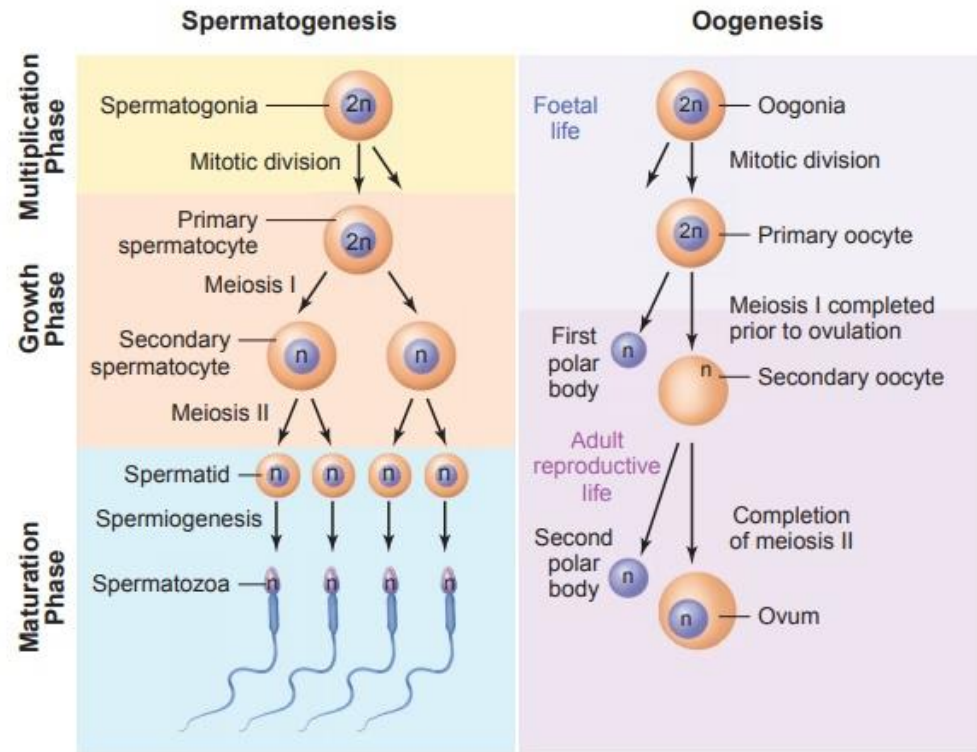




# ΒΙΟΛ 101 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΖΩΟΛΟΓΙΑ

## ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ



**Μ. Παυλίδης** ([pavlidis@uoc.gr](mailto:pavlidis@uoc.gr))  
**Ε. Φανουράκη** ([e.fanouraki@uoc.gr](mailto:e.fanouraki@uoc.gr))

Ηράκλειο, 2023

# ΓΑΜΕΤΟΓΕΝΕΣΗ

Η διαδικασία που έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία ώριμων γαμετών

- **Σπερματογένεση** = η διαδικασία παραγωγής σπερματοζωαρίων από σπερματογόνια στους όρχεις
- **Ωογένεση** = η διαδικασία παραγωγής ωαρίων από ωογόνια στις ωοθήκες

# Σπερματογένεση

Υπάρχουν 2 τύποι σπερματογόνια

- **Σπερματογόνια τύπου A** (πολλαπλασιάζονται με μιτωτικές διαιρέσεις διατηρώντας σταθερό τον αριθμό των σπερματογόνιων)

- **Σπερματογόνια τύπου B** (διαιρούνται μειωτικά για την παραγωγή σπερματίδων)

## 2 φάσεις σπερματογένεσης

1<sup>η</sup> φάση: Σπερματογόνια  $\xrightarrow{\text{Μίτωση}}$  Πρωτογενή Σπερματοκύτταρα  
 $2n$   $2n$

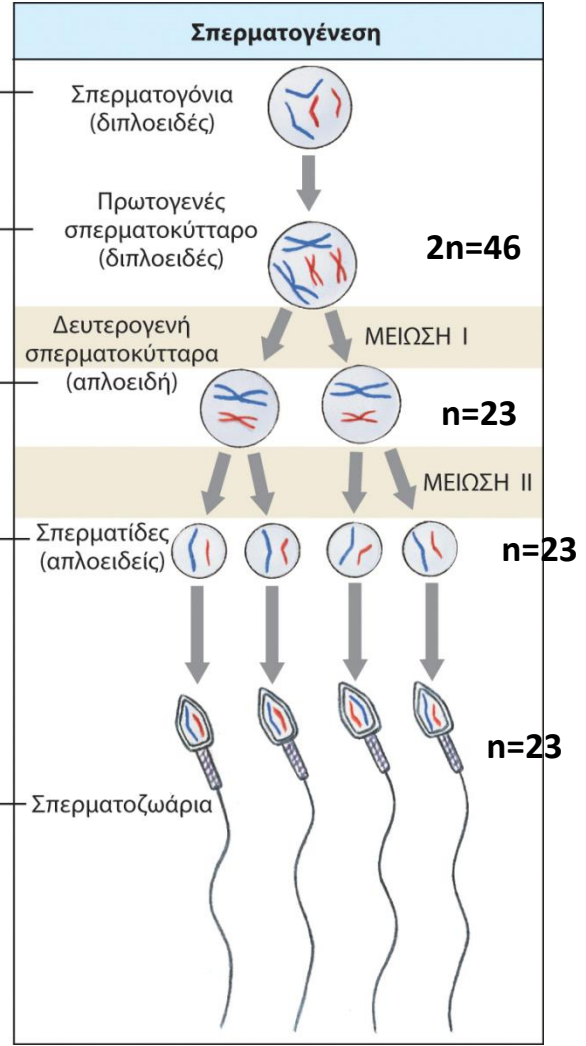
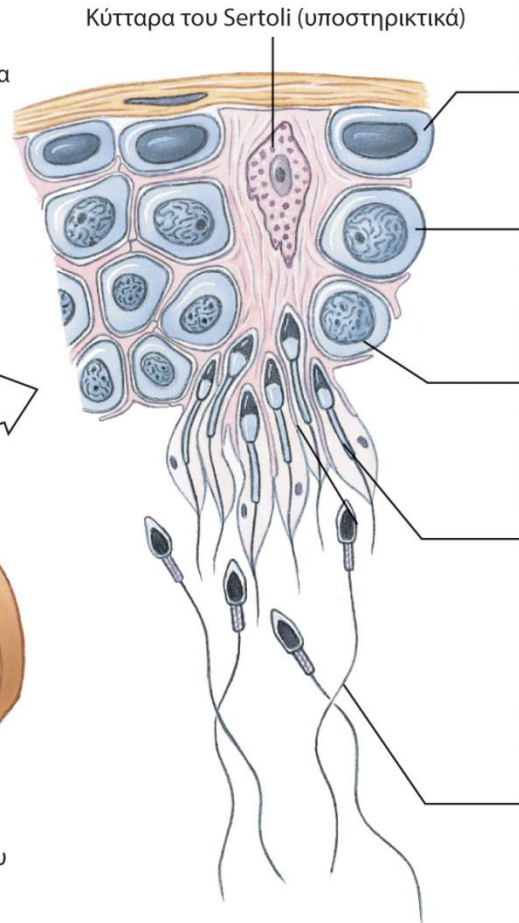
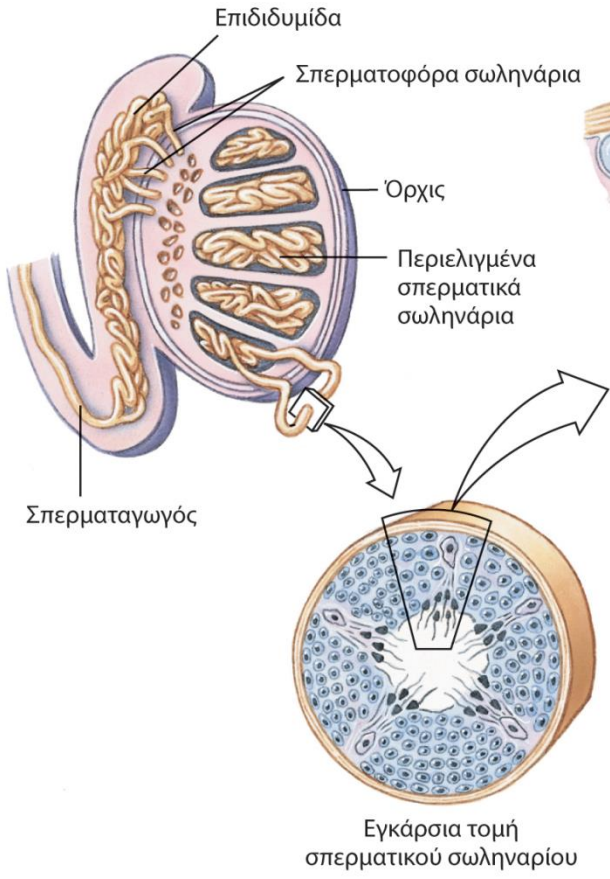
Πρωτογενή Σπερματοκύτταρα  $\xrightarrow{\text{Μείωση}}$  4 Σπερματίδες  
 $2n$   $n$

2<sup>η</sup> φάση: Σπερμιογένεση

Σπερματίδες  $\xrightarrow{\text{Ωρίμανση - Διαφοροποίηση}}$  Σπερματοζωάριο

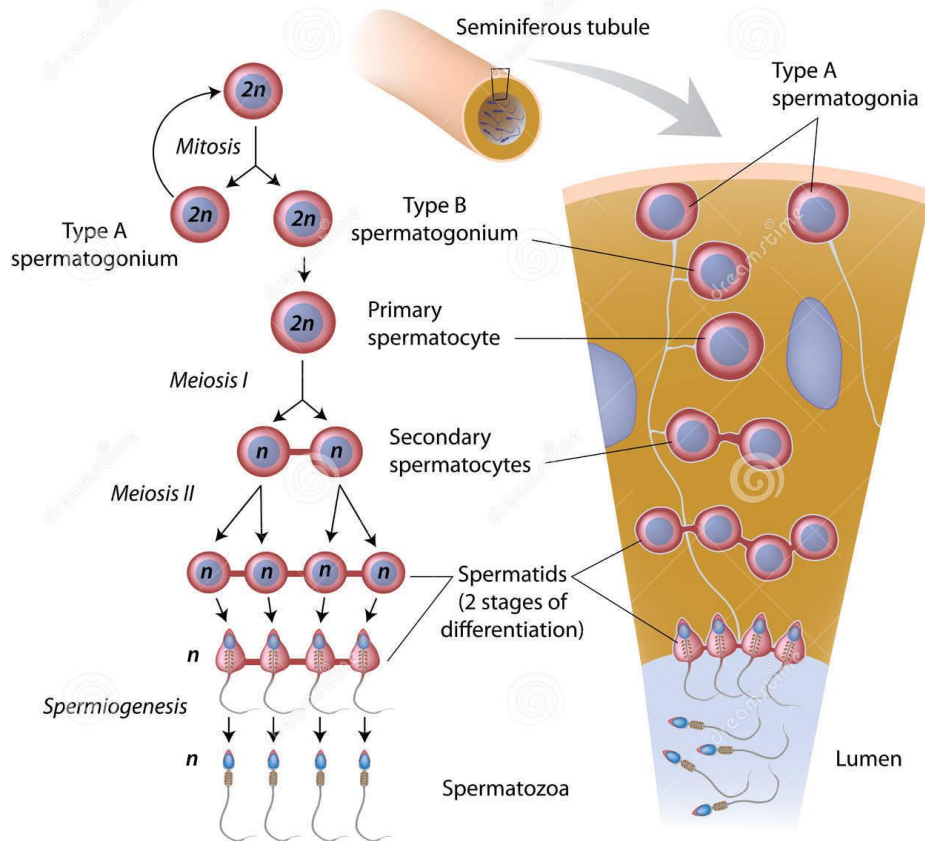


# Σπερματογένεση



# Διάρκεια των διαφορετικών φάσεων

## Spermatogenesis



Μίτωση σπερματογονίων: **16 ημέρες**  
( $\approx 1$  δις. και στους δυο όρχεις)

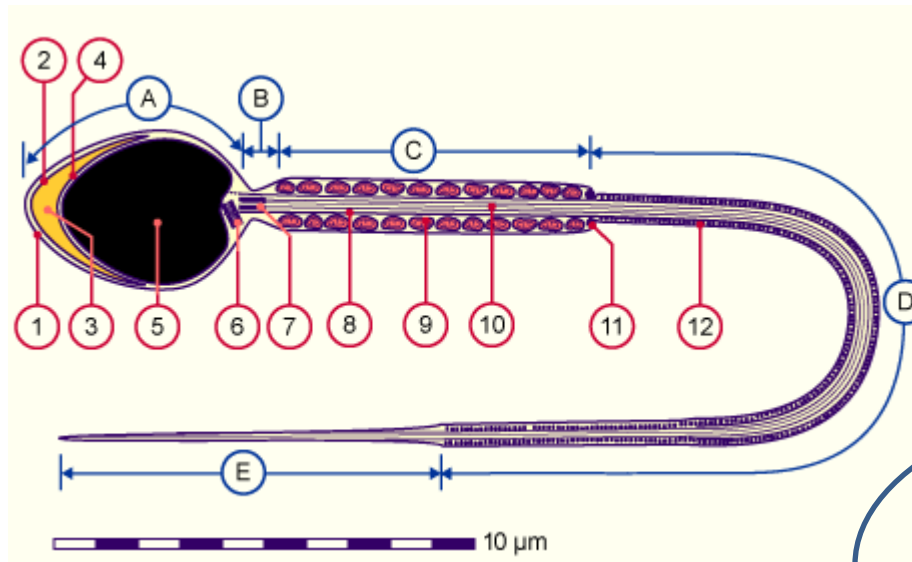
1<sup>η</sup> Μειωτική διαίρεση: **24 ημέρες**

2<sup>η</sup> Μειωτική διαίρεση:  $\approx 5$  ώρες

Σπερμιόγνεση: **24 ημέρες**

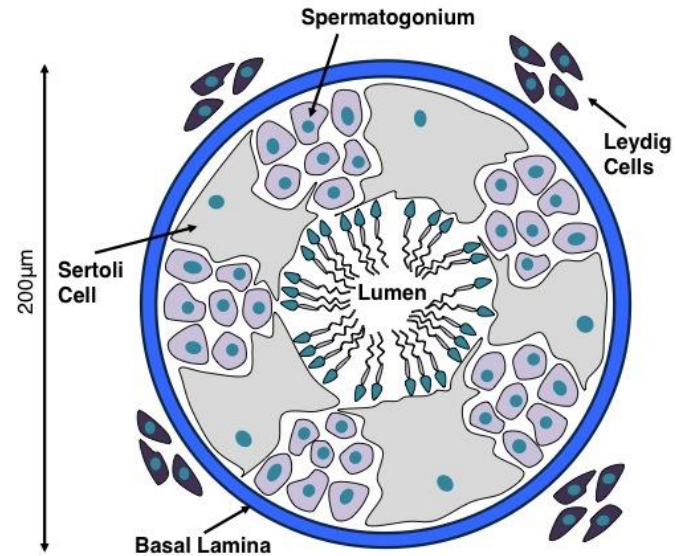
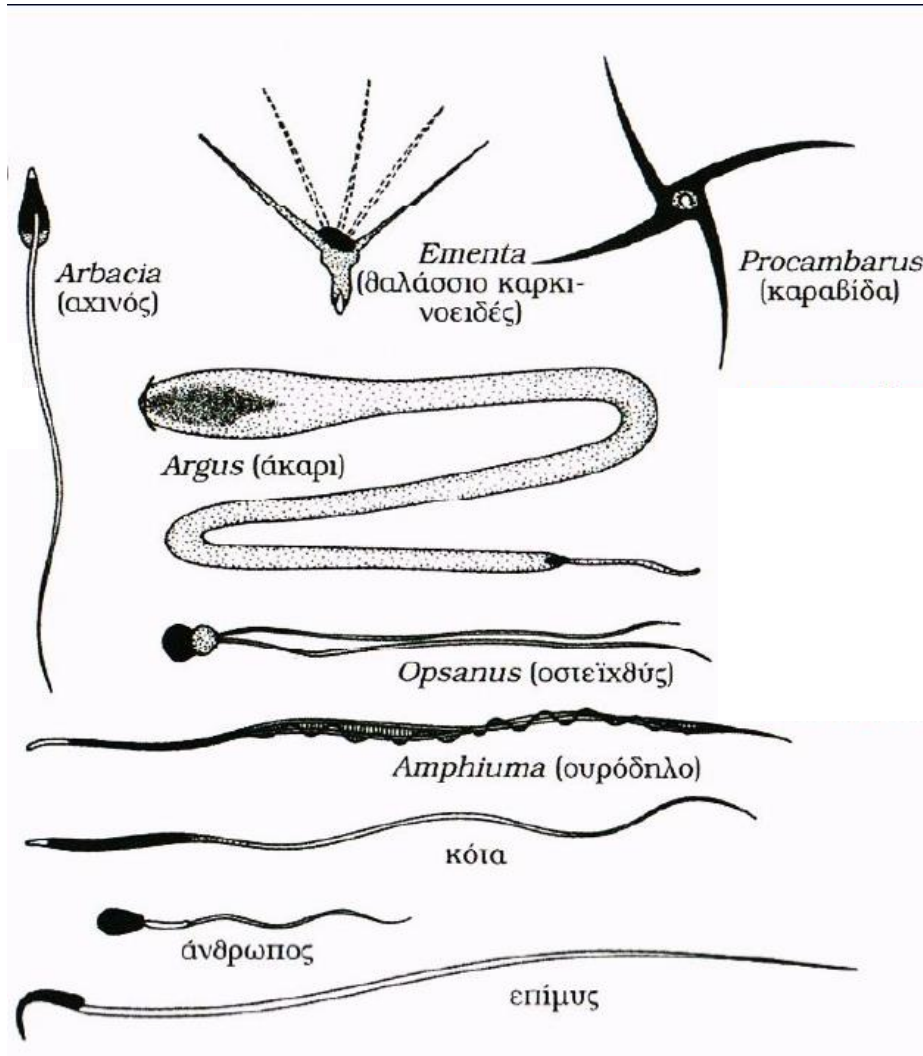
**ΣΥΝΟΛΟ  $\approx 64$  ( $70 \pm 4$ ) Ημέρες**

# Το σπερματοζωάριο

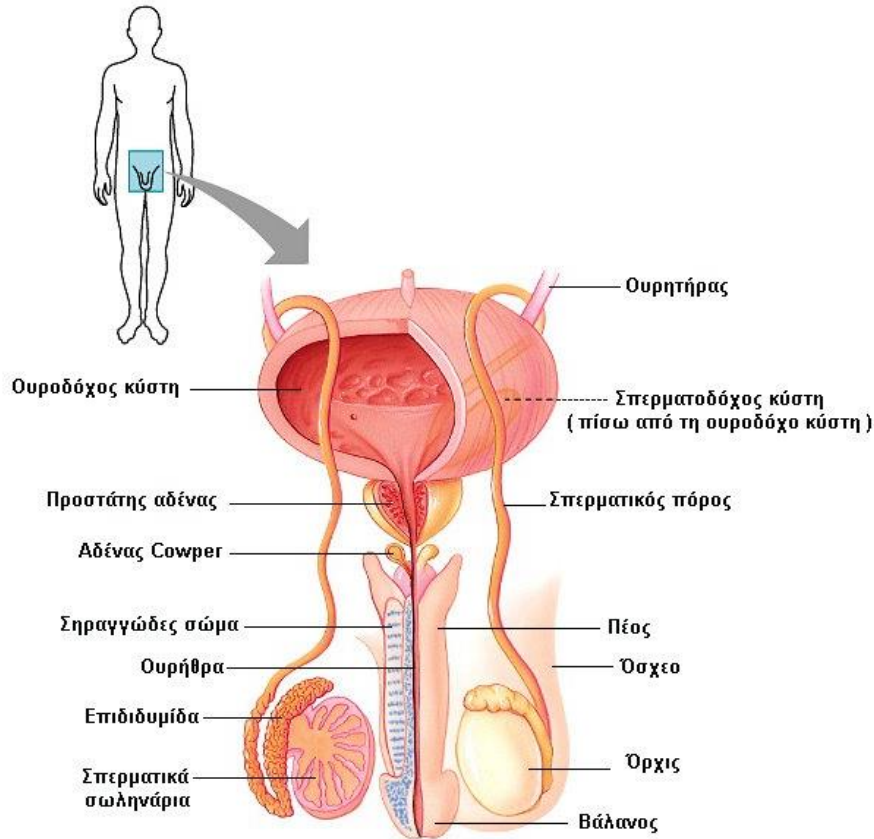


- 1 Plasma membrane ([Κυτταρική μεμβράνη](#))
  - 2 Outer acrosomal membrane
  - 3 Acrosome ([Ακρόσωμα](#))
  - 4 Inner acrosomal membrane
  - 5 Nucleus ([Πυρήνας](#))
  - 6 Proximal centriole ([Κεντριόλιο](#))
  - 7 Rest of the distal centriole
  - 8 Thick outer longitudinal fibers
  - 9 Mitochondrion
  - 10 Axoneme ([Αξόνημα](#))
  - 11 Anulus ([Δακτύλιος](#))
  - 12 Ring fibers ([Ινίδια](#))
- 
- A Head ([Κεφαλή](#))
  - B Neck ([Αυχέννας](#))
  - C Mid piece ([Ενδιάμεσο τμήμα](#))
  - D Principal piece ([Ουρά](#))
  - E End piece ([Ουρά](#))

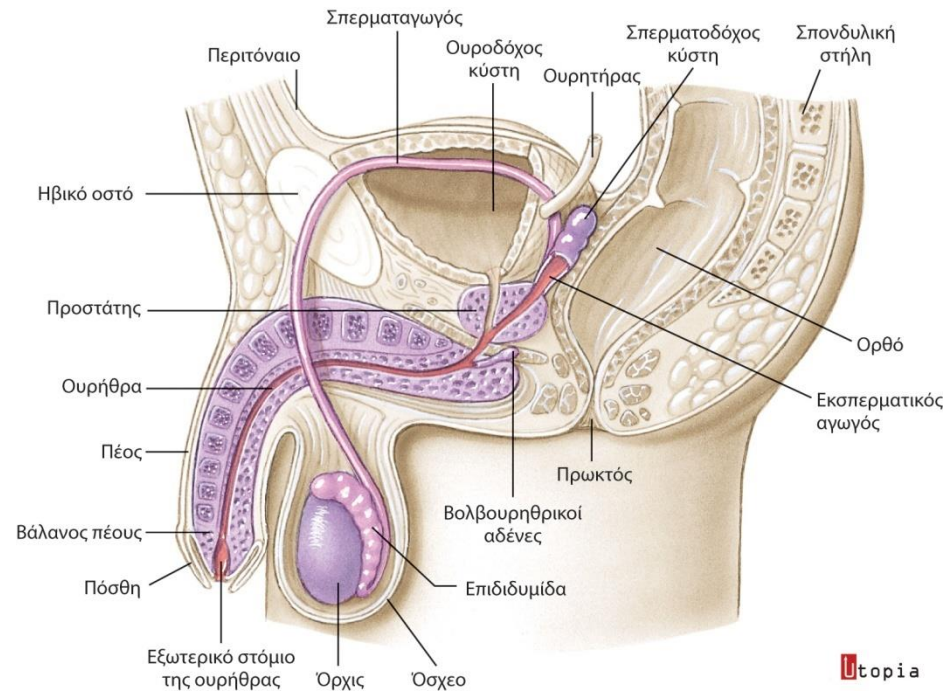
# Μορφές σπερματοζωαρίων



# Ανατομία του ανδρικού αναπαραγωγικού συστήματος



Πρόσθια όψη



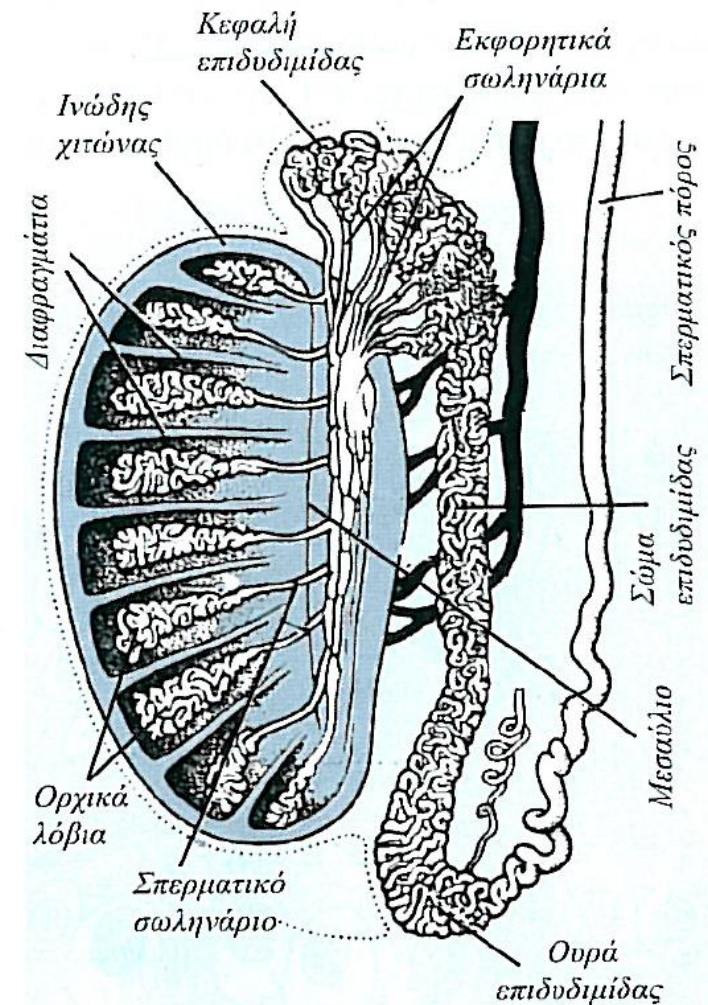
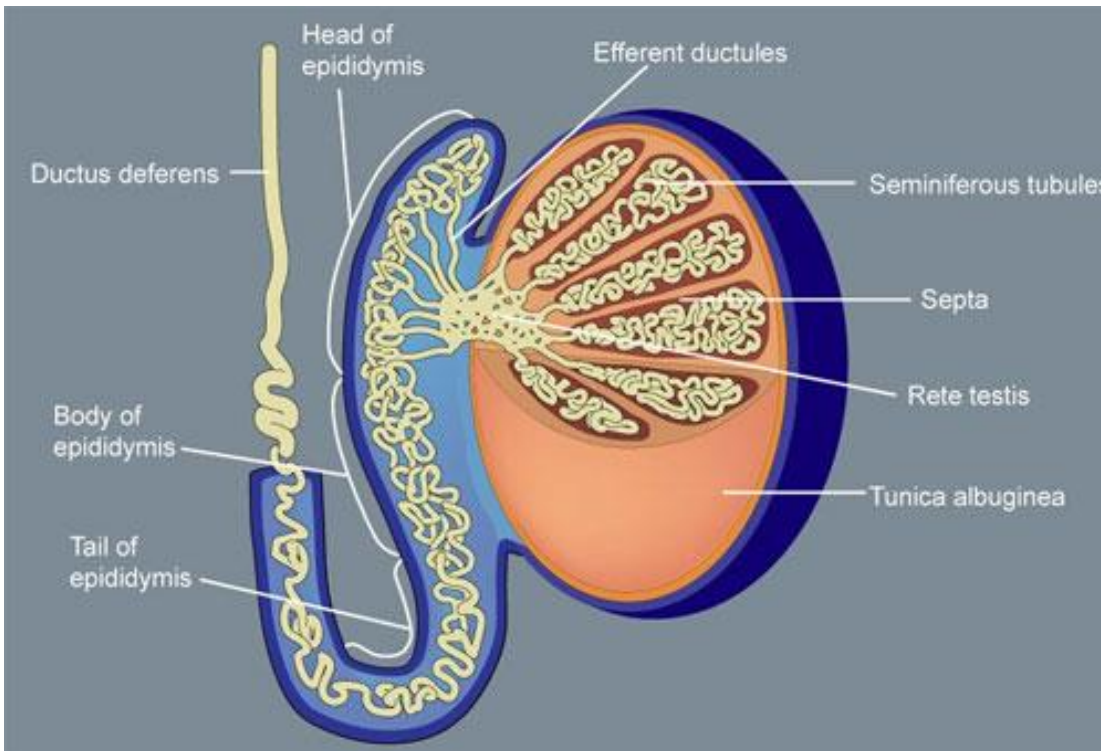
Πλάγια όψη



# 1. Όρχεις

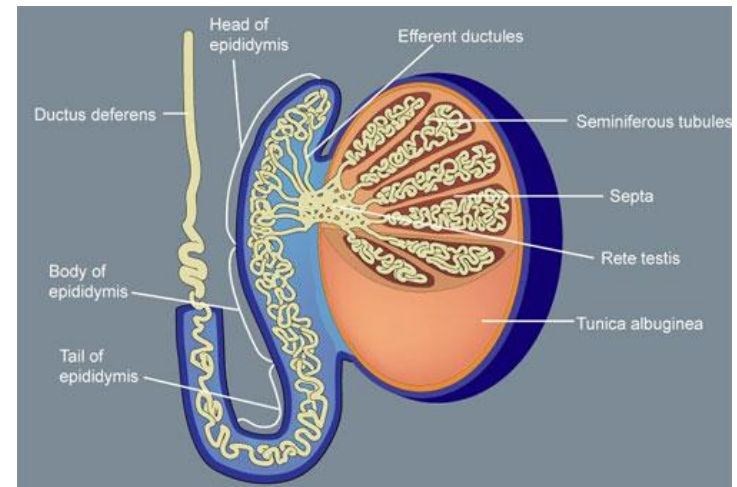
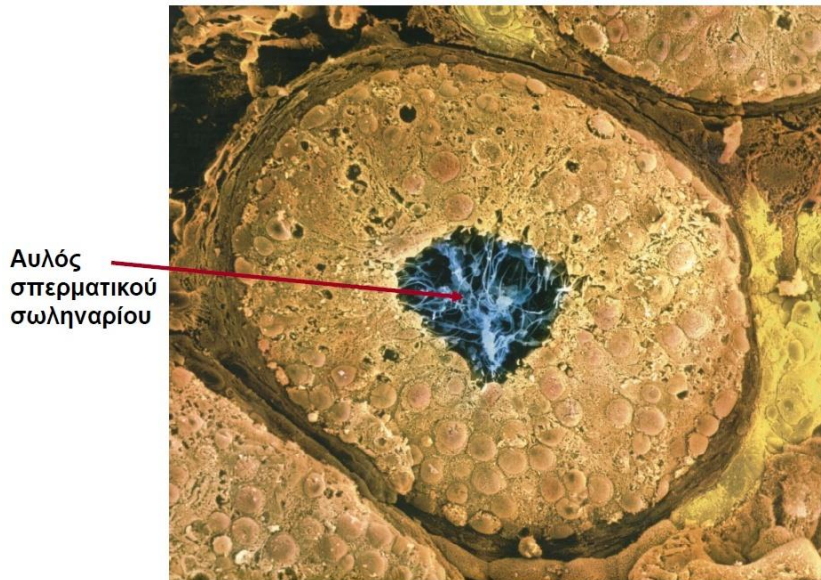
- Ορχικά λοβία (Δομική μονάδα όρχεως) αποτελούνται από
    - περιελιγμένα Σπερματικά σωληνάρια ( $n = 1 - 4$ )
    - Διάμεση ουσία (κύτταρα **Leydig**)
  - Διαφράγματα τα οποία διαχωρίζουν τα ορχικά λοβία
- ✓ Σπερματοζωάρια
- ✓ Ανδρογόνα

## Ανατομία των όρχεων



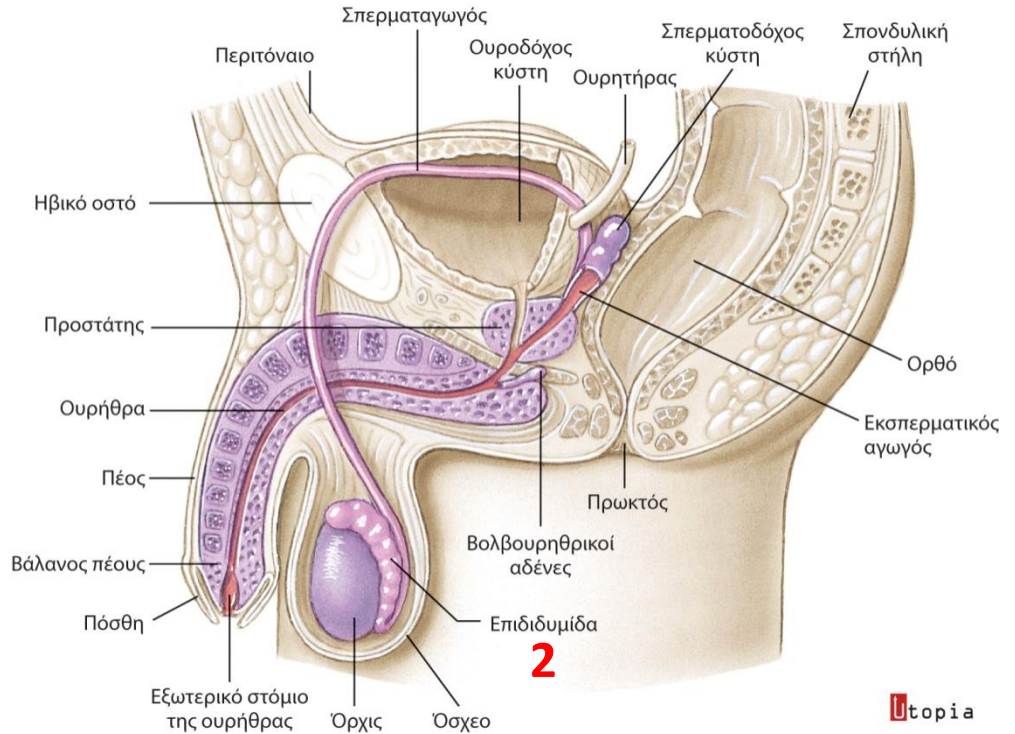
## Σπερματικά σωληνάρια

- Επιμήκεις εσπειραμένοι σωληνίσκοι μήκους 50 - 70 cm & διαμέτρου 0,12 - 0,30 mm
- Αποτελούνται από ένα βασικό υμένα & τα κύτταρα **Sertoli**
- Εκβάλλουν στο ορχικό δίκτυο
- Εξερχόμενα από τον όρχι, τα εκφορητικά σωληνάρια σχηματίζουν την κεφαλή της επιδιδυμίδας
- **Τα σπερματικά σωληνάρια μέχρι 6 ετών παραμένουν συμπαγή χωρίς αυλό**
- Στην ήβη γίνονται πολυέλικτα και αρχίζει η ωρίμανση των κυττάρων **Sertoli**

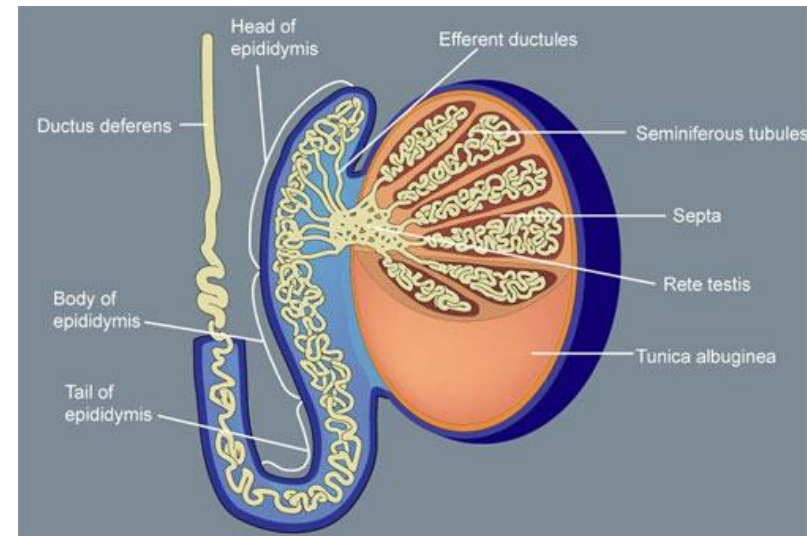


## 2. Επιδιδυμίδες

- Προσωρινές αποθήκες σπερματοζωαρίων
- Παραγωγή εκκρίματος που
- ✓ Διευκολύνει την κίνηση των σπερματοζωαρίων
- ✓ Παρέχει θρεπτικά συστατικά
- ✓ Περιέχει **προσταγλανδίνες** οι οποίες προκαλούν
  - (α) ρευστοποίηση της βλέννας του τραχήλου της μήτρας και
  - (β) διέγερση των συσπάσεων των λείων μυϊκών ινών της μήτρας, υποβοηθώντας την προώθηση του σπέρματος προς το ωάριο



Utopia

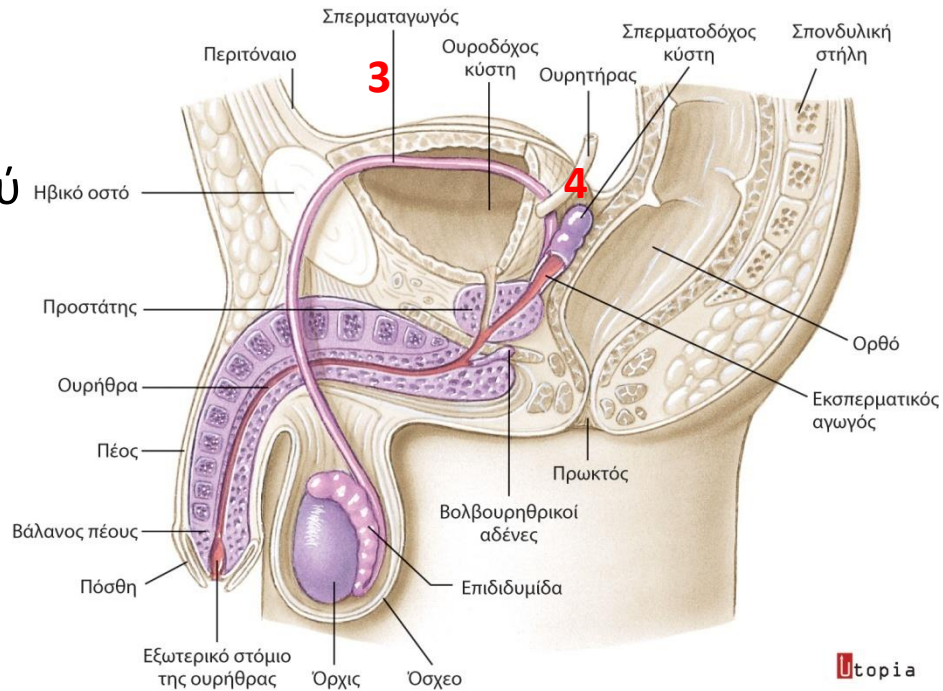


### 3. Σπερματικός Πόρος (σπερματαγωγός)

- Συνέχεια της ουράς της επιδιδυμίδας, εκτείνεται μέχρι τη βάση του προστάτη, όπου αναστομώνεται με τη σπερματοδόχο κύστη
- Αγωγός ( $\approx 45$  cm) που οδηγεί τα σπερματοζωάρια στην ουρήθρα και καταλήγει στον εκσπερματικό αγωγό

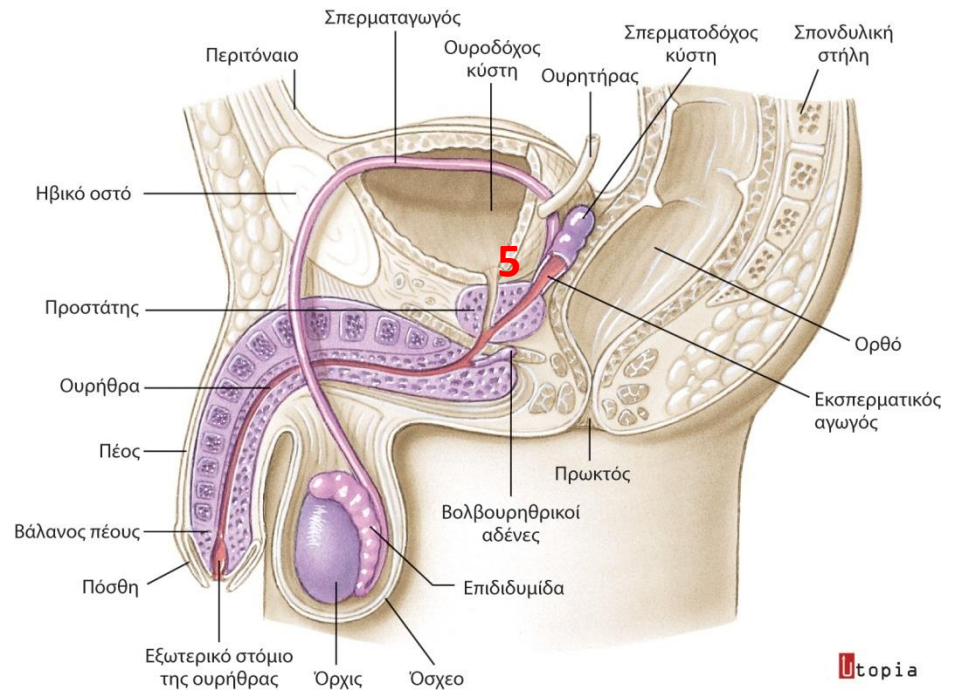
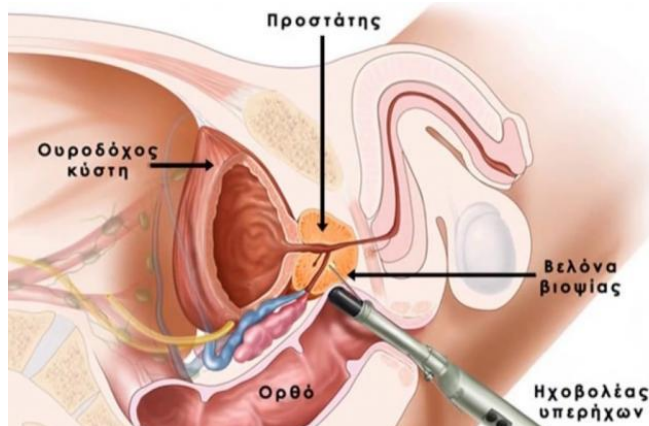
### 4. Σπερματοδόχος κύστη

- Τυφλή προεξοχή του σπερματαγωγού που εκκρίνει υγρό (αποτελεί το 60 - 70% του όγκου του σπέρματος)
- Μήκος 4 με 5 cm
- Πλάτος 1,5 με 2,0 cm
- ✓ Προσφέρει όγκο στο σπέρμα, το οποίο βοηθάει στην προώθηση των σπερματοζωαρίων προς τα έξω
- ✓ Περιέχει **φρουκτόζη**, που χρησιμεύει για τη θρέψη των σπερματοζωαρίων
- ✓ Περιέχει μια ουσία που προκαλεί πήξη του σπέρματος, αμέσως, μετά την εκσπερμάτιση



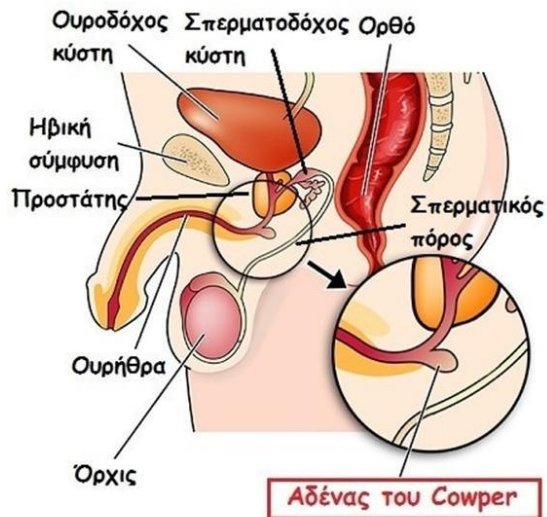
## 5. Προστάτης

- Σχήμα κάστανου (Διάμετρος 3-4 cm)
  - Παράγει το προστατικό υγρό (αποτελεί το 30 - 40% του όγκου του σπέρματος), το μέσο δηλαδή όπου θα κινηθούν τα σπερματοζωάρια.
- ✓ Μετατροπή του **κολλώδους υγρού** που παράγεται στις σπερματοδόχους κύστεις σε **λεπτόρρευστο υγρό**, με την επίδραση των προστατικών ενζύμων & κυρίως του **ειδικού προστατικού αντιγόνου (PSA)**
- ✓ Μετατροπή τεστοστερόνης σε διϋδροτεστοστερόνη (DHT) με τη δράση της 5α-αναγωγάσης



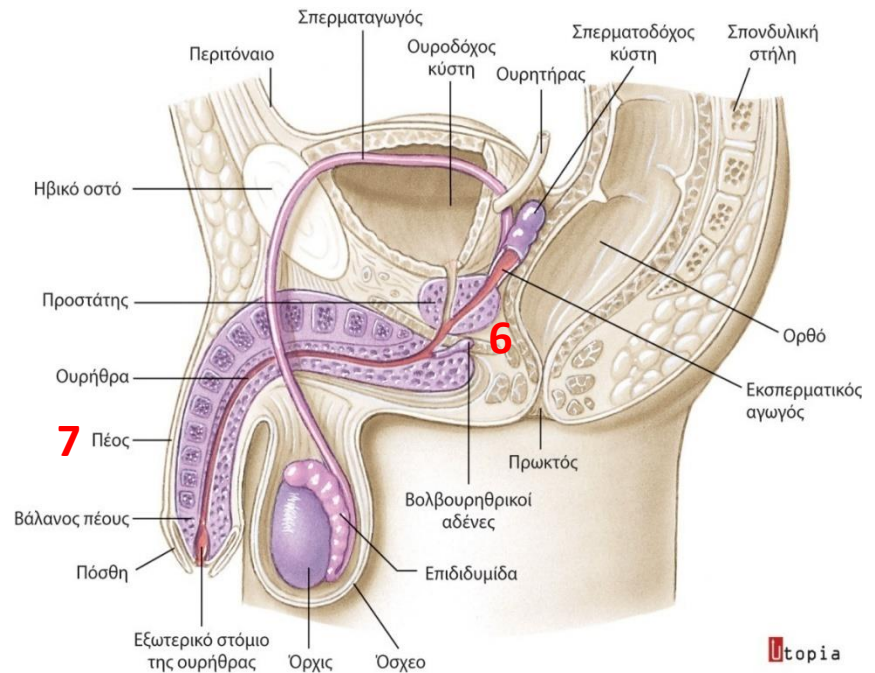
## 6. Αδένες Cowper ή Βολβουρηθραίοι αδένες

- Μικροί εξωκρινείς αδένες μεγέθους φακής
- Εκβάλλουν στην ουρήθρα με πόρο μήκους 3-4 cm
- Παράγουν διαυγές, παχύρρευστο, αλκαλικό έκκριμα πριν από την εκσπερμάτιση το οποίο
  - Διατρέφει & λιπαίνει τους αγωγούς &
  - Εξουδετερώνει όσα (όξινα) υπολείμματα ούρων έχουν παραμείνει στην ουρήθρα

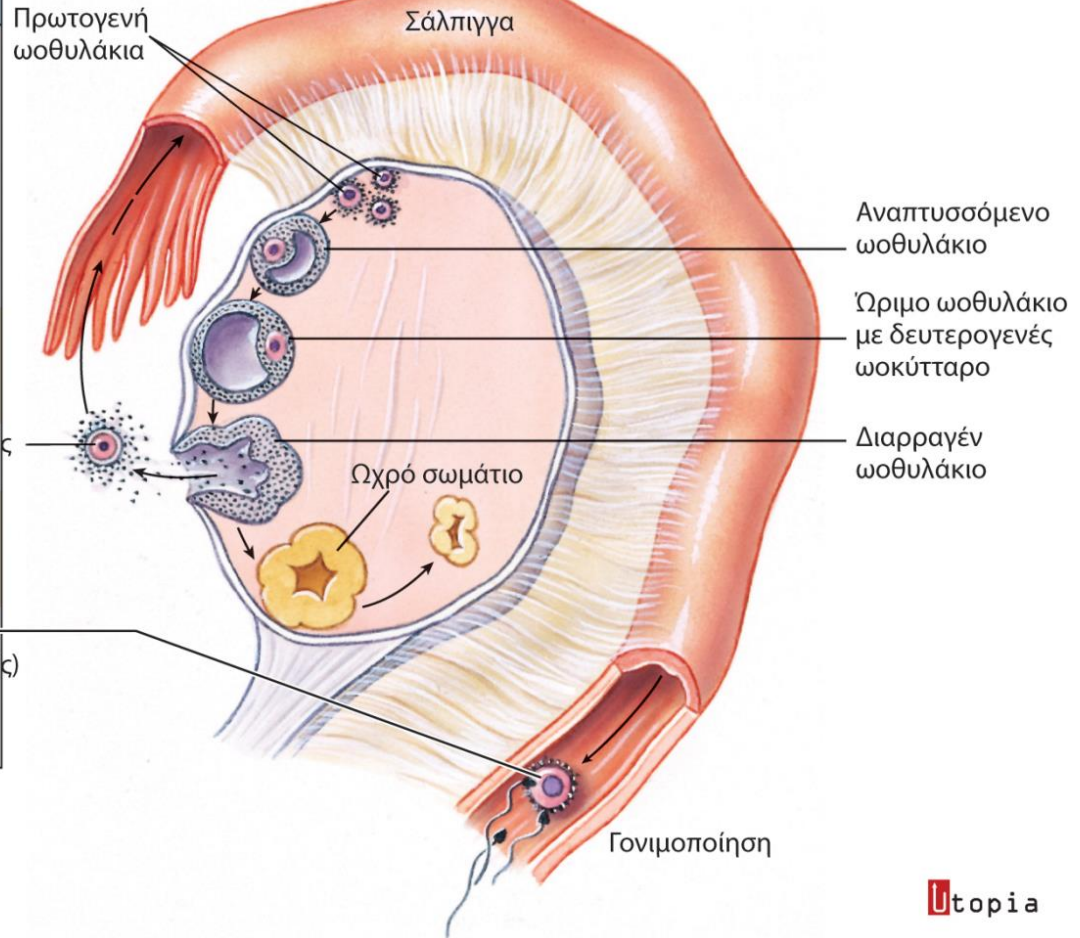
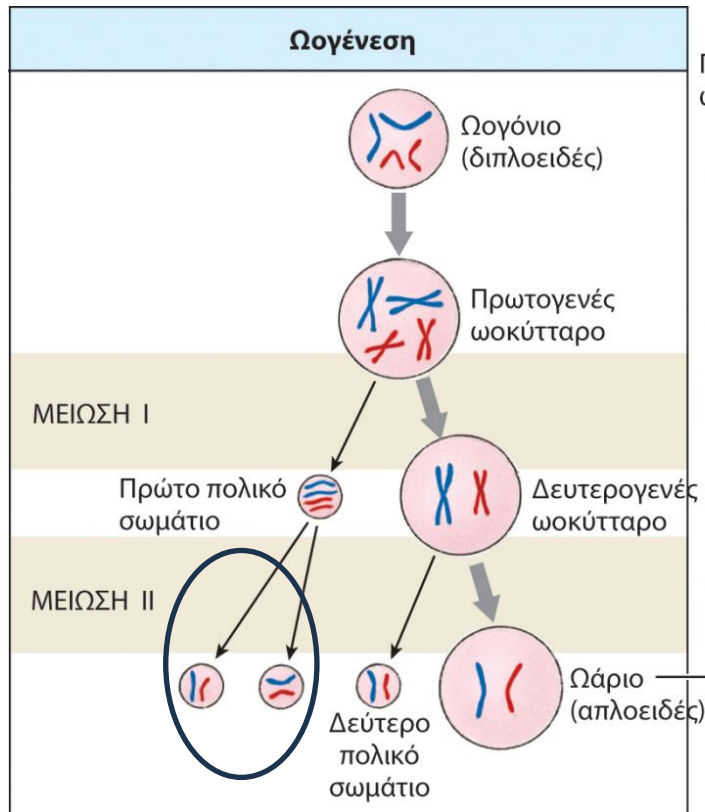


## 7. Πέος

- Εξωτερικό γεννητικό όργανο



# Ωογένεση

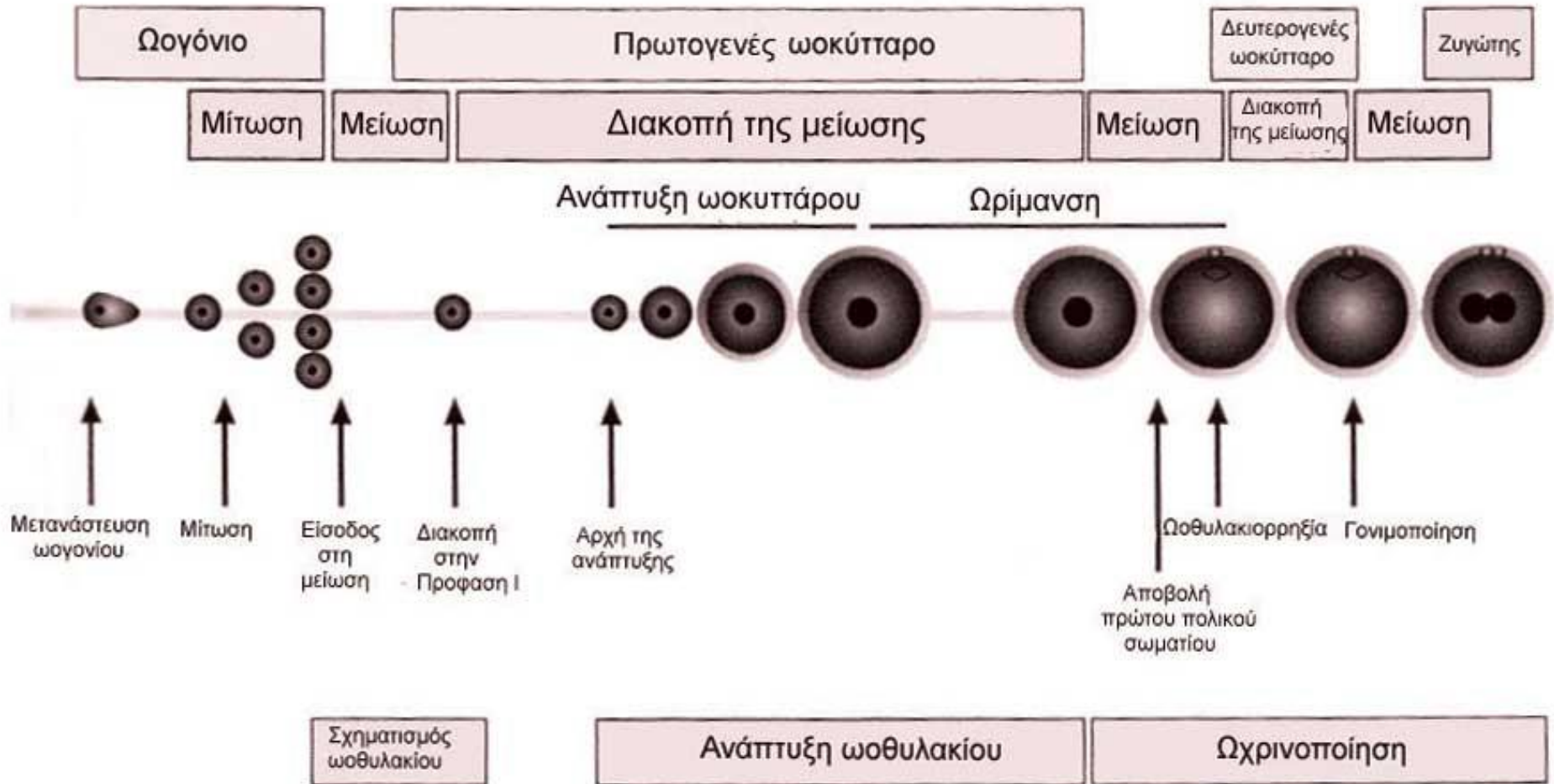


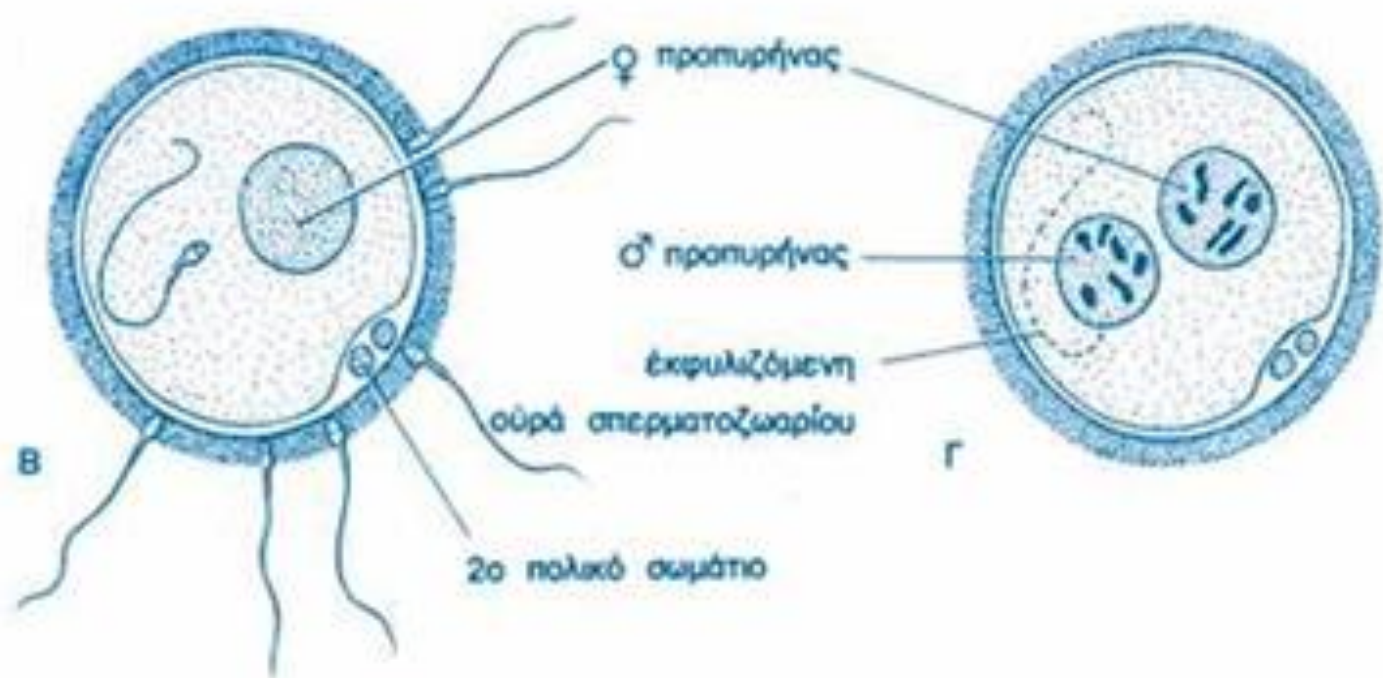
Η διαδικασία της ανάπτυξης **διακόπτεται** στην Πρόφαση I της 1<sup>ης</sup> μειωτικής διαίρεσης (στάδιο διπλοταινίας) & η **μείωση συνεχίζεται**

- Κατά την **Ωορρηξία** (Πτηνά & περισσότερα θηλαστικά) ή
- **Μετά τη γονιμοποίηση** (ΑΝΘΡΩΠΟΣ, περισσότερα σπονδυλωτά, πολλά ασπόνδυλα, τελεόστεοι, αμφίβια, ερπετά) <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK9901/>

- Στα **θηλυκά**, το μεγαλύτερο μέρος της γαμετογένεσης συμβαίνει κατά την εμβρυϊκή ανάπτυξη. Την **4<sup>η</sup> εβδομάδα** της ανάπτυξης, τα αρχέγονα γεννητικά κύτταρα μεταναστεύουν στις ωοθήκες και διαφοροποιούνται σε **ωογόνια (46,2n)**.
- Η μείωση αρχίζει περίπου την **13η εβδομάδα** της εμβρυϊκής ανάπτυξης και διακόπτεται στην **πρόφαση της 1<sup>ης</sup> μειωτικής διαίρεσης (στάδιο διπλοταινίας)** σχηματίζοντας τα **πρωτογενή ωοκύτταρα (2n,4C)** που περιβάλλονται από ένα στρώμα επίπεδων θυλακικών κυττάρων της ωοθήκης (πρωτογενές ωοθυλάκιο).
- Το πρωτογενές ωοκύτταρο παραμένει αδρανές σε αυτό το στάδιο τουλάχιστον **μέχρι την εφηβεία**, αλλά και για 40 χρόνια αργότερα.
- Η 1<sup>η</sup> μειωτική διαίρεση ολοκληρώνεται ακριβώς πριν την **ωοθυλακιορρηξία**, ως αποτέλεσμα της αύξησης των επιπέδων της LH και έτσι προκύπτει το **δευτερογενές ωοκύτταρο ή ωάριο (n,2C)** και το **πρώτο πολικό σωματίο**.
- Μετά την ωορρηξία το **δευτερογενές ωοκύτταρο** σταματά στη **μετάφαση της 2<sup>ης</sup> μείωσης** μέχρι τη γονιμοποίηση.
- Κατά τη **γονιμοποίηση**, το δευτερογενές ωοκύτταρο ολοκληρώνει τη 2<sup>η</sup> μείωση για να σχηματίσει ένα **ώριμο ωάριο (23,n)** και ένα δεύτερο πολικό σωματίο.



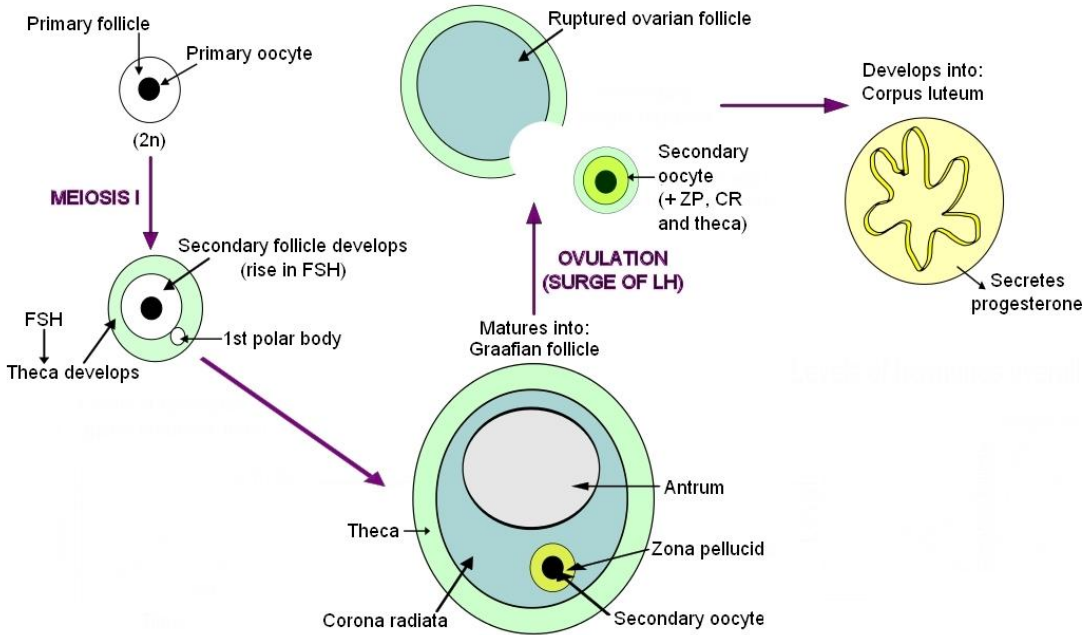




### Γονιμοποίηση

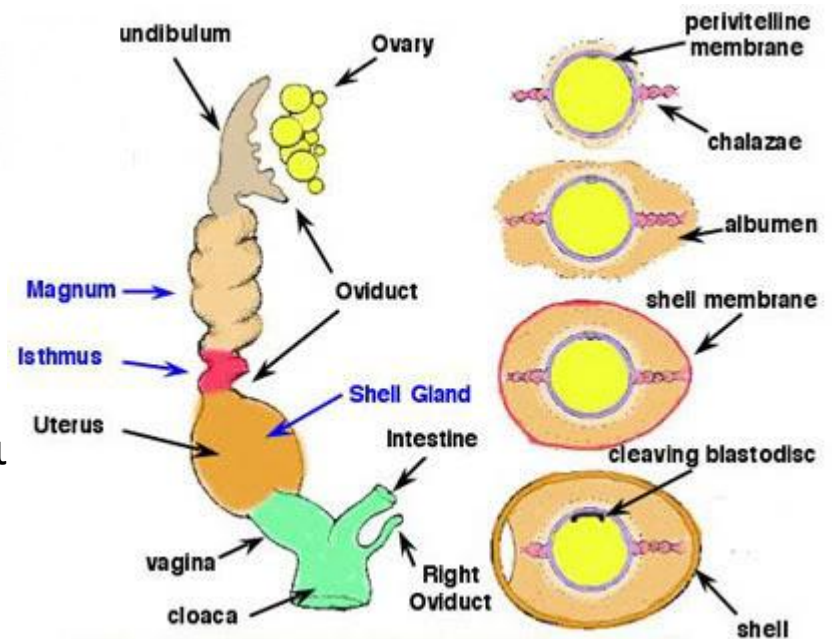
# Η ωογένεση στα πτηνά

Figure 2: Ovarian Oogenesis and Folliculogenesis

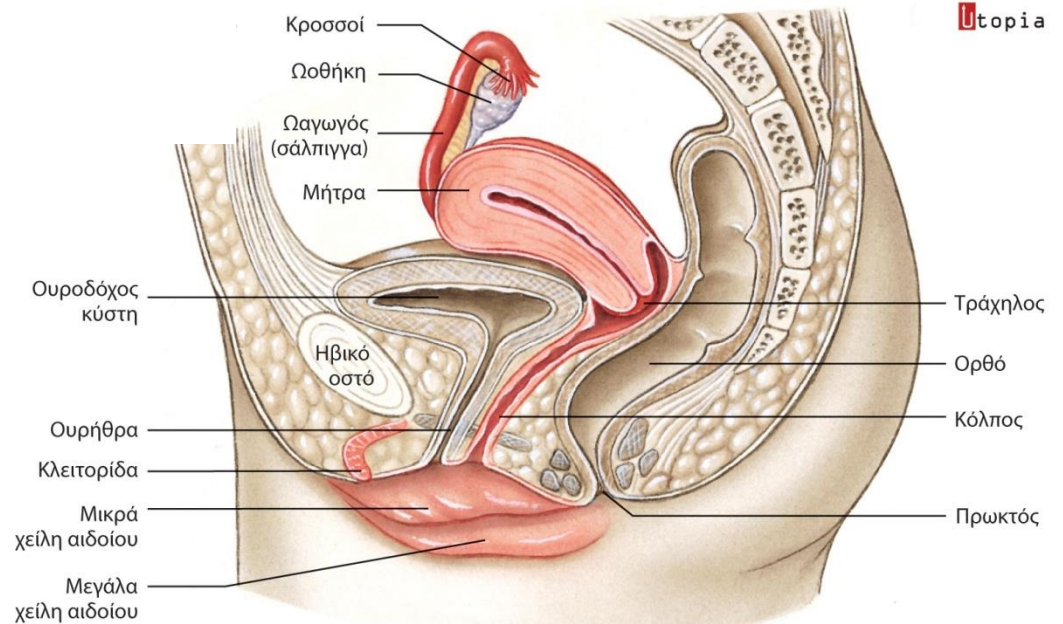
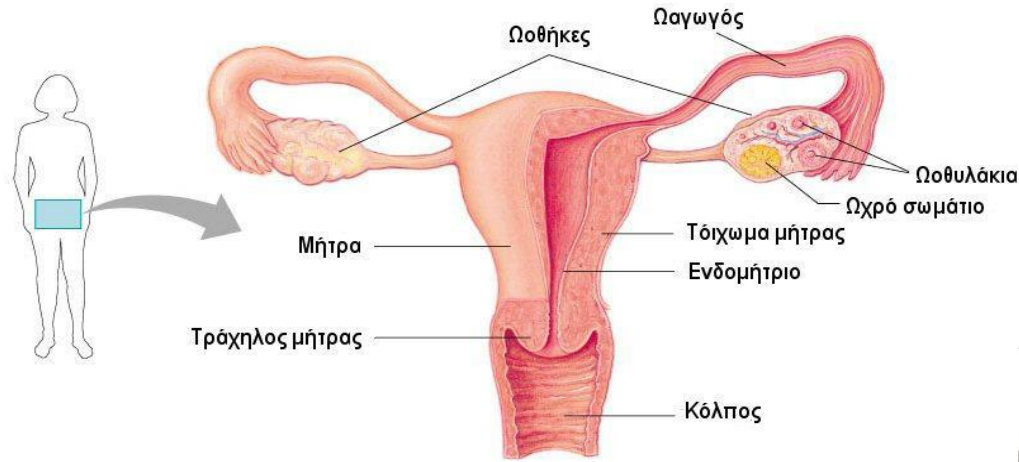


## Ωορρηξία:

Απελευθέρωση του ωαρίου από την ωοθήκη και είσοδος στον ωαγωγό όπου γονιμοποιείται και ακολουθεί επένδυση με αλβουμίνη & κέλυφος (κελυφικός αδέννας)



# Ανατομία του γυναικείου αναπαραγωγικού συστήματος

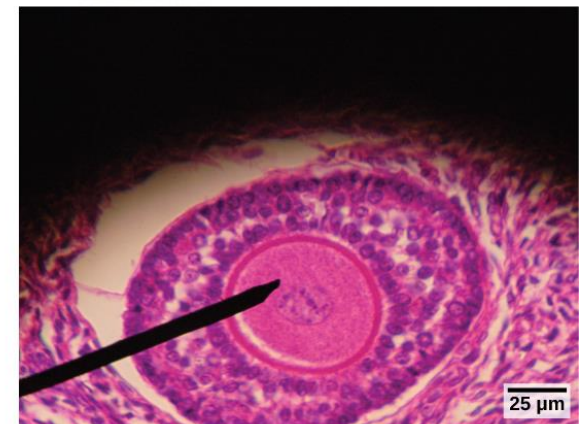
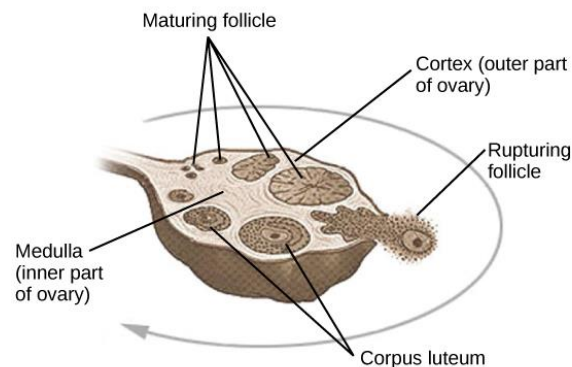
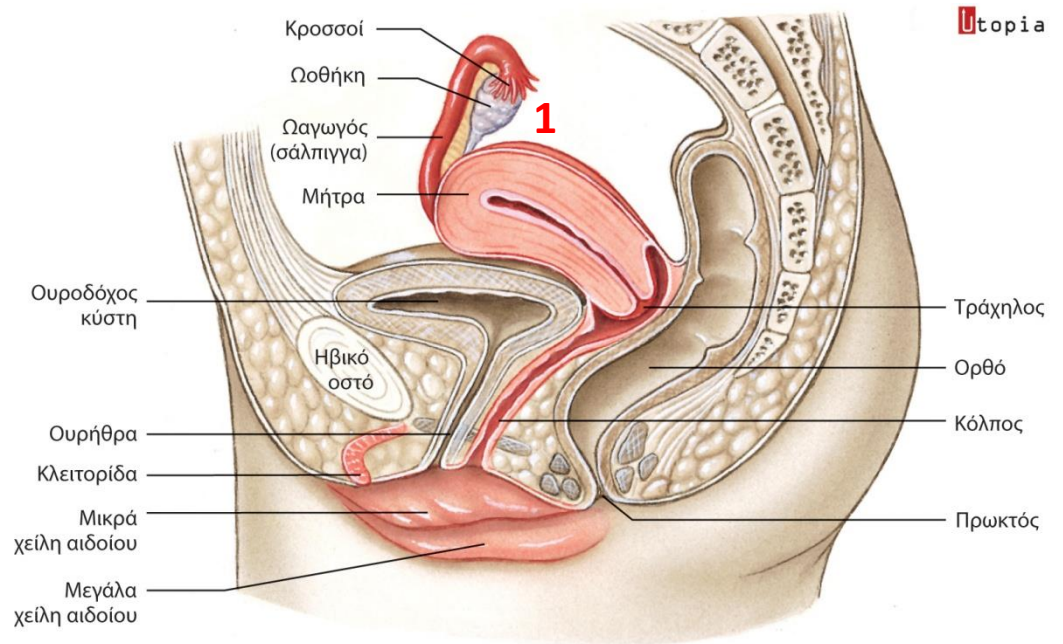


# 1. Ωοθήκες

- Αμυγδαλοειδές σχήμα , μήκος 3-4 cm, πλάτος 1,5cm, πάχος 1 cm (άνθρωπος)
- Αποτελείται από τη φλοιώδη (περιέχει τα ωοθηλάκια) & τη μυελώδη μοίρα (αγγεία, νεύρα)

## Παράγον:

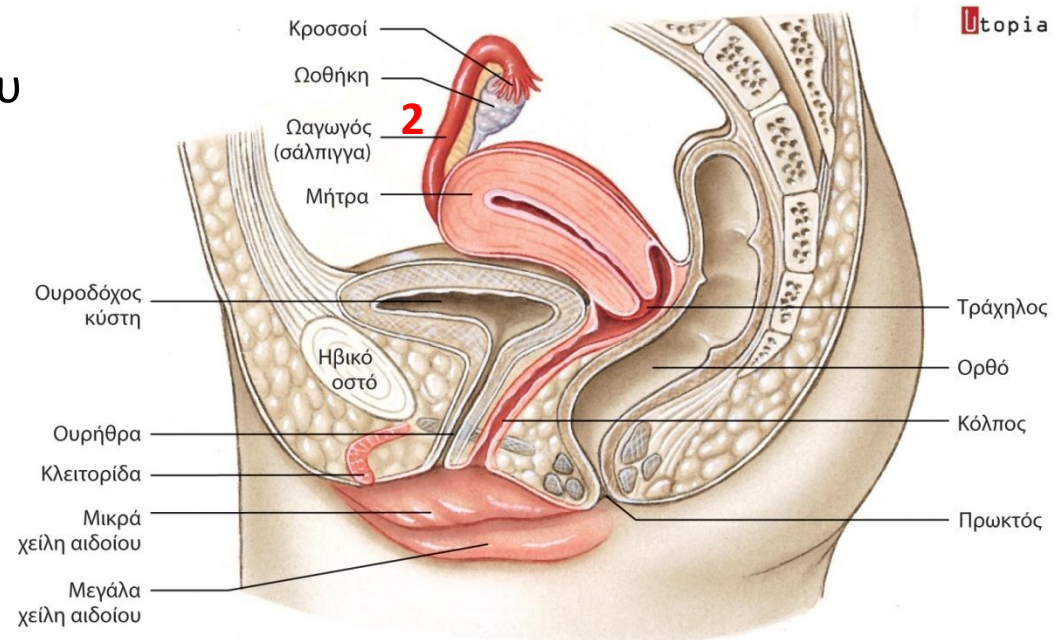
- ✓ Ωάρια
- ✓ Οιστρογόνα
- ✓ Προγεστερόνη



## 2. Ωαγωγός ή σάλπιγγα

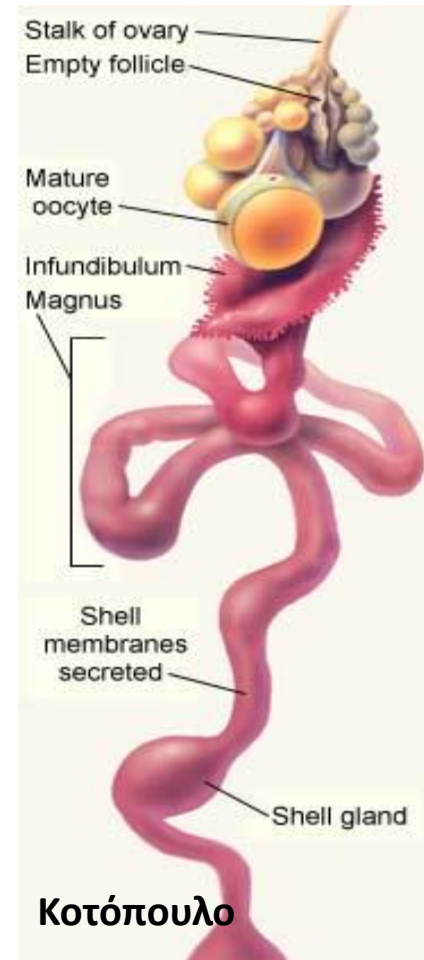
- Μυϊκοί, σωληνώδεις σχηματισμοί που έχουν μήκος 10 - 12 cm και καταλήγουν στο ελεύθερο ή κωδωνικό στόμιο
- Εξωτερικά καλύπτεται από ορογόνο χιτώνα (στρώμα χαλαρού συνδετικού και λιπώδους ιστού και αγγείων)
- Στο μέσο βρίσκεται μυϊκός χιτώνας & εσωτερικά βλεννογόνος, ο οποίος

διευκολύνει τη κίνηση του ωαρίου



Το τελικό άκρο των ωαγωγών είναι:

- **Αδιαφοροποίητο**: στα περισσότερα **ψάρια & στα αμφίβια**
- **Φέρει εξειδικευμένες δομές** για την παραγωγή αλβουμίνης και του κελύφους: **Χονδριχθίες, Ερπετά & Πτηνά**
- **Καταλήγει στην μήτρα**, όπου και φυλάσσονται τα αβγά πριν εκκολαφθούν (**Ερπετά, Πτηνά**) ή παραμένουν τα έμβρυα μέχρι την ολοκλήρωση της ανάπτυξής τους (**Θηλαστικά**)

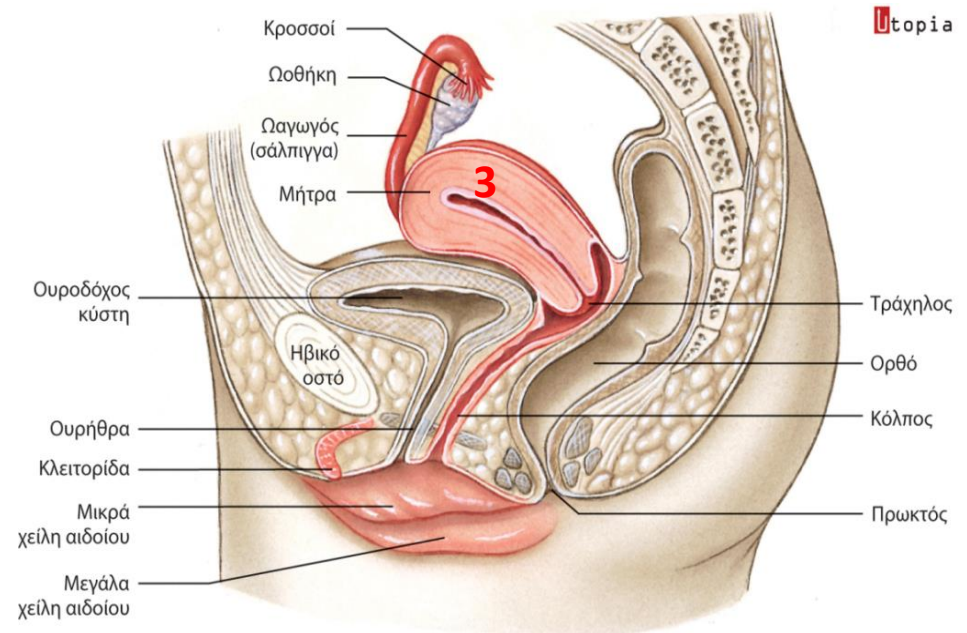


### 3. Μήτρα

- Ποικίλλει στα διάφορα θηλαστικά

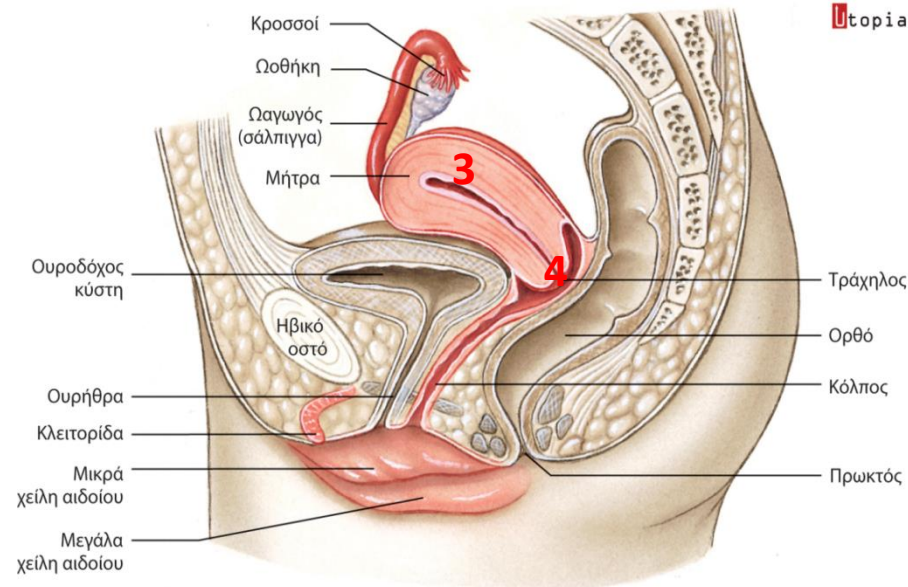
#### Άνθρωπος

- Κοίλο όργανο σε σχήμα αχλαδιού με μέγεθος 7,5 - 8 cm x 5 cm
- Είναι τοποθετημένη στη μικρή πύελο, ανάμεσα στην ουροδόχο κύστη και το ορθοσιγμοειδές έντερο
- Παχιά μυώδη τοιχώματα
- Άφθονα αιμοφόρα αγγεία
- Εσωτερικά επενδύεται από το ενδομήτριο



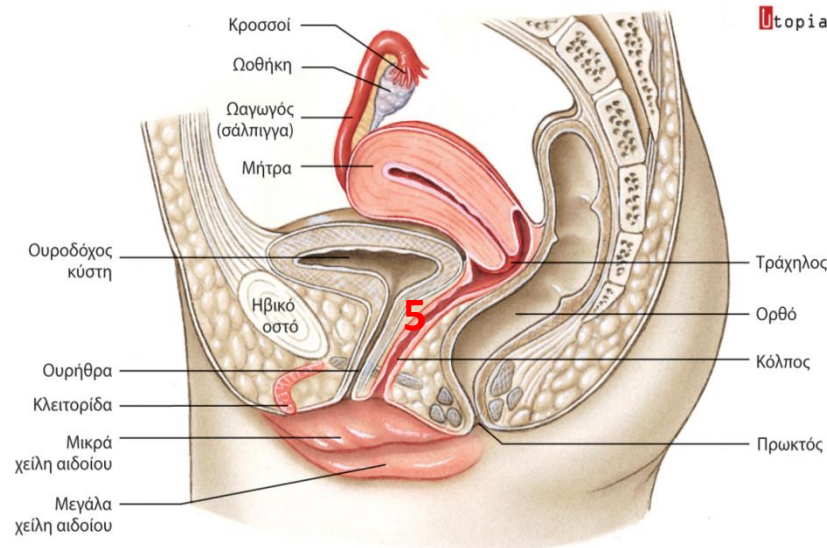


- Προς τα άνω επικοινωνεί χάρη στα δύο σαλπινγικά στόμια με τις σάλπιγγες και με τις ωοθήκες
- Προς τα κάτω προβάλλει προς τον κόλπο σχηματίζοντας τον **Τράχηλο (4)** ο οποίος παράγει την
  - Τραχηλική βλέννη που δρα προστατευτικά έναντι των παθογόνων μικροοργανισμών, ενώ ταυτόχρονα δρα επικουρικά στη σύλληψη, καθώς διευκολύνει τη δίοδο των σπερματοζωαρίων



## 5. Κόλπος

- Σωληνώδης δομή από ινώδη, συνδετικό, μυϊκό & επιθηλιακό ιστό
- Το πάχος του επιθηλίου αλλάζει υπό την επίδραση των ορμονών (**φάση του κύκλου**)
- Βρίσκεται πίσω από την ουρήθρα και το τρίγωνο της ουροδόχου κύστης και μπροστά από το έντερο
- Το πρόσθιο τοίχωμά του έχει μήκος 6-8 cm, ενώ το οπίσθιο 8-10 cm



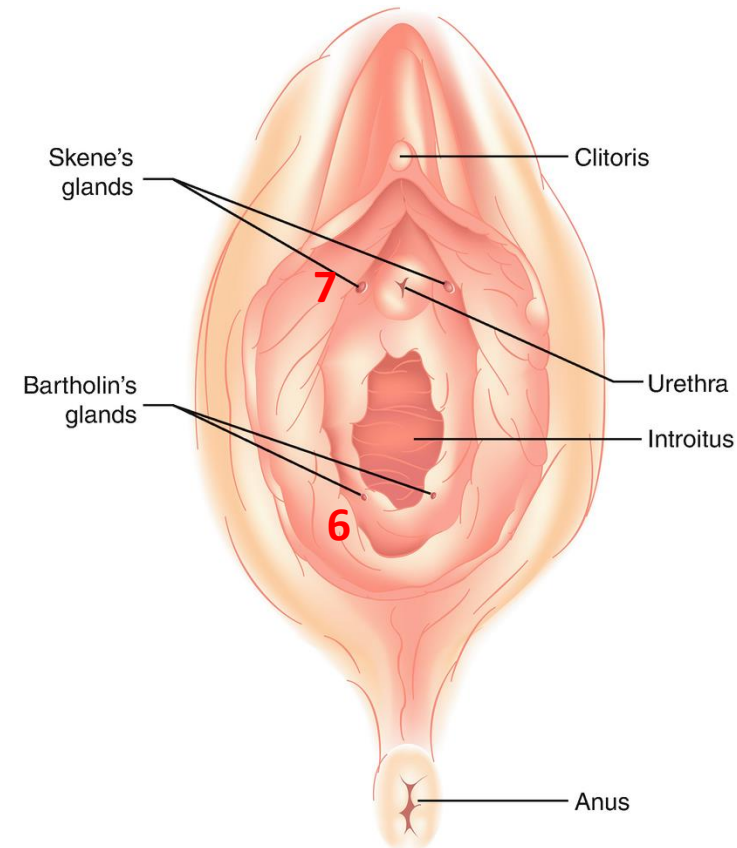
- ✓ Μυώδης σωλήνας προσαρμοσμένος για την είσοδο του πέους
- ✓ Δίαυλος τοκετού κατά την εξώθηση του εμβρύου

## 6. Βαρθολίνιοι αδένες (Bartholin glands)

- Τοποθετημένοι γύρω από το κατώτερο τμήμα του κόλπου, πλαγίως του παρθενικού υμένα
- Αποτελούνται από αδενοκυψέλες με βλενοεκκριτικά κύτταρα
- Είναι ομόλογοι των βολβοουρηθρών αδένων του άρρενος
- ✓ Έκκριση υγρού που βοηθά στη λίπανση του κόλπου

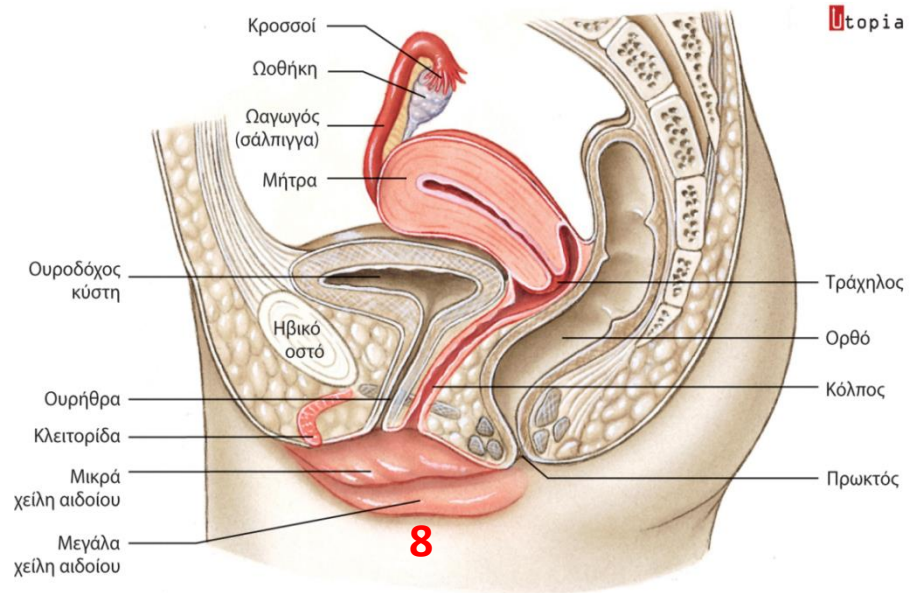
## 7. Αδένες του Skene ή παραουρηθρικοί αδένες

- Τοποθετημένοι γύρω από το στόμιο της ουρήθρας
- Αποτελούνται από ψευδοπολύστιβο κυλινδρικό επιθήλιο
- Είναι ομόλογοι του προστάτη (?)

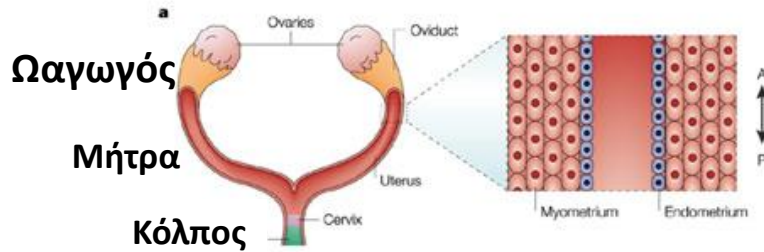


## 8. Αιδοίο (έξω γεννητικά όργανα)

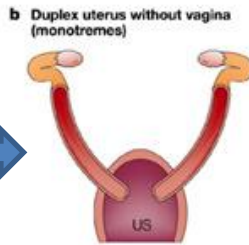
- Εφηβαίο
- Μεγάλα και μικρά χείλη
- Πρόδρομος του κόλπου
- Κλειτορίδα (ομόλογη του πέους)
- Παρθενικός υμένας



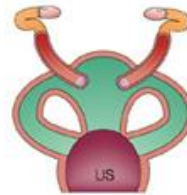
# Ανατομία θηλυκού αναπαραγωγικού συστήματος σε διάφορα θηλαστικά



2 μήτρες - 0 κόλπος  
(Μονοτρήματα)



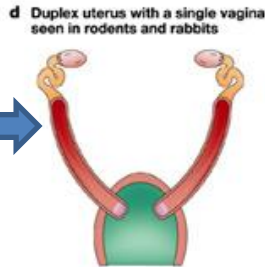
c Duplex uterus with two lateral vaginae and a median birth canal (marsupials)



2 μήτρες - 2 πλευρικοί κόλποι & 1 κοινό άνοιγμα (3<sup>rd</sup> middle "vagina" or birth canal)  
(Μαρσιποφόρα)



2 μήτρες - 1 κόλπος  
(Τρωκτικά & κουνέλια)



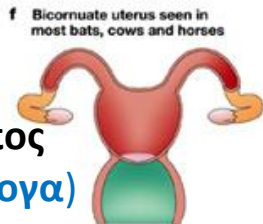
e Bipartite uterus seen in pigs, marine mammals and mice



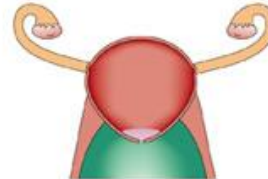
Δίχωρος μήτρα - 1 κόλπος  
(Χοίροι, Θαλάσσια θηλαστικά, ποντίκια, ελάφια)



Δικέρατη μήτρα - 1 κόλπος  
(Νυχτερίδες, αγελάδες, άλογα)



g Simplex uterus seen in most higher primates, including humans



1 μήτρα - 1 κόλπος  
(Πρωτεύοντα)



# Οίστρος vs. Έμμηνος κύκλος

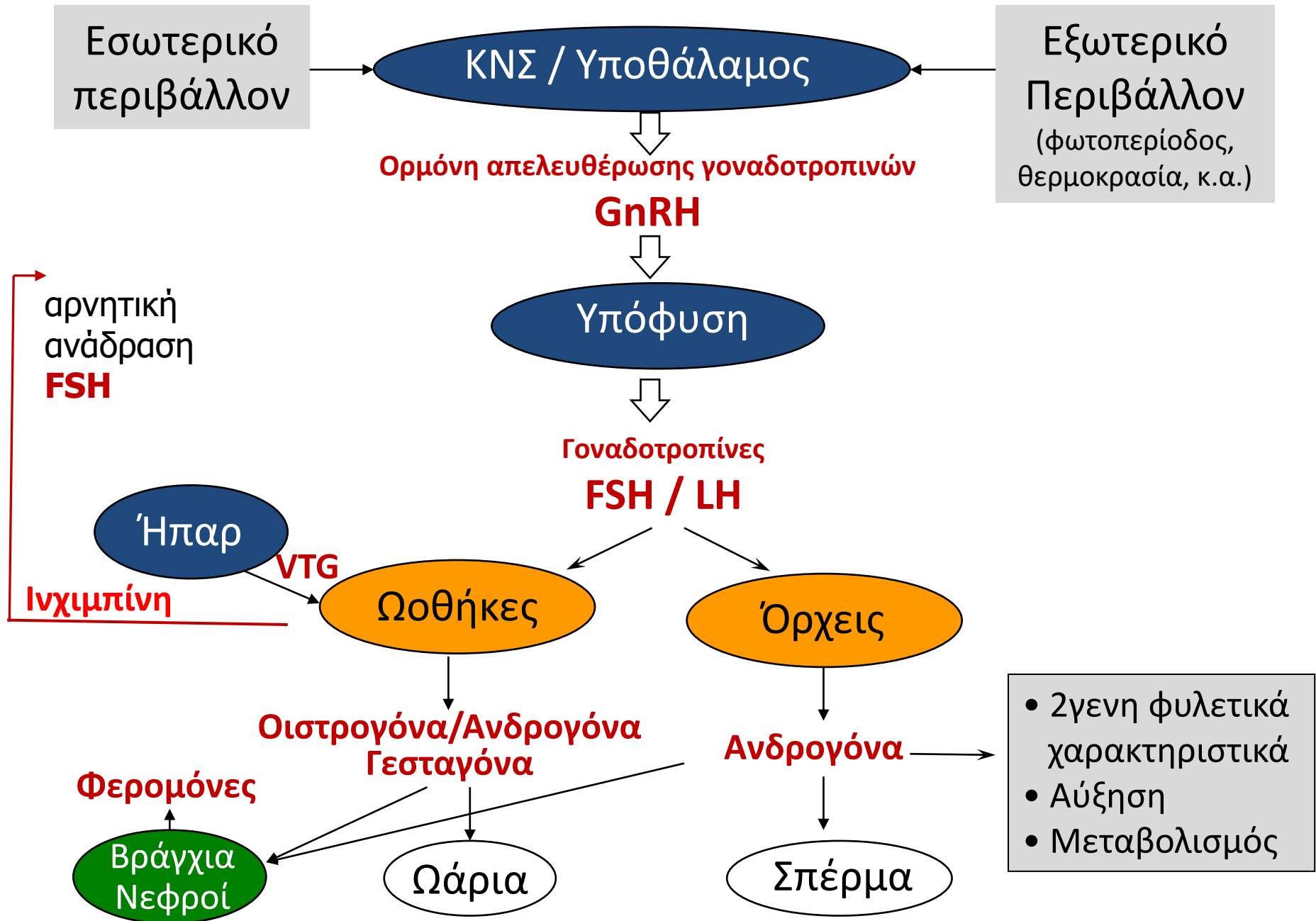
## ➤ Έμμηνος κύκλος

- Πρωτεύοντα (πίθηκοι, γορίλες, άνθρωποι)
- Συνεχής σεξουαλική δραστηριότητα
- Πάχυνση του ενδομητρίου πριν την ωορρηξία και
- Αποσύνθεση και εκκένωση του ενδομητρίου αν δεν επέλθει η γονιμοποίηση

## ➤ Οίστρος

- Υπόλοιπα θηλαστικά
- Τα θηλυκά είναι δεκτικά στα αρσενικά μόνο σε αυτό το/τα σύντομο/α χρονικό/α διάστημα/τα
- Το ενδομήτριο απορροφάται από την μήτρα

# Ορμονική Ρύθμιση του Αναπαραγωγικού Κύκλου



# Ο Έμμησος Κύκλος

<https://youtu.be/gxR9NTKwq60>

FSH (ωοθυλακιοτρόπος)

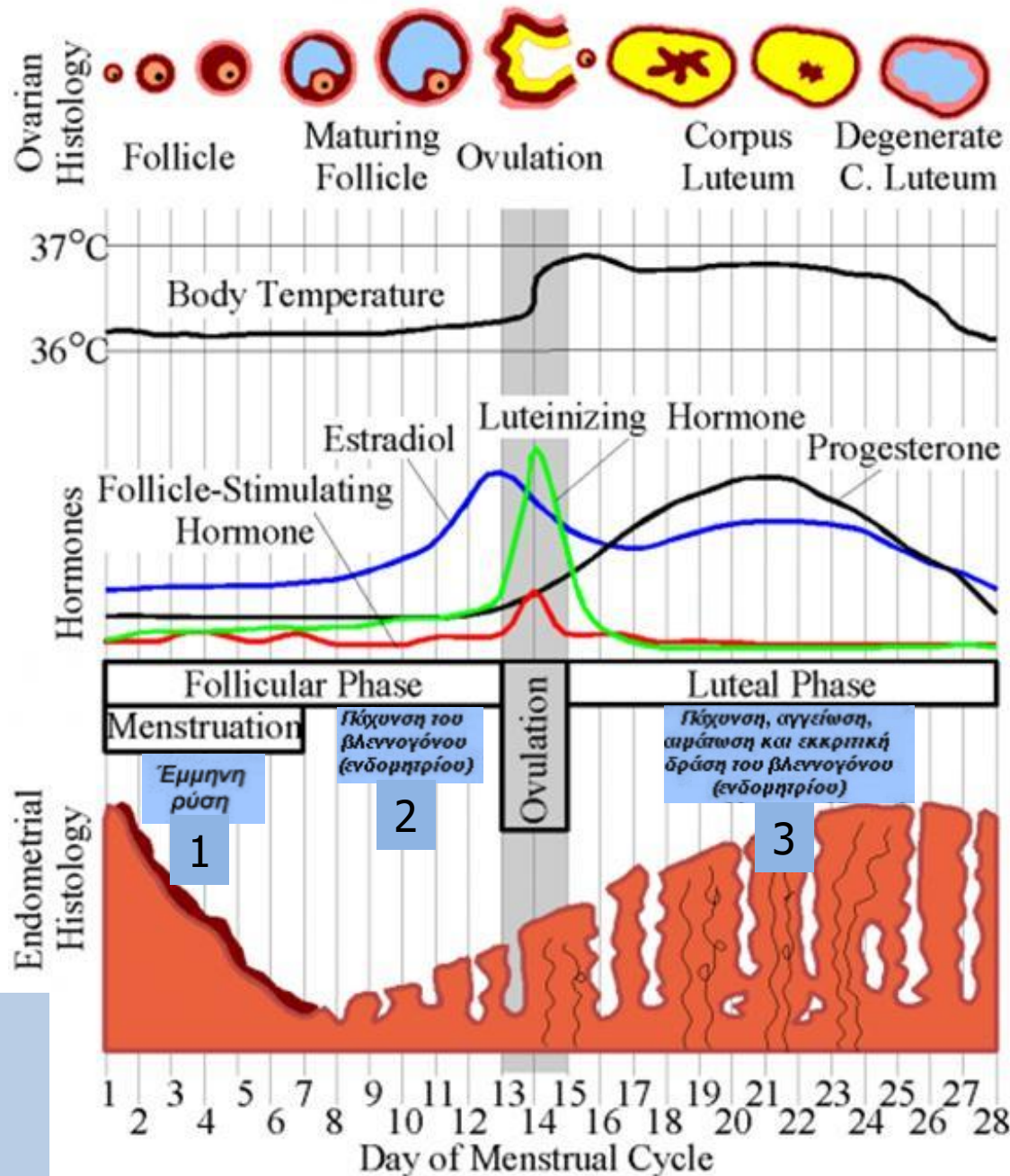
➔ Αύξηση ωοθυλακίου  
& παραγωγή E<sub>2</sub>

E<sub>2</sub> ➔ GnRH ➔ LH

LH (ωχρινοποιητική)

➔ Ωορρηξία

Ωχρο σωματίο ➔ PRG, E<sub>2</sub>



1. Εμμηνορρυσιακή φάση
2. Θηλακική-Παραγωγική φάση (πάχυνση ενδομητρίου)
3. Ωχρική-Εκκριτική φάση

*(Average values. Durations and values may differ between different females or different cycles.)*



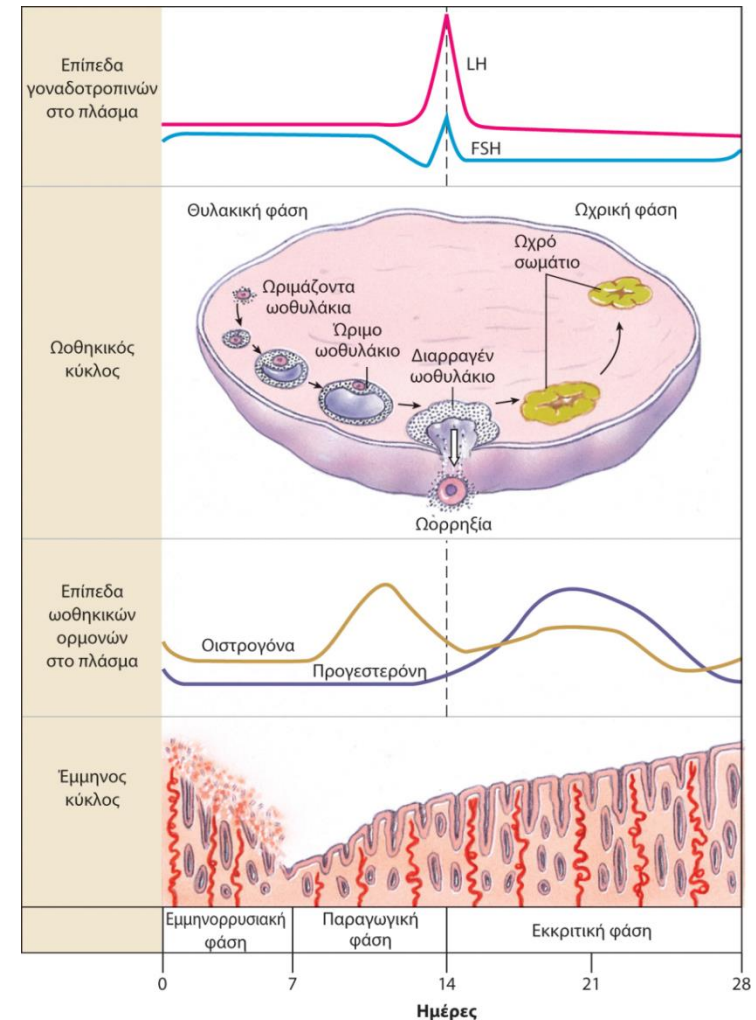
## 1. Έμμηνος ρύση (Day 1)

- Εκφύλιση τμήματος του ενδομητρίου
- Σχηματισμός εμμήνου απεκκρίματος

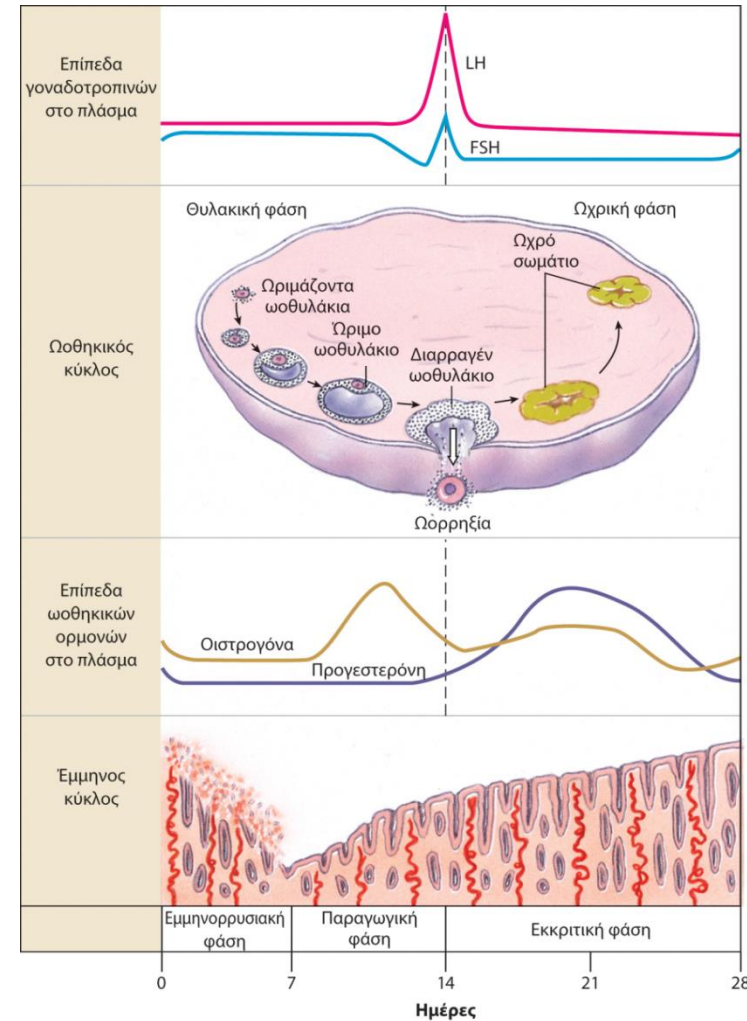
## 2. Θηλακική φάση

- Αύξηση **FSH & LH** (ταυτόχρονα - **D3**)
  - Αύξηση μερικών ωοθυλακίων τα οποία
  - Παράγουν **E<sub>2</sub>** που οδηγεί σε
  - Επούλωση & πάχυνση του ενδομητρίου
- **D3-D10**: Τα περισσότερα ωοθυλάκια που αναπτύχθηκαν αρχίζουν να εκφυλίζονται (**ατρητικά ωοθυλάκια**)

- Ένα (1-3) μόνο ωοθυλάκιο συνεχίζει την ωρίμανση (**ώριμο ή γραφιανό ωοθυλάκιο**)
- Έκκριση οιστρογόνων & παραγόντων καταστολής της FSH (ινχιμπίνη)



- **D13-D14:** Η αύξηση της  $E_2$  διεγείρει την παραγωγή **GnRH** από τον υποθάλαμο και την έκκριση **LH** από την υπόφυση, η οποία προκαλεί
- **Ωορρηξία**, απελευθερώνοντας το ωοκύτταρο από την ωοθήκη
- Αν δεν γονιμοποιηθεί άμεσα (12 h) θα πεθάνει

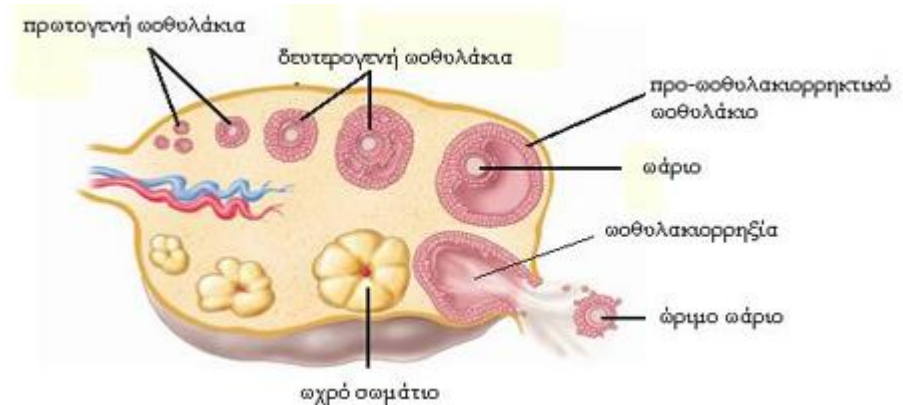


### 3. Ωχρινική φάση

- Τα υπολείμματα του διαρραγέντος ωοθυλακίου τα οποία απελευθέρωσε το ωοκύτταρο κατά την ωορρηξία σχηματίζουν το

#### Ωχρο σωματίο

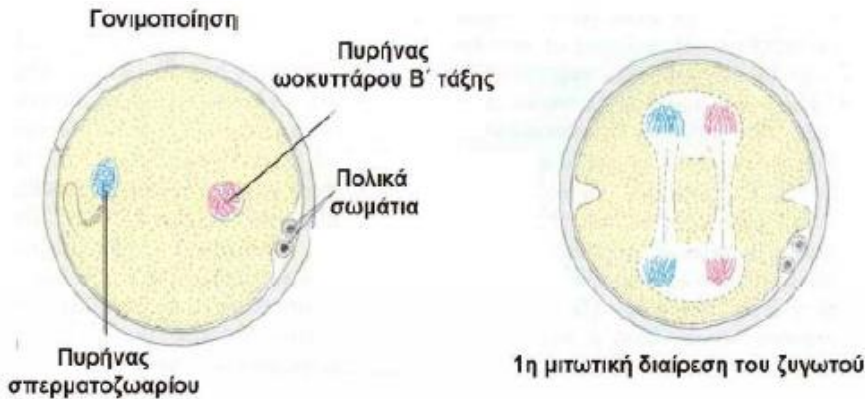
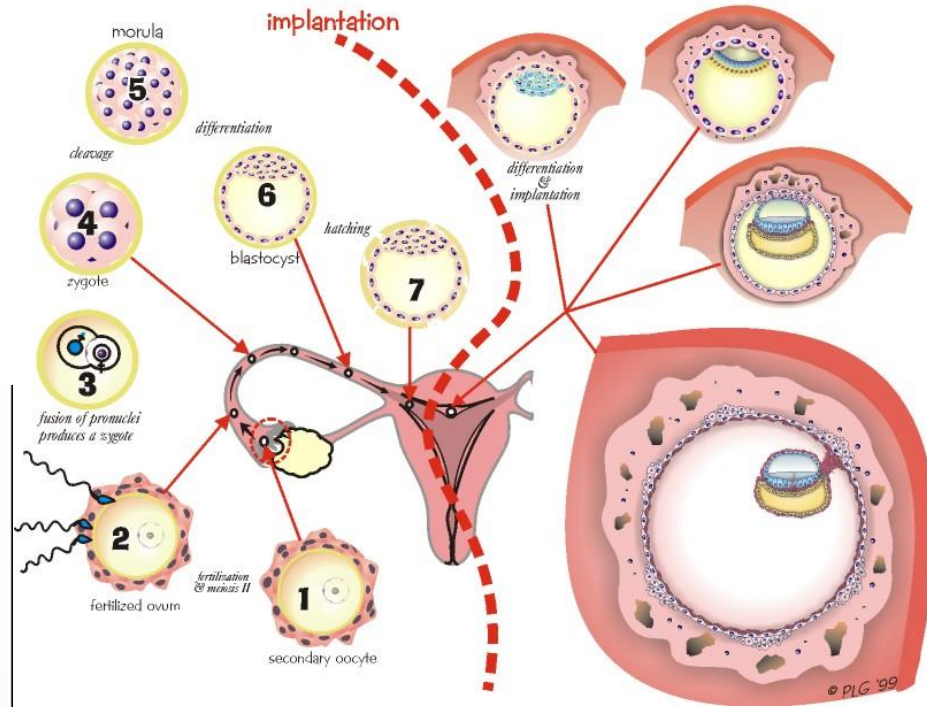
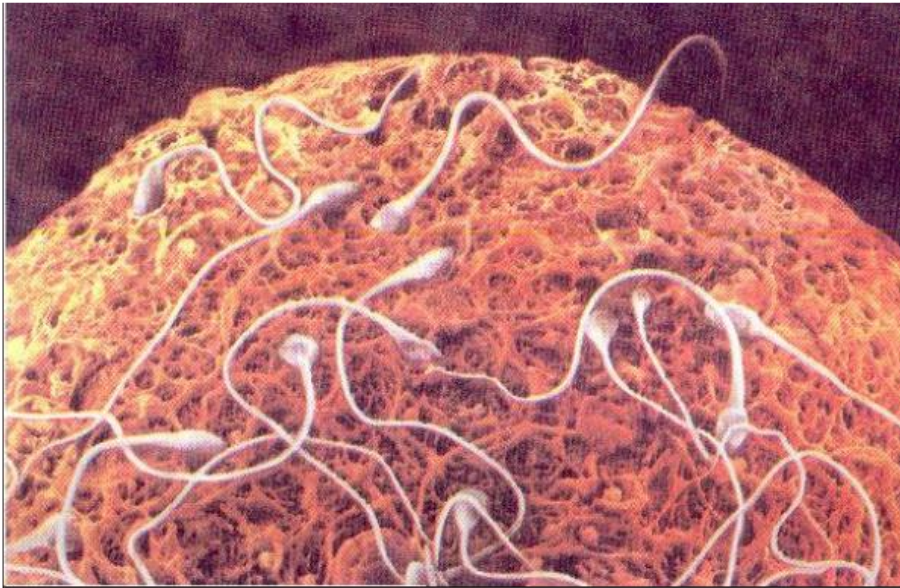
- Παράγει **προγεστερόνη**  
(& οιστρογόνα στα πρωτεύοντα)



- Διεγείρει την μήτρα για να ξεκινήσει την τελική διαδικασία ωρίμανσης και την προετοιμάζει για την κυοφορία
- Αν δεν γονιμοποιηθεί το ωάριο
  - Το ωχρο σωματίο εκφυλίζεται
  - Οι ορμόνες του δεν εκκρίνονται
  - Προκαλείται αποσύνθεση του ενδομητρίου, και
  - Αρχίζει ο σχηματισμός του απεκκρίματος του επόμενου κύκλου

<http://www.youtube.com/watch?v=nLmg4wSHdxQ>

# Γονιμοποίηση



## Γονιμοποίηση και δημιουργία ζυγώτου

Μετά τη συμπλήρωση της δεύτερης μειωτικής διαίρεσης του ωοκυττάρου Β' τάξης, οι δύο απλοεισείς πυρήνες ενώνονται και δημιουργείται το ζυγώτο.

<http://www.youtube.com/watch?v=5OvgQW6FG4>

# Γονική φροντίδα - παραδείγματα

<https://www.youtube.com/watch?v=fsn00Ggo048>

[https://www.youtube.com/watch?v=LBzirqiU\\_uw](https://www.youtube.com/watch?v=LBzirqiU_uw)

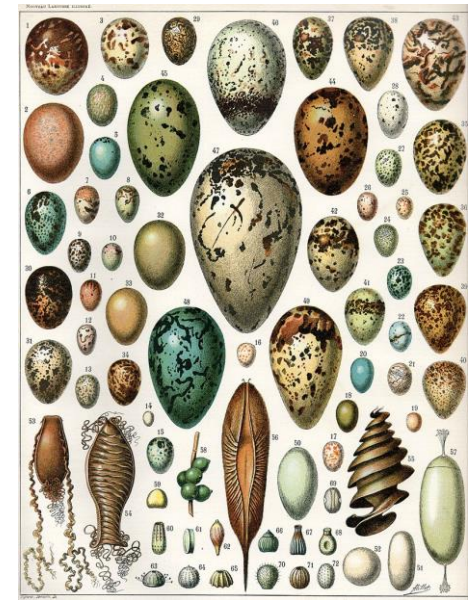
<https://www.youtube.com/watch?v=MsHCqrrU-Gk>

<https://www.youtube.com/watch?v=B91tozyQs9M>

(Puffer Fish Creates This Blue Water Art)

# Αναπαραγωγικά Πρότυπα

- **Ωοτόκα (Oviparous):** Γεννούν αβγά (εσωτερική ή εξωτερική γονιμοποίηση)
- **Ωοζωοτόκα (Ovoviviparous) :** Συγκρατούν τα αβγά στο σώμα τους, τα έμβρυα διατρέφονται από τη λέκιθο που είναι αποθηκευμένη στο αβγό & γεννούν ζωντανά άτομα
- **Ζωοτόκα (Viviparous) :** Τα ωάρια αναπτύσσονται στους ωαγωγούς ή στη μήτρα, τα έμβρυα διατρέφονται από τη μητέρα & γεννούν ζωντανά άτομα



## WAYS SHARKS REPRODUCE



Blue Shark  
(*Prionace glauca*)  
NEAR THREATENED

### VIVIPAROUS

young develop inside the mother's placenta and are born live



Brownbanded  
Bamboo Shark  
(*Chiloscyllium punctatum*)  
NEAR THREATENED

### OVI PAROUS

give birth to offspring by laying eggs



Whale Shark  
(*Rhincodon typus*)  
ENDANGERED

### OVOVIVIPAROUS

eggs incubate and hatch inside the mother's body and babies are born live



Zebra Shark  
(*Stegostoma tigrinum*)  
ENDANGERED

### PARTHENOGENESIS

Zebra sharks in aquariums have exhibited parthenogenesis. In these rare cases, females have reproduced without the need for male sperm. Typically zebra sharks reproduce sexually and are oviparous.



© 2021 ReefQuest Systems



<https://www.socrative.com/>

Student Login

Room Name: **FANOURAKI**