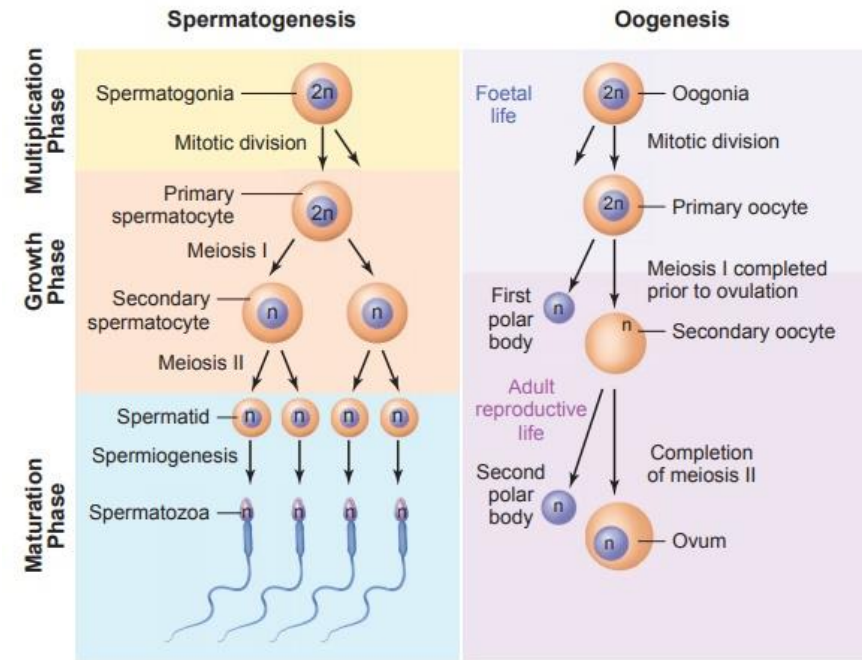




ΒΙΟΛ 101 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΖΩΟΛΟΓΙΑ

ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ



Μ. Παυλίδης (pavlidis@uoc.gr)
Ε. Φανουράκη (e.fanouraki@uoc.gr)

Ηράκλειο, 2022

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

2 φάσεις

1^η φάση: Σπερματογόνια $\xrightarrow{\text{Μίτωση}}$ Πρωτογενή Σπερματοκύτταρα

2n **2n**

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

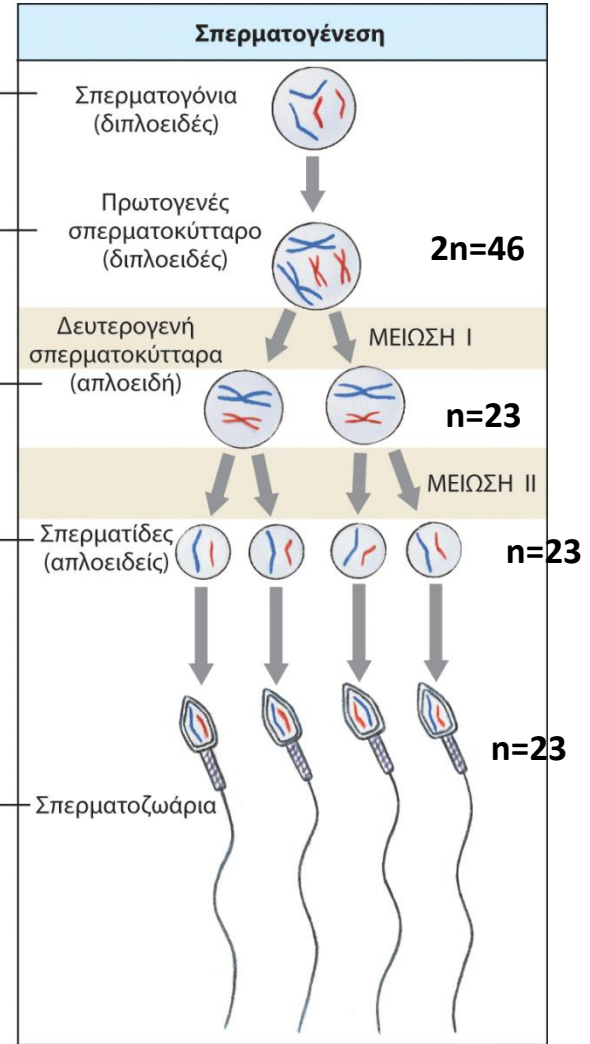
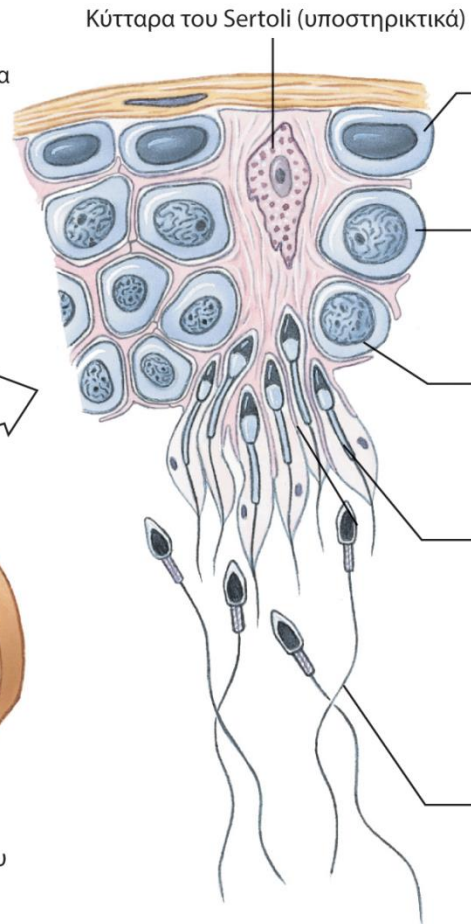
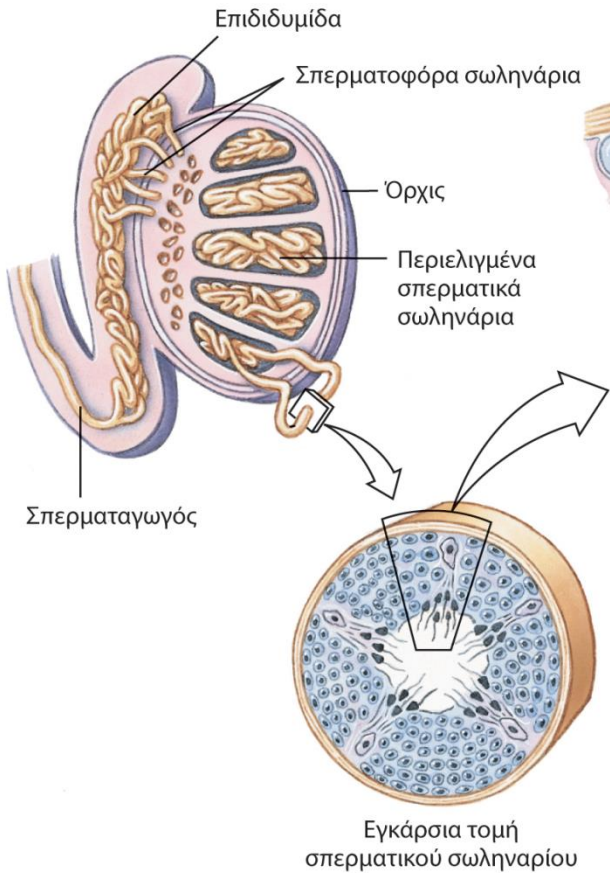
2n **n**

2^η φάση: Σπερμιογένεση

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

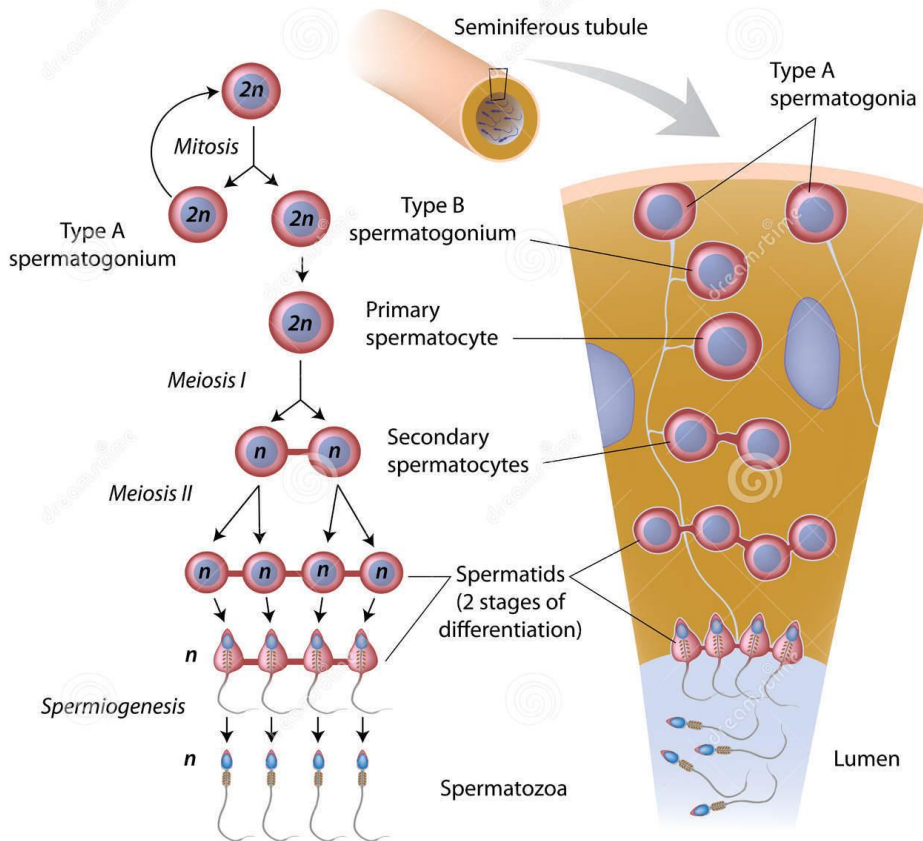


Σπερματογένεση



Διάρκεια των διαφορετικών φάσεων

Spermatogenesis



Μίτωση σπερματογονίων: **16 ημέρες**
(≈ 1 δις. και στους δυο όρχεις)

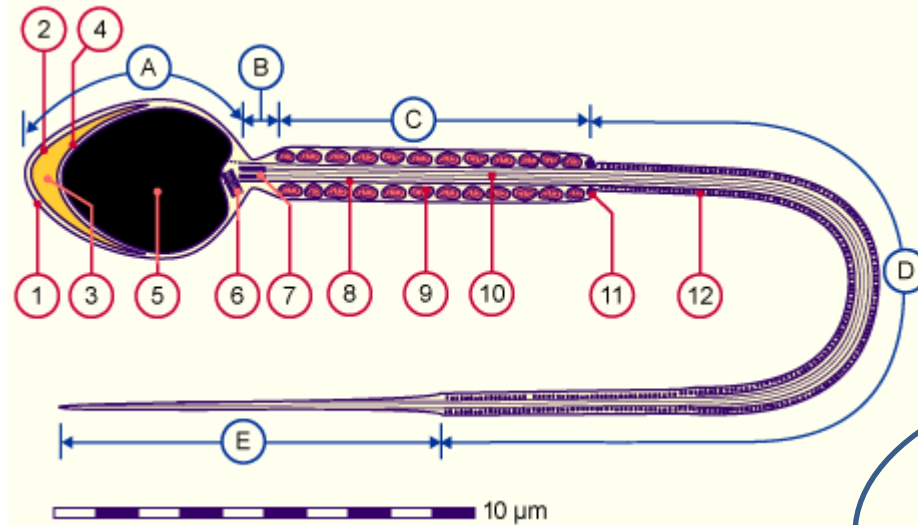
1^η Μείωση: **24 ημέρες**

2^η Μείωση: \approx **5 ώρες**

Σπερμιόγνεση: **24 ημέρες**

ΣΥΝΟΛΟ ≈ 64 (70 ± 4) Ημέρες

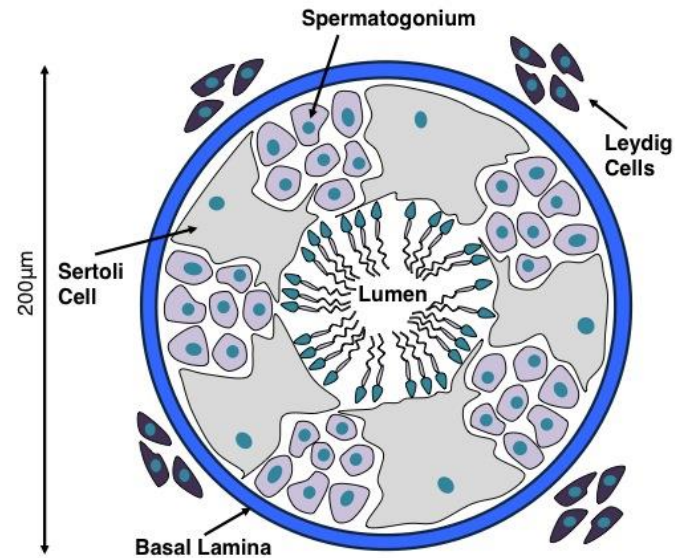
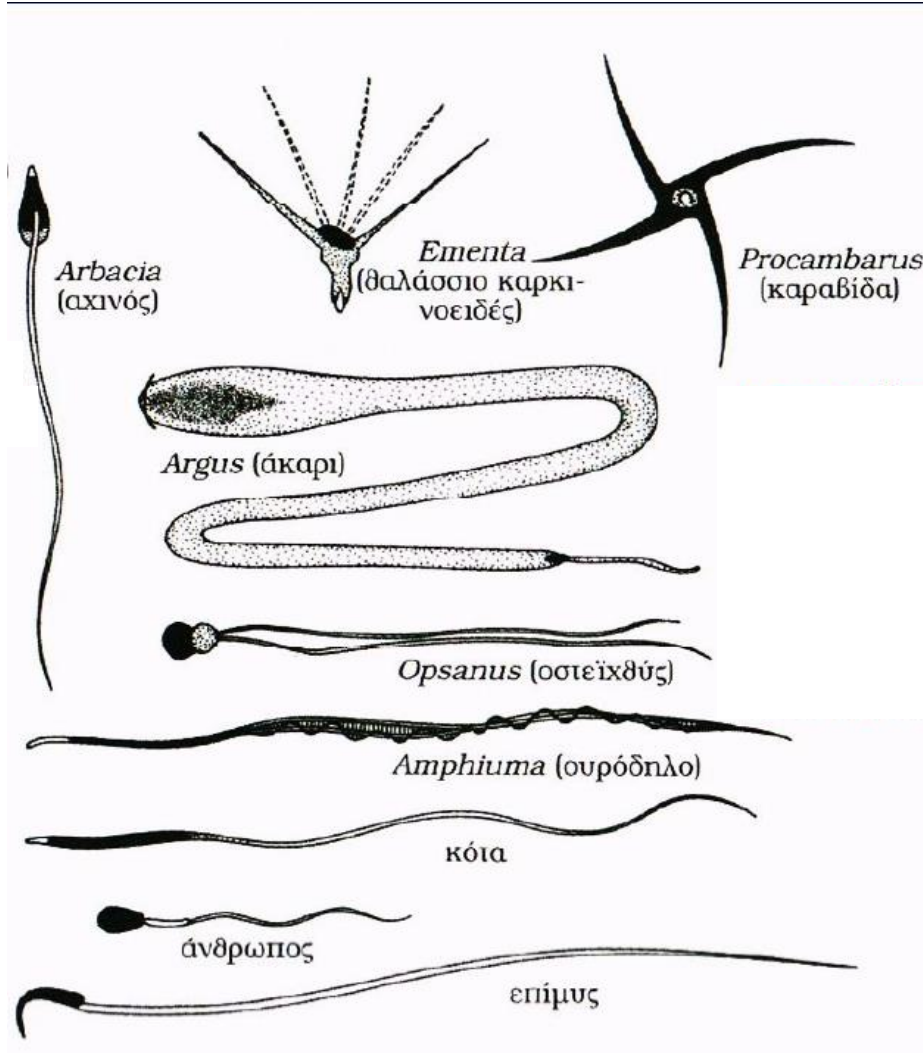
Το σπερματοζωάριο



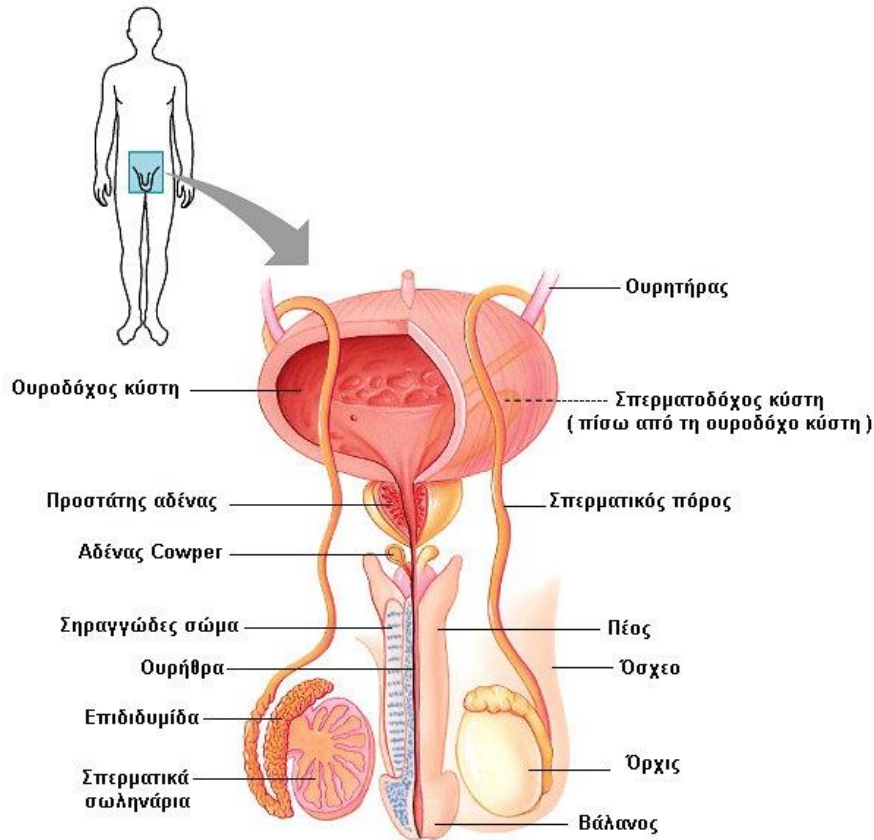
- 1 Plasma membrane ([Κυτταρική μεμβράνη](#))
- 2 Outer acrosomal membrane
- 3 Acrosome ([Ακρόσωμα](#))
- 4 Inner acrosomal membrane
- 5 Nucleus ([Πυρήνας](#))
- 6 Proximal centriole ([Κεντριόλιο](#))
- 7 Rest of the distal centriole
- 8 Thick outer longitudinal fibers
- 9 Mitochondrion
- 10 Axoneme ([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](#))

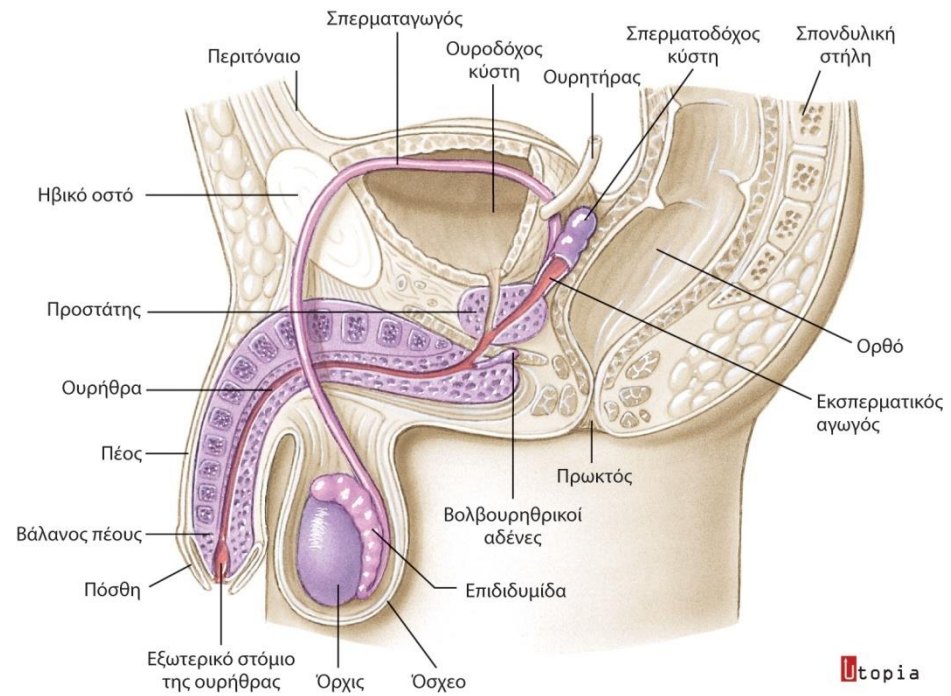
Μορφές σπερματοζωαρίων



Ανατομία του ανδρικού αναπαραγωγικού συστήματος



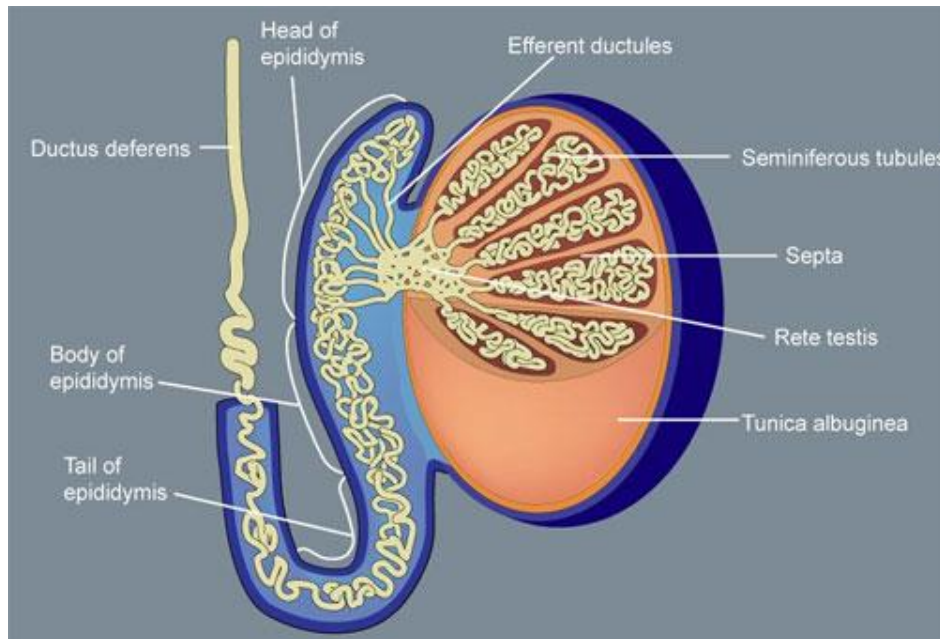
Πρόσθια όψη



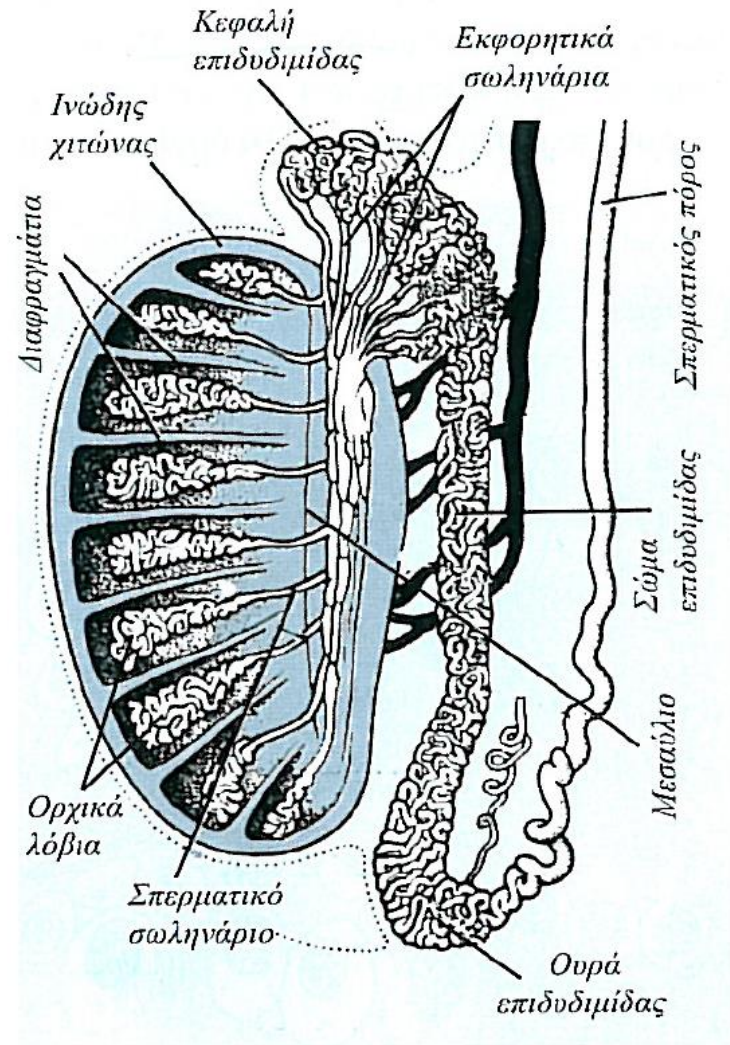
Πλάγια όψη

1. Όρχεις

- Ορχικά λοβία (Δομική μονάδα όρχεως)
 - Σπερματικά σωληνάρια ($n = 1 - 4$)
 - Διάμεση ουσία (κύτταρα **Leydig**)
- Διαφράγματα
- ✓ Σπερματοζωάρια
- ✓ Ανδρογόνα

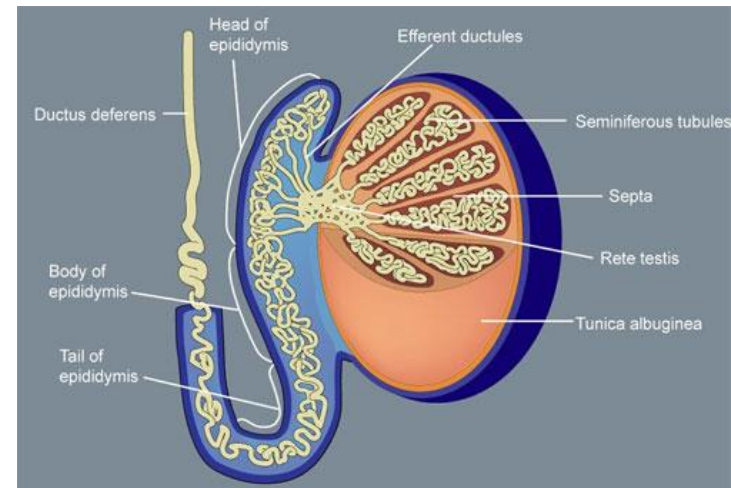
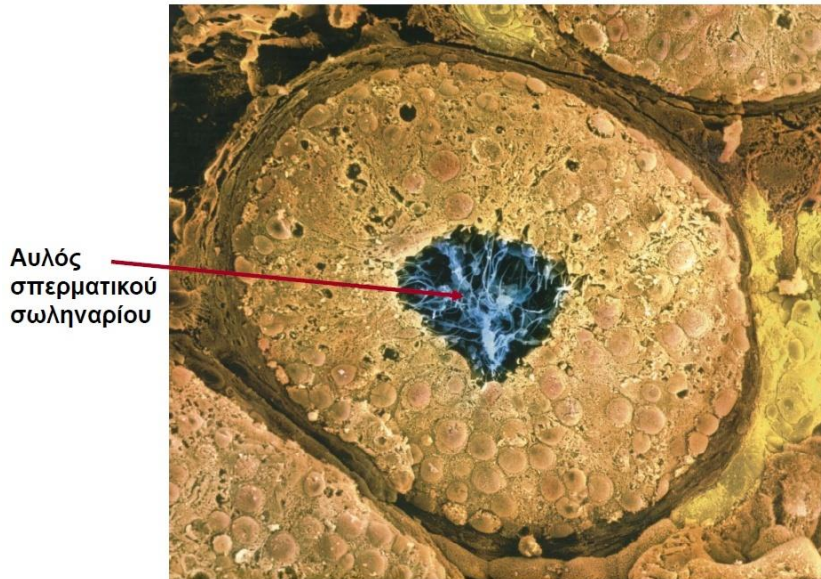


Ανατομία των όρχεων



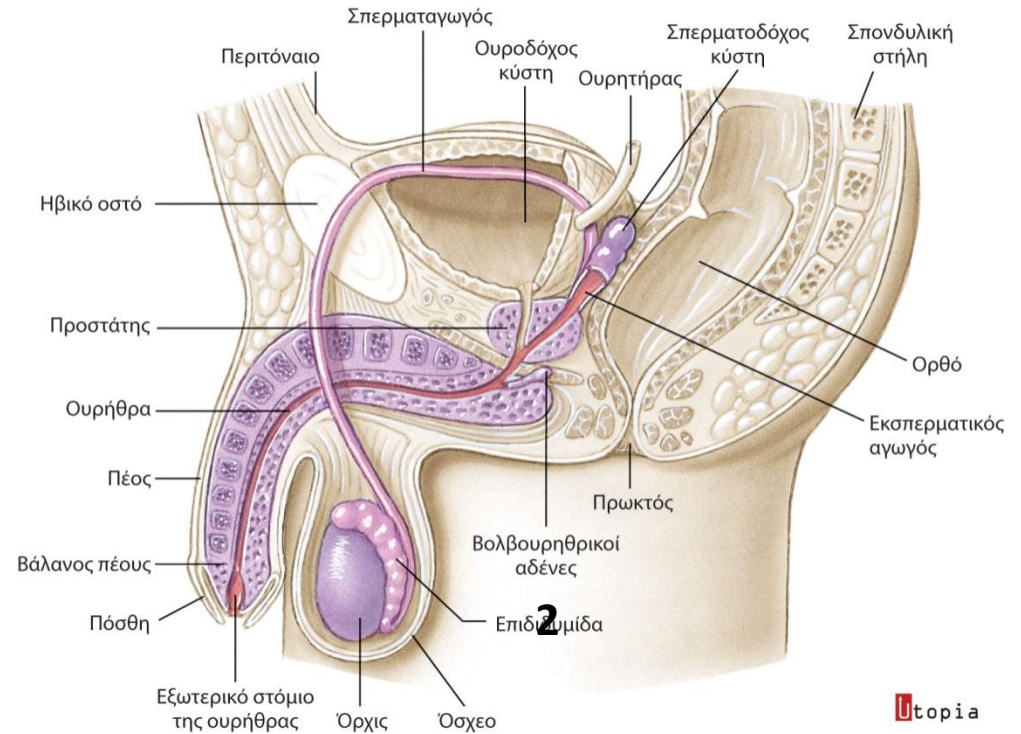
Σπερματικά σωληνάρια

- Επιμήκεις εσπειραμένοι σωληνίσκοι μήκους 50 - 70 cm & διαμέτρου 0,12 - 0,30 mm
- Αποτελούνται από ένα βασικό υμένα & τα κύτταρα **Sertoli**
- Εκβάλλουν μέσω πόρων στο ορχικό δίκτυο
- Εξερχόμενοι 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
- ✓ 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

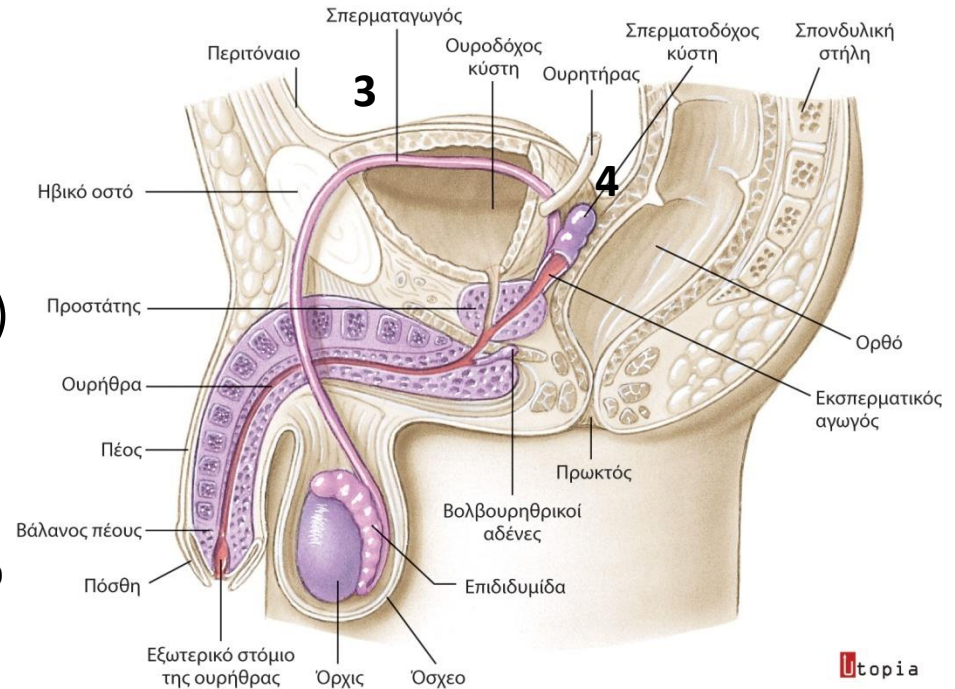


3. Σπερματικός Πόρος (σπερματαγωγός)

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

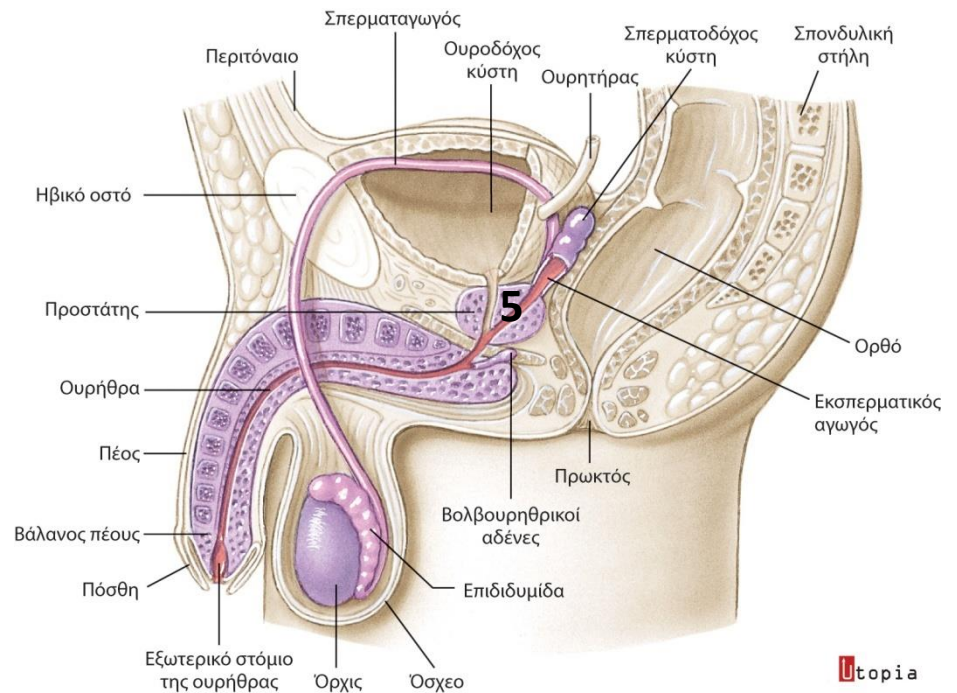
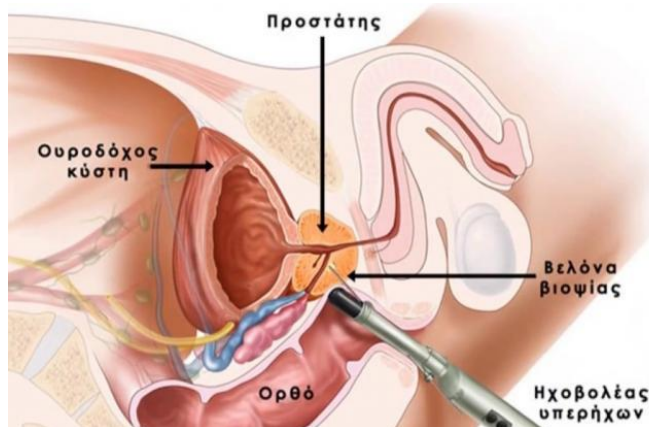
4. Σπερματοδόχος κύστη

- Τυφλή προεξοχή του ΣΠ 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



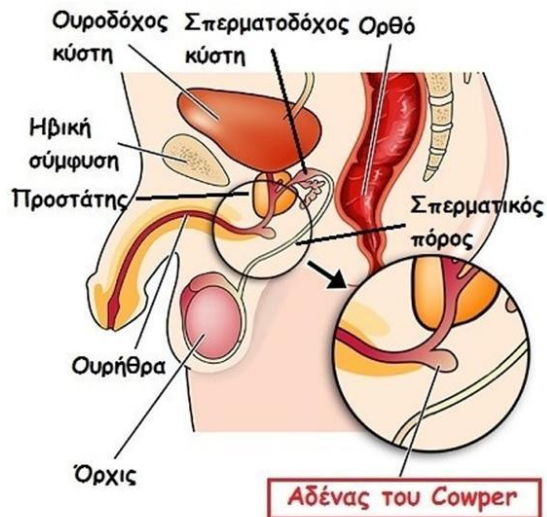
5. Προστάτης

- 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)



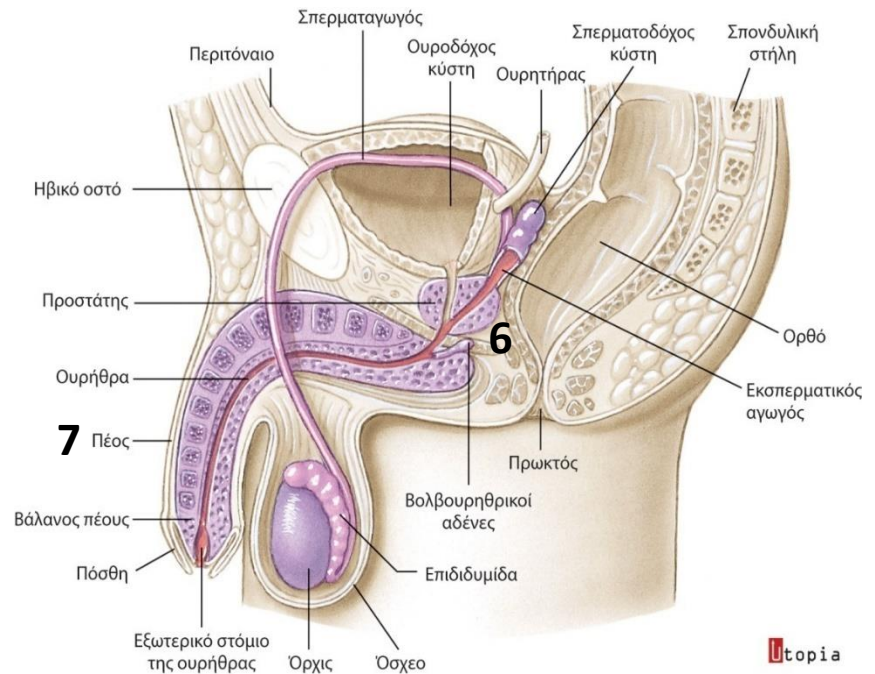
6. Αδένες Cowper ή Βολβουρηθραίοι αδένες

- 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

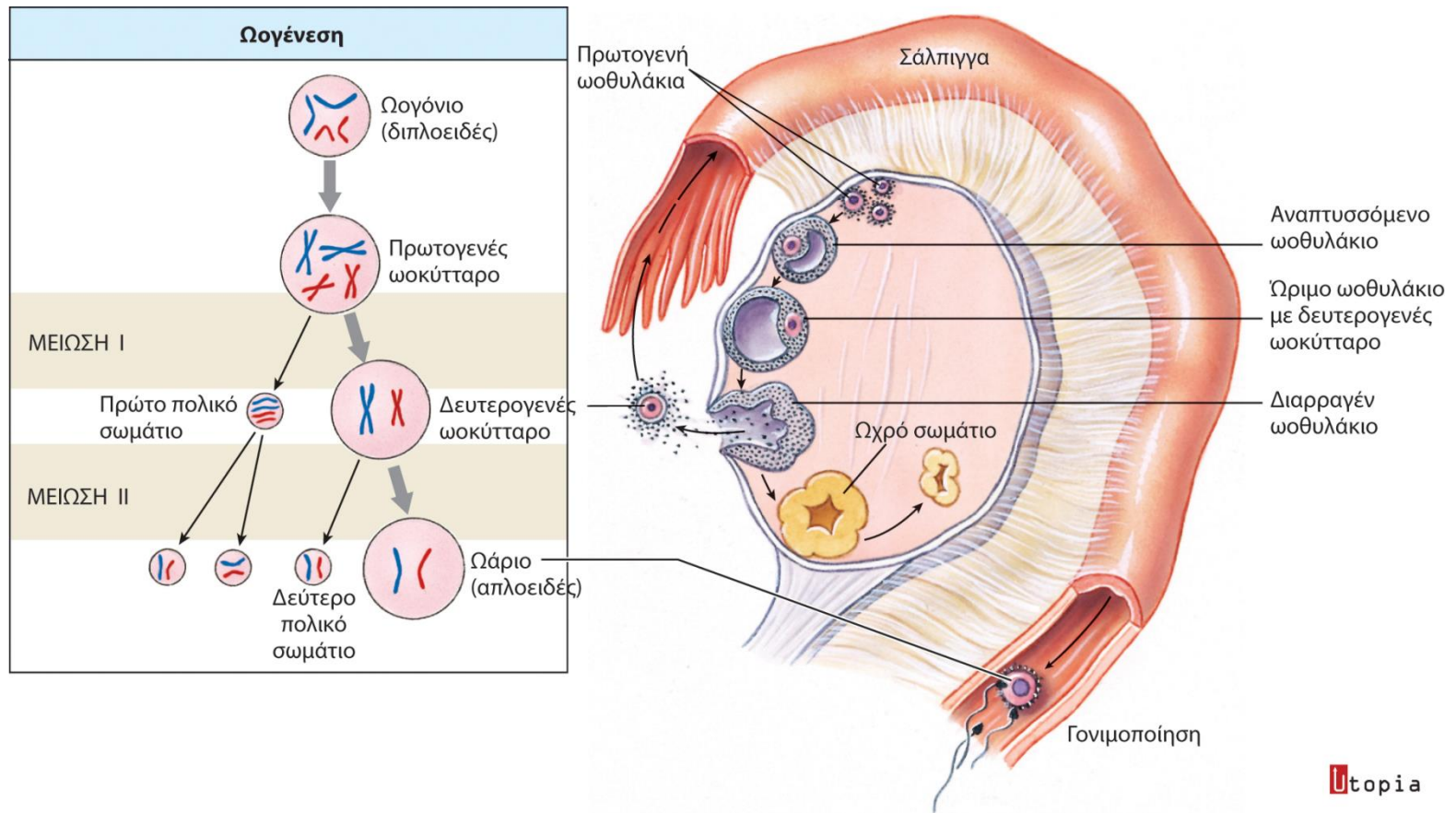


7. Πέος

- Εξωτερικό γεννητικό όργανο



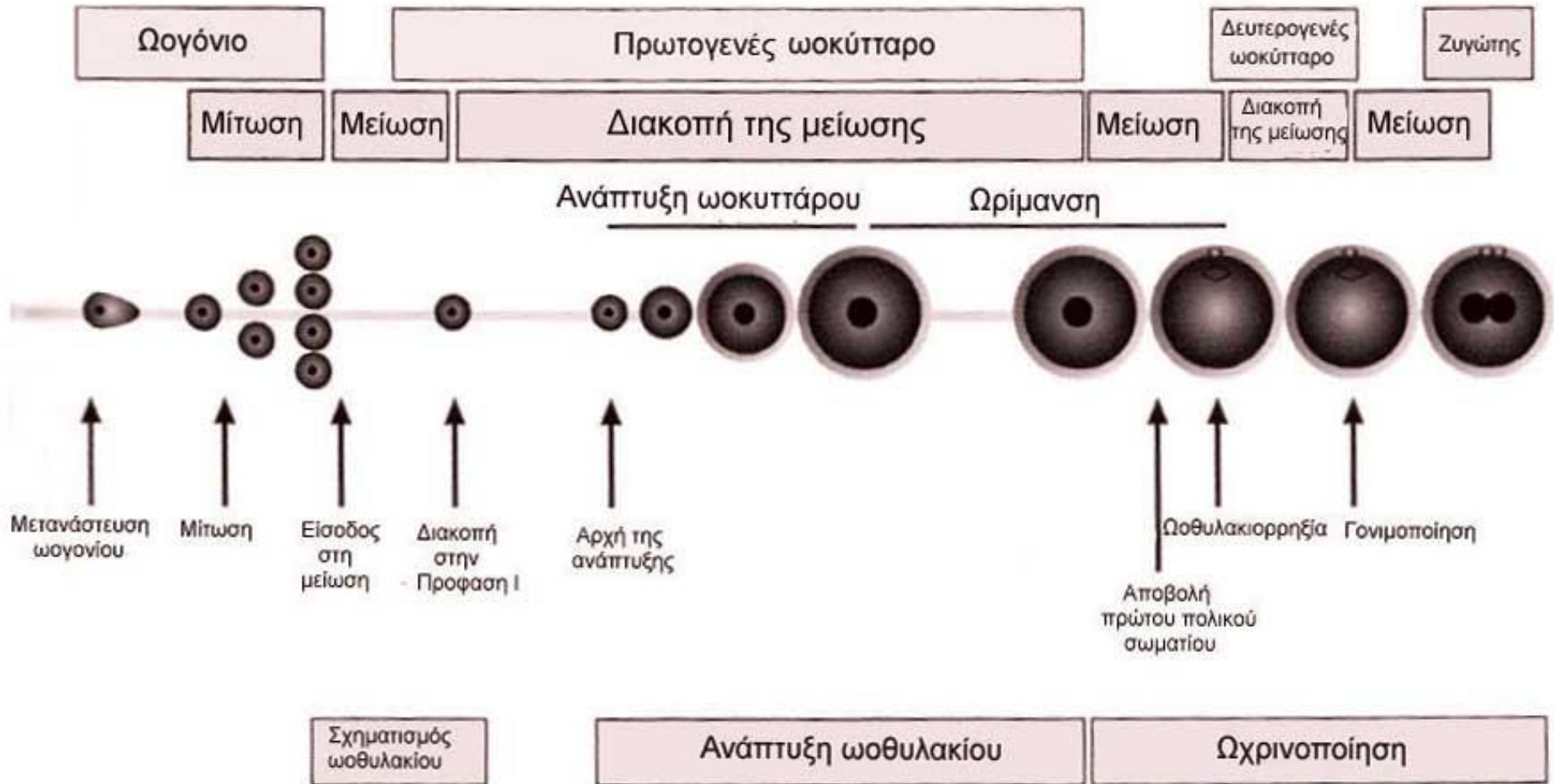
Ωογένεση

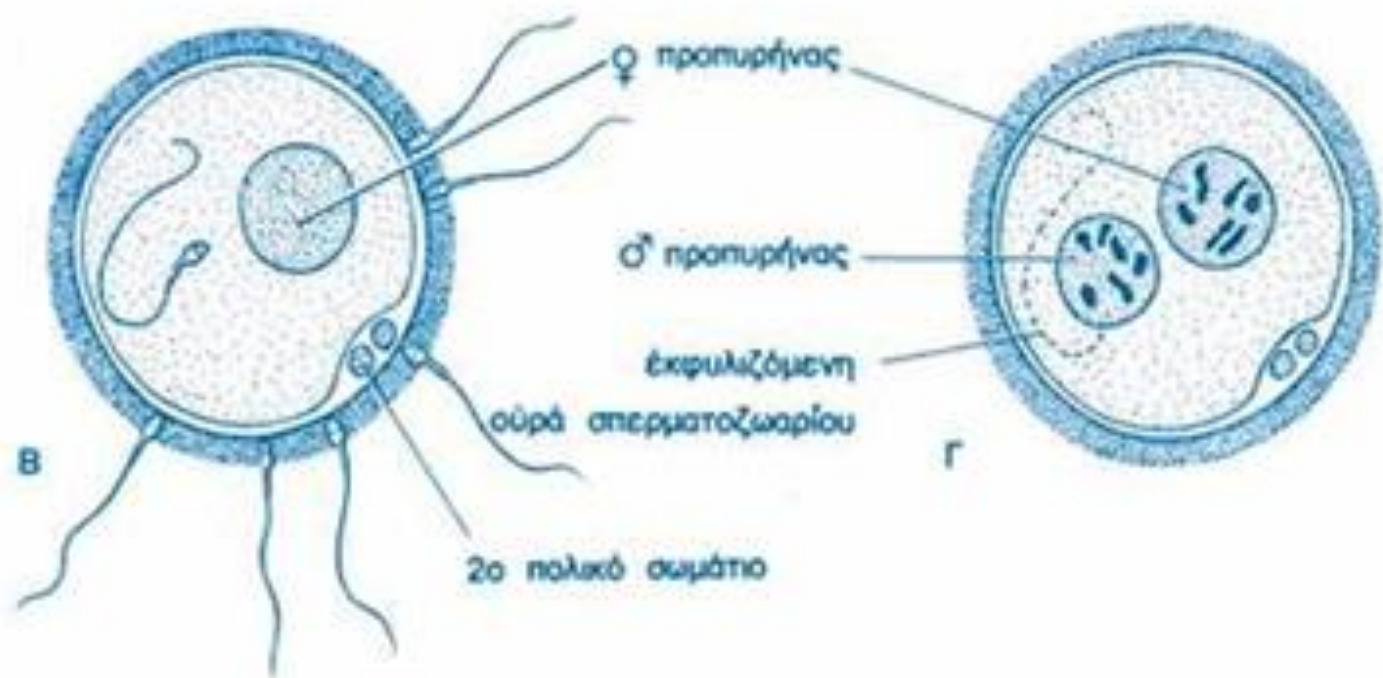


Η διαδικασία της ανάπτυξης **διακόπτεται** στην Πρόφαση I της 1^{ης} μειωτικής διαίρεσης (στάδιο διπλοταινίας) & η **μείωση συνεχίζεται**

- 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^η εβδομάδα** της ανάπτυξης, τα αρχέγονα γεννητικά κύτταρα μεταναστεύουν στις ωοθήκες και διαφοροποιούνται σε **ωογόνια (46,2n)**.
- Η μείωση αρχίζει περίπου την **13^η εβδομάδα** της εμβρυϊκής ανάπτυξης και διακόπτεται στην **πρόφαση της 1^{ης} 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^η 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^{ης} μείωσης** μέχρι τη γονιμοποίηση.
- Κατά τη **γονιμοποίηση**, το δευτερογενές ωοκύτταρο ολοκληρώνει τη 2^η μείωση για να σχηματίσει ένα **ώριμο ωάριο (23,n)** και ένα δεύτερο πολικό σωματίο.

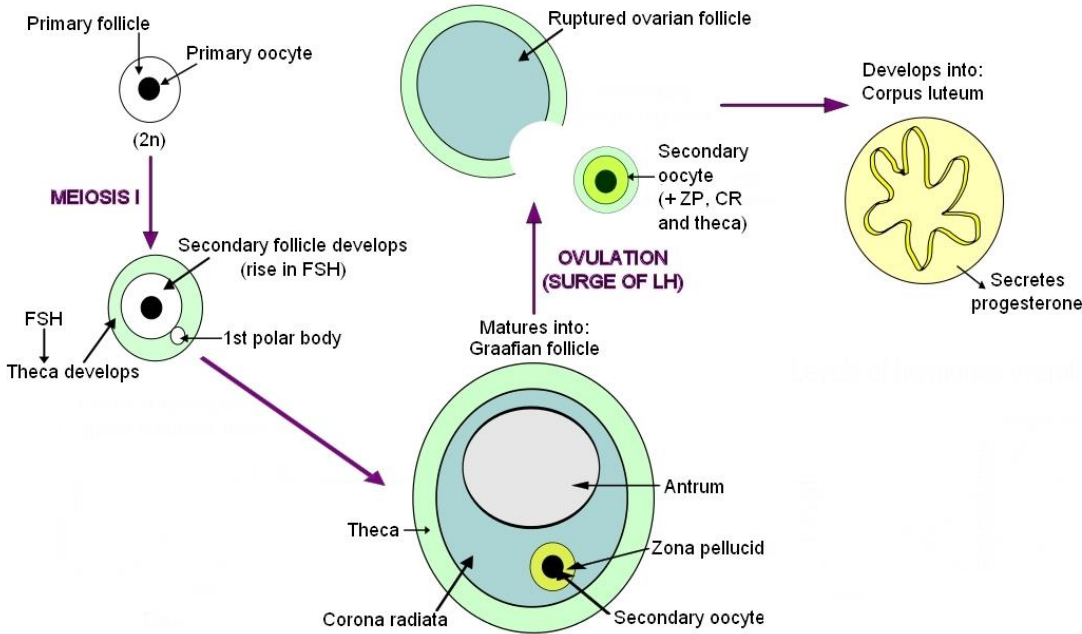




Γονιμοποίηση

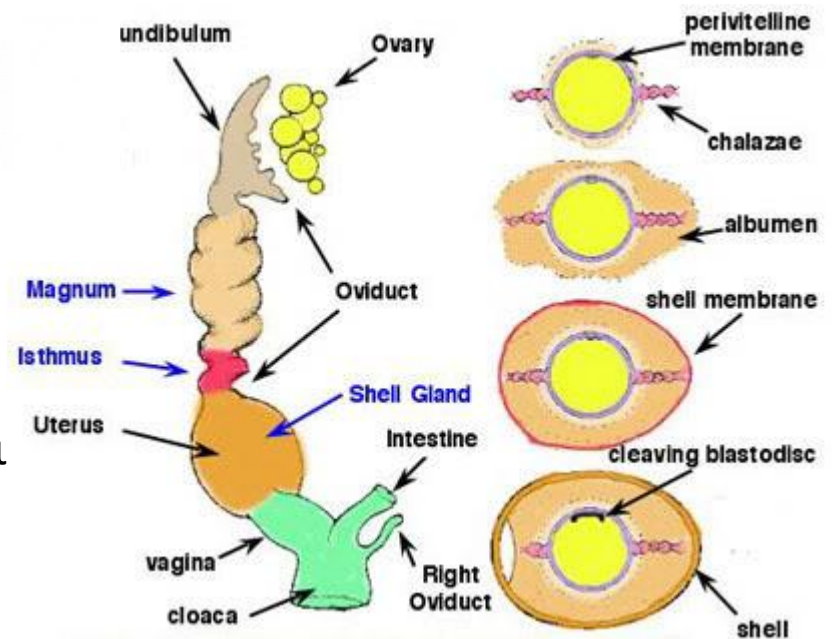
Η ωογένεση στα πτηνά

Figure 2: Ovarian Oogenesis and Folliculogenesis

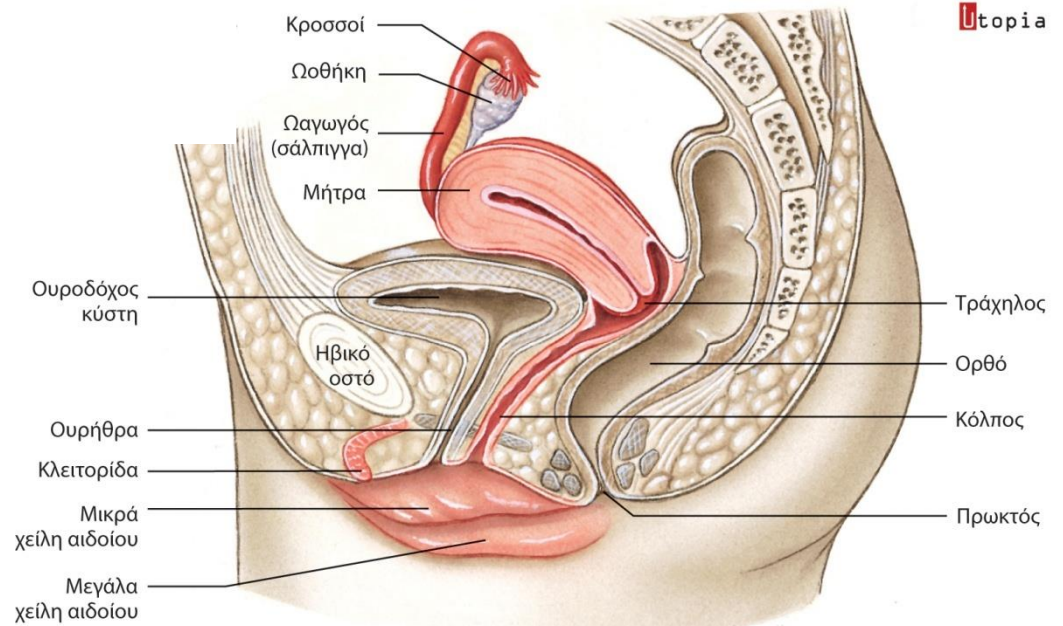
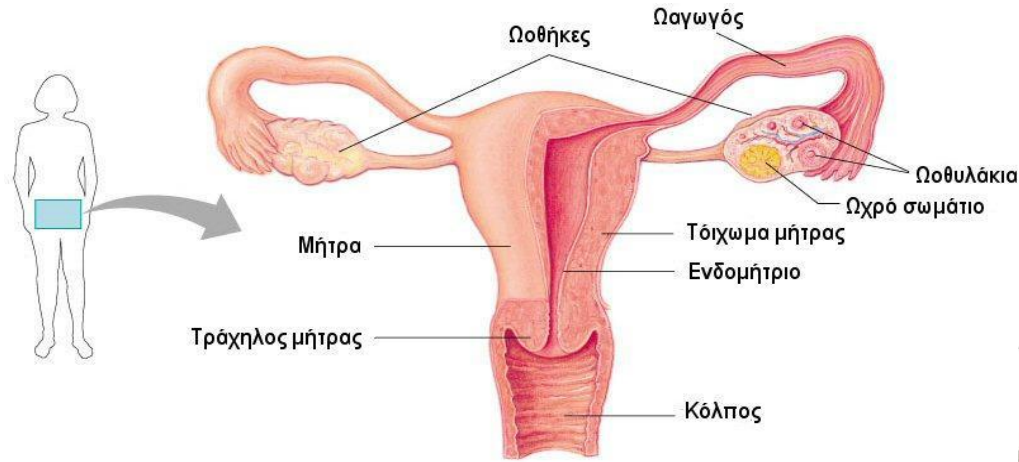


Ωορρηξία:

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



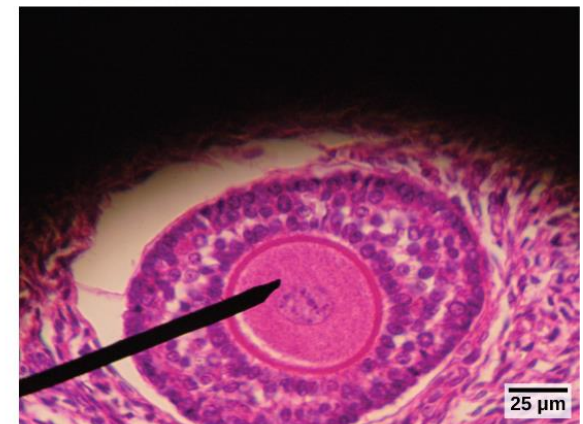
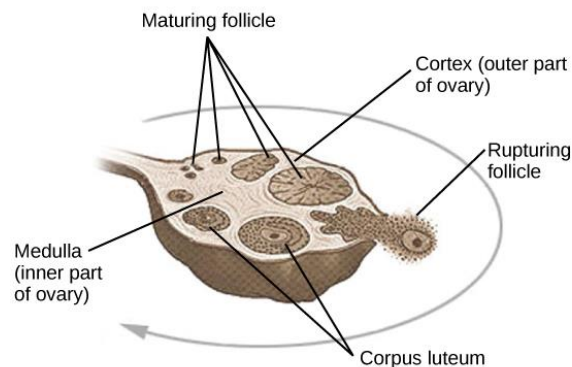
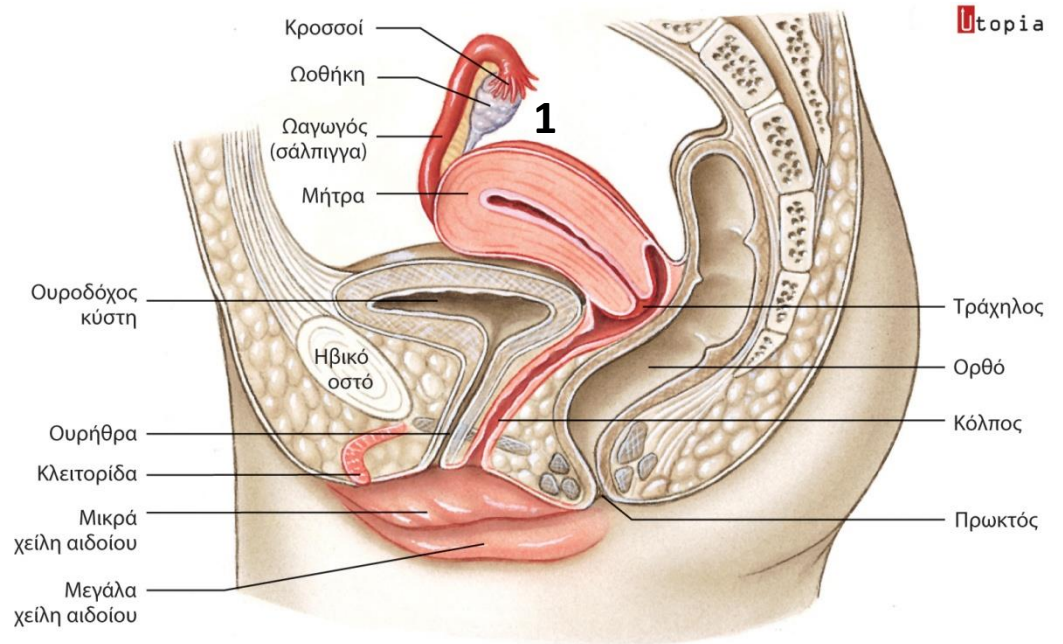
Ανατομία του γυναικείου αναπαραγωγικού συστήματος



1. Ωοθήκες

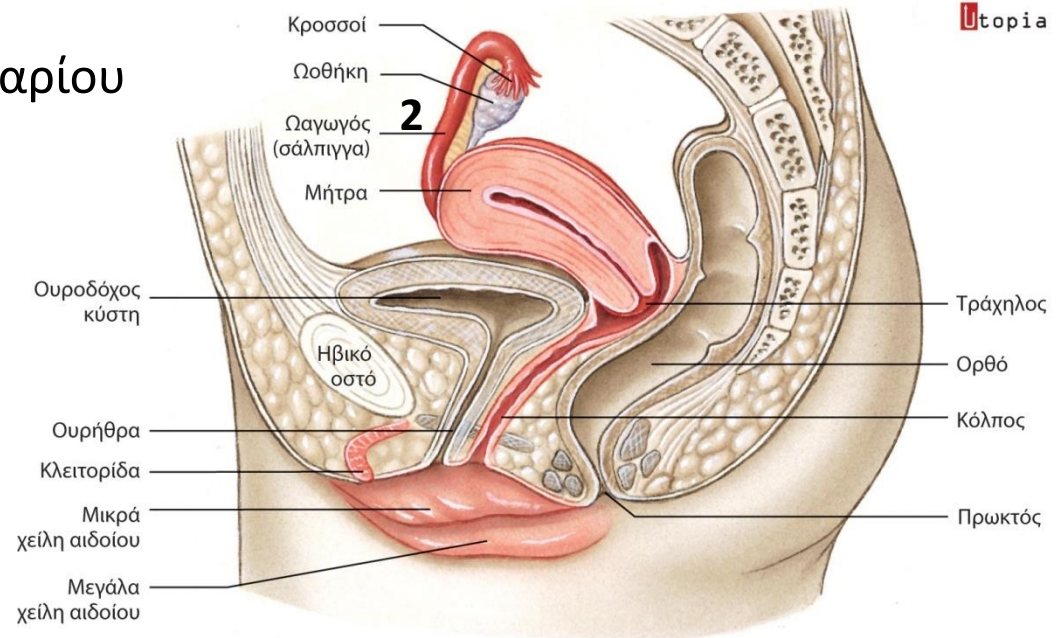
- Αμυγδαλοειδές σχήμα , μήκος 3-4 cm, πλάτος 1,5cm, πάχος 1 cm (άνθρωπος)
- Αποτελείται από τη φλοιώδη (περιέχει τα ωοθηλάκια) & τη μυελώδη μοίρα (αγγεία, νεύρα)

- ✓ Ωάρια
- ✓ Οιστρογόνα
- ✓ Προγεστερόνη



2. Ωαγωγός ή σάλπιγγα

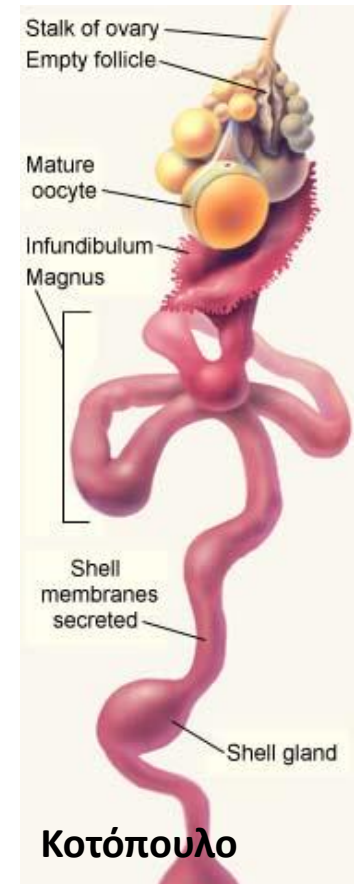
- Μυϊκοί, σωληνώδεις σχηματισμοί που έχουν μήκος 10 - 12 cm και καταλήγουν στο ελεύθερο ή κωδωνικό στόμιο
- Εξωτερικά καλύπτεται από ορογόνο χιτώνα (στρώμα χαλαρού συνδετικού και λιπώδους ιστού και αγγείων)
- Στο μέσο βρίσκεται μυϊκός χιτώνας & εσωτερικά βλεννογόνος
- ✓ Διευκολύνει τη κίνηση του ωαρίου



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 ή παραμένουν τα έμβρυα μέχρι την ολοκλήρωση της ανάπτυξής τους:

Ερπετά, Πτηνά, Θηλαστικά

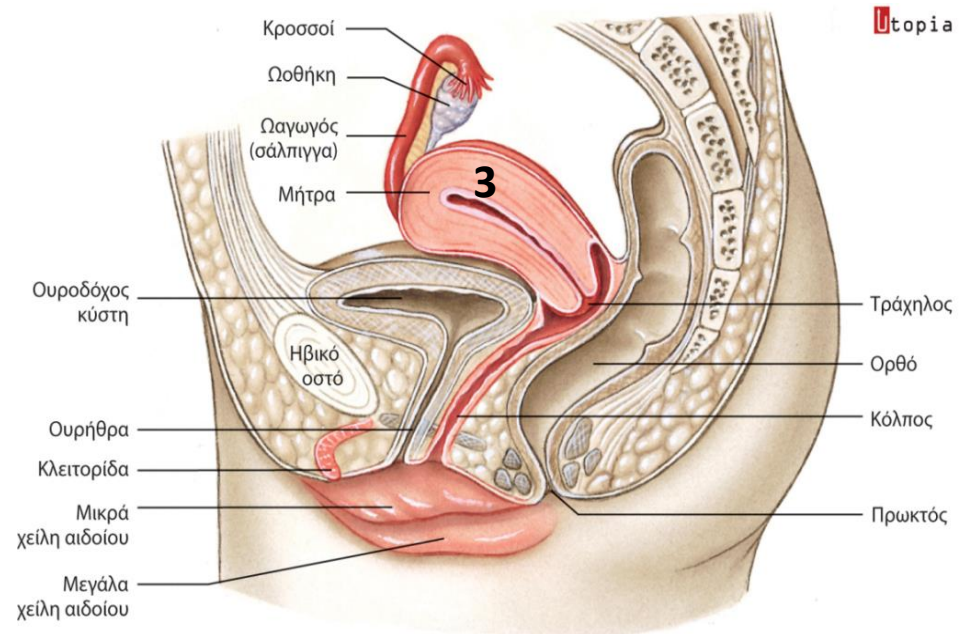


3. Μήτρα

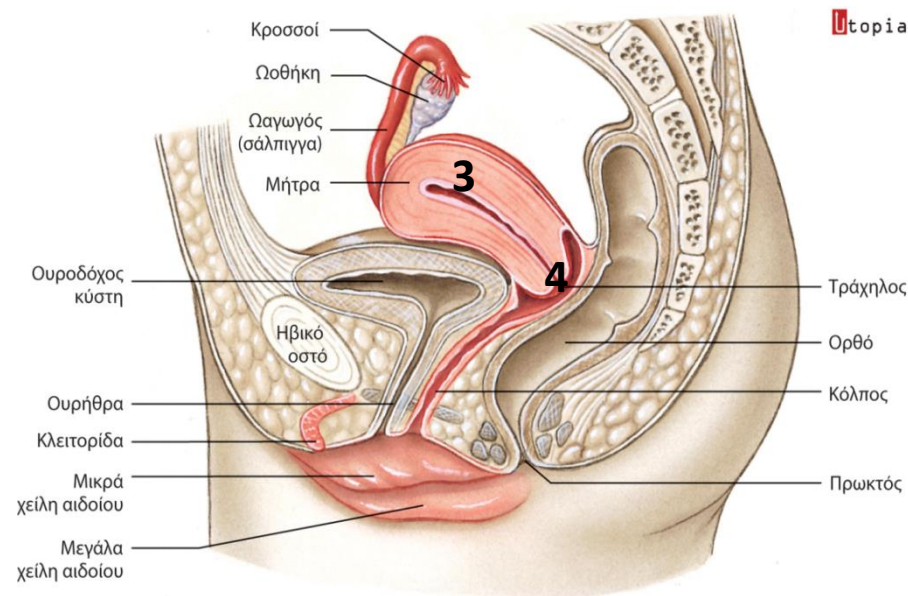
- Ποικίλλει στα διάφορα θηλαστικά

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

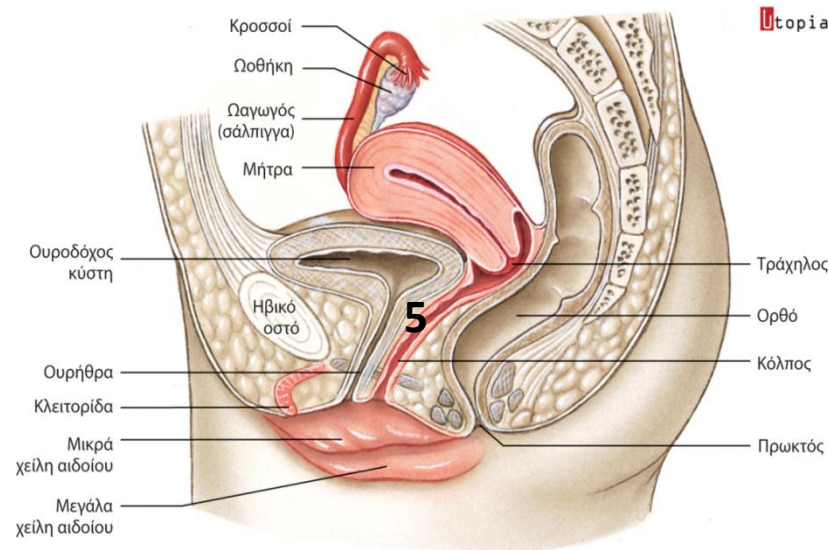


- Προς τα άνω επικοινωνεί χάρη στα δύο σαλπινγικά στόμια με τις σάλπιγγες και με τις ωοθήκες
- Προς τα κάτω προβάλλει προς τον κόλπο σχηματίζοντας τον **Τράχηλο (4)** ο οποίος παράγει την
 - Τραχηλική βλέννη που δρα προστατευτικά έναντι των παθογόνων μικροοργανισμών, ενώ ταυτόχρονα δρα επικουρικά στη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



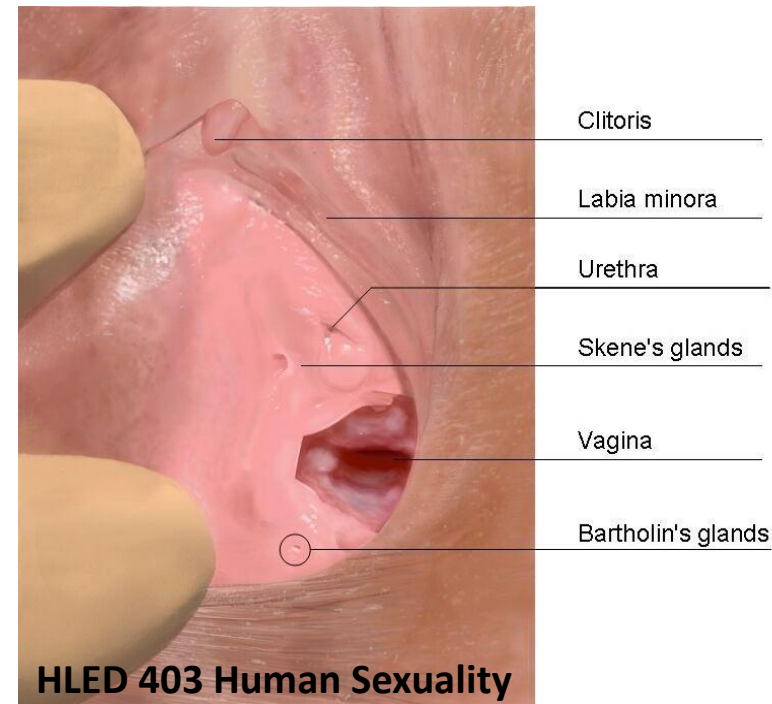
- ✓ Μυώδης σωλήνας προσαρμοσμένος για την είσοδο του πέους
- ✓ Δίαυλος τοκετού κατά την εξώθηση του εμβρύου

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 βολβοουρηθρέων αδένων του άρρενος
- ✓ Έκκριση υγρού που βοηθά στη λίπανση του κόλπου

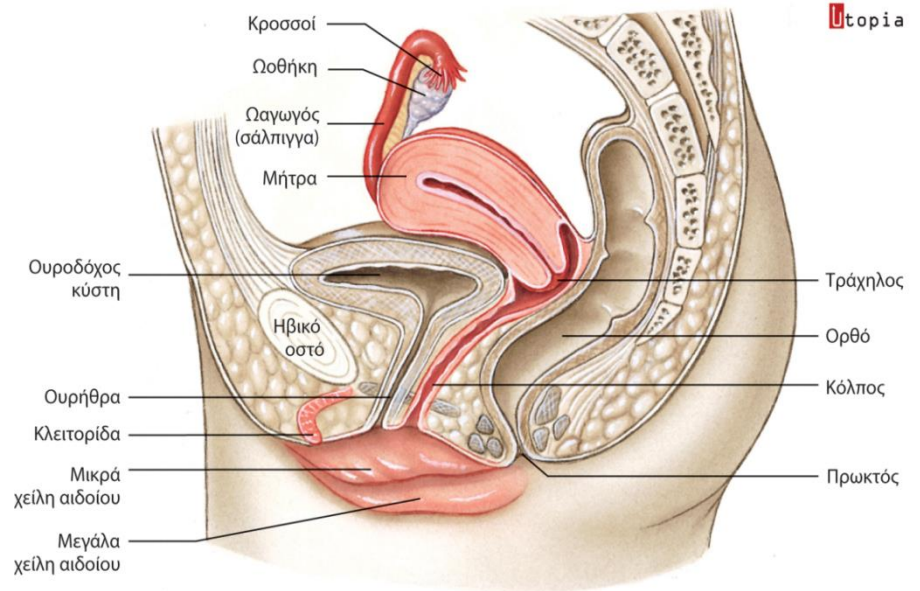
7. Αδένες του Skene ή παραουρηθρικοί αδένες

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

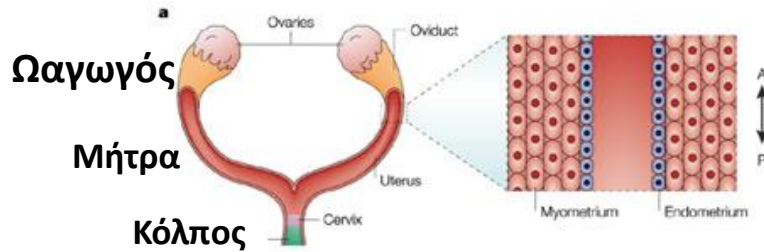


8. Αιδοίο (έξω γεννητικά όργανα)

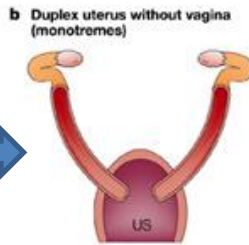
- Εφηβαίο
- Μεγάλα και μικρά χείλη
- Πρόδομος του κόλπου
- Κλειτορίδα (ομόλογη του πέους)
- Παρθενικός υμένας



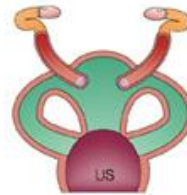
Ανατομία θηλυκού αναπαραγωγικού συστήματος σε διάφορα θηλαστικά



2 μήτρες - 0 κόλπος
(Μονοτρήματα)



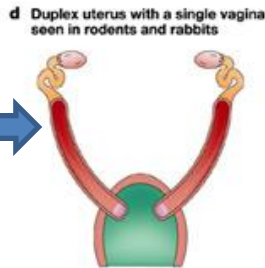
c Duplex uterus with two lateral vaginae and a median birth canal (marsupials)



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



2 μήτρες - 1 κόλπος
(Τρωκτικά & κουνέλια)



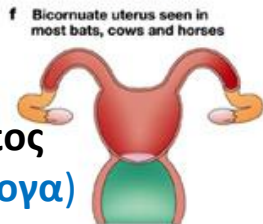
e Bipartite uterus seen in pigs, marine mammals and mice



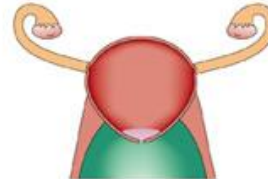
Δίχωρος μήτρα - 1 κόλπος
(Χοίροι, Θαλάσσια θηλαστικά, ποντίκια, ελάφια)



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



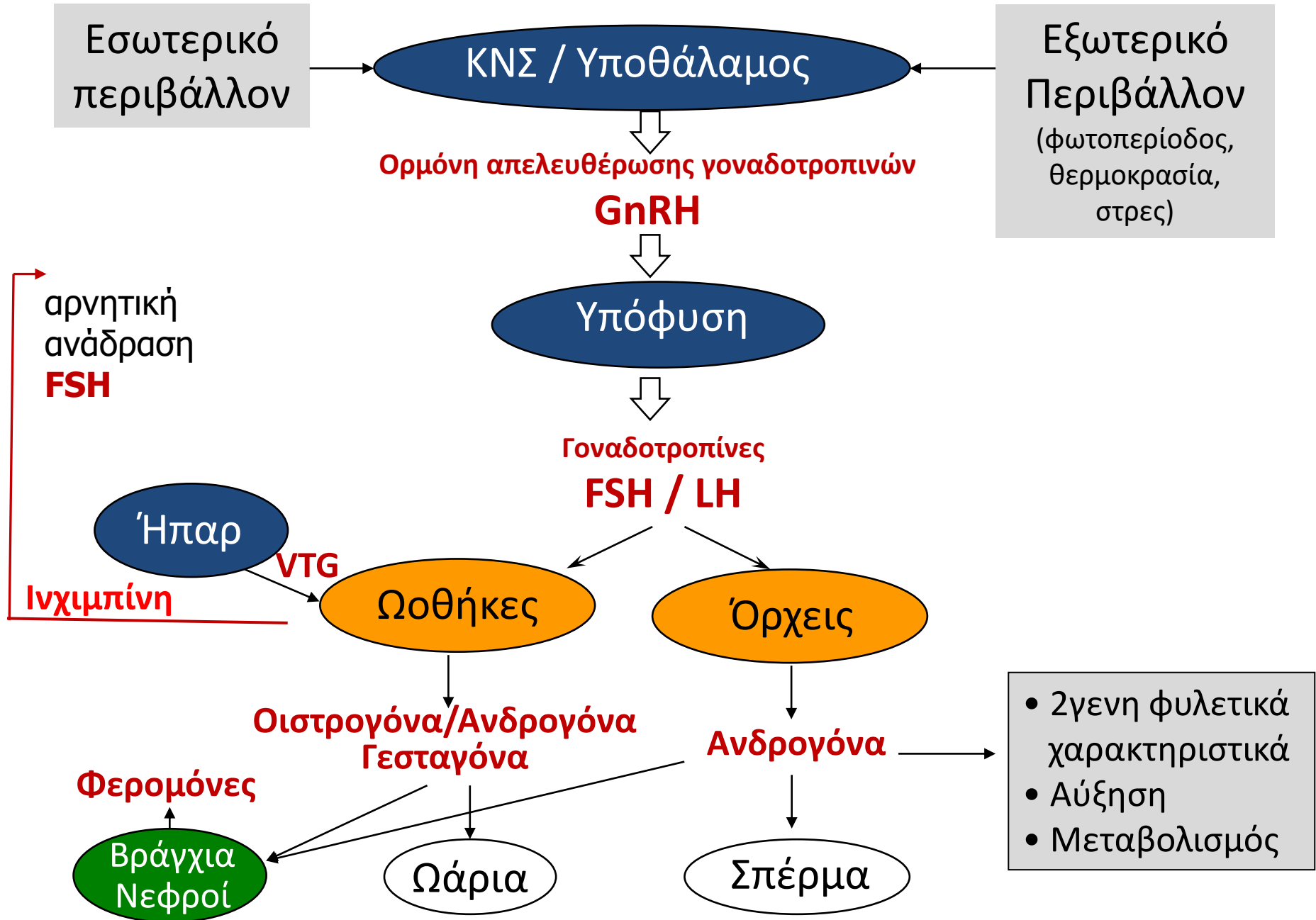
g Simplex uterus seen in most higher primates, including humans



1 μήτρα - 1 κόλπος
(Πρωτεύοντα)



Ορμονική Ρύθμιση του Αναπαραγωγικού Κύκλου



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

Ο Έμμηνος Κύκλος

FSH (ωοθυλακιοτρόπος)

➔ Αύξηση ωοθυλακίου
& παραγωγή E_2

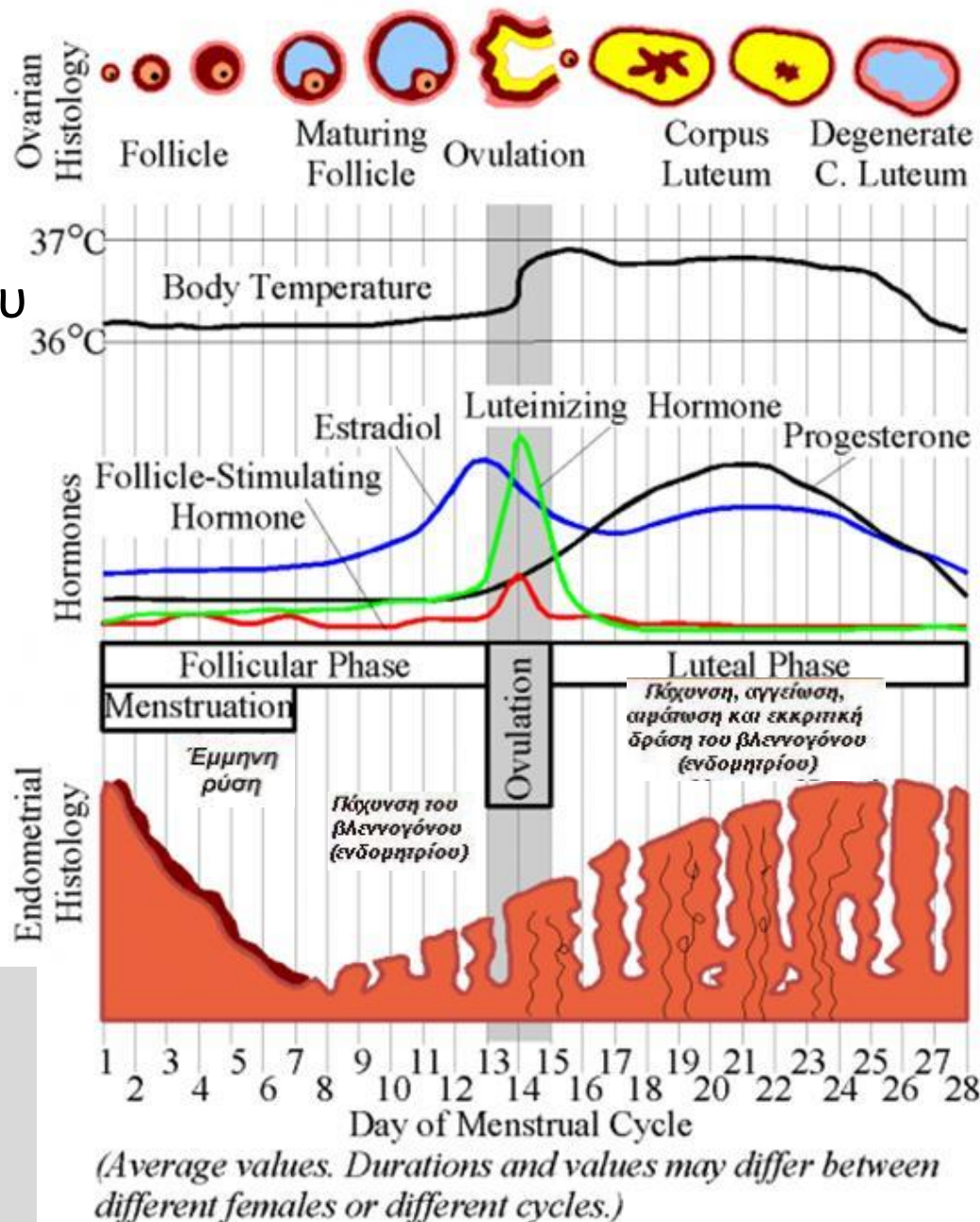
E_2 ➔ GnRH ➔ LH

LH (ωχρινοποιητική)

➔ Ωορρηξία

Ωχρο σωματίο ➔ PRG, E_2

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



1. Έμμηνος ρύση (Day 1)

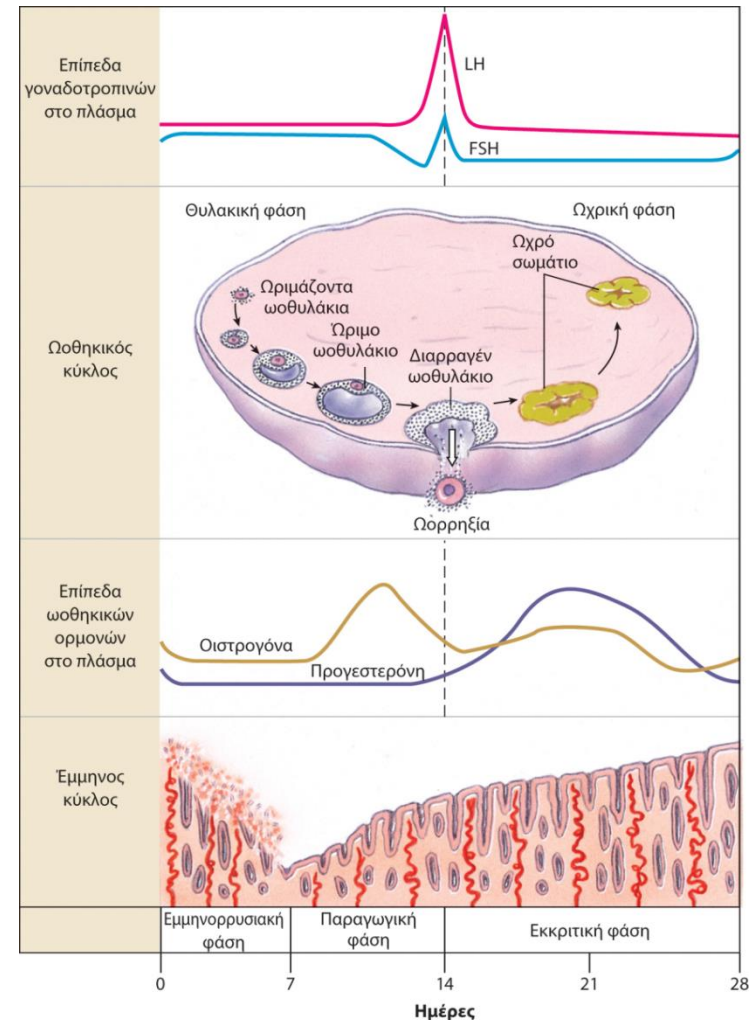
- Εκφύλιση τμήματος του ενδομητρίου
- Σχηματισμός εμμήνου απεκκρίματος

2. Θηλακική φάση

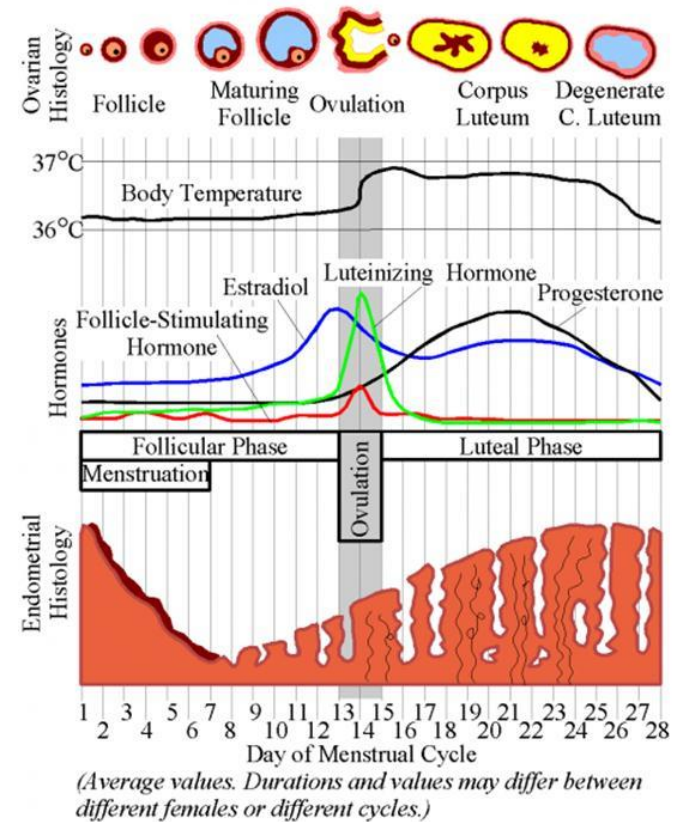
- Αύξηση **FSH & LH** (ταυτόχρονα - **D3**)
- Αύξηση μερικών ωοθυλακίων &
- Παραγωγή **E₂** που οδηγεί σε
- Επούλωση & πάχυνση του ενδομητρίου

• **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

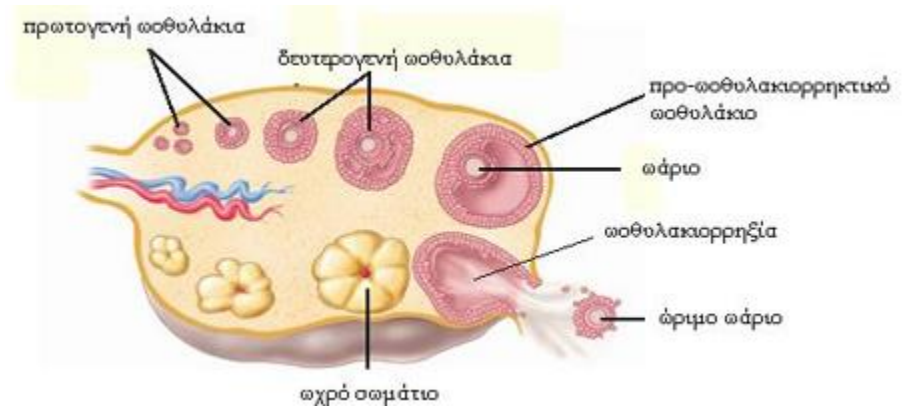


3. Ωχρινική φάση

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

Ωχροό σωματίο

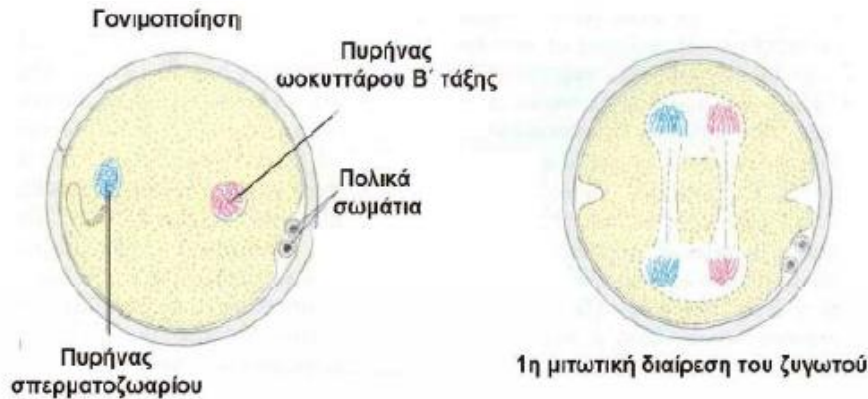
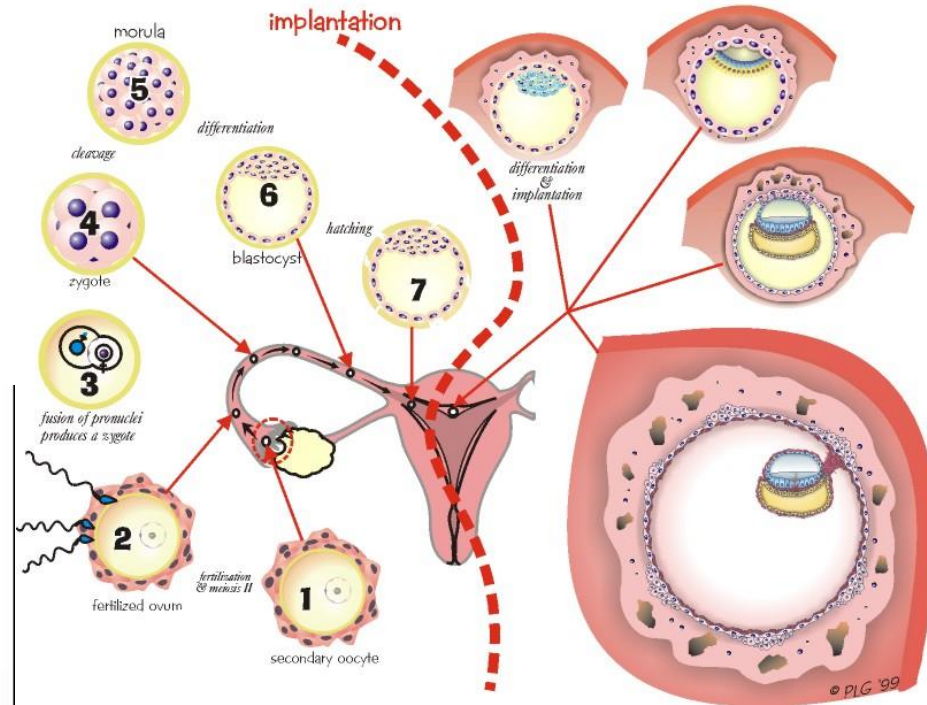
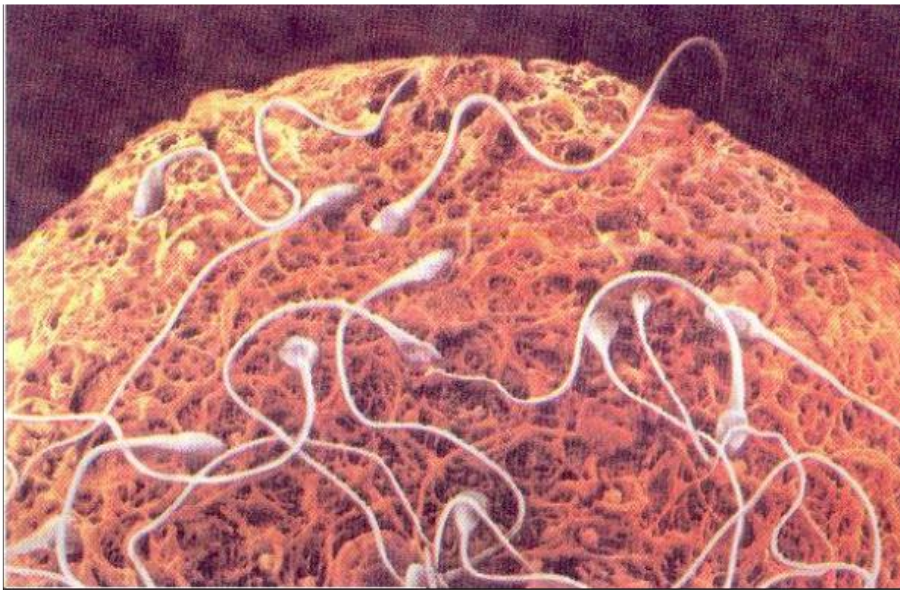
- Παράγει **προγεστερόνη**
(& οιστρογόνα στα πρωτεύοντα)



- Διεγείρει την μήτρα για να ξεκινήσει την τελική διαδικασία ωρίμανσης και την προετοιμάζει για την κυοφορία
- Αν δεν γονιμοποιηθεί το ωάριο
 - Το ωχροό 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

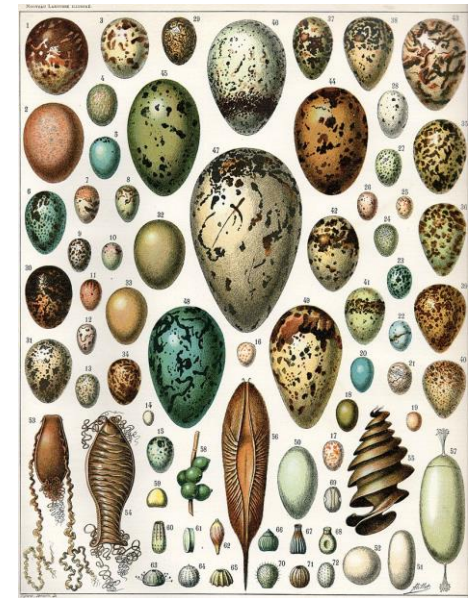
<https://www.youtube.com/watch?v=MsHCqrrU-Gk>

<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 typos*)
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**