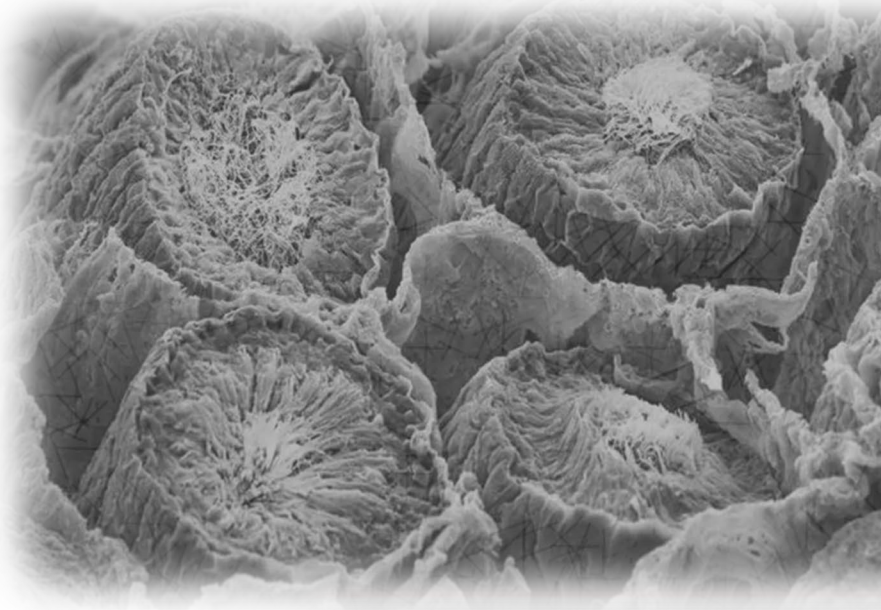


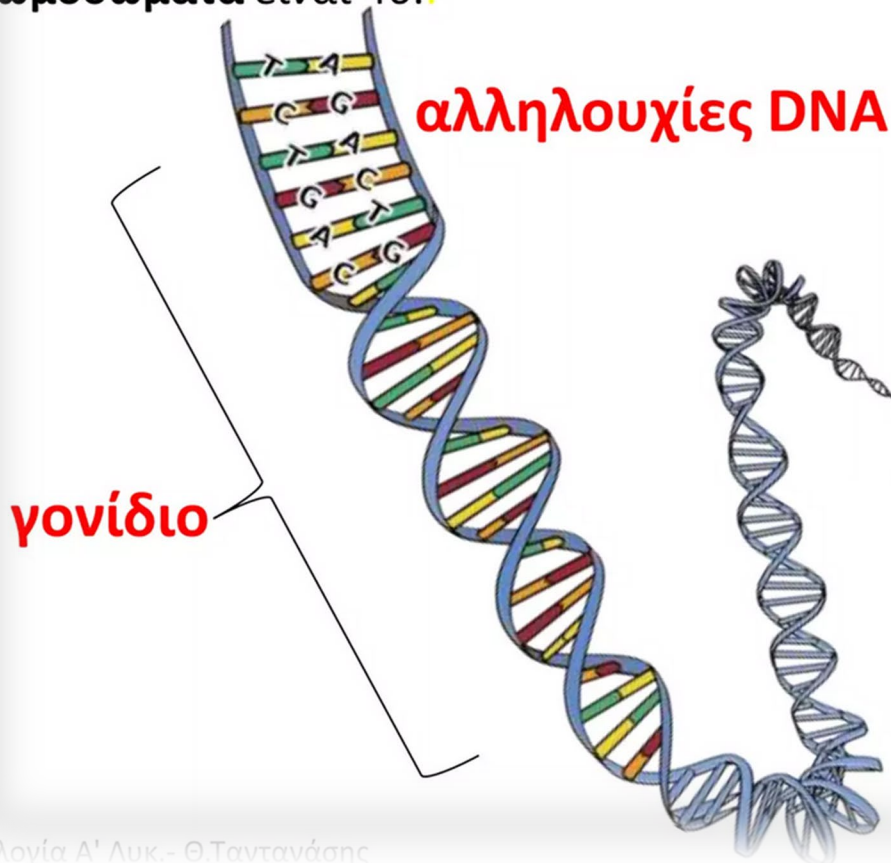
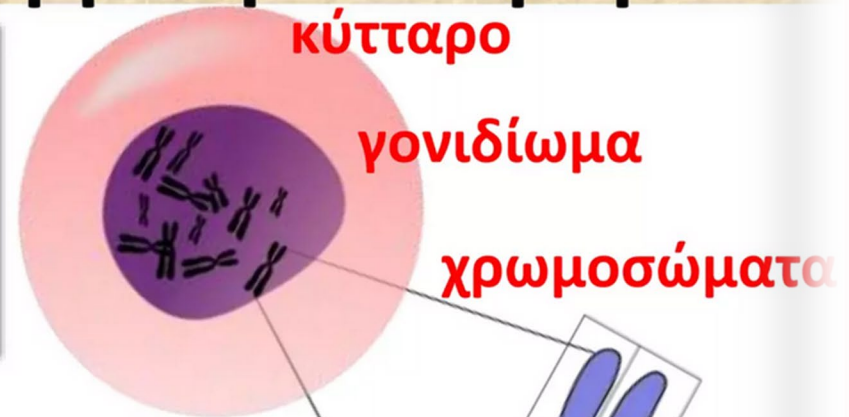
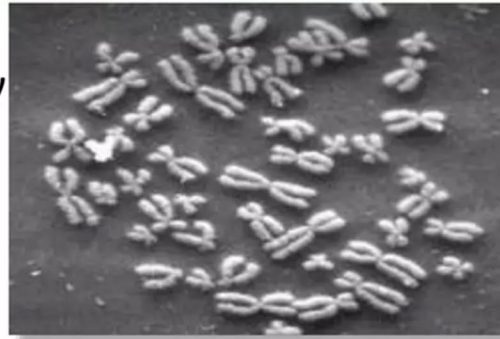


ΣΠΕΡΜΑΤΟΓΕΝΕΣΗ - ΩΟΓΕΝΕΣΗ

ΑΝΔΡΕΑΣ ΠΑΠΑΣΑΒΒΑΣ
MSc, PH.D

Από την μείωση στη γονιμοποίηση

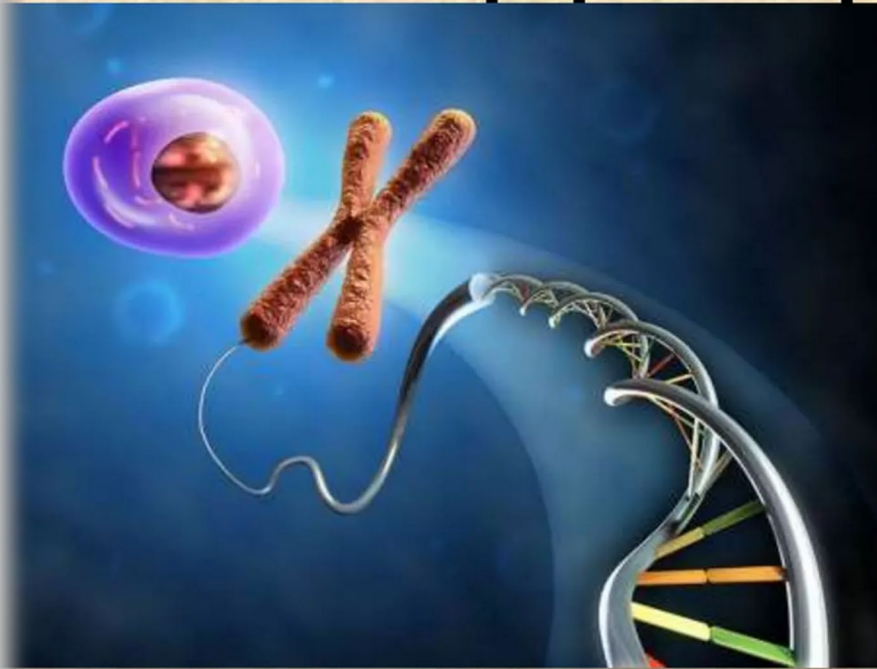
Τα **χρωμοσώματα** είναι οργανωμένες δομές στον πυρήνα των κυττάρων που «πακετάρουν» το DNA στα κύτταρα. Στον άνθρωπο τα **χρωμοσώματα** είναι 46::



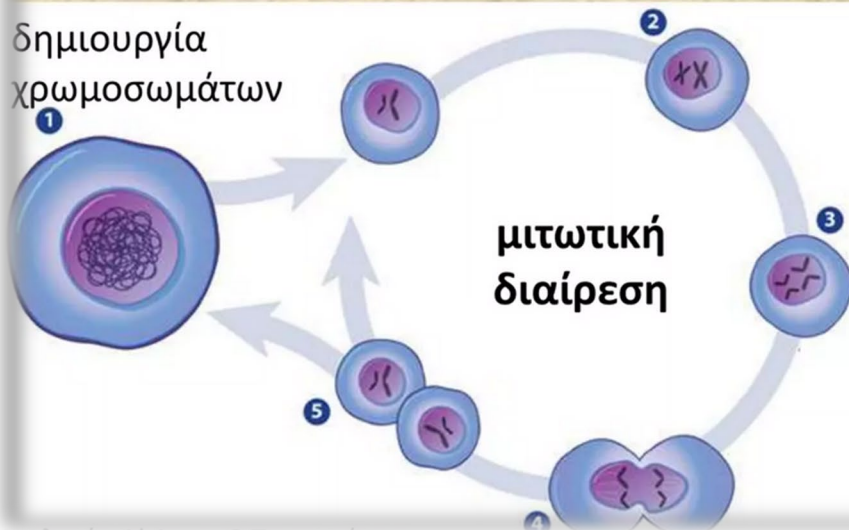
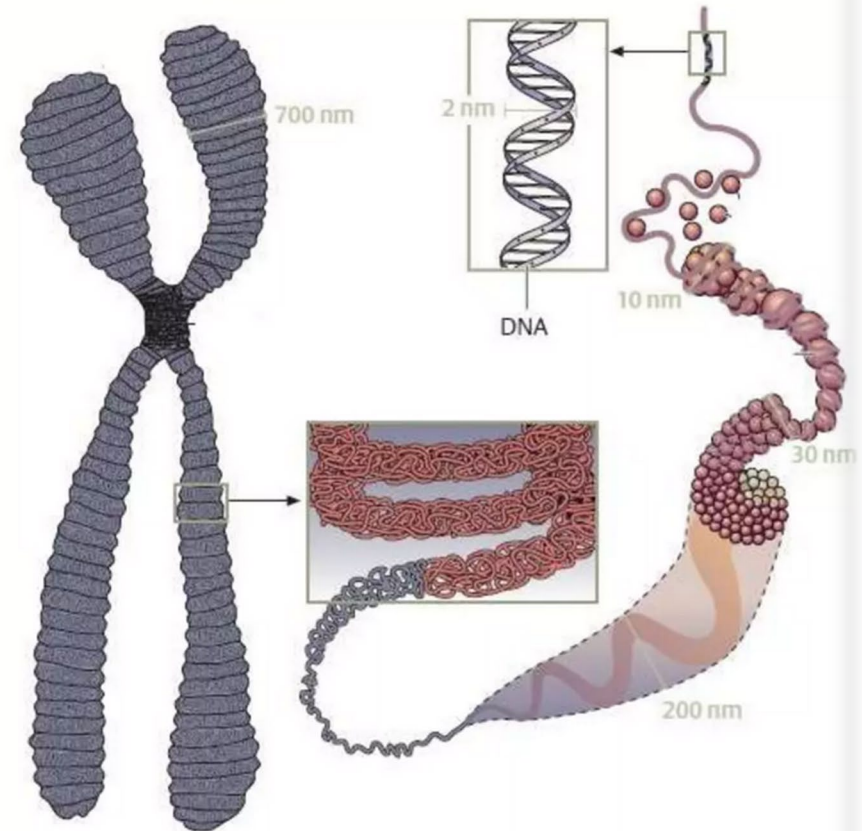
Όλες γενετικές πληροφορίες ενός οργανισμού (**γονιδίωμα**) βρίσκονται στο **DNA** που είναι ένα **μακρομόριο**.

Οι γενετικές πληροφορίες που είναι κωδικοποιημένες μέσα στο DNA μεταφράζονται σε **πρωτεΐνες** στα ζωντανά κύτταρα: τα **γονίδια** δίνουν οδηγίες για την παραγωγή συγκεκριμένων πρωτεϊνών.

Από την μείωση στη γονιμοποίηση

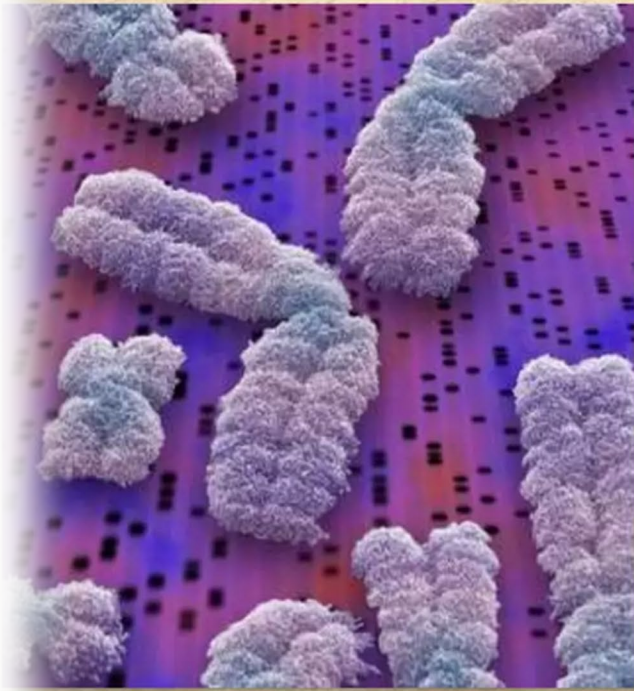


Το «πακετάρισμα» του DNA με τη δημιουργία χρωματωμάτων:



Το DNA «πακετάρεται» σε χρωματοσώματα κατά την διαδικασία της **μιτωτικής διαίρεσης** του κυττάρου.

Από την μείωση στη γονιμοποίηση

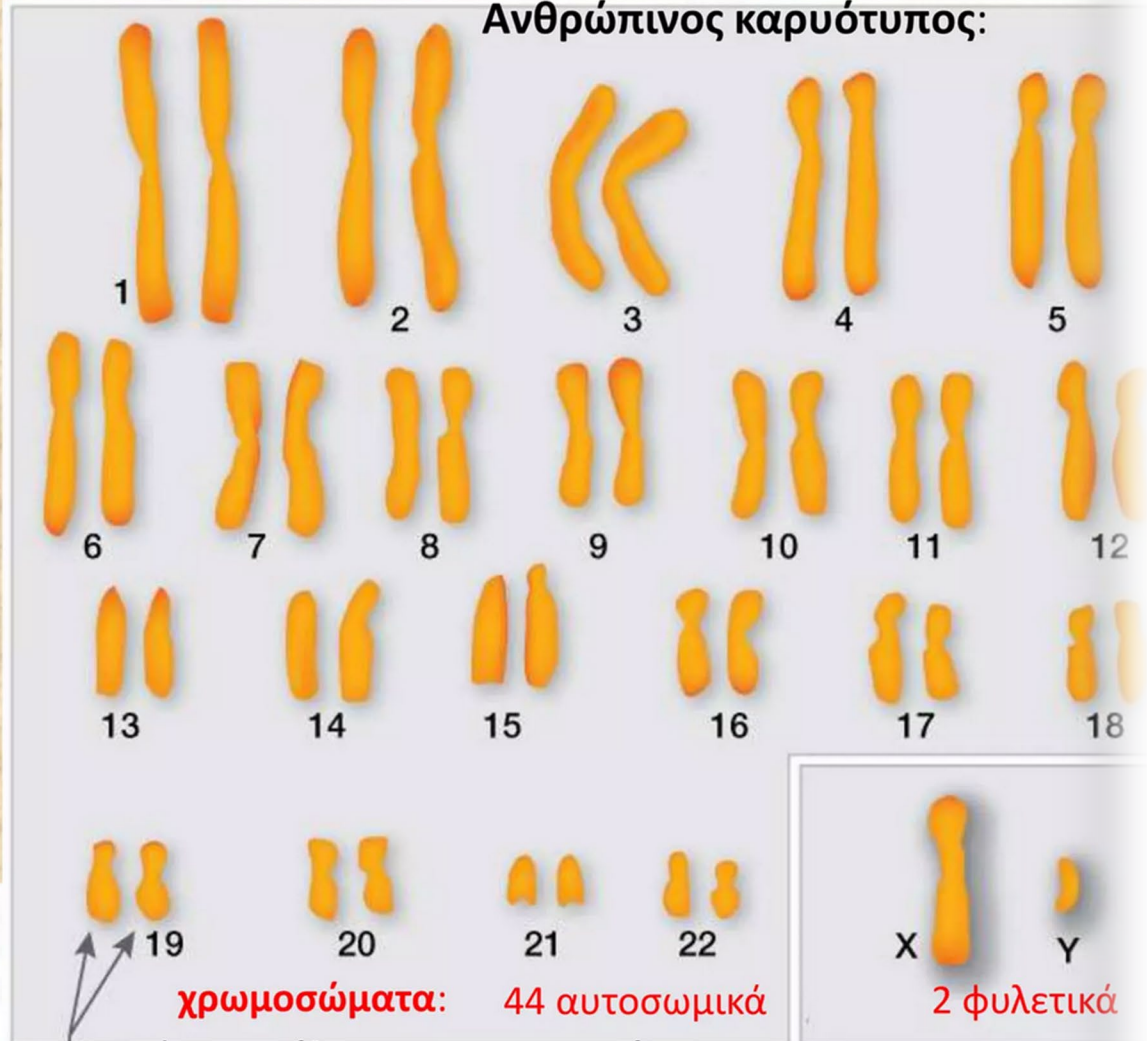


Ένα φυσιολογικό ανθρώπινο κύτταρο έχει **46 χρωμοσώματα**: **44 αυτοσωμικά**, τα οποία είναι σε ζεύγη, και **2 φυλετικά** χρωμοσώματα, που καθορίζουν το **φύλο** (**XX για τις γυναίκες** και **XY για τους άνδρες**).



Βιολογία Α' Λυκ. - Θ.Τανανάσης

Ανθρώπινος καρυότυπος:



χρωμοσώματα: 44 αυτοσωμικά

2 φυλετικά

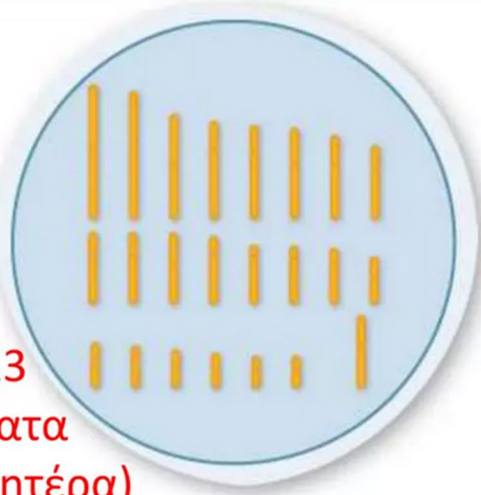
Ζεύγος ομόλογων χρωμοσωμάτων:

- Ένα από τον **πατέρα** και ένα από την **μητέρα**
- Έχουν τα ίδια γονίδια τοποθετημένα με την ίδια σειρά
- Έχουν ελαφρώς διαφορετικές αλληλουχίες DNA

Από την μείωση στη γονιμοποίηση

Γονιμοποίηση:

Τα **ωάρια** και τα **σπερματοζωάρια** έχουν μόνο **23 χρωμοσώματα** το καθένα: το μισό από τα **46** που έχουν τα φυσιολογικά σωματικά κύτταρα.

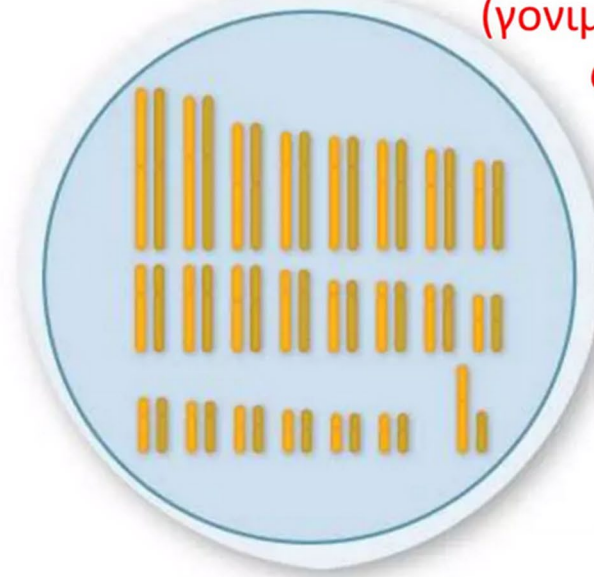


ωάριο με 23
χρωμοσώματα
(από την μητέρα)

σπερματοζωάριο
με 23 χρωμοσώματα
(από τον πατέρα)

+

=



ζυγωτό με 46 χρωμοσώματα
(γονιμοποιημένο
ωάριο στον
ωαγωγό)

Μέσα από τη διαδικασία της **γονιμοποίησης**, το **ωάριο** και το **σπερματοζωάριο** ενώνονται και δημιουργούν ένα κύτταρο με 46 χρωμοσώματα, που ονομάζεται **ζυγωτό**.

Από την μείωση στη γονιμοποίηση

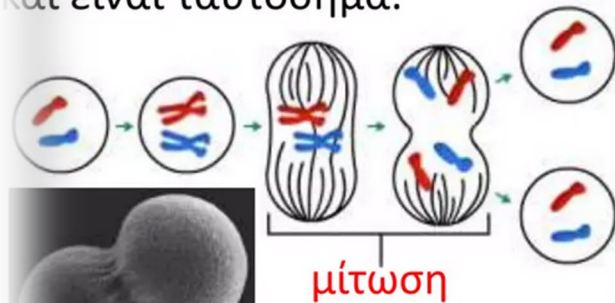
Μίτωση:

Προτού το **ζυγωτό** διαιρεθεί για να δημιουργήσει δύο νέα κύτταρα, αντιγράφει το κάθε **χρωμόσωμα**. Τα αντίγραφα ονομάζονται **αδελφές χρωματίδες** και είναι ταυτόσημα.

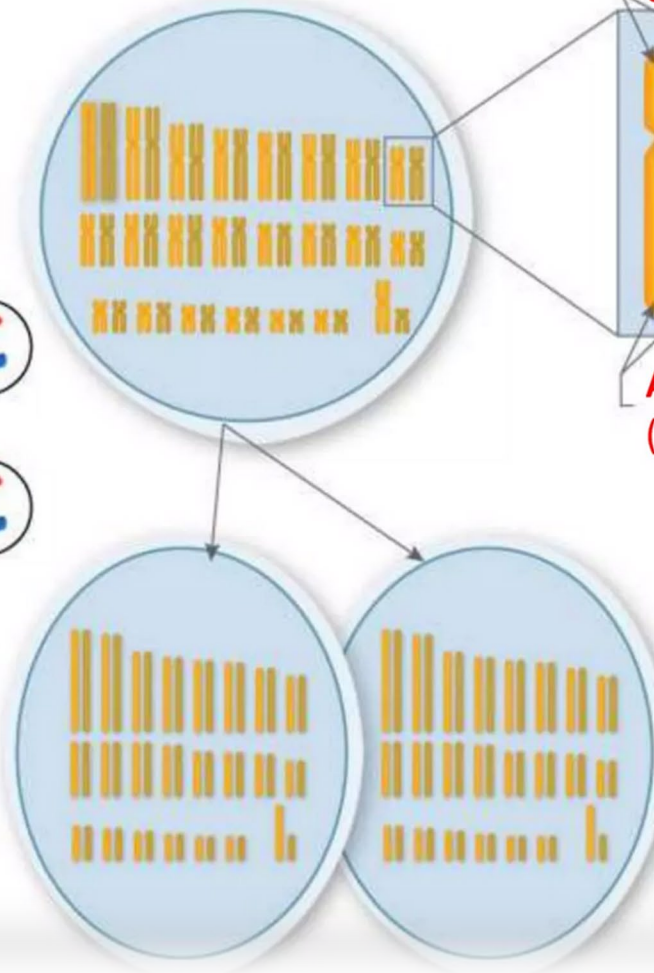
ζυγωτό με 46 χρωμοσώματα
(2 ίδια αντίγραφα από το καθένα)

Ζεύγος ομόλογων χρωμοσωμάτων
(έχουν ελαφρώς διαφορετικές αλληλουχίες DNA)

Αδελφές χρωματίδες
(είναι ταυτόσημα αντίγραφα)



Τα θυγατρικά κύτταρα συνεχίζουν να διαιρούνται με αυτόν τον τρόπο (**μίτωση**) και τελικά δημιουργείται ένας ανθρώπινος οργανισμός.



Όταν το ζυγωτό διαιρείται, κάθε νέο κύτταρο παίρνει ένα πανομοιότυπο αντίγραφο του κάθε χρωμοσώματος.

Δύο θυγατρικά κύτταρα με 46 χρωμοσώματα το καθένα
(1 αντίγραφο από το κάθε χρωμόσωμα)



Από την μείωση στη γονιμοποίηση

Μείωση:

Κύτταρο με 46 χρωμοσώματα

(2 **ίδια** αντίγραφα από το καθένα)

Κύτταρο με 46 χρωμοσώματα

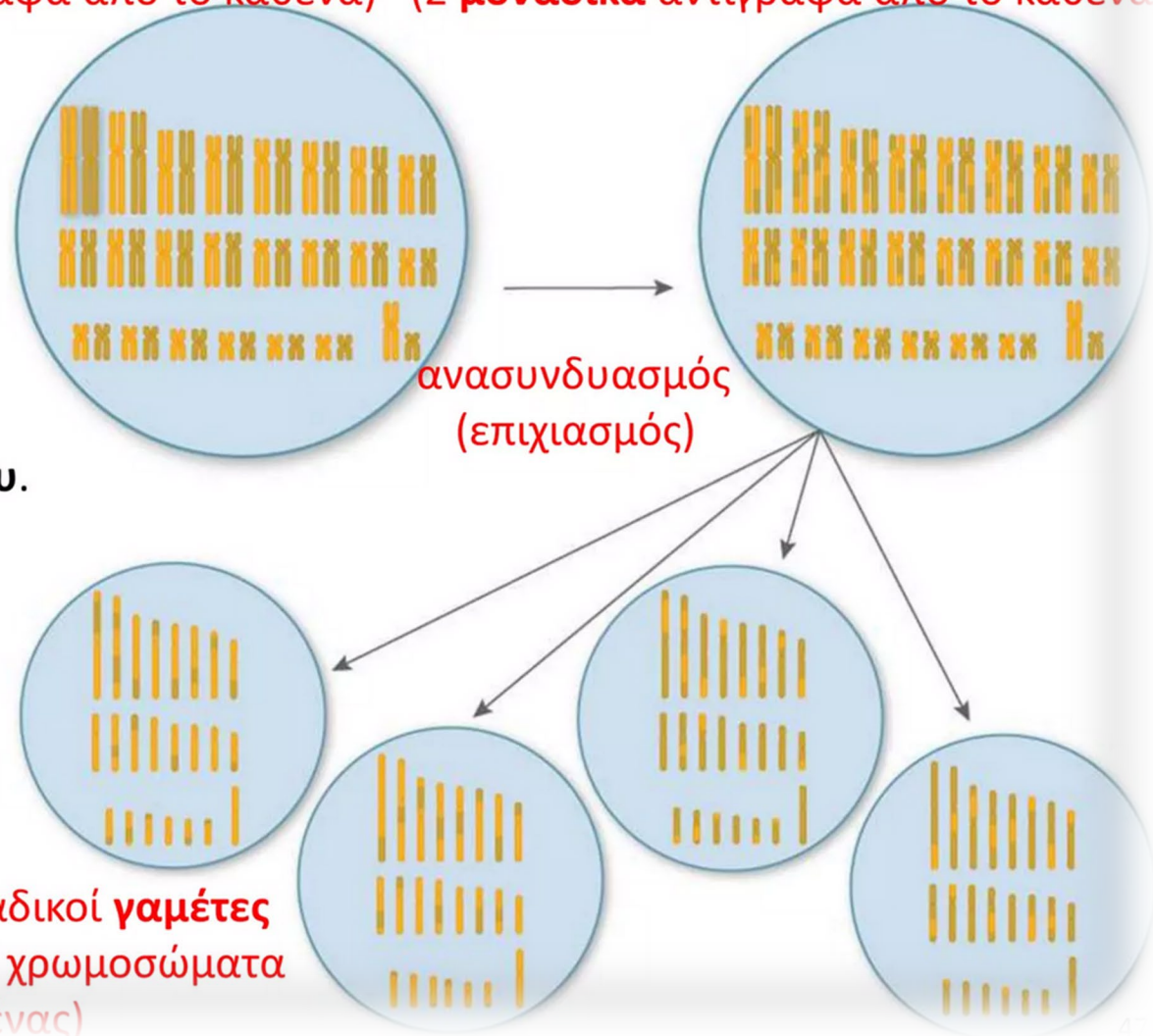
(2 **μοναδικά** αντίγραφα από το καθένα)

Όταν σχηματίζονται το **ωάριο** και το **σπερματοζωάριο**, υφίστανται έναν ιδιαίτερο τύπο κυτταρικής διαίρεσης που ονομάζεται **μείωση**.

Σκοποί της μείωσης είναι:

- να μειωθεί ο αριθμός των χρωμοσωμάτων κατά το **ήμισυ**.
- να δημιουργηθεί **γενετική ποικιλότητα**.

Ομόλογα ζεύγη χρωμοσωμάτων στοιχίζονται και ανταλλάσσουν κομμάτια (**ανασυνδυασμός**) και έτσι αυξάνει η **γενετική ποικιλότητα**.

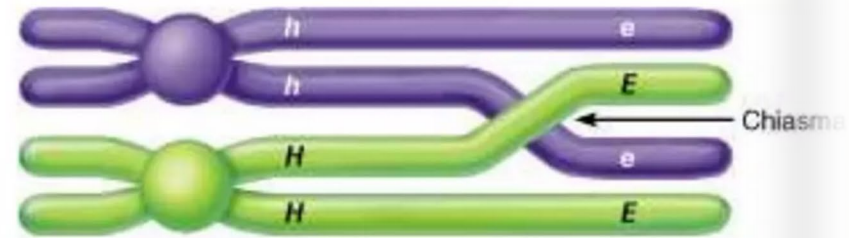


Από την μείωση στη γονιμοποίηση

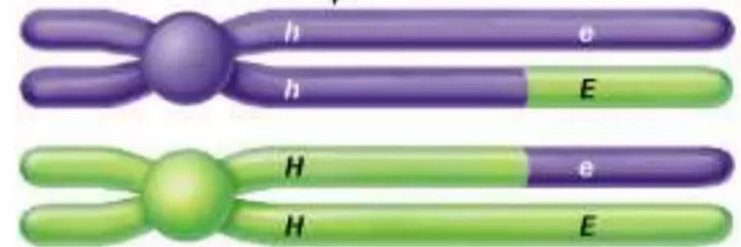
Μείωση - ανασυνδυασμός:

Ανασυνδυασμός:

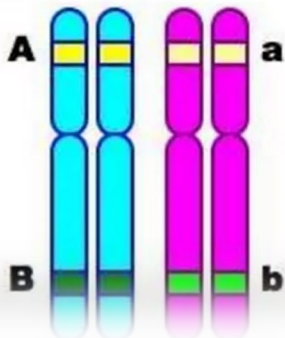
Ομόλογα ζεύγη χρωμοσωμάτων
στοιχίζονται και ανταλλάσσουν
κομμάτια και έτσι αυξάνει η
γενετική ποικιλότητα.



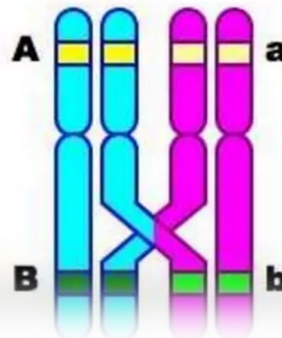
Ανασυνδυασμός
(επιχιασμός)



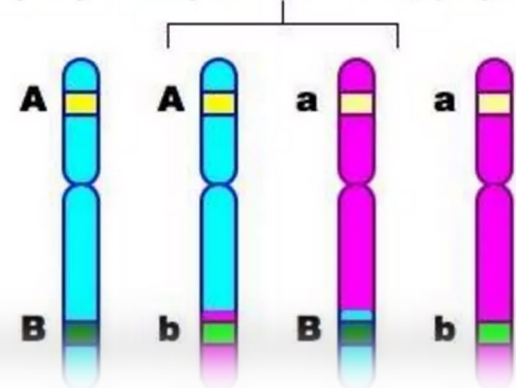
Ομόλογο ζεύγος
χρωμοσωμάτων



Ανασυνδυασμός
στα χρωμοσώματα



Χρωμοσώματα στους γαμέτες



ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΟΝ ΑΝΔΡΑ

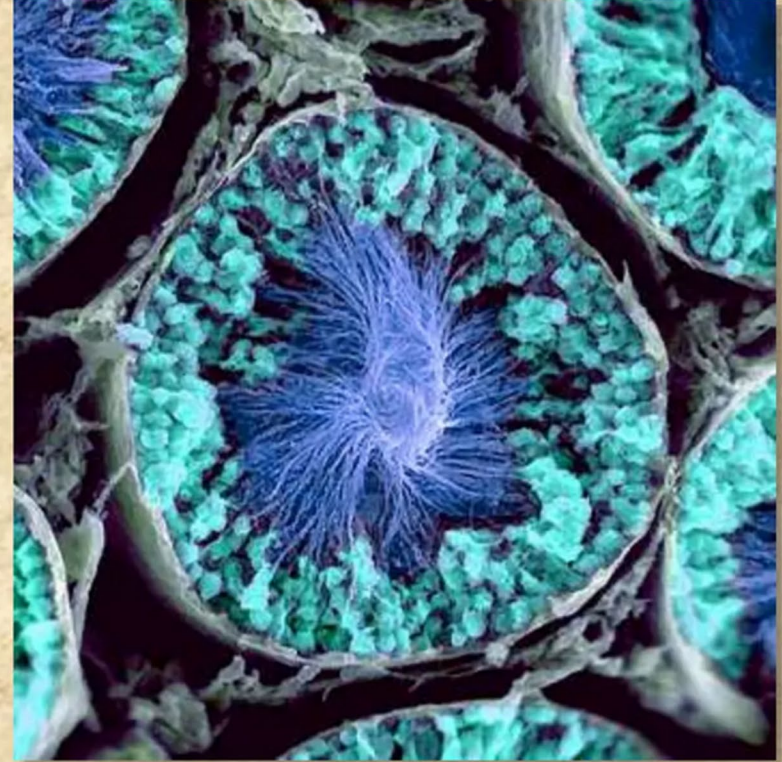
Οι όρχεις και το γεννητικό σύστημα του άρρενος εμφανίζουν δύο περιόδους ανάπτυξης:

- Την *ανάπτυξη και διαφοροποίηση τους στην εμβρυϊκή ζωή* υπό την επίδραση γονιδίων και ορμονών, την ανάπτυξη και λειτουργία τους κατά την εφηβεία, όπου πραγματοποιείται η οριστική διαμόρφωση του γεννητικού συστήματος.
- Μεταξύ των περιόδων αυτών μεσολαβεί διάστημα χαμηλής λειτουργίας *(ορμονική σιγή) των όρχεων*, το οποίο αντιστοιχεί στην παιδική ηλικία. Μετά την εφηβεία, οι όρχεις των ενηλίκων λειτουργούν συνεχώς χωρίς άλλες μεταβολές, εκτός από εκείνες που αποφέρει η φθορά της ηλικίας.

ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΟΝ ΑΝΔΡΑ

Σπερματογένεση:

Επιχρωματισμένες εικόνες από ηλεκτρονικό μικροσκόπιο:



Παραγωγή σπερματοζωαρίων στα σπερματικά σωληνάρια μέσα στον όρχι.

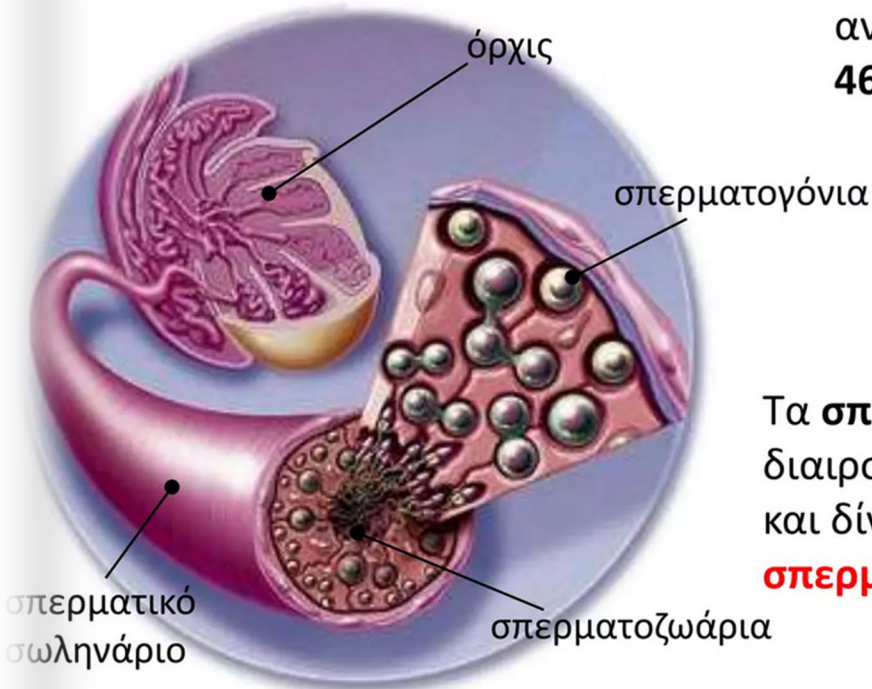


ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΟΝ ΑΝΔΡΑ

Από την μείωση στη γονιμοποίηση

Σπερματογένεση:

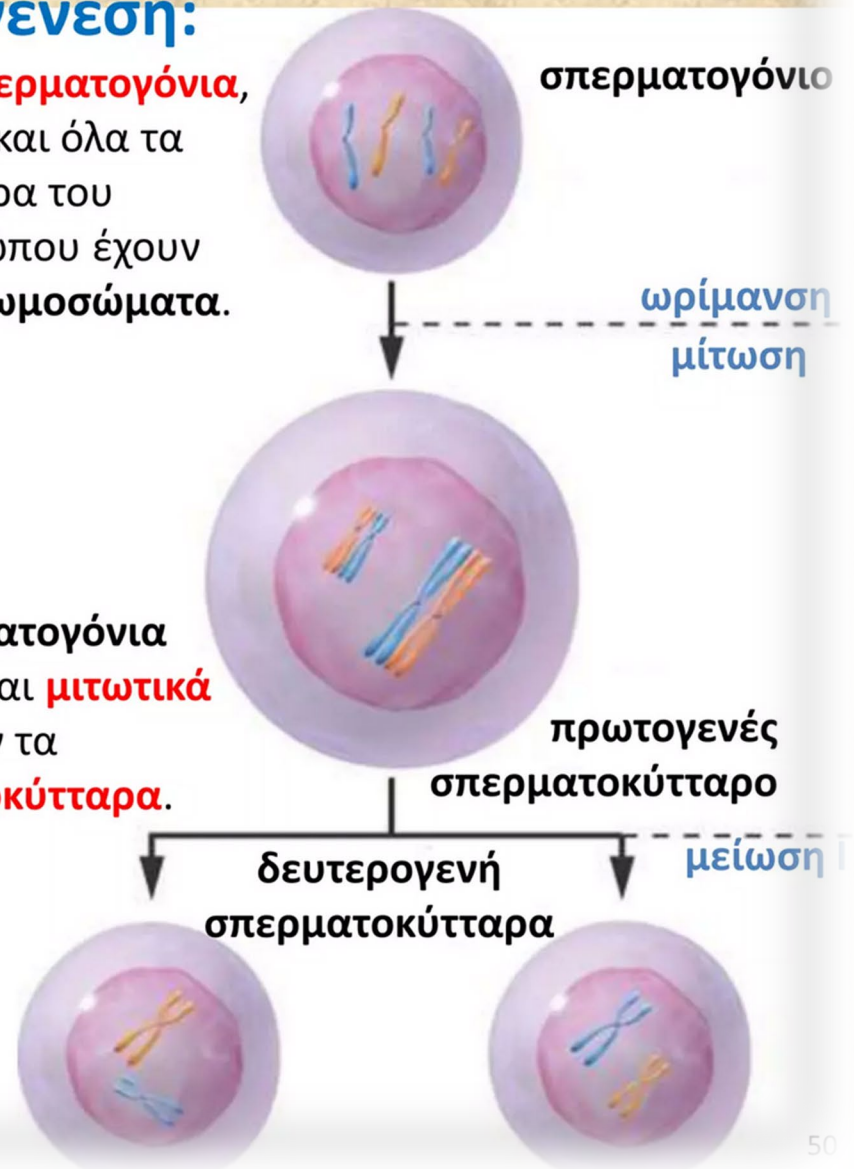
Στην ηλικία των 13 ετών η **τεστοστερόνη** αρχίζει να διεγείρει τους **όρχεις** για **συνεχή παραγωγή σπερματοζωαρίων**.



Στην περιφέρεια των **σπερματικών σωληναρίων** των **όρχεων** υπάρχουν τα **πρόδρομα γεννητικά κύτταρα**, τα **σπερματογόνια**.

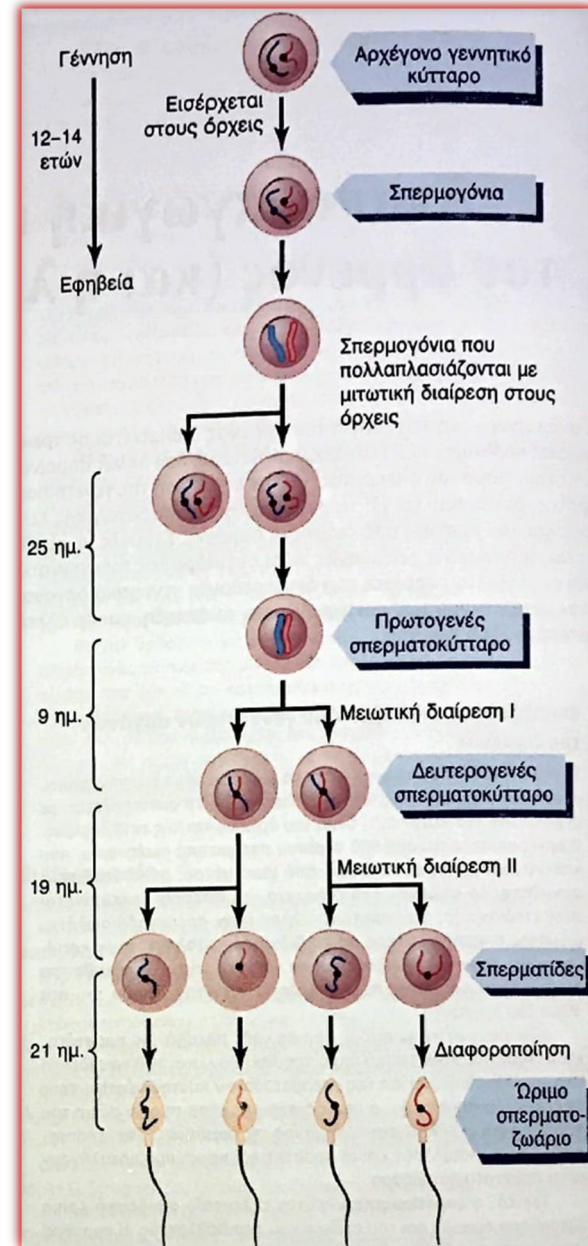
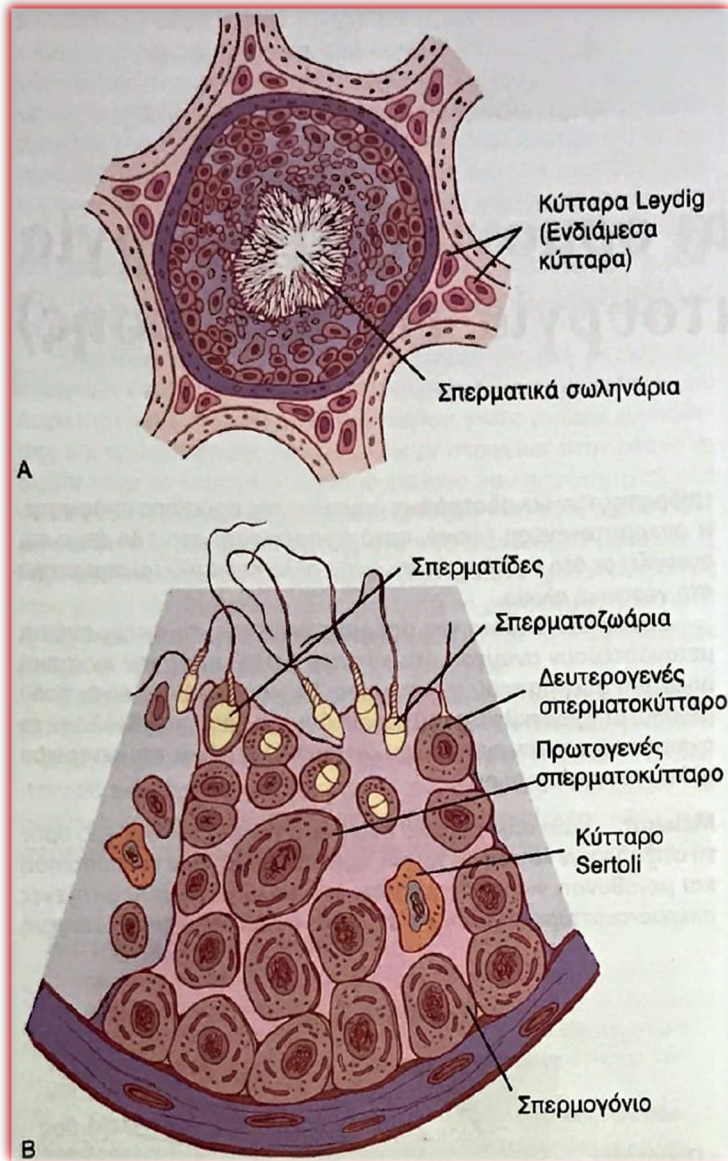
Τα **σπερματογόνια**, όπως και όλα τα κύτταρα του ανθρώπου έχουν **46 χρωμοσώματα**.

Τα **σπερματογόνια** διαιρούνται **μιτωτικά** και δίνουν τα **σπερματοκύτταρα**.



ΣΠΕΡΜΑΤΟΓΕΝΕΣΗ

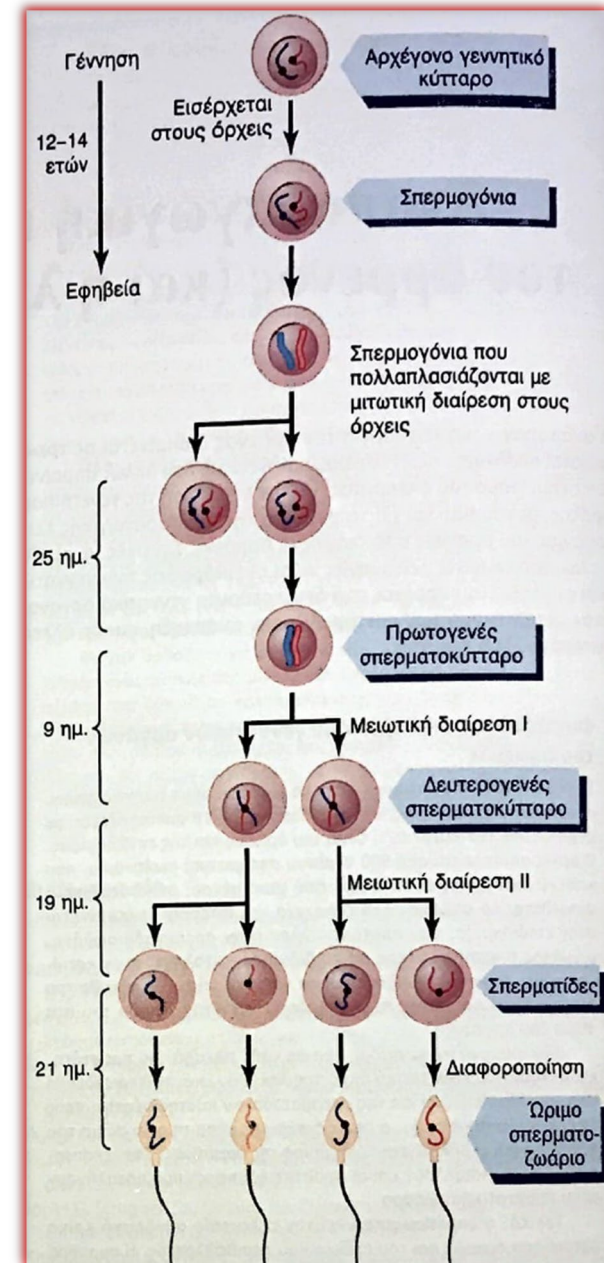
Κυτταρικές διαιρέσεις στη σπερματογένεση.



ΣΠΕΡΜΑΤΟΓΕΝΕΣΗ

Κυτταρικές διαιρέσεις στη σπερματογένεση.

- Κατά την εμβρυογένεση τα αρχέγονα γεννητικά κύτταρα μεταναστεύουν στους όρχεις όπου εξελίσσονται σε **σπερμογόνια**.
- Στην **εφηβεία (12 έως 14 έτη από τη γέννηση)** τα σπερμογόνια πολλαπλασιάζονται ταχέως με μίτωση. Μερικά διαιρούνται με μείωση και αναπτύσσονται σε πρωτογενή σπερματοκύτταρα και, στη συνέχεια, με τη μειωτική διαίρεση I μετατρέπονται σε δευτερογενή σπερματοκύτταρα.
- Μετά την ολοκλήρωση της μειωτικής διαίρεσης II, τα δευτερογενή σπερματοκύτταρα παράγουν τις σπερματίδες, οι οποίες **διαφοροποιούνται σε σπερματοζωάρια**.

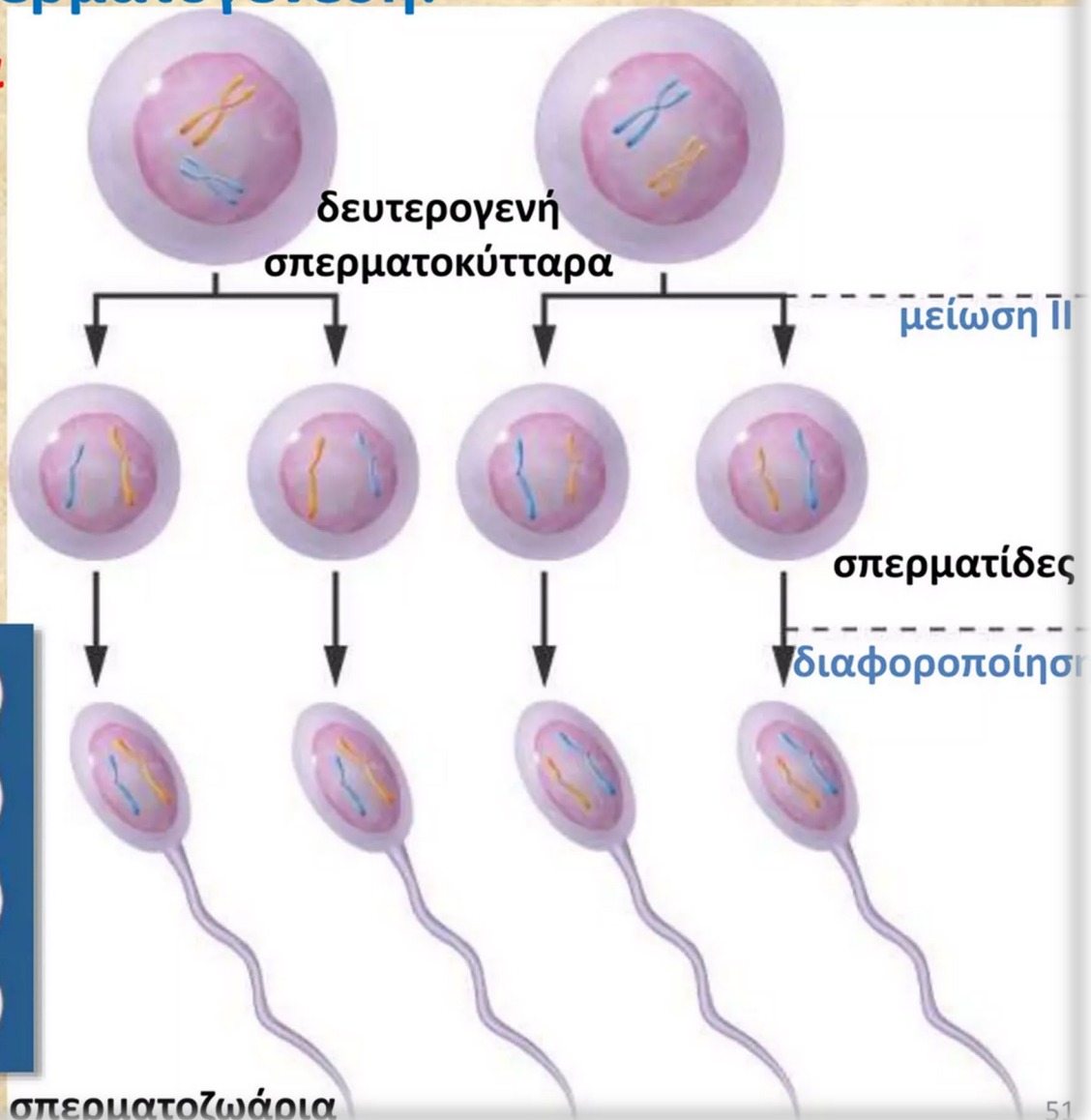
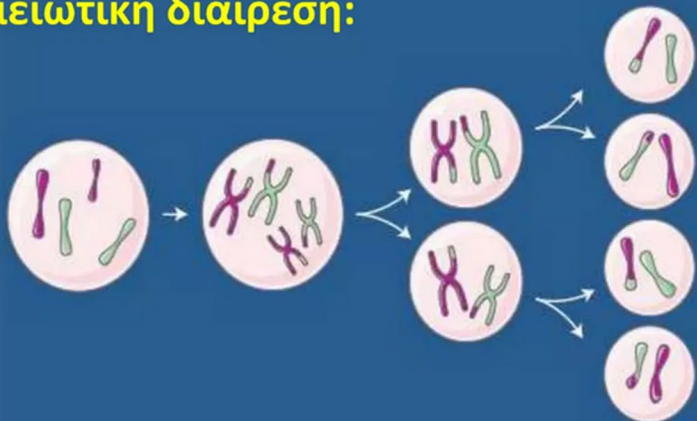


Από την μείωση στη γονιμοποίηση

Σπερματογένεση:

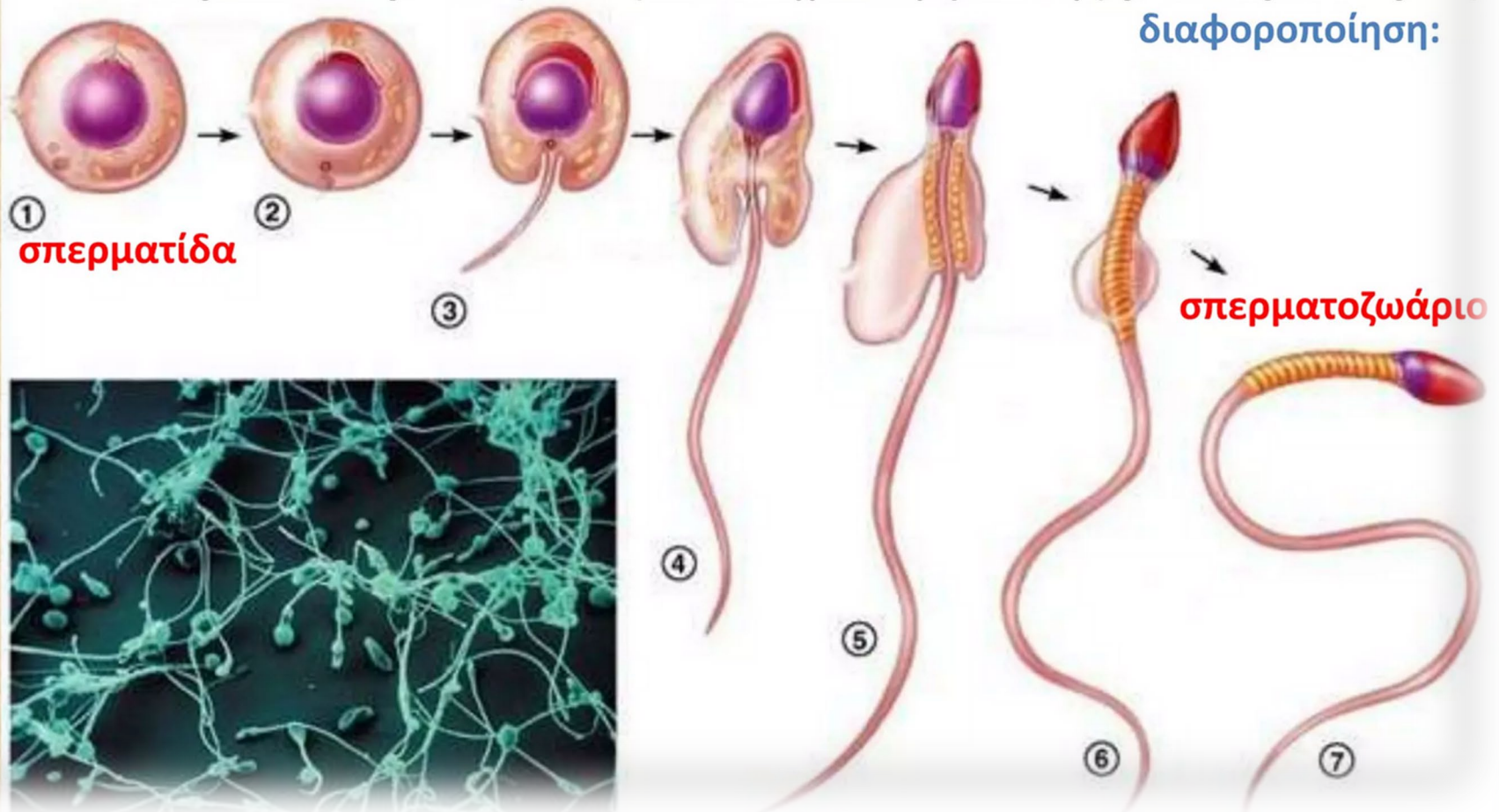
- Τα **σπερματοκύτταρα** με μειωτική διαίρεση θα δώσουν τις **σπερματίδες** με **23 χρωμοσώματα** η καθεμία.

μειωτική διαίρεση:



Από την μείωση στη γονιμοποίηση Σπερματογένεση:

- Στη συνέχεια οι **σπερματίδες** υφίστανται διαδοχικές μεταβολές, που περιλαμβάνουν απώλεια μέρους του **κυτταροπλάσματος** τους και δημιουργία της **μαστιγιοουράς**.
διαφοροποίηση:



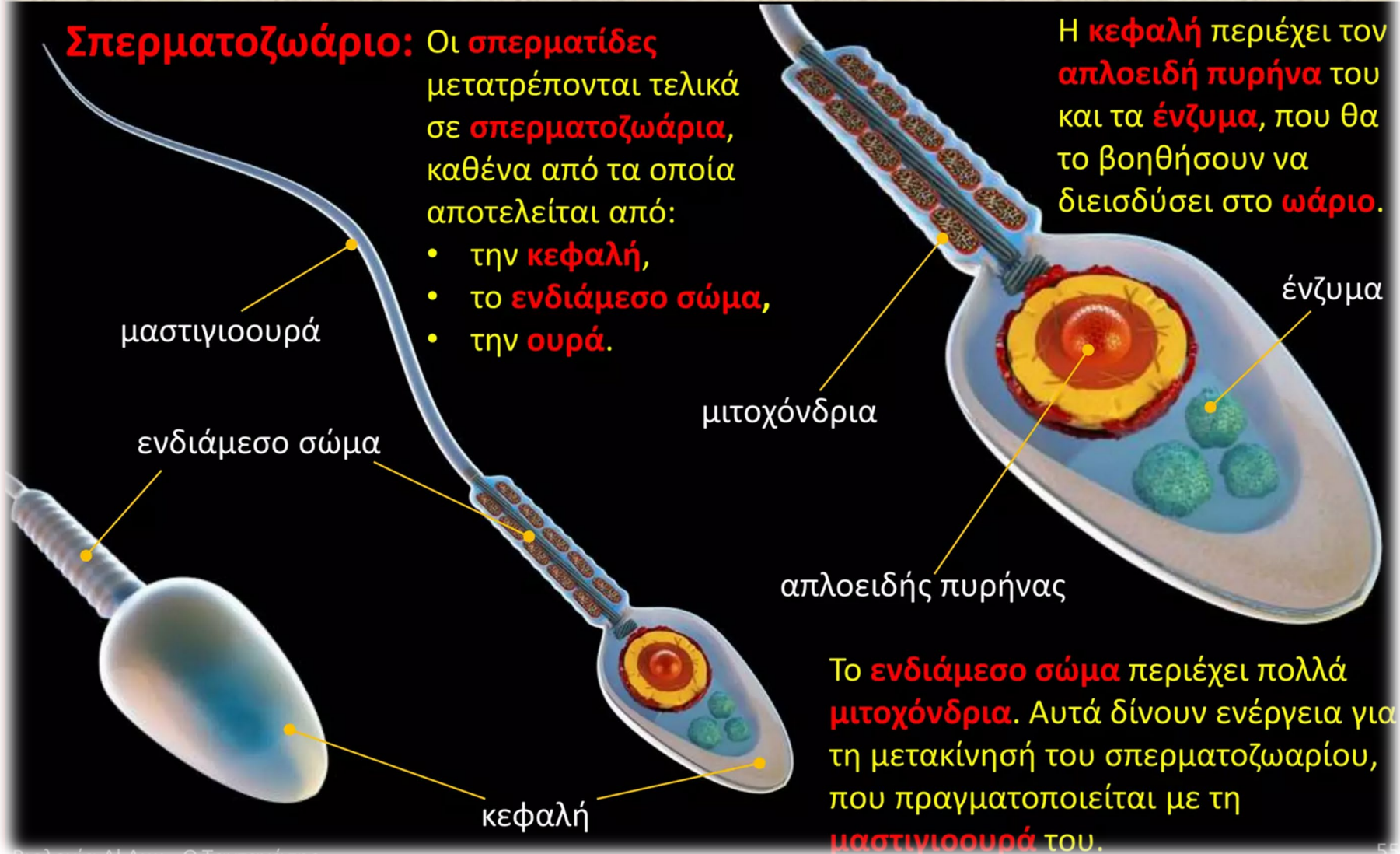
ΔΟΜΗ ΣΠΕΡΜΑΤΟΖΩΑΡΙΟΥ

Από την μείωση στη γονιμοποίηση
Σπερματογένεση:

Σπερματοζωάριο: Οι σπερματίδες μετατρέπονται τελικά σε **σπερματοζωάρια**, καθένα από τα οποία αποτελείται από:

- την **κεφαλή**,
- το **ενδιάμεσο σώμα**,
- την **ουρά**.

Η **κεφαλή** περιέχει τον **απλοειδή πυρήνα** του και τα **ένζυμα**, που θα το βοηθήσουν να διεισδύσει στο **ωάριο**.

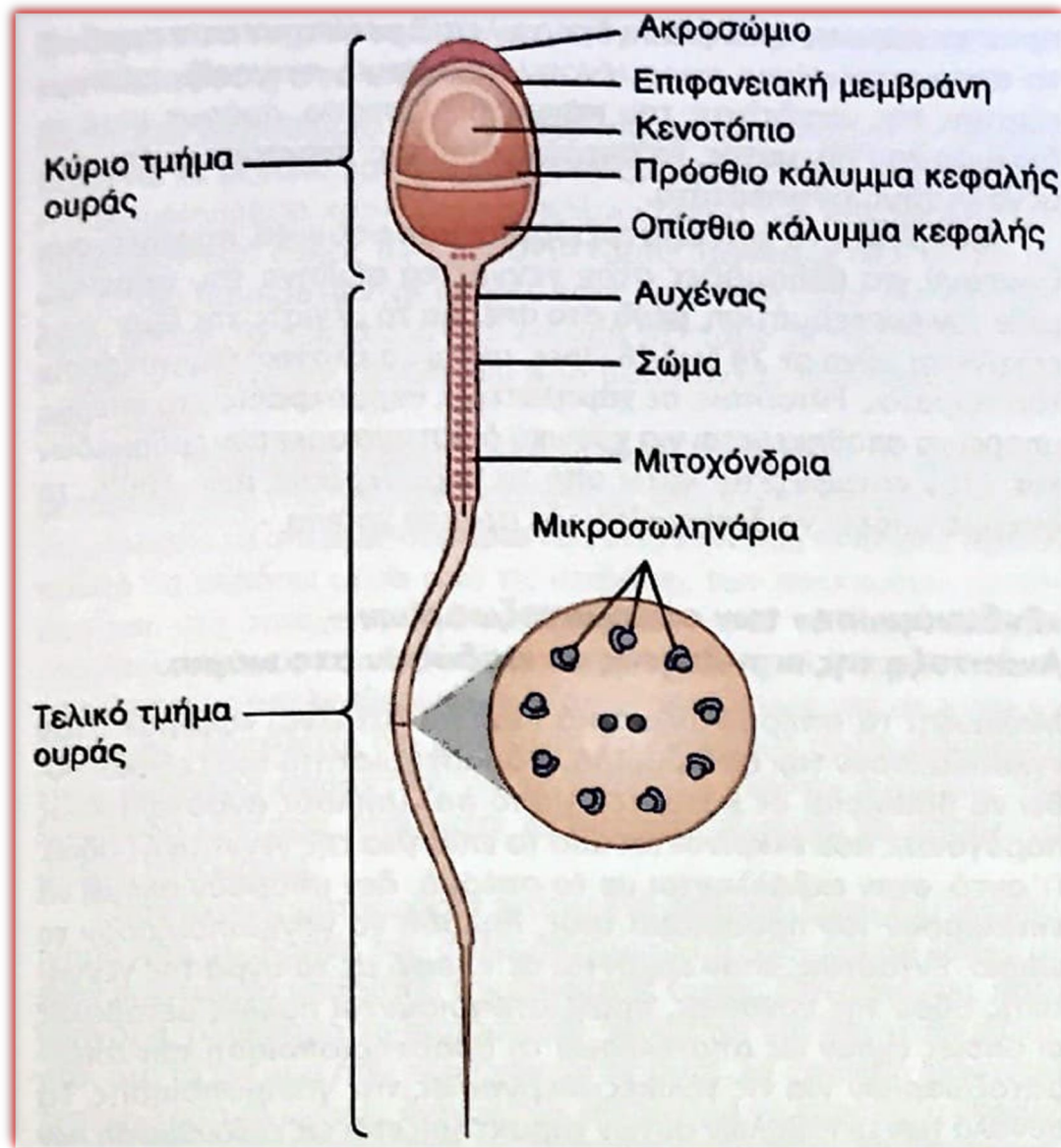


Το **ενδιάμεσο σώμα** περιέχει πολλά **μιτοχόνδρια**. Αυτά δίνουν ενέργεια για τη μετακίνησή του σπερματοζωαρίου, που πραγματοποιείται με τη **μαστιγιοουρά** του.

ΔΟΜΗ ΣΠΕΡΜΑΤΟΖΩΑΡΙΟΥ

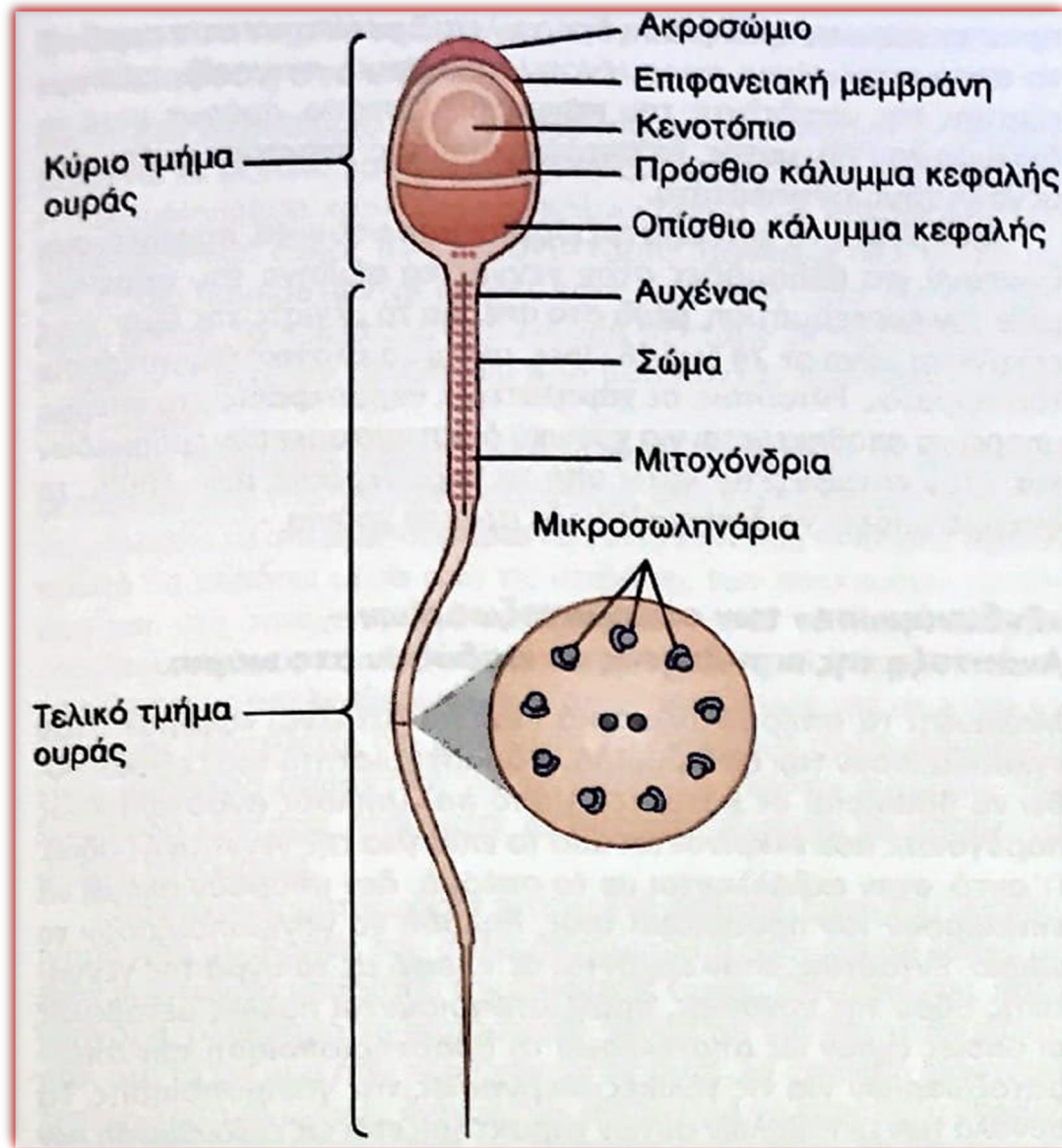
➤ Μόλις σχηματίζονται τα σπερματίδια, εκδηλώνουν τα συνήθη χαρακτηριστικά των πιθηλιακών κυττάρων, αλλά σύντομα κάθε σπερματίδιο επιμηκώνεται και μετατρέπεται σε **σπερματοζώαριο**, το οποίο αποτελείται από κεφαλή και ουρά.

➤ Η κεφαλή περιέχει τον συμπυκνωμένο πυρήνα του κυττάρου με μόνο ένα λεπτό στρώμα κυτοπλάσματος και κυτταρικής μεμβράνης, το οποίο περιβάλλει την επιφάνειά του.



ΔΟΜΗ ΣΠΕΡΜΑΤΟΖΩΑΡΙΟΥ

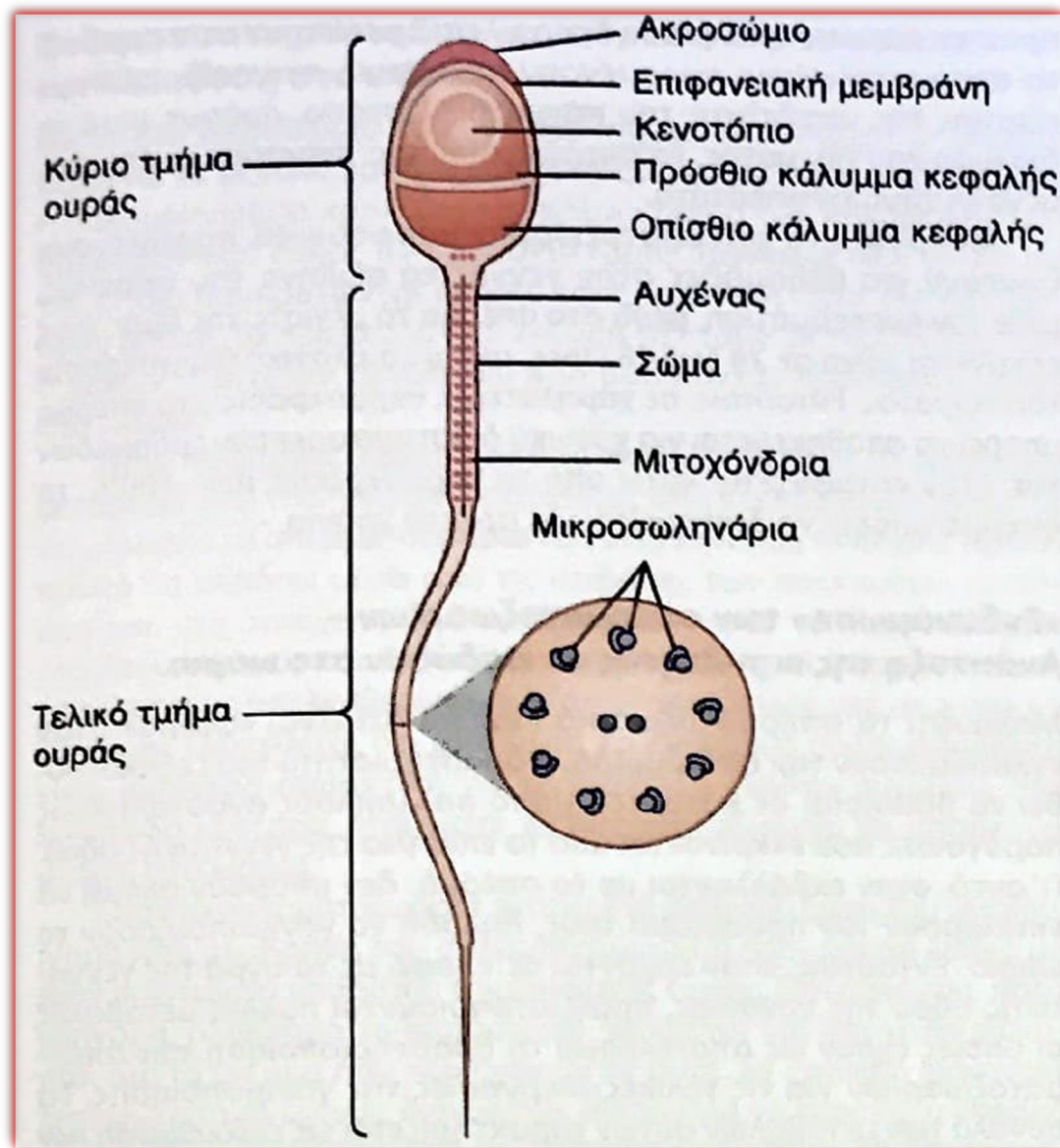
- Στο εξωτερικό των άνω 2/3 της κεφαλής υπάρχει μια παχιά κάψουλα που ονομάζεται **ακροσωμάτιο**, το οποίο σχηματίζεται κυρίως από την συσκευή του Golgi.
- Το ακροσωμάτιο περιέχει ένζυμα παρόμοια με αυτά που βρίσκονται στο λυσοσώματα ενός τυπικού κυττάρου, η **υαλουρονιδάση** (πέπτει τα πρωτεογλυκανικά στοιχεία των ιστών) και ισχυρά **πρωτεολυτικά ένζυμα** (πέπτουν πρωτεΐνες). Τα ένζυμα αυτά διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην είσοδο των σπερματοζωαρίων στο ωάριο και στην περαιτέρω γονιμοποίησή του.



ΔΟΜΗ ΣΠΕΡΜΑΤΟΖΩΑΡΙΟΥ

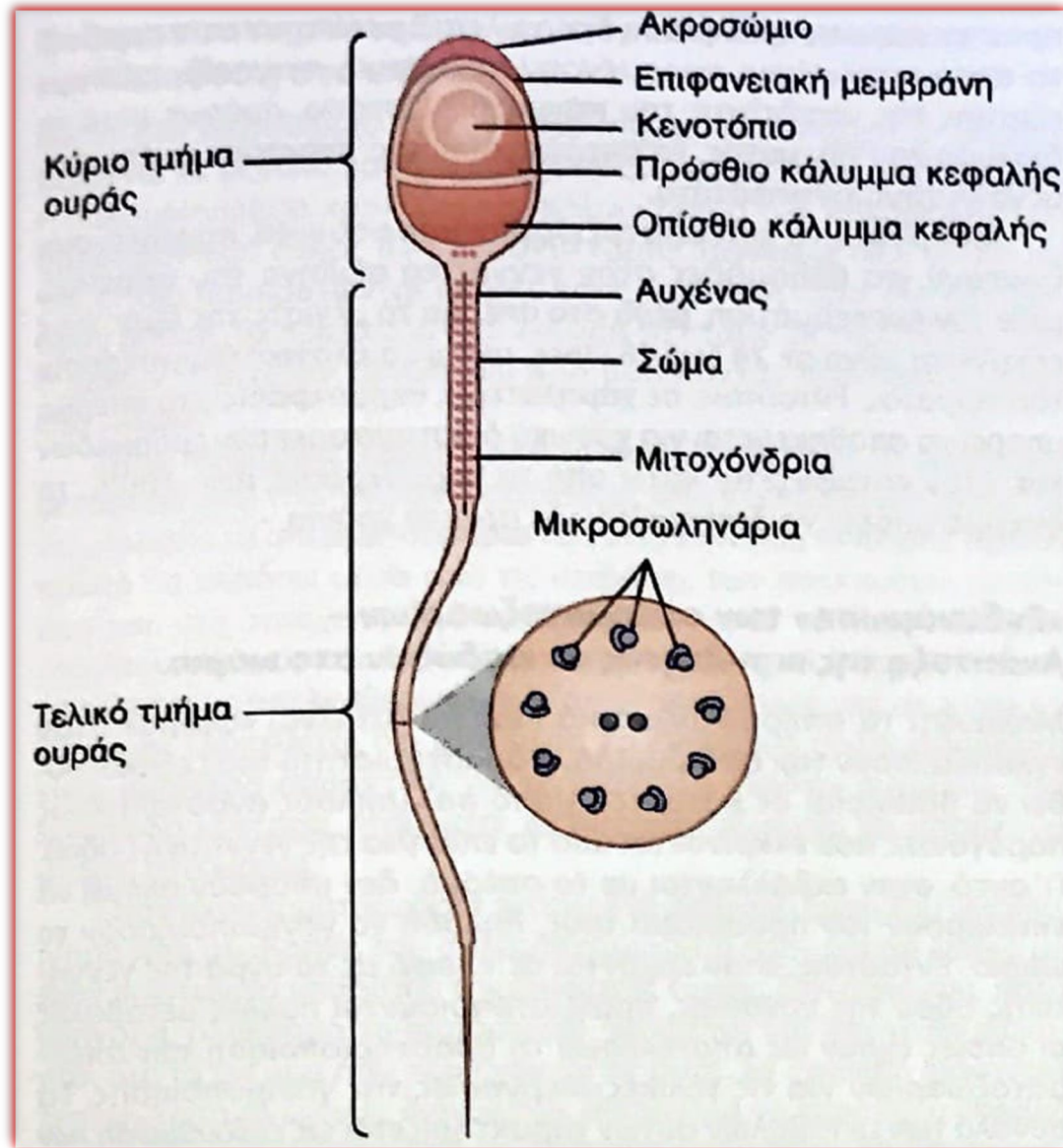
➤ Η ουρά του σπερματοζωαρίου, που ονομάζεται **μαστήγιο**, έχει τρία κύρια τμήματα:

1. Έναν κεντρικό σκελετό που αποτελείται από 11 μικροσωληνάρια, που ονομάζονται **αξόνημα**, η δομή του οποίου είναι παρόμοια με τη δομή των κροσσών που εντοπίζονται στις επιφάνειες διαφόρων κυττάρων.
2. Μία λεπτή κυτταρική μεμβράνη που επικαλύπτει το αξόνημα
3. Ένα μιτοχονδριακό σύμπλεγμα που περιβάλλει το αξόνημα στο αρχικό τμήμα της ουράς (που ονομάζεται σώμα της ουράς).



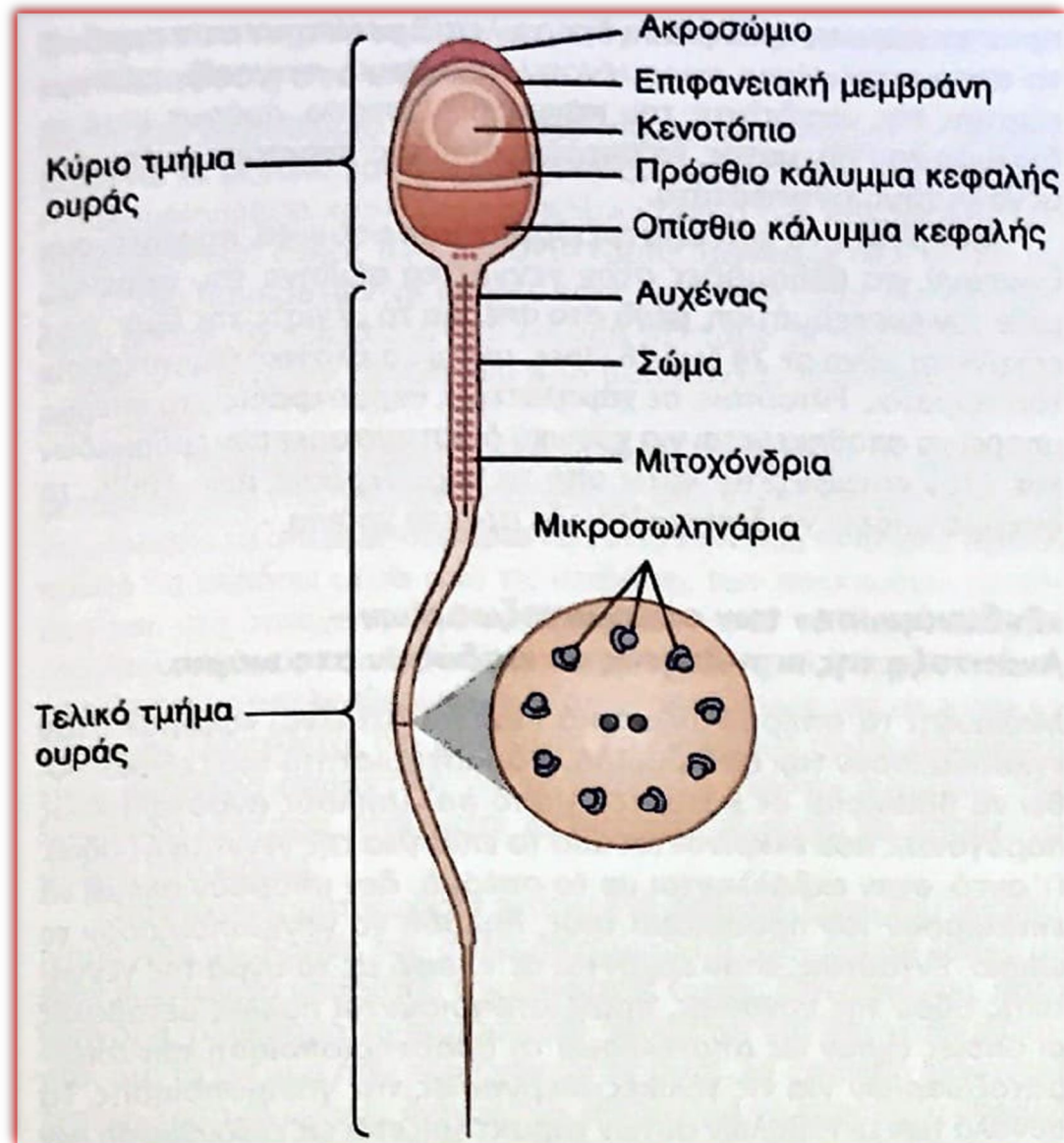
ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΣΠΕΡΜΑΤΟΖΩΑΡΙΟΥ

- Η προς τα εμπρός και προς τα πίσω κίνηση της ουράς (*μαστιγωτή κίνηση*) παρέχει κινητικότητα στο σπερματοζωάριο.
- Η κίνηση αυτή οφείλεται σε *ρυθμική επιμήκη διολίσθηση μεταξύ των πρόσθιων και οπίσθιων σωληναρίων που αποτελούν το αξόνημα*.
- Η ενέργεια που απαιτείται για τη διεργασία αυτή, παρέχεται με τη μορφή της τριφωσφορικής αδενοσίνης που συντίθεται στα μιτοχόνδρια του σώματος της ουράς.



ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΣΠΕΡΜΑΤΟΖΩΑΡΙΟΥ

- Το φυσιολογικό σπερματοζώαριο κινείται σε υγρό μέσο με ταχύτητα 1 έως 4 mm/min.
- Με τον τρόπο αυτό είναι δυνατή η διέλευσή του από τον γεννητικό σωλήνα του θήλεος και η μεταφορά του στην περιοχή του ωαρίου.



Από την μείωση στη γονιμοποίηση Οογένεση:

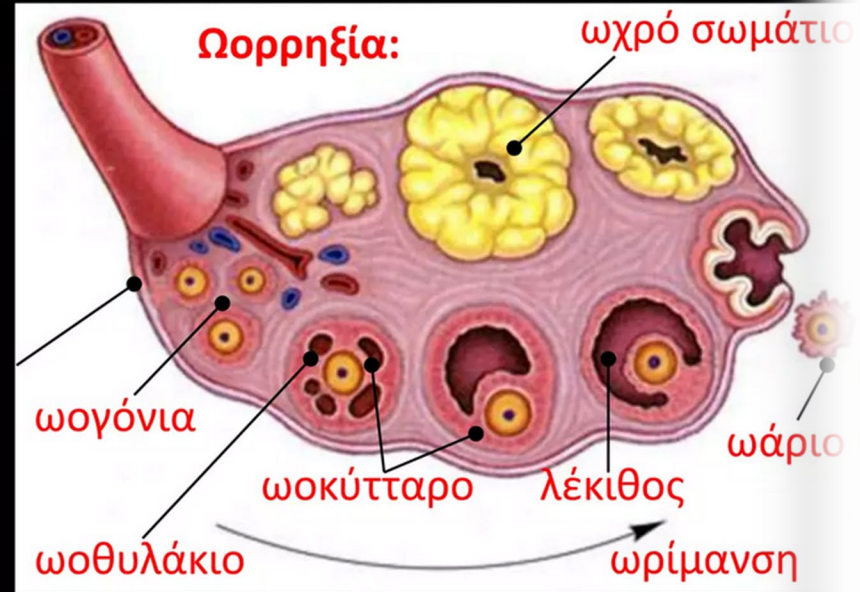


Τα **πρόδρομα** γεννητικά κύτταρα της γυναίκας είναι τα **ωογόνια**, που πολλαπλασιάζονται **μιτωτικά** κατά την **εμβρυϊκή ζωή**.

Κάθε **ωοκύτταρο** βρίσκεται μέσα σε ένα **ωοθυλάκιο** και παραμένει σ' αυτό το στάδιο για πολλά χρόνια.

Τα **ωογόνια** αυξάνονται σε μέγεθος με τη συσσώρευση θρεπτικών ουσιών (**λέκιθος**) και μεταμορφώνονται σε **ωοκύτταρα** (με 46 χρωμοσώματα το καθένα).

Βιολογία Α' Λυκ. - Θ.Ταντανάσης



Από την εφηβεία και μετά, κάθε **28 περίπου ημέρες** ένα **ωοθυλάκιο** αναπτύσσεται εναλλάξ από κάθε **ωοθήκη**.

Το **ωοκύτταρο** με **μειωτική διαίρεση** εξελίσσεται σε **ωάριο** με 23 χρωμοσώματα.

Το **ωάριο** περιέχει τη **λέκιθο**, που είναι απαραίτητη για την ανάπτυξη του **ζυγωτού** κατά τις πρώτες μέρες μετά τη **γονιμοποίηση**.

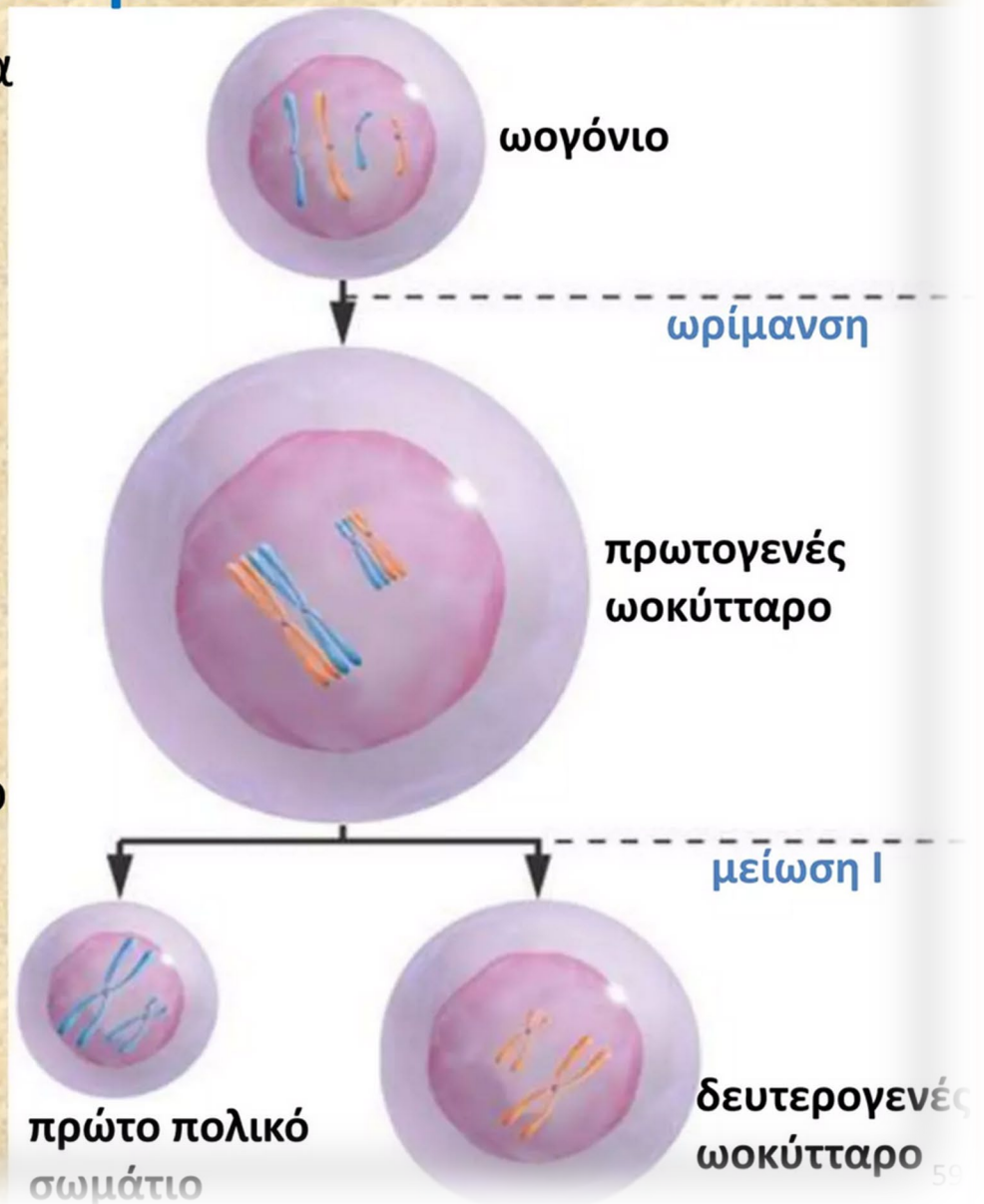
Από την μείωση στη γονιμοποίηση

Οογένεση:

Κάθε 28 περίπου ημέρες ένα **ωοθυλάκιο** αναπτύσσεται **εναλλάξ** από κάθε **ωοθήκη**.

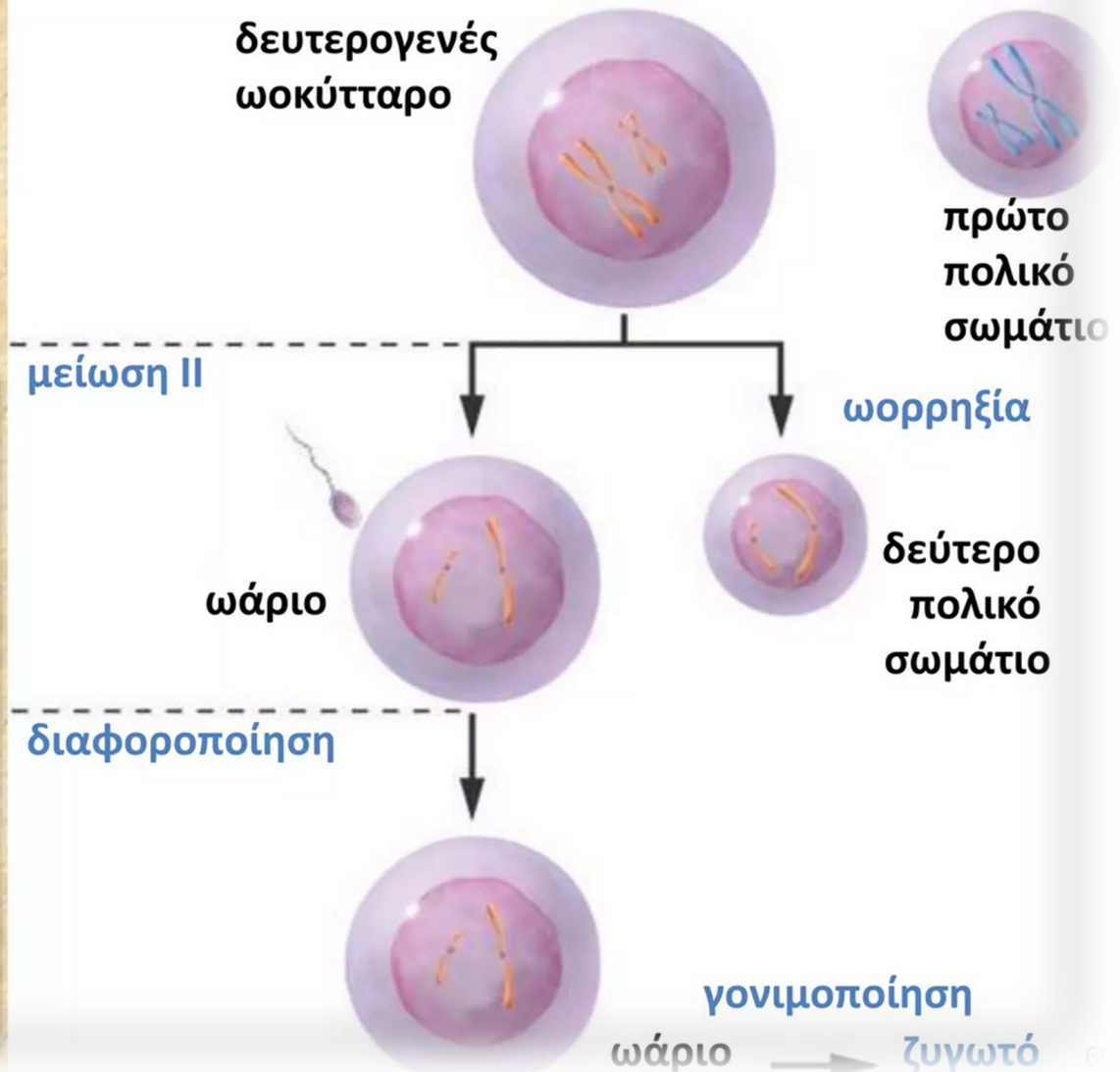
Το **ωοκύτταρο** που περιέχει μπαίνει στο στάδιο της **ωρίμανσης**, κατά το οποίο υφίσταται την **πρώτη μειωτική διαίρεση**.

Από τη διαίρεση αυτή θα προκύψει ένα μικρό κύτταρο (**πολικό σωμάτιο**) και ένα μεγάλο, το οποίο θα εξελιχτεί σε **ωάριο** με **23 χρωμοσώματα**.



Από την μείωση στη γονιμοποίηση

Οογένεση:



Από την μείωση στη γονιμοποίηση Σεξουαλική επαφή:

Όταν ο άντρας διεγερθεί ερωτικά,
οι αρτηρίες του **πέους**
διαστέλλονται και γεμίζουν με
αίμα τα **σηραγγώδη σώματα**.

Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη
στύση του πέους.

Όταν η γυναίκα διεγερθεί
ερωτικά, ο **κόλπος** της υγραίνεται
και οι μύες του χαλαρώνουν.

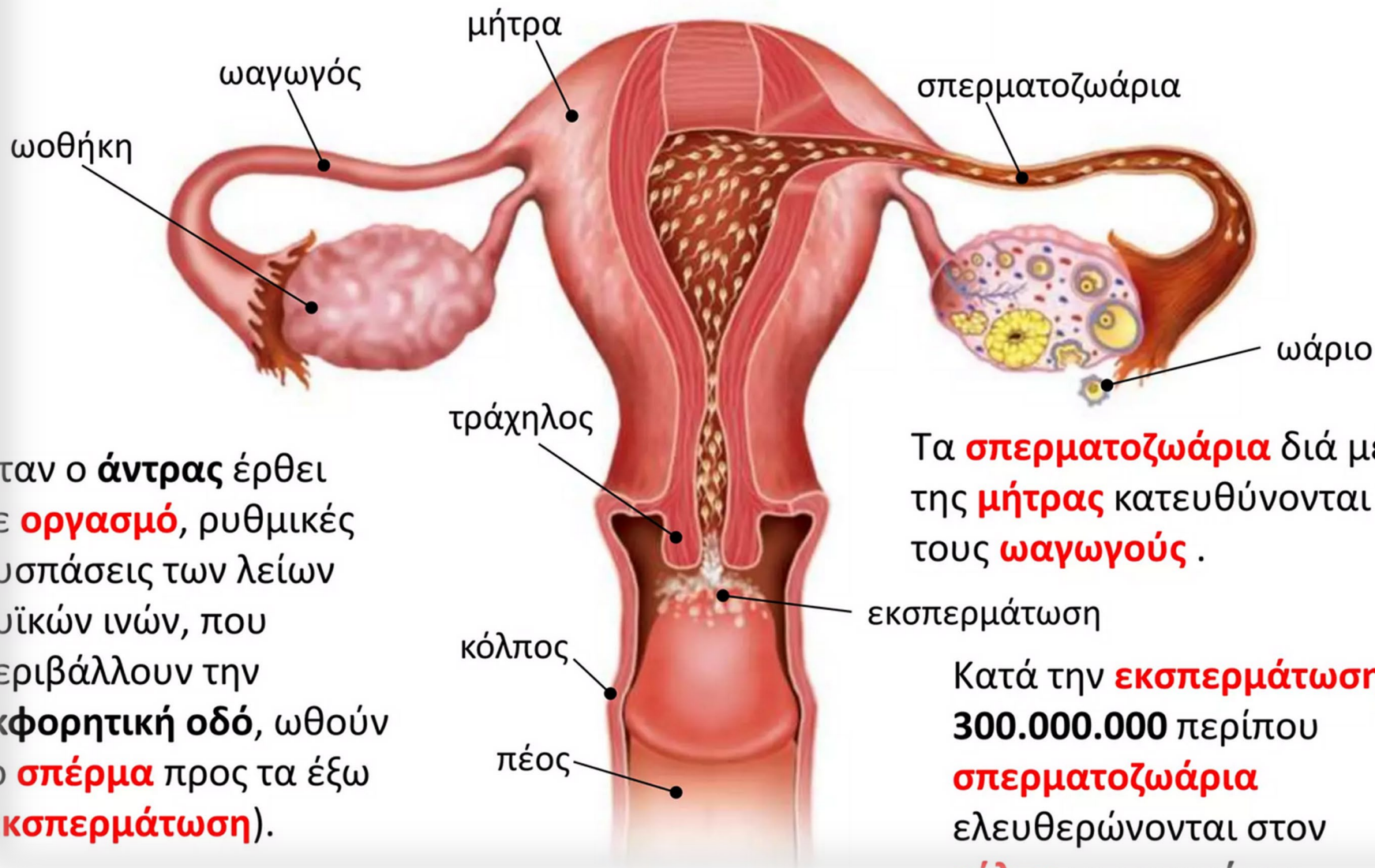
Αυτό διευκολύνει την **είσοδο του**
πέους σε στύση.

Η ερωτική επαφή κορυφώνεται
με τον **οργασμό**.



Από την μείωση στη γονιμοποίηση

Οργασμός - εκσπερμάτωση:



Όταν ο **άντρας** έρθει σε **οργασμό**, ρυθμικές συσπάσεις των λείων μυϊκών ινών, που περιβάλλουν την **εκφορητική οδό**, ωθούν το **σπέρμα** προς τα έξω (**εκσπερμάτωση**).

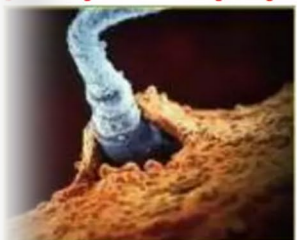
Τα **σπερματοζωάρια** διά μέσου της **μήτρας** κατευθύνονται προς τους **ωαγωγούς**.

Κατά την **εκσπερμάτωση**, **300.000.000** περίπου **σπερματοζωάρια** ελευθερώνονται στον **κόλπο** της **γυναίκας**.

Από την μείωση στη γονιμοποίηση

Γονιμοποίηση:

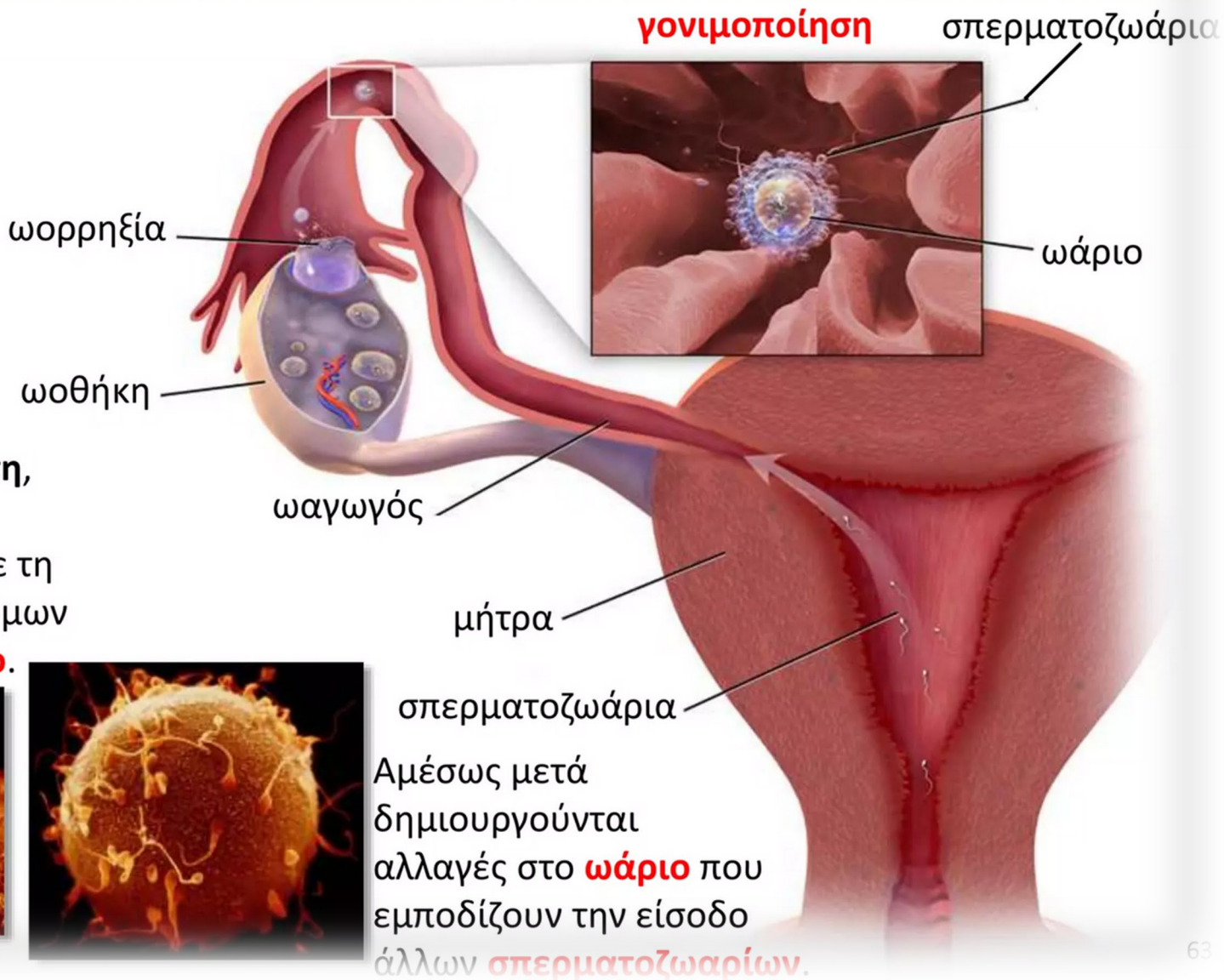
Αν σε **ωαγωγό** τύχει να υπάρχει ένα **ωάριο**, είναι πολύ πιθανό να συμβεί **γονιμοποίηση**.



Κατά τη **γονιμοποίηση**, η κεφαλή ενός μόνο **σπερματοζωαρίου** με τη βοήθεια ειδικών ενζύμων εισέρχεται στο **ωάριο**.



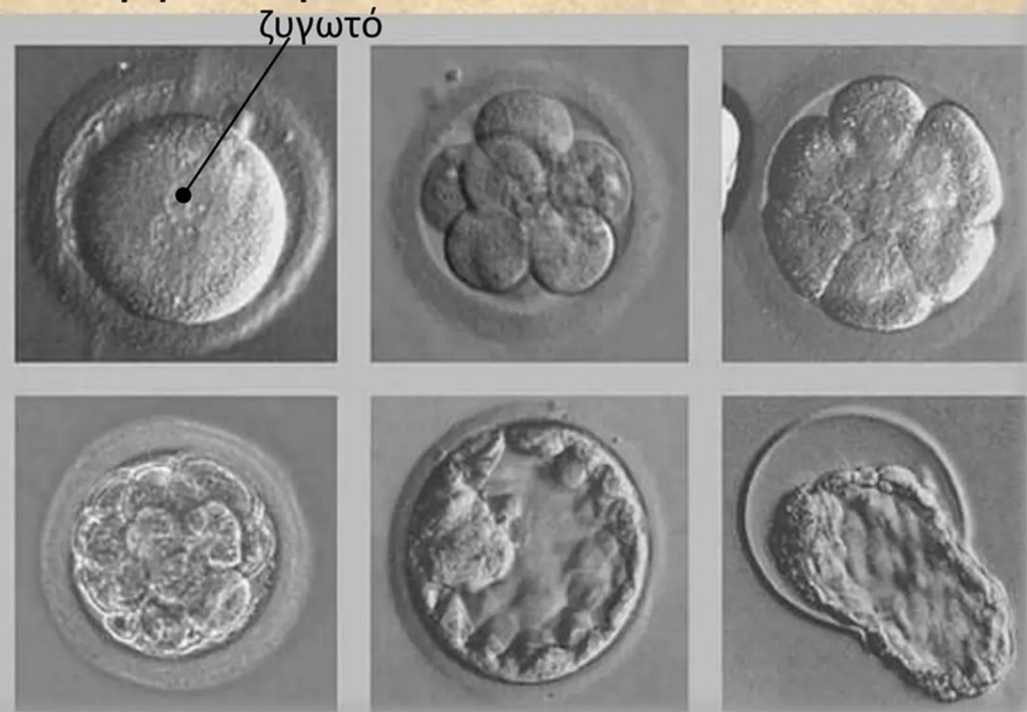
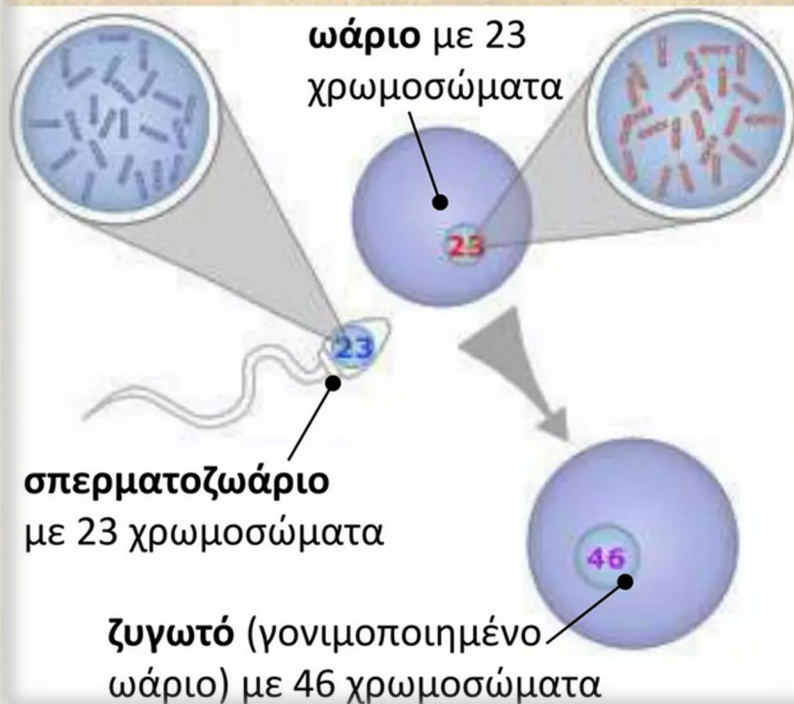
Βιολογία Α' Λυκ. - Θ.Ταντανάσης



Από την μείωση στη γονιμοποίηση

Γονιμοποίηση:

- Οι πυρήνες των δύο **απλοειδών γαμετικών κυττάρων** (με **23 χρωμοσώματα** το καθένα) συντήκονται και προκύπτει ένα διπλοειδές κύτταρο, το **ζυγωτό**, με **46 χρωμοσώματα**.
- Το **ζυγωτό** είναι το **γονιμοποιημένο ωάριο** και αποτελεί το πρώτο κύτταρο του νέου οργανισμού.



Από την μείωση στη γονιμοποίηση Γονιμοποίηση:

Σπερματοζωάριο γονιμοποιεί ανθρώπινο ωάριο:



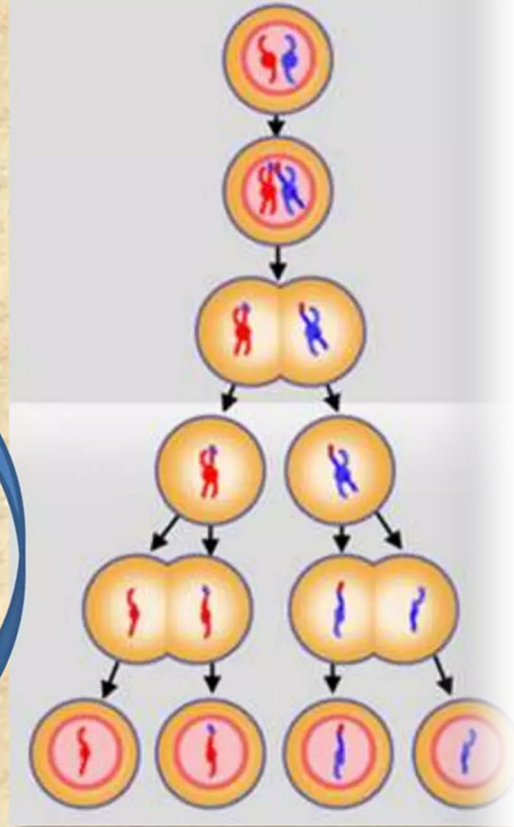
Από την μείωση στη γονιμοποίηση

- Από τα παραπάνω γίνεται προφανές ότι:

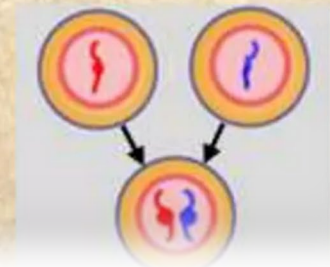
Μείωση είναι ο μηχανισμός που μειώνει κατά το ήμισυ τον αρχικό αριθμό χρωμοσωμάτων, και από ένα διπλοειδές κύτταρο προκύπτουν απλοειδή κύτταρα.

Γονιμοποίηση είναι ο μηχανισμός κατά τον οποίο δύο απλοειδείς γαμέτες συντήκονται και δίνουν ένα διπλοειδές κύτταρο, το ζυγωτό, από το οποίο θα προκύψει ο νέος οργανισμός.

μείωση



γονιμοποίηση



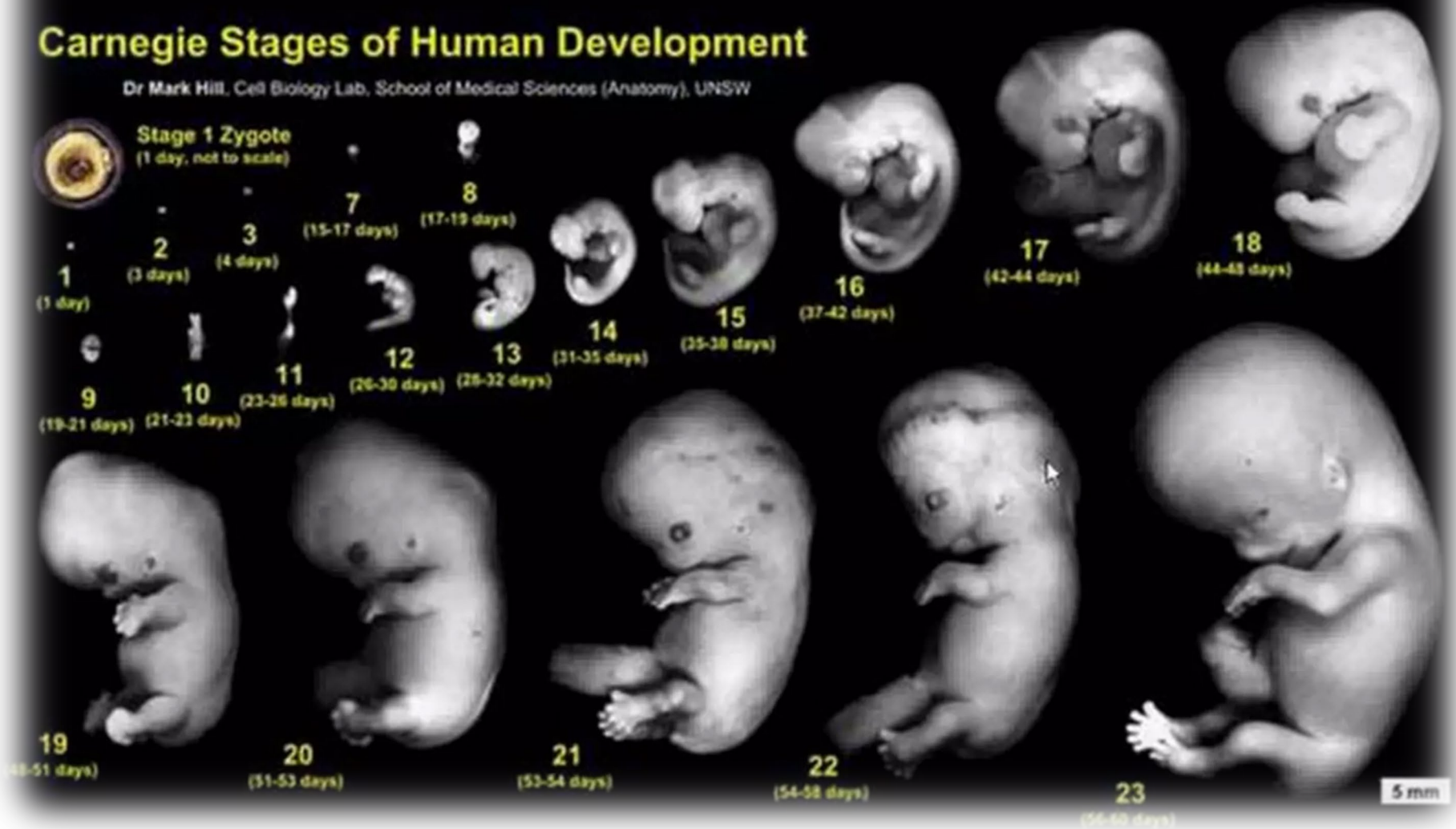
Ανάπτυξη του εμβρύου



Ανάπτυξη του εμβρύου

Carnegie Stages of Human Development

Dr Mark Hill, Cell Biology Lab, School of Medical Sciences (Anatomy), UNSW



Από την μείωση στη γονιμοποίηση

