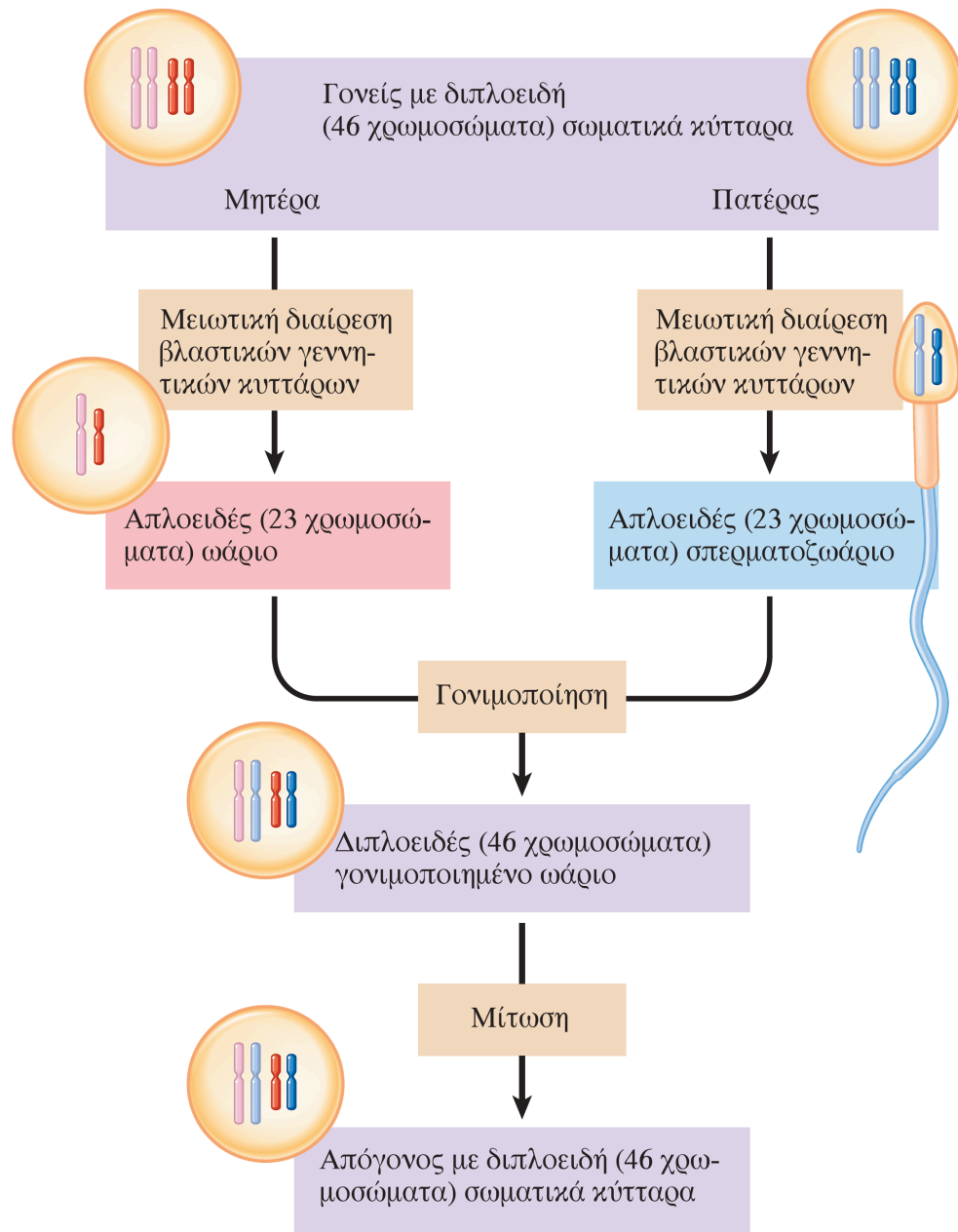
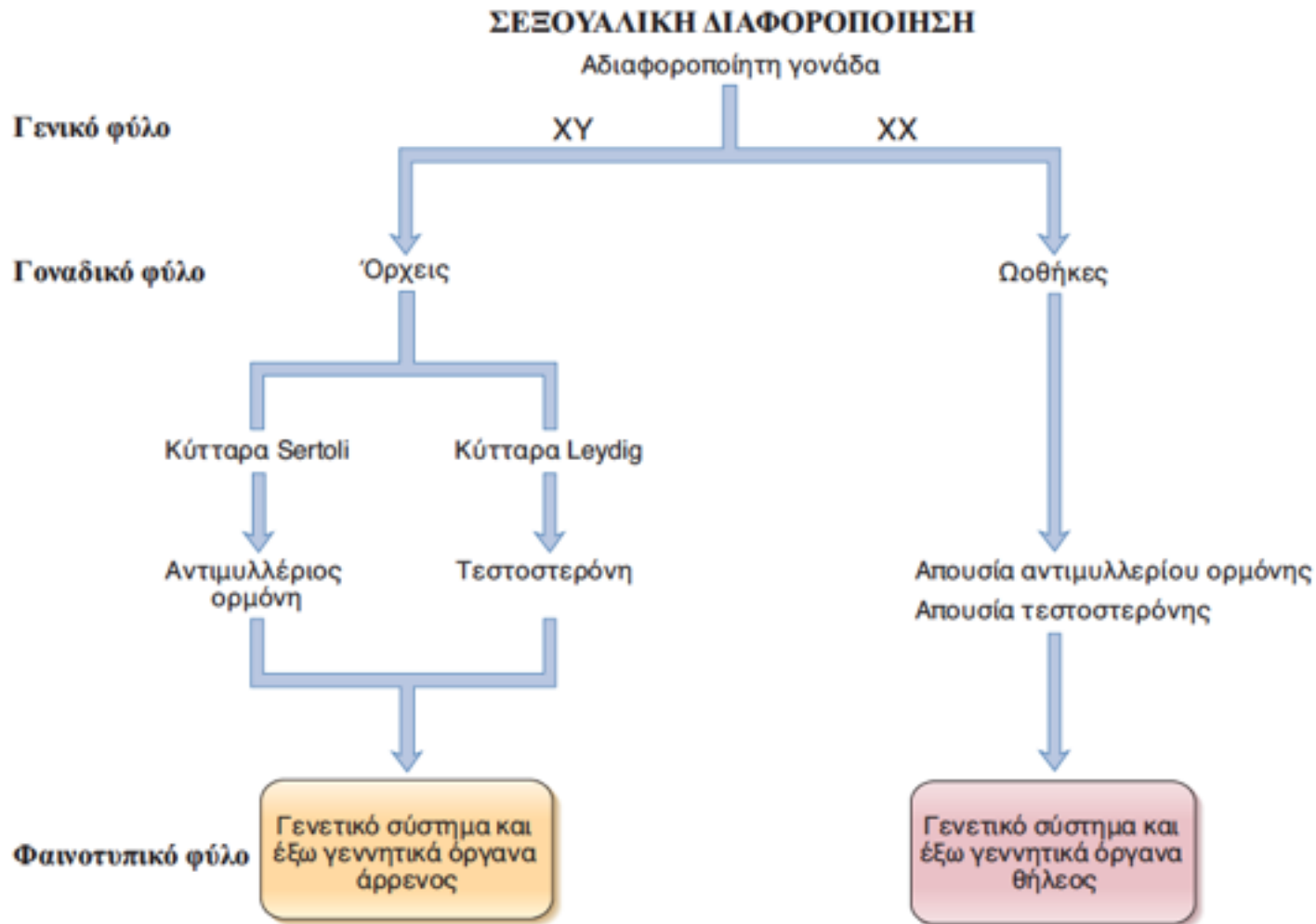


Αναπαραγωγικό σύστημα Εισαγωγή

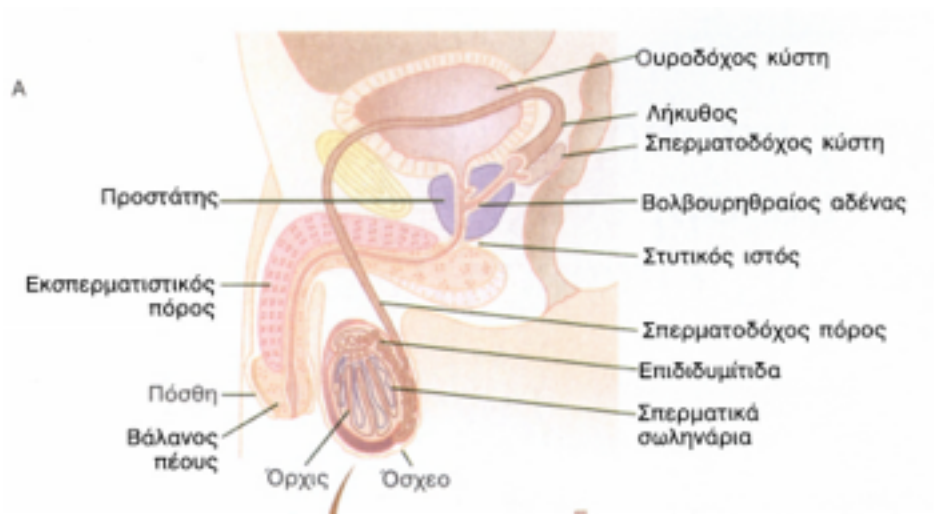


Φυλετική διαφοροποίηση



Εικόνα 10-1. Ο καθορισμός του γενετικού, γοναδικού και φαινοτυπικού φύλου.

Ανατομία



- Άνδρες
 - Όρχεις/όσχεο
 - Σπερματικά σωληνάρια
 - Επιδιδυμίτιδα
 - Σπερματοδόχος πόρος
 - Προστάτης



Σχήμα 81-1

Όργανα αναπαραγωγής στη γυναίκα.

- Γυναίκες
 - Ωοθήκη
 - Σάλπιγγα
 - Μήτρα
 - Τράχηλος
 - Κόλπος

Κύτταρα του αναπαραγωγικού συστήματος

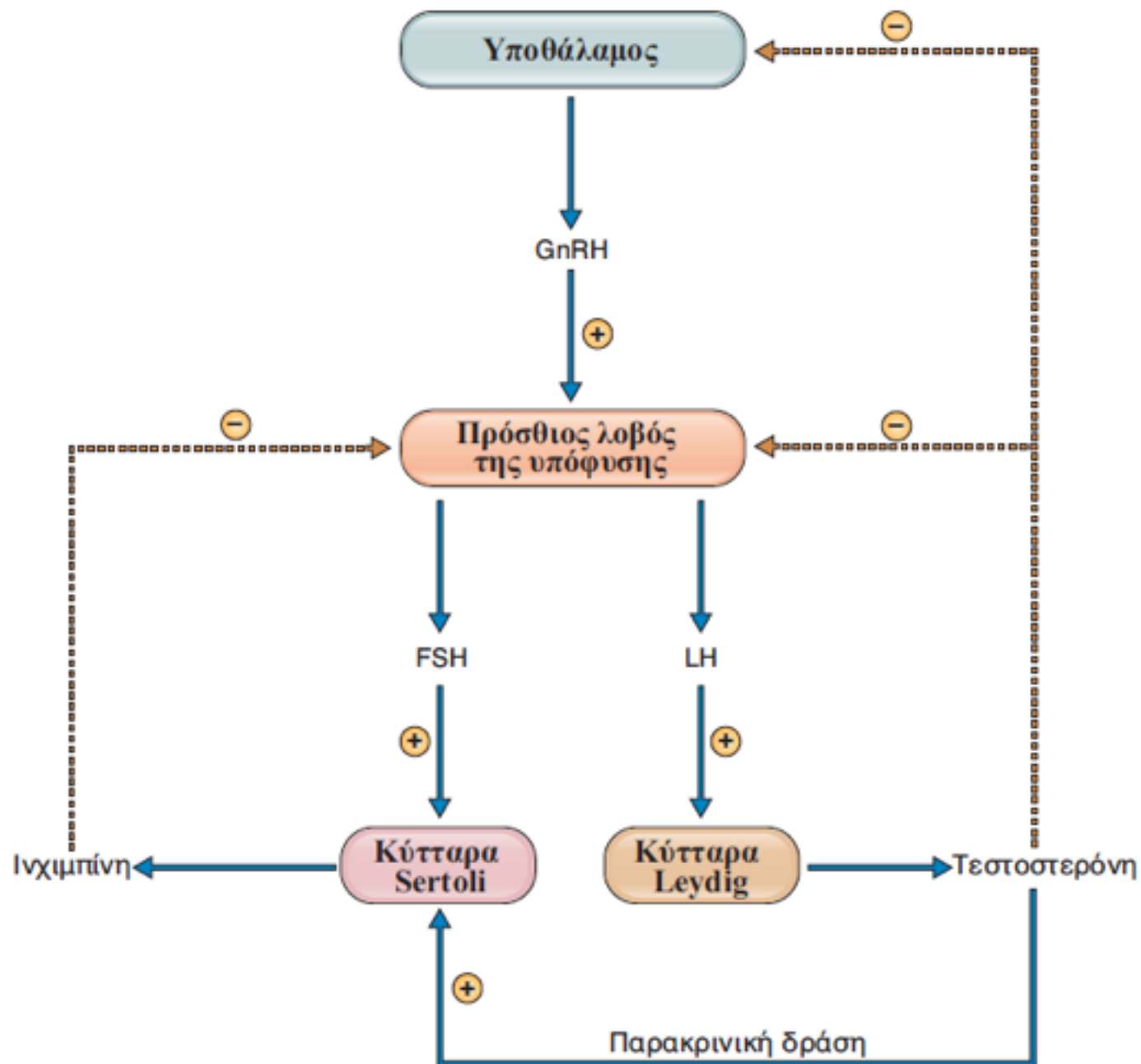
- Αναπαραγωγικά
 - Μείωση και παραγωγή γαμετών
 - Ωοθυλάκιο
 - Σπερματικό σωληνάριο
- Ενδοκρινικά
 - Περιβάλλουν άμεσα τους γαμέτες (οιστρογόνα)
 - Κοκκώδη κύτταρα (ωοθήκη)
 - Κύτταρα Sertoli (όρχεις)
 - Πιο περιφερειακά (ανδρογόνα)
 - Κύτταρα θήκης – ωχρινοφόρα κύτταρα (ωοθήκη)
 - Κύτταρα Leydig (όρχεις)

Ορμόνες του αναπαραγωγικού συστήματος

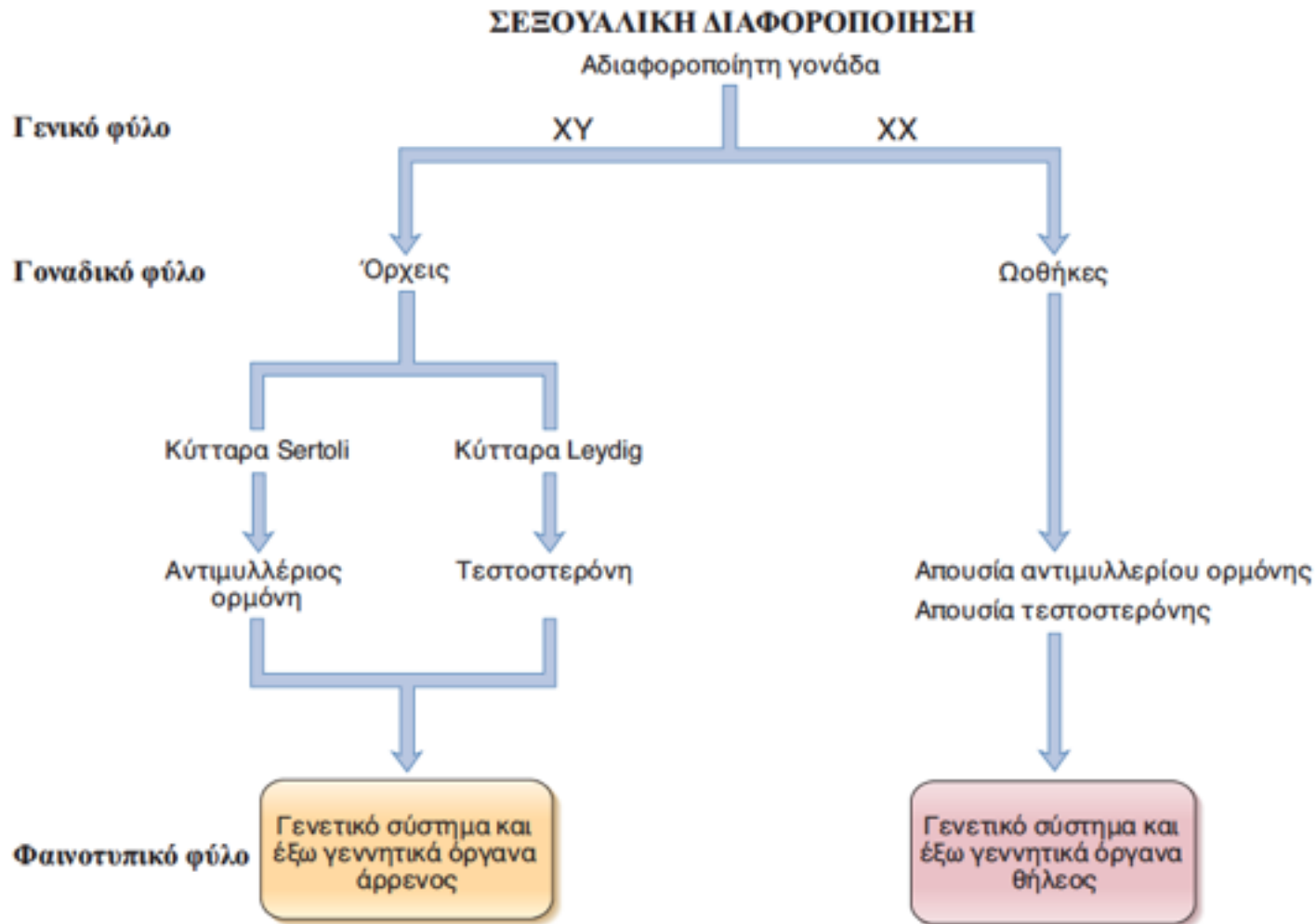
- GnRH: εκλυτική ορμόνη της γοναδοτροπίνης
- LH: ωχρινοτρόπος ορμόνη
- FSH: ωοθυλακιοτρόπος ορμόνη
- Τεστοστερόνη
- Οιστραδιόλη
- Ακτιβίνη
- Ανασταλτίνη

Γοναδοτροπίνες

- LH, FSH: δομικά παρόμοιες με τη θυρεοειδοτρόπο ορμόνη
 - α και β υπομονάδες, ενωμένες με δισουλφιδικούς δεσμούς
 - προσδένονται σε υποδοχείς που είναι συνδεδεμένοι με Gs
 - Μέσω της PKA ενεργοποιούνται οι κινάσες MAP



Φυλετική διαφοροποίηση



Εικόνα 10-1. Ο καθορισμός του γενετικού, γοναδικού και φαινοτυπικού φύλου.

Χρωμοσωμικό φύλο



Χρωμοσωμικό φύλο

- Υ χρωμόσωμα: αρρενοποίηση
- Καθοριστική του φύλου περιοχή/ καθοριστικός παράγοντας των όρχεων (SRY/TDF)
 - Καθοριστική περιοχή του φύλου
 - Καθοριστικός παράγοντας των όρχεων
- Χ χρωμόσωμα
 - Υποδοχέας ανδρογόνων

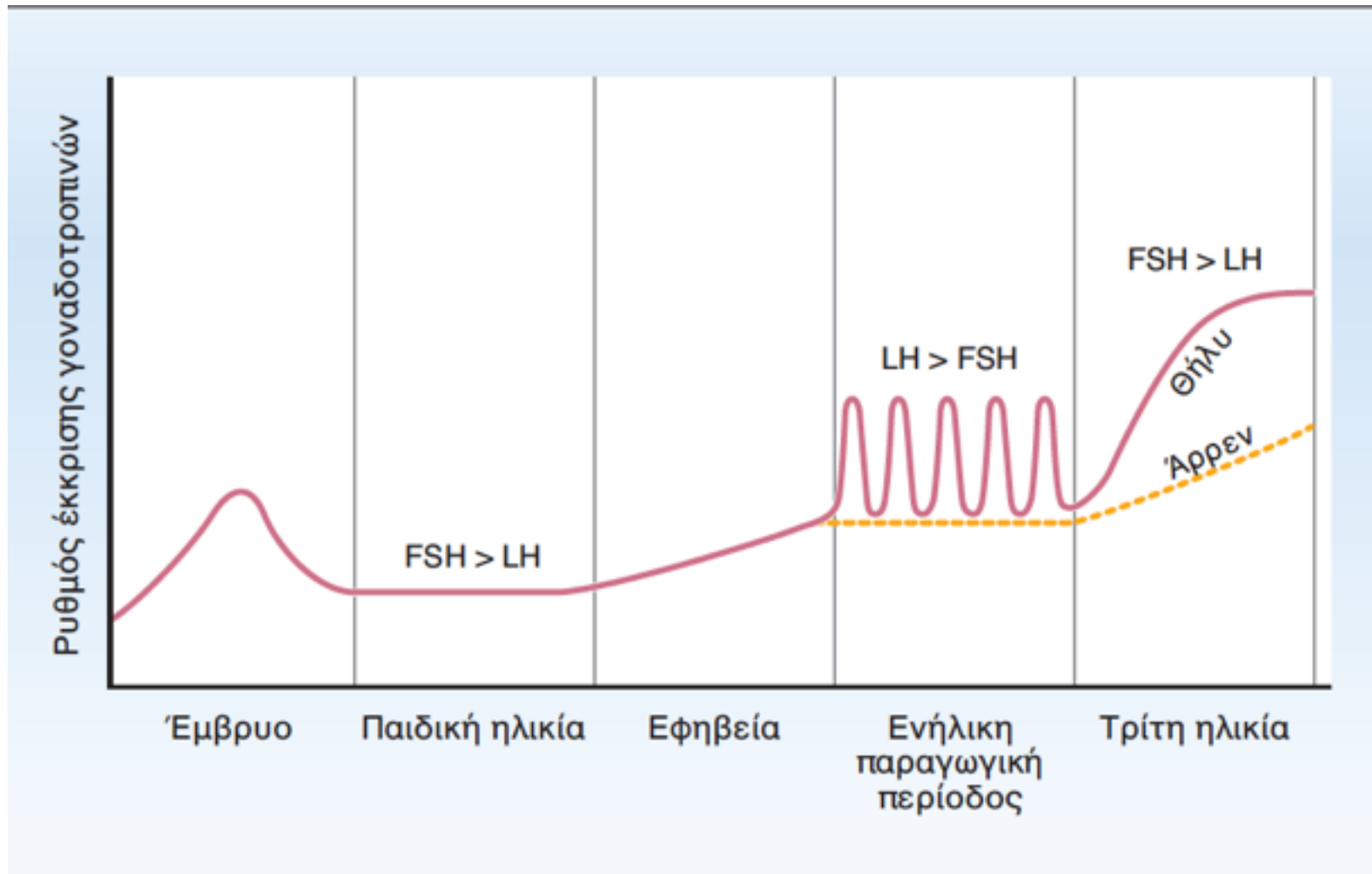
Γοναδικό φύλο

- Αρσενικά άτομα
 - 6^η βδομάδα: διαφοροποίηση σπερματικών σωληναρίων
 - 7^η βδομάδα: κύτταρα Sertoli
 - 8^η -9^η βδομάδα: κύτταρα Leydig
 - Έκκριση τεστοστερόνης
- Θηλυκά άτομα
 - Ξεκινάει την 9^η βδομάδα
 - Αναπτύσσονται τα ωογόνια τα οποία περιβάλλονται από κοκκώδη κύτταρα

Φαινοτυπικό φύλο

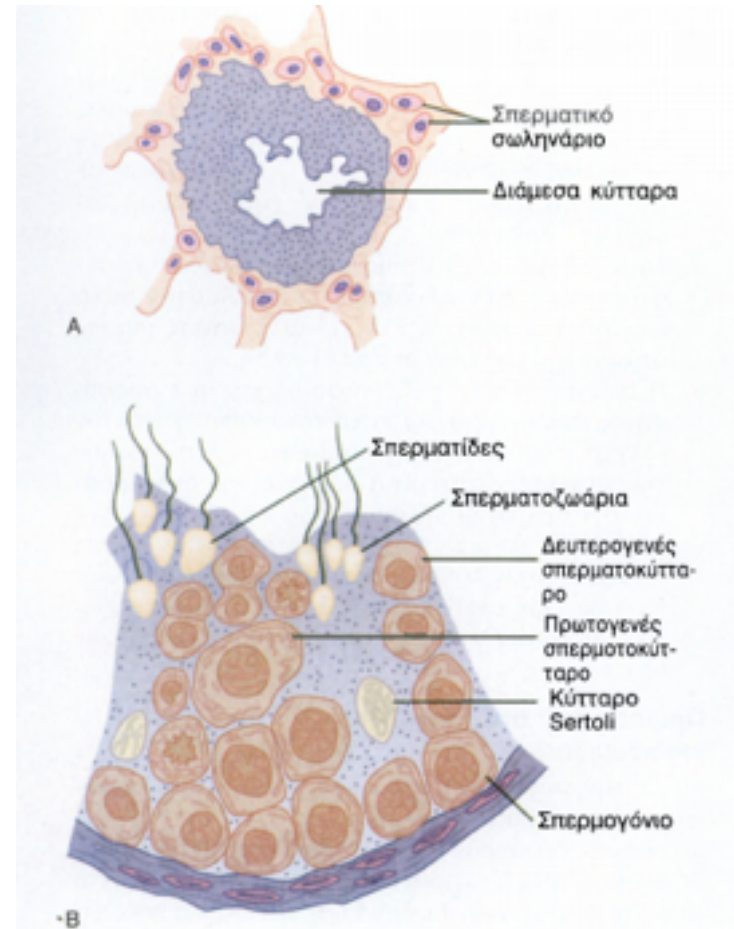
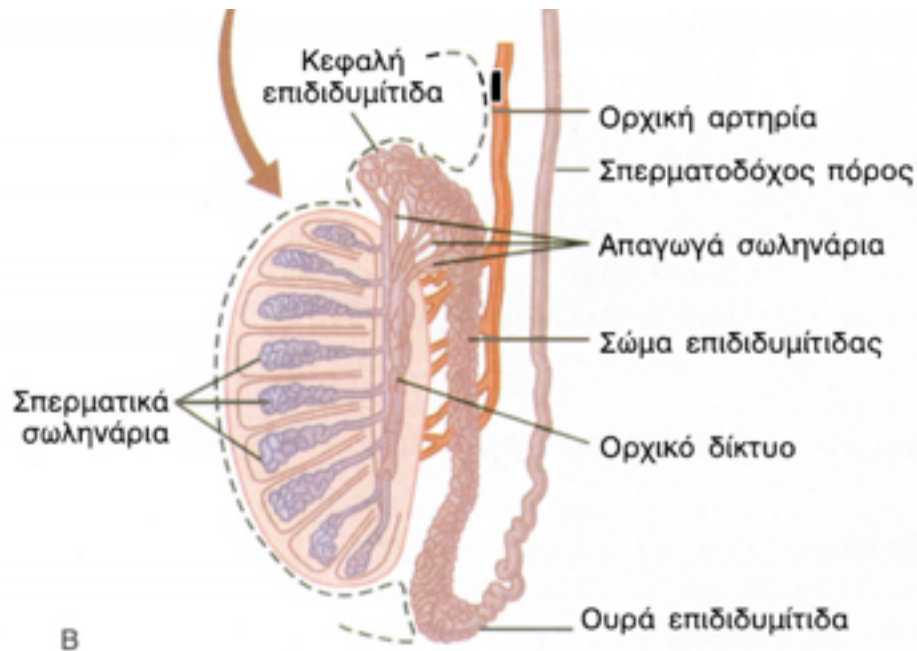
- Διαφοροποίηση των γεννητικών οργάνων
- Βολφιανός ή μεσονεφρικός πόρος διαφοροποιείται στο αρσενικό γεννητικό σωλήνα
- Μυλλέριος πόρος διαφοροποιείται στο θηλυκό γεννητικό σωλήνα
- Αντιμυλλέρεια ορμόνη (AMH) προκαλεί εκφύλιση του μυλλέριου πόρου στα αρσενικά άτομα
- Στα αρσενικά άτομα, η έκκριση τεστοστερόνης είναι απαραίτητη για τη διαφοροποίηση των γεννητικών οργάνων
- Τους τελευταίους 6 μήνες της κύησης απαιτείται και η λειτουργία της υπόφυσης

Γοναδοτροπίνες κατά τη διάρκεια της ζωής



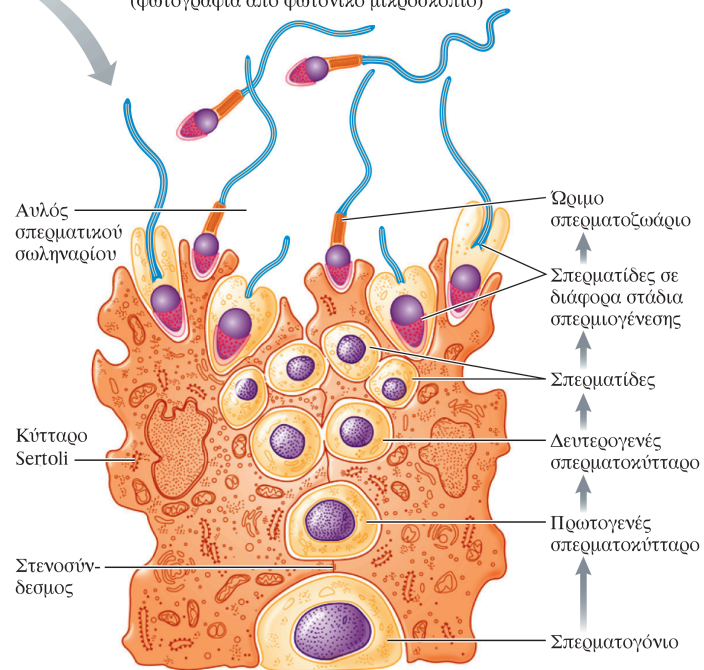
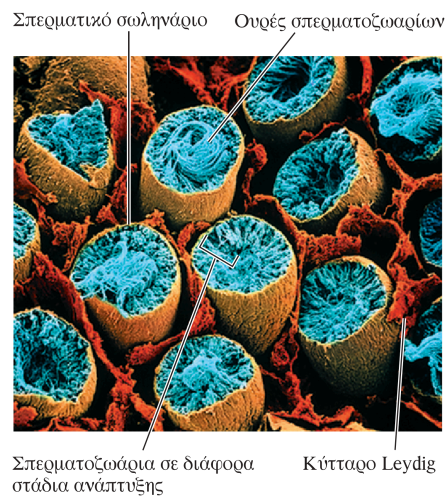
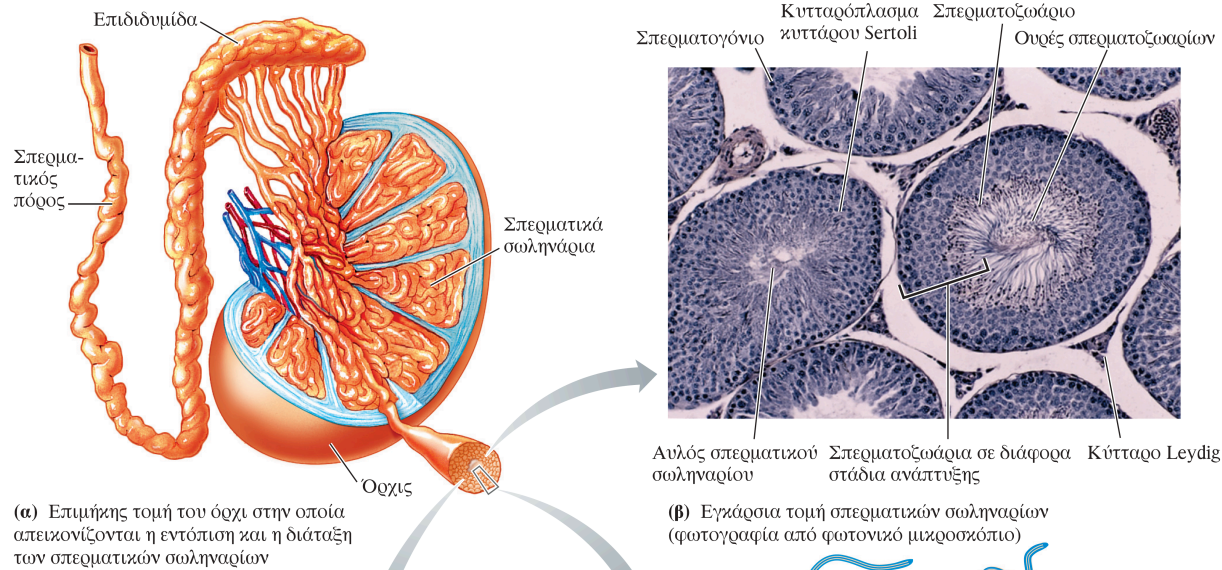
Αναπαραγωγική λειτουργία άρρενος

Αρχιτεκτονική του όρχη

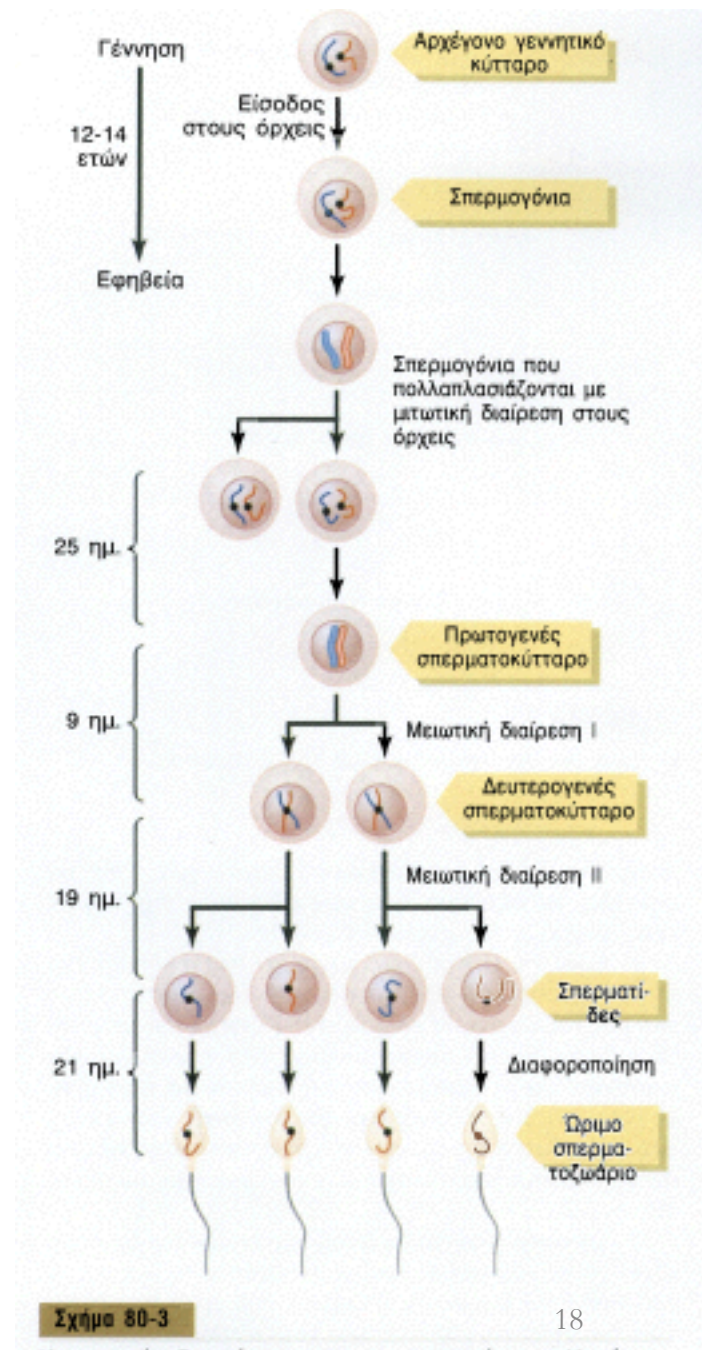
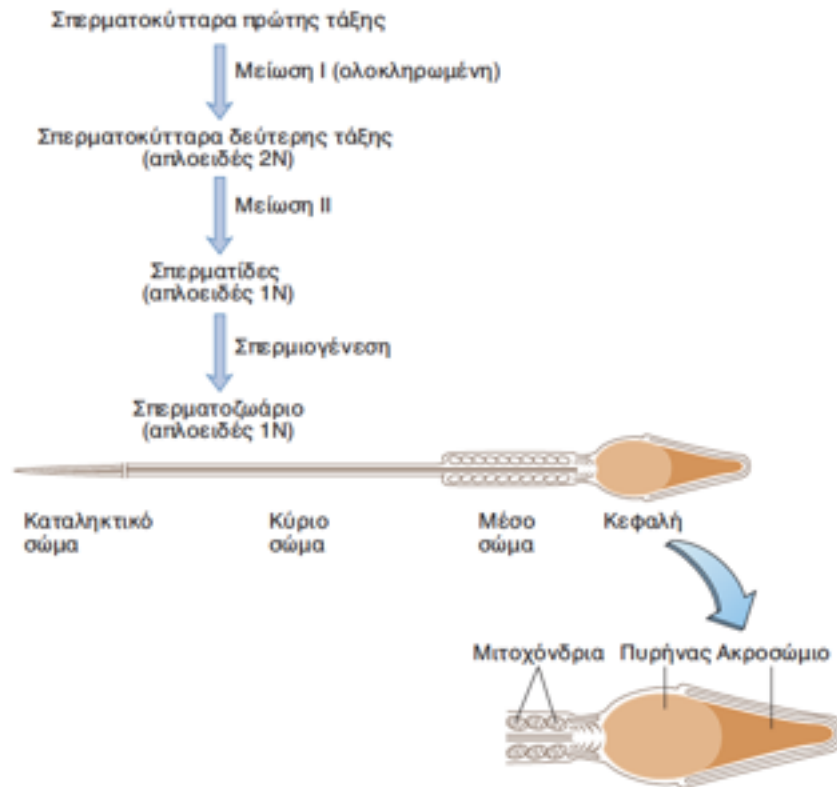


Σχήμα 80-2

Α. Εγκάρσιο διατομή σπερματικού σωληναρίου. Β. Τα στάδια της ανάπτυξης των σπερματοζωαρίων από τα σπερμογόνια.



Σπερματογένεση στα σπερματικά σωληνάρια



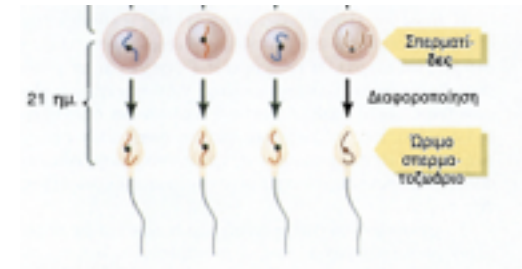
Σπερματογένεση με αριθμούς

- Από ένα σπερματογόνιο παράγονται 64 σπερματοζωάρια
- 70 μέρες για την ολοκλήρωση της ανάπτυξης
- Κάθε 16 μέρες ξεκινάει ένας κύκλος ανάπτυξης από παρακείμενα σπερματογόνια (μια «γενεά»)
- Χρειάζονται 2-4 βδομάδες να διασχίσουν την επιδυδιμίδα (εκεί αυξάνεται η κινητικότητά τους)
- Μεταφέρονται στο σπερματικό πόρο (χρόνος ζωής μερικοί μήνες) όπου και παραμένουν μέχρι την εκσπερμάτωση σε ανενεργή κατάσταση
- Το σπερματοζωάριο αποκτά κινητικότητα και ωριμάζει με τη βοήθεια του σπερματικού υγρού

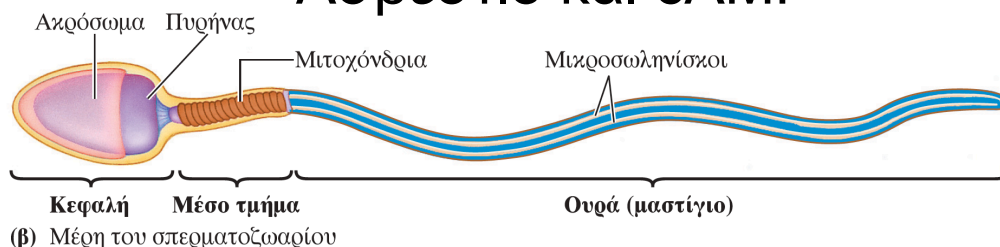
Σπερματογένεση

Από τη σπερματίδα στο σπερματοζωάριο

- Πυρηνική συμπίκνωση
- Συρρίκνωση του κυτταροπλάσματος
 - Ενσωματώνεται και αποδομείται στα κύτταρα Sertoli
- Δημιουργία ακροσωματίου
 - Υδρολυτικά και πρωτεολυτικά ένζυμα γ την είσοδο στο ωάριο (π.χ. υαλουρονιδάση)
- Ανάπτυξη ουράς (μαστίγιο)
 - Κίνηση με τη βοήθεια της δυνεΐνης (ΑΤΡάση)
 - Ασβέστιο και cAMP



Σχήμα 80-4



Ωρίμανση σπερματοζωαρίου

Σπερματικό υγρό

- Εκκρίνεται από τα κύτταρα Sertoli, μετά από ενεργοποίηση από την FSH
 - Φρουκτόζη, κιτρικό οξύ
 - Ασβέστιο, ψευδάργυρο
 - Ορμόνες: LH, FSH, οιστραδιόλη, τεστοστερόνη, ανασταλτίνη, ωκυτοκίνη, ενδορφίνες
 - Προσταγλανδίνες → βοηθούν στην προώθηση των σπερματοζωαρίων
- Εκκρίματα από τον προστάτη → αύξηση της αλκαλότητας
 - Κιτρικά ιόντα, φωσφορικά ιόντα, ένζυμα
- Ταχύτητα των σπερματοζωαρίων: 1-4mm/min
- Χρόνος ζωής: 2 μέρες μετά την εκσπερμάτωση

Ικανότητα γονιμοποίησης

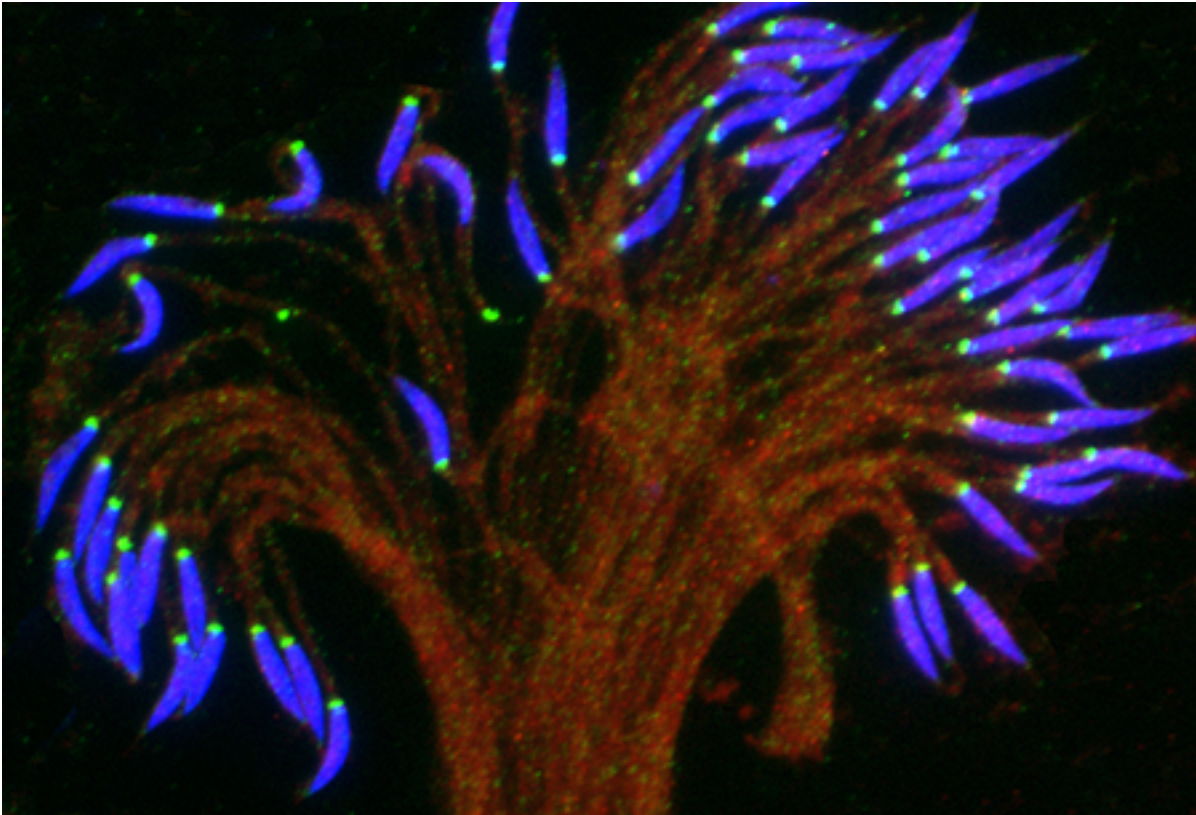
- Απόκτηση ικανότητας: ένα σπερματοζωάριο έρχεται σε επαφή με ένα ωάριο και μετά από αρκετές ώρες (1-10) γίνεται η γονιμοποίηση
 - Απομάκρυνση των ανασταλτικών παραγόντων
 - Μείωση της χοληστερόλης στο ακροσωμάτιο
 - Αύξηση της διαπερατότητας στο ασβέστιο
- In vitro: το σπερματοζωάριο μπορεί να γονιμοποιήσει μόνο μετά την έκπλυση και απομάκρυνση όλου του σπερματικού υγρού
- Ένζυμα του ακροσωμίου
 - Υαλουρονιδάση, πρωτεολυτικά ένζυμα

Ορμονική ρύθμιση της σπερματογένεσης

- Η ωχρινοτρόπος ορμόνη (LH) διεγείρει τα κύτταρα Leydig για την έκκριση της τεστοστερόνης
 - Διεγείρει τη μεταφορά της χοληστερόλης
 - Αυξάνει έκφραση των ένζυμων της βιοσύνθεσης της τεστοστερόνης
- Η τεστοστερόνη που εκκρίνεται από τα κύτταρα Leydig βοηθάει στη αύξηση και διαίρεση των σπερματογονίων
- Η αυξητική ορμόνη παίζει καθοριστικό ρόλο στη σπερματογένεση, ειδικά στις αρχικές μιτωτικές διαιρέσεις των σπερματογονίων
- Η ωοθυλακιοτρόπος ορμόνη (FSH) συμβάλλει στη διαφοροποίηση των σπερματίδων σε σπερματοζωάρια και στην ωρίμανση των σπερματοζωαρίων

Ο ρόλος της FSH

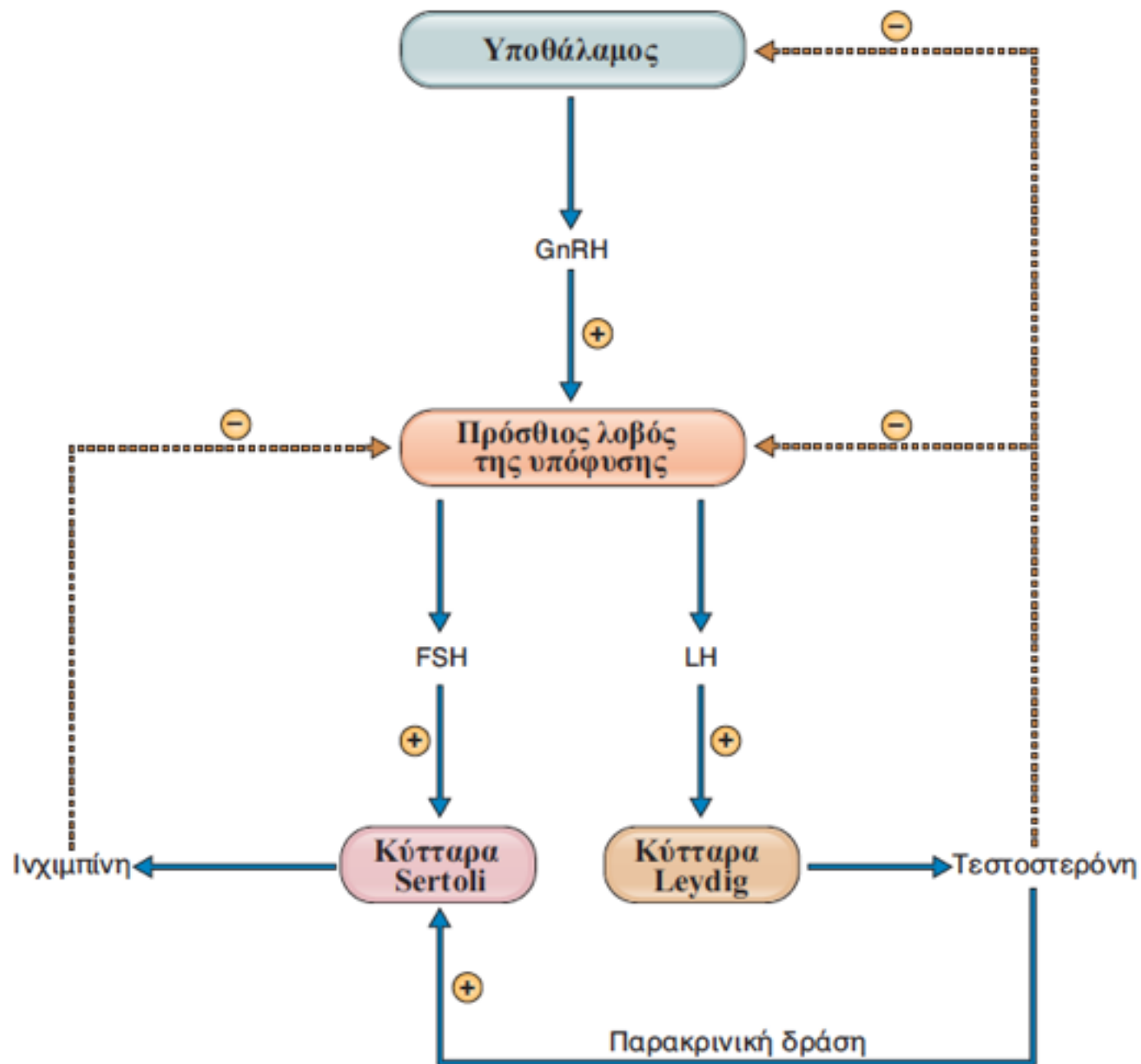
- Δρα στα κύτταρα Sertoli
 - Σύνθεση ανδρογονο-δεσμευτικής πρωτεΐνης
 - Αποθήκευση ανδρογόνων και αποτροπή της επαναρρόφησης ανδρογόνων από την επιδυδιμίδα
 - διεγείρει την έκφραση οιστρογόνων, αυξάνοντας της έκφραση των ένζυμων που συμμετέχουν στη βιοσύνθεσή της
 - Αυξάνει τον αριθμό των υποδοχέων LH

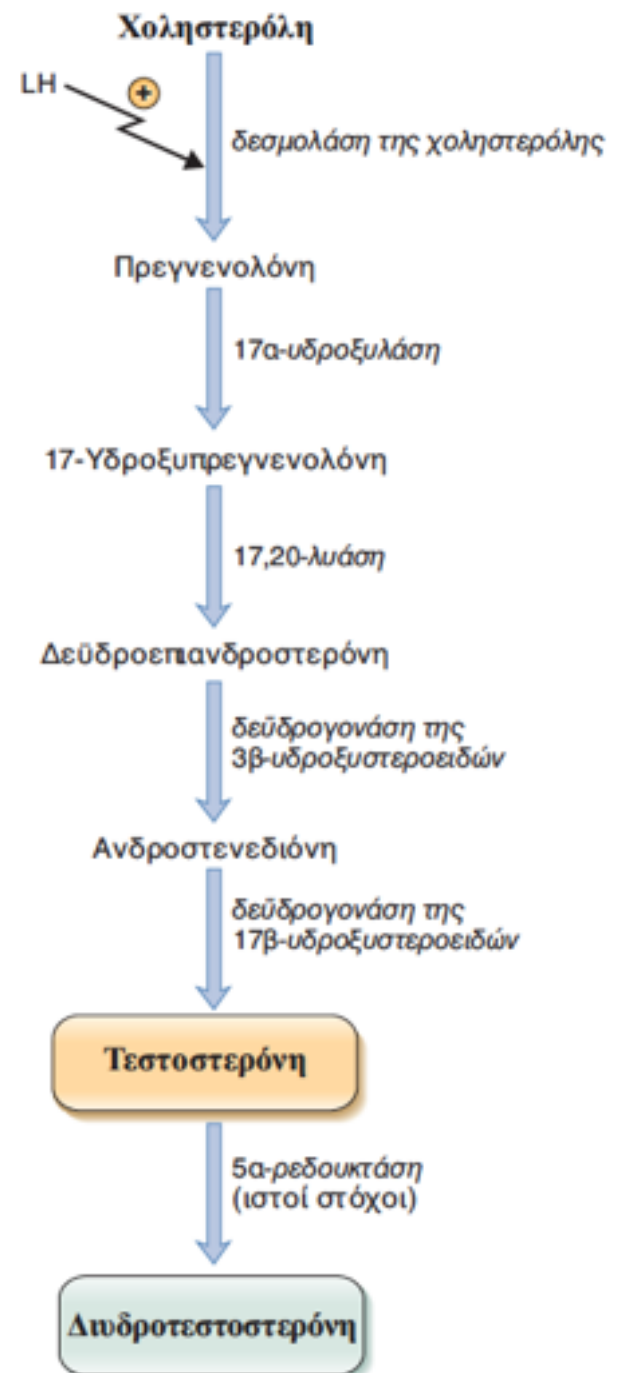


By Anna Franz, Oxford and
Bristol Universities, UK

Spermatogenesis involves remarkable remodeling of the nucleus in many species. This includes replacing a key component in DNA packaging and regulation, histones, with protamine. The cell becomes a highly specialized vehicle to carry a precious cargo, the male pronucleus, to the egg.

Image: Testes from fly pupa were stained for DNA (blue) and centrosomes (green). Flagella are seen as autofluorescence in the red channel.



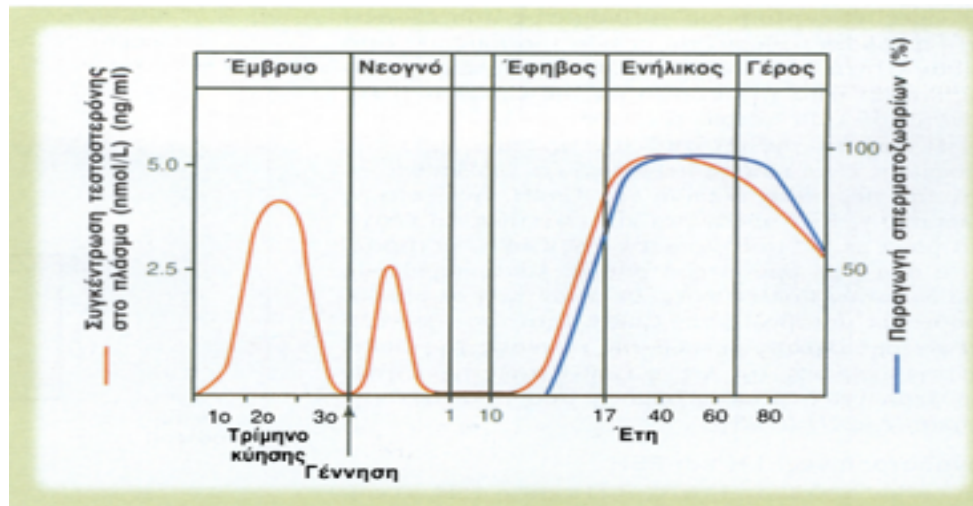


Μεταφορά και μεταβολισμός των ανδρογόνων

- Προσδένεται στην αλβουμίνη και τη φυλο-στεροειδο-δεσμευτική σφαιρίνη (SSBG)
- Τα ανδρογόνα αυξάνουν την SSBG και τα οιστρογόνα τη μειώνουν
- Οι δράσεις των ανδρογόνων μπορεί να γίνονται μέσω του μεταβολισμού τους σε διυδροτεστοστερόνη, από το ένζυμο 5α-ρεδουκτάση

Λειτουργίες της τεστοστερόνης

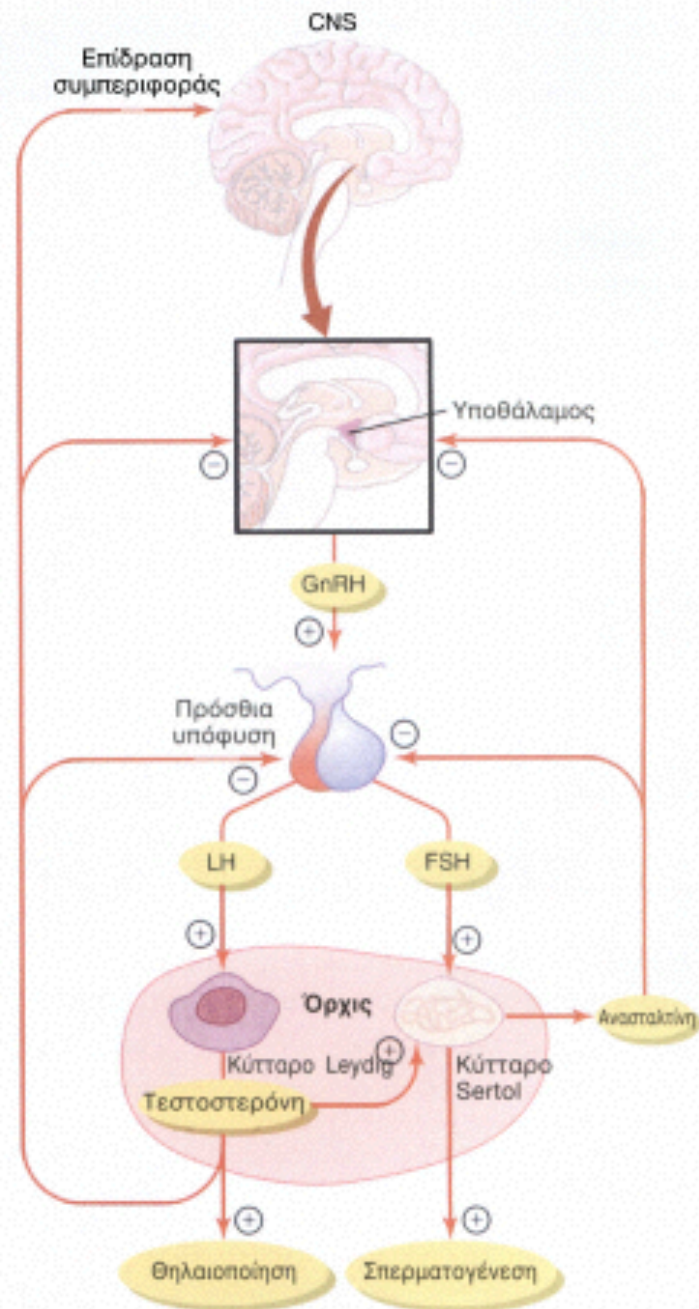
- Εκκρίνεται από τα κύτταρα Leydig
- Κατά την κύηση, εκκρίνεται από την 7^η βδομάδα της κύησης και συμμετέχει στη διαφοροποίηση των γεννητικών οργάνων
- Κατά τους πρώτους μήνες ζωής, βοηθάει στην κάθοδο των όρχεων από την κοιλιά στο όσχεο
- Στην παιδική ηλικία, τα κύτταρα Leydig μειώνονται σε αριθμό ενώ αυξάνονται και πάλι με την εφηβεία



Λειτουργίες τεστοστερόνης

- Τρίχωμα (στήθος, χέρια)
 - Περιορισμός στο τριχωτό της κεφαλής
- Φωνή
 - μεγέθυνση του λάρυγγα, δημιουργία «μπάσας» φωνής
- Αύξηση του πάχους του δέρματος
- Αύξηση της μυϊκής μάζας
- Οστά
 - Αύξηση του πάχους των οστών
 - Στένωση και επιμύκηση της πυέλου (λεκάνης)
- Αύξηση του βασικού μεταβολισμού
- Αύξηση του αριθμού των ερυθρών αιμοσφαιρίων

Ορμονική ρύθμιση της τεστοστερόνης



- Υποθάλαμος: Εκλυτική ορμόνη των γοναδοτροπινών
- Υπόφυση: FSH δρα στα κύτταρα Sertoli και η LH δρα στα κύτταρα Leydig
- Ανασταλίνη (ινχιμπίνη): παράγεται από τα κύτταρα Sertoli και αναστέλλει την έκκριση της FSH

Αναδραστική ρύθμιση

- Τεστοστερόνη αναστέλλει την έκκριση της LH και FSH
- Ανασταλτίνη από τα κοκκώδη κύτταρα/κύτταρα Sertoli
 - Μειώνει την απελευθέρωση της GnRH
 - Μειώνει τη σύνθεση της β υπομονάδας της FSH
 - Μειώνει τη διεγερτική δράση της GnRH στην έκκριση της FSH
- Ακτιβίνη
 - Διεγείρει την έκκριση της FSH