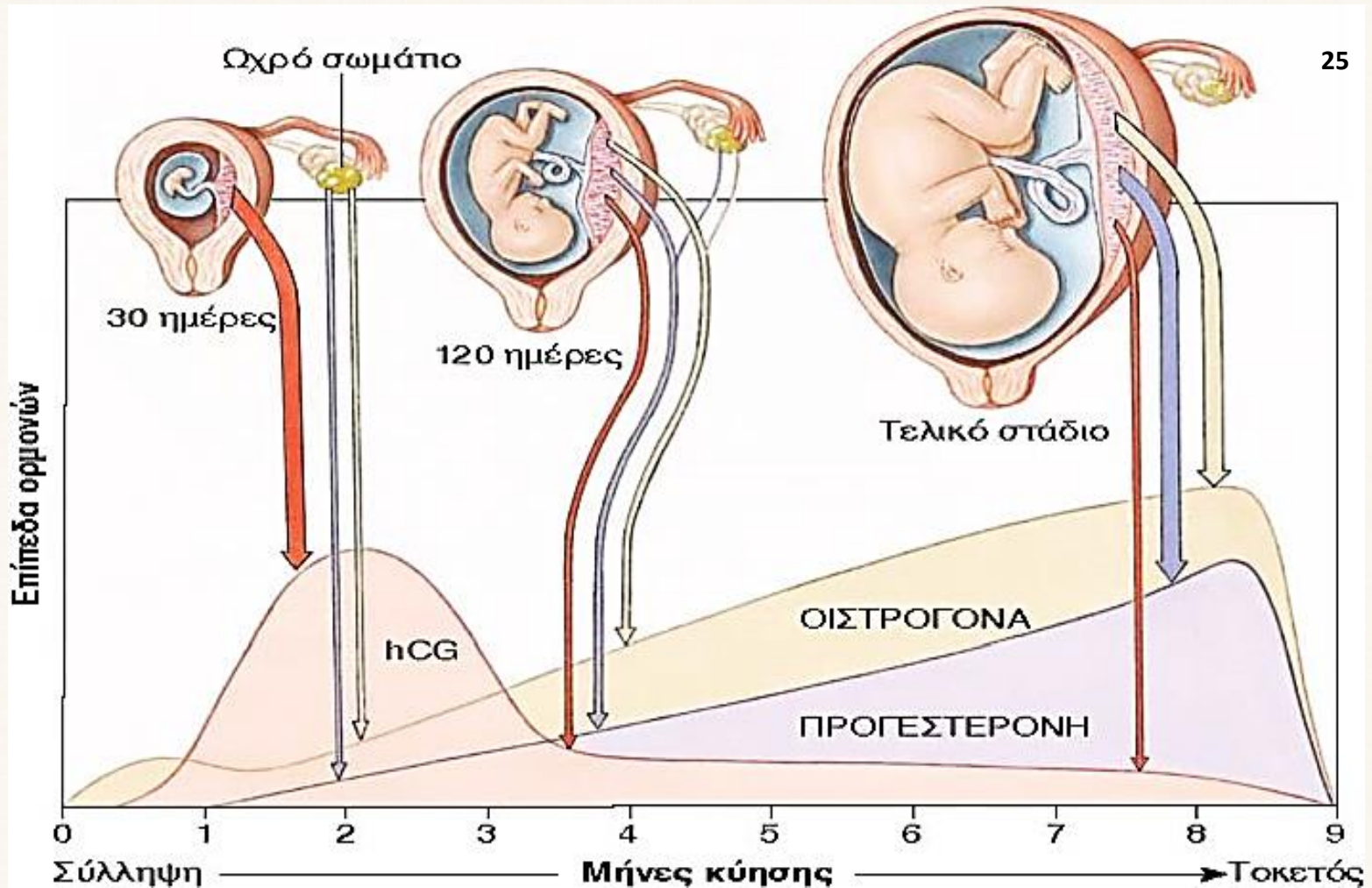


# Ορμόνες και Κύηση 2/3

- Η ανθρώπινη πλακουντική γαλακτογόνος ορμόνη (hPL) συμβάλλει στην προσαρμογή του μεταβολισμού της μητέρας (**αντι-ινσουλινική δράση**) ενώ η **ανθρώπινη πλακουντική αυξητική ορμόνη (hPGH)** αντικαθιστά τη **σωματοτροπίνη (GH)** στη διάρκεια της κύησης.
- Η **ρελαξίνη** εκκρίνεται από τον πλακούντα και **επιτρέπει τη διαστολή της λεκάνης** και την προετοιμασία για τον τοκετό.



# Ορμόνες και Κύηση 3/3





# Μηχανισμοί Ανάπτυξης





# Άμνιο 1/3

- Τα **Ερπετά, Πτηνά και Θηλαστικά** αποτελούν μια μονοφυλετική ομάδα Σπονδυλοζώων, τα **Αμνιωτά**, γιατί το έμβρυό τους μεγαλώνει μέσα σε ένα εμβρυικό σάκο, το **άμνιο**.
- Το **άμνιο** είναι μια από τις **4 εξωεμβρυικές μεμβράνες** που έχουν **υποστηρικτική λειτουργία** στο αμνιακό αυγό. Το **άμνιο παρέχει ένα υδάτινο περιβάλλον** στο οποίο το έμβρυο **επιπλέει και προστατεύεται μηχανικά**.

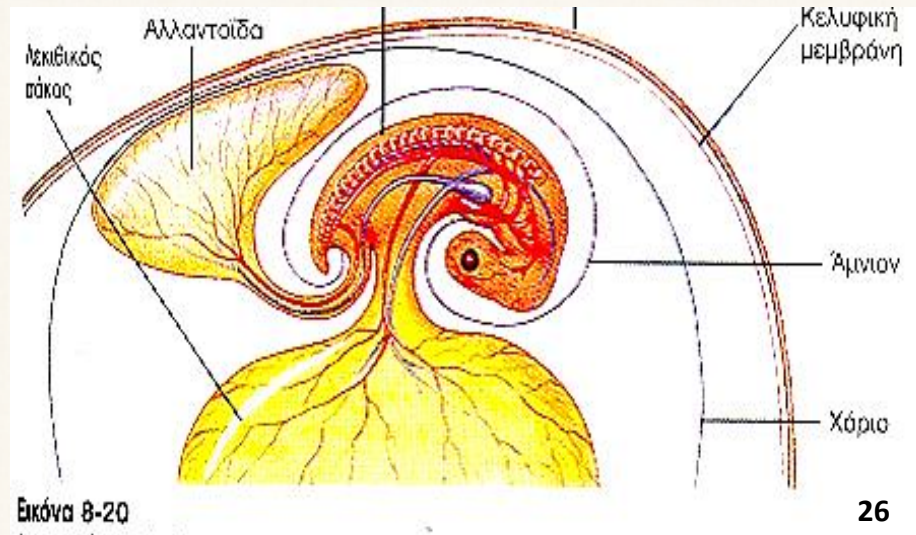


# Άμνιο 2/3

- Η εξέλιξη της **1<sup>ης</sup> εξωεμβρυικής μεμβράνης**, του **λεκιθικού σάκου** προηγείται της εμφάνισης των αμνιωτών ζώων. Ο **λεκιθικός σάκος** με την λέκιθο που περιέχει είναι **γνώρισμα των Ιχθύων** και προσφέρει τα θρεπτικά συστατικά στα πρώτα στάδια ανάπτυξης των ζώων αυτών.
- Εκτός από το λεκιθικό σάκο, το αμνιακό αυγό φέρει: Το **άμνιο**, την **αλλαντοΐδα**, ένα σάκο που χρησιμεύει ως αποθήκη μεταβολικών απορριμάτων και ως αναπνευστική επιφάνεια, και το **χόριο**.



# Άμνιο 3/3



Το **χόριο** βρίσκεται **κάτω ακριβώς από το κέλυφος** και περιβάλλει όλο το εμβρυικό σύστημα. Με την ανάπτυξη του εμβρύου, η αλλαντοΐδα και το χόριο ενώνονται σε μια μεμβράνη, την **χοριοαλλαντοϊκή μεμβράνη** που λειτουργεί ως χώρος ανταλλαγής αερίων.

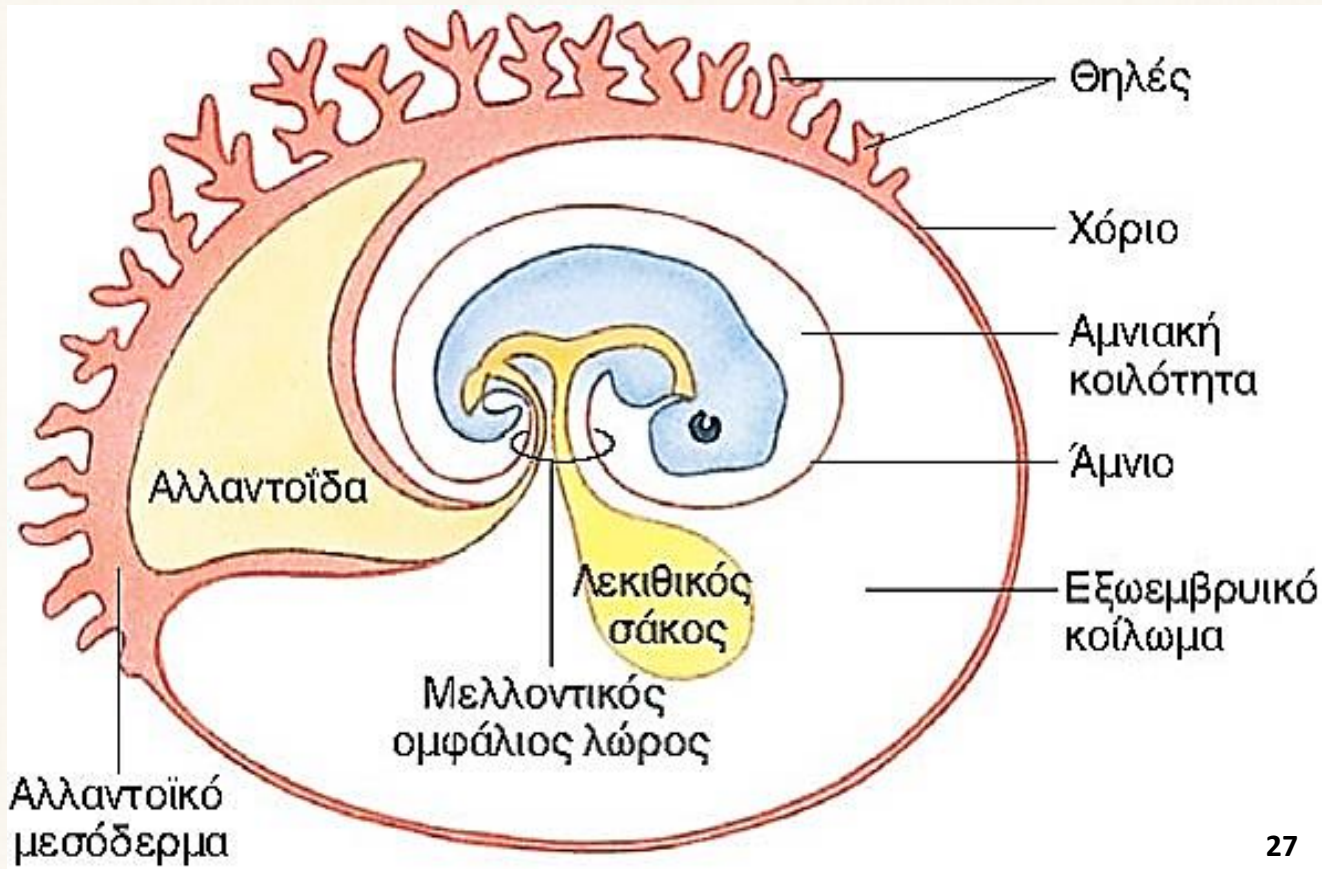


# Πλακούντας – Πρώιμη Ανάπτυξη Θηλαστικών 1/3

- Ο **πλακούντας** είναι μια **εμβρυϊκή δομή των πλακουντοφόρων Θηλαστικών** (εξαιρούνται τα **Μαρσιποφόρα** και **Μονοτρήματα** (γεννούν αυγά)). Στον άνθρωπο η **βλαστοκύστη (6 ημερών, περίπου 100 κύτταρα)** **εγκαθίσταται στη μήτρα** (μέχρι την ημέρα 12) και μετά δημιουργείται ο **πλακούντας**.
- Στις πρώτες 4 εβδομάδες δημιουργούνται **τα όργανα**. Ο **πλακούντας** τρέφει το έμβρυο που **περιβάλλεται από το άμνιο**. Οι 2 πρώτες εβδομάδες είναι η **βλαστική περίοδος**, μετά έχουμε την **εμβρυϊκή περίοδο μέχρι την 8<sup>η</sup> εβδομάδα** και κατόπιν την **εγκυηματική περίοδο**.

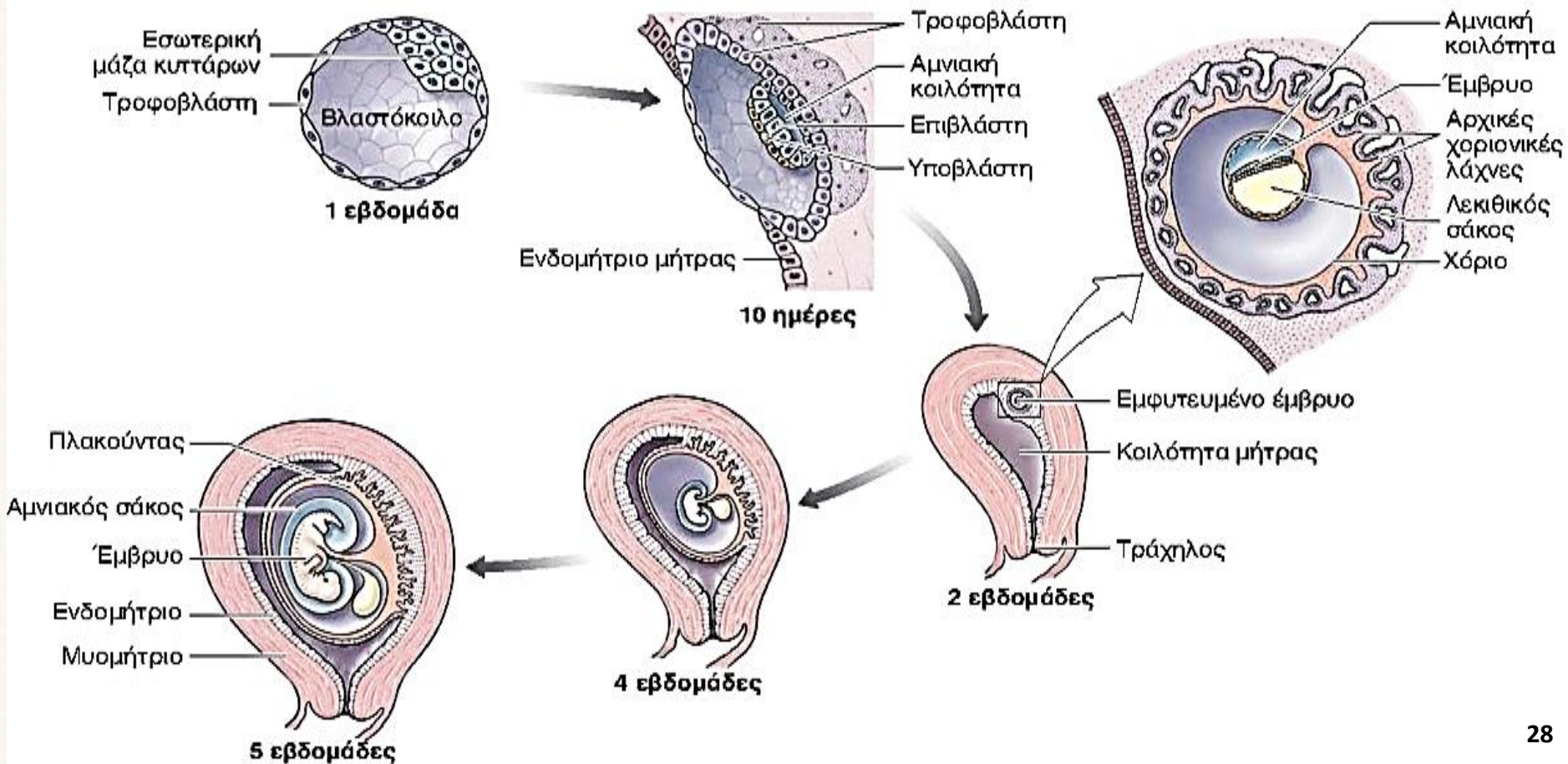


# Πλακούντας – Πρώιμη Ανάπτυξη Θηλαστικών 2/3





# Πλακούντας – Πρώιμη Ανάπτυξη Θηλαστικών 3/3





# Τέλος Ενότητας



# Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



# Σημειώματα



# Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση 1.0.



# Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Εθνικών και Καποδιστριακών Πανεπιστημίων Αθηνών, Σκαρλάτος Ντέντος, Επίκουρος Καθηγητής. «Ζωολογία Ι. Ενότητα 4. Η Διαδικασία της Αναπαραγωγής». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2014. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <http://opencourses.uoa.gr/courses/BIOL3/>.





# Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.



# Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.



# Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων 1/5

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

## Εικόνες

**Εικόνα 1.** Copyright © 2004 - 2014, K. & N. Sanamyan, D. Schories. Σύνδεσμος:  
<http://actiniaria.com>.

**Εικόνα 2.** © 2012 Biologia marina del Mediterraneo by Mario Munaretto. Σύνδεσμος:  
<http://www.biologiamarina.org/porella/>. Πηγή: <http://www.biologiamarina.org/>.

**Εικόνα 3.** Wikimedia Commons. Σύνδεσμος:  
<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nerr0328.jpg>. Πηγή:  
<http://commons.wikimedia.org>.

**Εικόνα 4.** © 2015 Pixabay. Σύνδεσμος:  
<http://pixabay.com/el/%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%B5%CF%81%CE%AF%CE%B5%CF%82-%CF%85%CF%80%CE%BF%CE%B2%CF%81%CF%8D%CF%87%CE%B9%CE%B1-%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%AD%CF%81%CE%B9-%CE%B8%CE%AC%CE%BB%CE%B1%CF%83%CF%83%CE%B1-525237/>. Πηγή: Pixabay.com



# Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων 2/5

**Εικόνα 5.** Tree of Life Web Project. 1995. Hemichordata. Acorn worms and pterobranchs. Version 01 January 1995. Σύνδεση: <http://tolweb.org/Hemichordata/2498/1995.01.01> in The Tree of Life Web Project.

**Εικόνα 6.** Wikipedia The Free Encyclopedia. Σύνδεσμος: <http://en.wikipedia.org/wiki/Symbiosis>. Πηγή: <http://en.wikipedia.org>.

**Εικόνα 7.** Wikipedia The Free Encyclopedia. Σύνδεσμος: <http://en.wikipedia.org/wiki/Wrasse>. Πηγή: <http://en.wikipedia.org>

**Εικόνα 8.** ©2015 Cram.com. Σύνδεσμος: <http://www.cram.com/flashcards/g2-and-g4-embryology-anatomy-1550-ccom-2014-1448333>. Πηγή: <http://www.cram.com>.

**Εικόνα 9.** Wikipedia The Free Encyclopedia. Σύνδεσμος: <http://en.wikipedia.org/wiki/SOX2>. Πηγή: <http://en.wikipedia.org>.

**Εικόνα 10.** Copyrighted.



# Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων 3/5

**Εικόνα 11:** Copyright 2010 Εκδόσεις Utopia Ε.Π.Ε. Ζωολογία: Ολοκληρωμένες Αρχές, Hickman, Roberts, Keen, Larson, L'Anson, Eisenhour, ISBN: 978-960-99280-3-8.

**Εικόνα 12:** Copyright 2010 Εκδόσεις Utopia Ε.Π.Ε. Ζωολογία: Ολοκληρωμένες Αρχές, Hickman, Roberts, Keen, Larson, L'Anson, Eisenhour, ISBN: 978-960-99280-3-8.

**Εικόνα 13:** Copyright 2010 Εκδόσεις Utopia Ε.Π.Ε. Ζωολογία: Ολοκληρωμένες Αρχές, Hickman, Roberts, Keen, Larson, L'Anson, Eisenhour, ISBN: 978-960-99280-3-8.

**Εικόνα 14:** Copyright 2010 Εκδόσεις Utopia Ε.Π.Ε. Ζωολογία: Ολοκληρωμένες Αρχές, Hickman, Roberts, Keen, Larson, L'Anson, Eisenhour, ISBN: 978-960-99280-3-8.

**Εικόνα 15:** Copyright 2010 Εκδόσεις Utopia Ε.Π.Ε. Ζωολογία: Ολοκληρωμένες Αρχές, Hickman, Roberts, Keen, Larson, L'Anson, Eisenhour, ISBN: 978-960-99280-3-8.

**Εικόνα 16:** Copyright © 2013 superagatoide.altevista.org. Σύνδεσμος:  
<http://superagatoide.altevista.org/maschile.html>. Πηγή: <http://superagatoide.altevista.org>.

**Εικόνα 17:** Copyright 2010 Εκδόσεις Utopia Ε.Π.Ε. Ζωολογία: Ολοκληρωμένες Αρχές, Hickman, Roberts, Keen, Larson, L'Anson, Eisenhour, ISBN: 978-960-99280-3-8.





# Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων 4/5

**Εικόνα 18:** Copyrighted.

**Εικόνα 19:** © 2015 Macmillan Publishers Limited. All Rights Reserved. Σύνδεσμος:  
[http://www.nature.com/nrn/journal/v3/n6/fig\\_tab/nrn846\\_F1.html](http://www.nature.com/nrn/journal/v3/n6/fig_tab/nrn846_F1.html). Πηγή:  
<http://www.nature.com>.

Copyright 2014 © Complete Hormone Solutions: Σύνδεσμος:  
<http://completehormonesolutions.com/the-bioidentical-hormone-debate-are-bioidentical-bioidentical-hormones-estradiol-estriol-and-progesterone-safer-or-more-efficacious-than-commonly-used-synthetic-versions-in-hormone-replacement-th-2/>. Πηγή:  
<http://completehormonesolutions.com>

**Εικόνα 20:** Copyright 2010 Εκδόσεις Utopia Ε.Π.Ε. Ζωολογία: Ολοκληρωμένες Αρχές, Hickman, Roberts, Keen, Larson, L'Anson, Eisenhour, ISBN: 978-960-99280-3-8.

**Εικόνα 21:** Copyrighted.

**Εικόνα 22:** Copyright 2010 Εκδόσεις Utopia Ε.Π.Ε. Ζωολογία: Ολοκληρωμένες Αρχές, Hickman, Roberts, Keen, Larson, L'Anson, Eisenhour, ISBN: 978-960-99280-3-8.



# Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων 5/5

**Εικόνα 23:** Copyrighted.

**Εικόνα 24:** Copyright 2010 Εκδόσεις Utopia Ε.Π.Ε. Ζωολογία: Ολοκληρωμένες Αρχές, Hickman, Roberts, Keen, Larson, Λ'Anson, Eisenhour, ISBN: 978-960-99280-3-8.

**Εικόνα 25:** Copyright 2010 Εκδόσεις Utopia Ε.Π.Ε. Ζωολογία: Ολοκληρωμένες Αρχές, Hickman, Roberts, Keen, Larson, Λ'Anson, Eisenhour, ISBN: 978-960-99280-3-8.

**Εικόνα 26:** Copyright 2010 Εκδόσεις Utopia Ε.Π.Ε. Ζωολογία: Ολοκληρωμένες Αρχές, Hickman, Roberts, Keen, Larson, Λ'Anson, Eisenhour, ISBN: 978-960-99280-3-8.

**Εικόνα 27:** Copyright 2010 Εκδόσεις Utopia Ε.Π.Ε. Ζωολογία: Ολοκληρωμένες Αρχές, Hickman, Roberts, Keen, Larson, Λ'Anson, Eisenhour, ISBN: 978-960-99280-3-8.

**Εικόνα 28:** Copyright 2010 Εκδόσεις Utopia Ε.Π.Ε. Ζωολογία: Ολοκληρωμένες Αρχές, Hickman, Roberts, Keen, Larson, Λ'Anson, Eisenhour, ISBN: 978-960-99280-3-8.

