

Σύλληψη και εμβρυική ανάπτυξη

Jennie M. Wagner

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

- Να συνοψίζετε τις διαδικασίες γονιμοποίησης και εμφύτευσης.
- Να γνωρίζετε την ανάπτυξη, τη δομή και τις λειτουργίες του πλακούντα.
- Να γνωρίζετε τη σύνθεση και τις λειτουργίες του αμνιακού υγρού.
- Να ξεχωρίζετε τρία όργανα ή ιστούς που προκύπτουν από καθένα από τα τρία βλαστικά δέρματα.
- Να συνοψίζετε τις σημαντικές αλλαγές στην αύξηση και την ανάπτυξη του εμβρύου.
- Να συγκρίνετε τους διαφορετικούς τύπους πολύδυμης κύησης.
- Να αναλύετε τις πιθανές επιδράσεις των τερατογόνων κατά τη διάρκεια των ευάλωτων περιόδων της εμβρυικής ανάπτυξης.

Αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζει μια επισκόπηση της διαδικασίας γονιμοποίησης και ανάπτυξης του φυσιολογικού εμβρύου. Οι πληροφορίες που περιγράφονται είναι θεμελιώδεις για την κατανόηση της εγκυμοσύνης.

ΣΥΛΛΗΨΗ

Η σύλληψη, η οποία ορίζεται ως η ένωση ενός ωαρίου με ένα σπερματοζώαριο, σηματοδοτεί την έναρξη της εγκυμοσύνης. Η σύλληψη δεν συμβαίνει ως ένα μεμονωμένο γεγονός, αλλά ως ένα μέρος μιας ακολουθίας γεγονότων, η οποία περιλαμβάνει τον σχηματισμό των γαμετών (ωάριο και σπερματοζώαριο), την ωορρηξία (απελευθέρωση ωαρίου), τη γονιμοποίηση (ένωση των γαμετών), και την εμφύτευση στη μήτρα. Θα προηγηθεί μια εξήγηση της κυτταρικής διαίρεσης με την μίτωση και τη μείωση πριν τη συζήτηση της γαμετογένεσης.

Κυτταρική διαίρεση

Τα κύτταρα αναπαράγονται με δύο διαφορετικές μεθόδους: τη μίτωση και τη μείωση. Στην μίτωση, τα κύτταρα του σώματος αντικαθίστανται και επισκευάζονται. Η διαδικασία αυτή υποστηρίζει τον διπλοειδή αριθμό 46 χρωμοσωμάτων με τον σχηματισμό δύο θυγατρικών κυττάρων, καθένα από

τα οποία περιέχει έναν μόνο κλώνο δεοξυριβονουκλεϊκού οξέος (DNA). Τα κύτταρα αναπαράγονται και προκύπτουν δύο κύτταρα με την ίδια γενετική σύνθεση με το γονεϊκό, εκτός εάν συμβεί κάποια μετάλλαξη. Αρχικά το κύτταρο δημιουργεί ένα αντίγραφο του δικού του DNA και μετά διαιρείται. Κάθε θυγατρικό κύτταρο λαμβάνει ένα αντίγραφο του γενετικού υλικού. Η μιτωτική διαίρεση διευκολύνει την αύξηση και την ανάπτυξη ή την αντικατάσταση των κυττάρων.

Η μείωση, η διαδικασία με την οποία τα γεννητικά κύτταρα διαιρούνται και μειώνουν τον χρωμοσωμικό τους αριθμό κατά το ήμισυ, από διπλοειδή (46) σε απλοειδή (23), οδηγεί στην παραγωγή γαμετών (ωαρίων και σπερματοζωαρίων). Κάθε ομόλογο ζεύγος χρωμοσωμάτων περιέχει ένα χρωμόσωμα που προέρχεται από τη μητέρα και ένα από τον πατέρα. Έτσι, η μείωση οδηγεί σε κύτταρα που περιέχουν ένα χρωμόσωμα από καθένα από τα 23 ζεύγη χρωμοσωμάτων. Επειδή αυτά τα γεννητικά κύτταρα περιέχουν 23 μεμονωμένα χρωμοσώματα, δηλαδή το ήμισυ του γενετικού υλικού ενός φυσιολογικού σωματικού κυττάρου, ονομάζονται *απλοειδή*. Αυτό το ήμισυ του γενετικού υλικού επιτυγχάνεται με την αναπαραγωγή του DNA και στη συνέχεια με τη διπλή του διαίρεση. Όταν ο θηλυκός γαμέτης (ωάριο) και ο αρσενικός γαμέτης (σπερματοζώαριο) ενώνονται για να σχηματίσουν το ζυγωτό, αποκαθίσταται ο διπλοειδής αριθμός των ανθρώπινων χρωμοσωμάτων (46, ή 23 ζεύγη).

Η διαδικασία της αντιγραφής του DNA και της κυτταρικής διαίρεσης στη μείωση επιτρέπει σε διαφορετικά *αλληλόμορφα*

(γονίδια σε αντίστοιχες θέσεις που κωδικοποιούν παραλλαγές του ίδιου χαρακτηριστικού) των γονιδίων να κατανομούνται τυχαία από κάθε γονέα και στη συνέχεια να αναδιατάσσονται σε ζεύγη χρωμοσωμάτων. Τα χρωμοσώματα στη συνέχεια διαχωρίζονται και ανήκουν σε διαφορετικούς γαμέτες. Πολλοί συνδυασμοί γονιδίων είναι δυνατοί σε κάθε χρωμόσωμα επειδή οι γονείς έχουν γονότυπους που προέρχονται από τέσσερις διαφορετικούς παππούδες. Αυτή η τυχαία ανάμιξη αλληλομόρφων εξηγεί την ποικιλία των χαρακτηριστικών που παρατηρούνται στους απογόνους των ίδιων δύο γονέων.

Γαμετογένεση

Η ωογένεση, η διαδικασία σχηματισμού ωαρίων, ξεκινά κατά τη διάρκεια της εμβρυϊκής ζωής στα θηλυκά άτομα. Όλα τα κύτταρα που μπορεί να υποβληθούν σε μείωση κατά τη διάρκεια της ζωής μιας γυναίκας περιέχονται στις ωοθήκες της κατά τη γέννηση και υποβάλλονται σε σταδιακή διαδικασία εκφυλισμού μέχρι την εμμηνόπαυση. Η πλειονότητα των υπολειπόμενων 1 έως 2 εκατομμυρίων (ίσως μόνο 600.000 έως 800.000) πρωτογενών ωοκυττάρων (τα κύτταρα που υφίστανται την πρώτη μειωτική διαίρεση) εκφυλίζονται αυτόματα (Blackburn, 2018). Μόνο 400 έως 500 ωάρια ωριμάζουν κατά τη διάρκεια των 35 ετών περίπου της αναπαραγωγικής ζωής μιας γυναίκας. Τα πρωτογενή ωοκύτταρα ξεκινούν την πρώτη μειωτική διαίρεση (δηλαδή, αναπαράγουν το DNA τους) κατά τη διάρκεια της εμβρυϊκής ζωής, αλλά παραμένουν «σε αναστολή» σε αυτό το στάδιο μέχρι την εφηβεία (Εικ. 12.1). Μετά την εφηβεία, η ωοθυλακιοτρόπος (FSH) και η ωχρινοτρόπος ορμόνη (LH) της υπόφυσης προάγουν την αύξηση του μεγέθους των ωαρίων. Στη συνέχεια, συνήθως κάθε μήνα, ένα πρωτογενές ωοκύτταρο ωριμάζει και ολοκληρώνει την πρώτη μειωτική διαίρεση αποδίδοντας δύο άνισα κύτταρα: το δευτερογενές ωοκύτταρο και το πρώτο πολικό σωματίο, το οποίο εκφυλίζεται. Και τα δύο περιέχουν 22 αυτοσωμικά και ένα X φυλετικό χρωμόσωμα.

Κατά την ωορρηξία ξεκινά η δεύτερη μειωτική διαίρεση. Ωστόσο, το ωάριο δεν ολοκληρώνει τη δεύτερη μειωτική διαίρεση εκτός εάν συμβεί γονιμοποίηση. Κατά τη γονιμοποίηση, όταν το σπερματοζωάριο ενώνεται με το ώριμο ωάριο, παράγονται ένα δεύτερο πολικό σωματίο και ο ζυγώτης (το ενωμένο ωάριο και σπερματοζωάριο), ενώ τα τρία πολικά σωματίδια εκφυλίζονται.

Όταν ένα αγόρι φτάσει στην εφηβεία, με την απελευθέρωση ανδρογόνων, οι όρχεις του ξεκινούν τη διαδικασία της σπερματογένεσης. Τα κύτταρα που υποβάλλονται σε μείωση στα αρσενικά άτομα ονομάζονται σπερματοκύτταρα. Το πρωτογενές σπερματοκύτταρο, το οποίο υφίσταται την πρώτη μειωτική διαίρεση, περιέχει διπλοειδή αριθμό χρωμοσωμάτων. Το κύτταρο αυτό έχει ήδη αντιγράψει το DNA του πριν από τη διαίρεση, οπότε υπάρχουν τέσσερα αλληλόμορφα για κάθε γονίδιο. Το κύτταρο εξακολουθεί να θεωρείται διπλοειδές επειδή τα αντίγραφα του είναι ενωμένα μεταξύ τους (δηλαδή, ένα αλληλόμορφο συν το αντίγραφο

του σε κάθε χρωμόσωμα). Κατά τη διάρκεια της πρώτης μειωτικής διαίρεσης, σχηματίζονται δύο απλοειδή δευτερογενή σπερματοκύτταρα. Κάθε δευτερογενές σπερματοκύτταρο περιέχει 22 αυτοσωμικά και ένα φυλετικό χρωμόσωμα. Το ένα περιέχει το χρωμόσωμα X (συν το αντίγραφο του) και το άλλο περιέχει το χρωμόσωμα Y (συν το αντίγραφο του). Κατά τη διάρκεια της δεύτερης μειωτικής διαίρεσης, ένα αρσενικό άτομο παράγει δύο γαμέτες με ένα χρωμόσωμα X και δύο γαμέτες με ένα χρωμόσωμα Y, που όλοι θα εξελεχθούν σε βιώσιμο σπέρμα (βλ. Εικ. 12.1). Όταν τα ομόλογα χρωμοσώματα αποτυγχάνουν να διαχωριστούν κατά τη διάρκεια της γαμετογένεσης (μη διαχωρισμός), ορισμένοι γαμέτες έχουν 24 χρωμοσώματα και άλλοι έχουν 22. Εάν ένας γαμέτης με 24 χρωμοσώματα ενωθεί με φυσιολογικό γαμέτη με 23 χρωμοσώματα, το προκύπτον ζυγωτό έχει 47 χρωμοσώματα. Αυτό προκαλεί τρισωμία, όπως συμβαίνει στο σύνδρομο Down. Όταν ένας γαμέτης με 22 χρωμοσώματα ενώνεται με έναν φυσιολογικό γαμέτη με 23 χρωμοσώματα, προκύπτει ένας ζυγώτης με 45 χρωμοσώματα, παράγοντας μια μονοσωμία. Η ανώμαλη γαμετογένεση μπορεί να συμβεί τόσο στα φυλετικά όσο και στα αυτοσωμικά χρωμοσώματα (Moore, Persaud, & Torchia, 2016). (Δείτε επίσης το Κεφάλαιο 3.)

Ωάριο

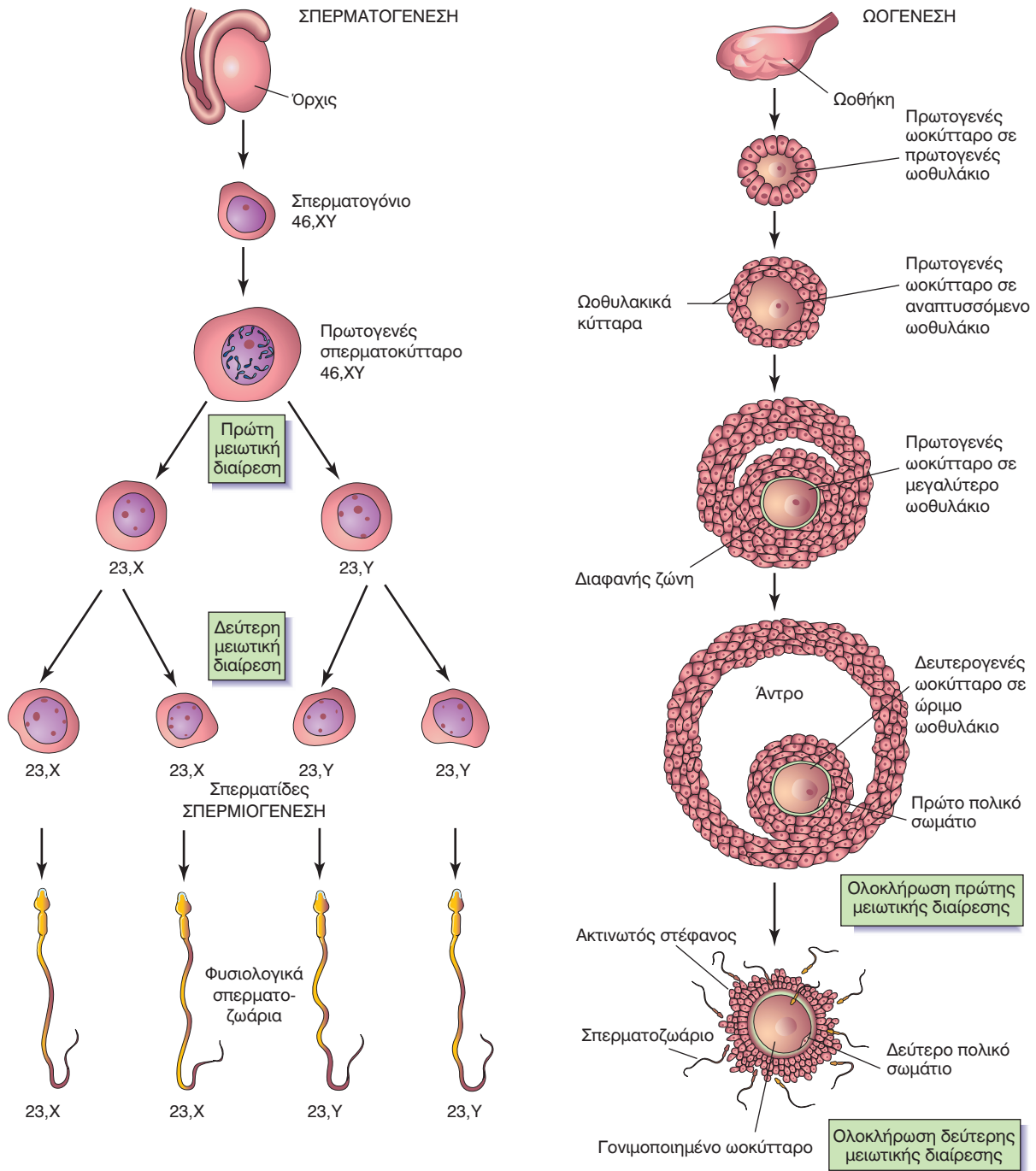
Η μείωση εμφανίζεται στις γυναίκες στα ωοθυλάκια και παράγει ένα ωάριο. Κάθε μήνα ένα ωάριο ωριμάζει με μια σειρά από υποστηρικτικά κύτταρα. Στην ωορρηξία το ωάριο απελευθερώνεται από τη ρήξη του ωοθυλακίου. Τα υψηλά επίπεδα των οιστρογόνων αυξάνουν την κινητικότητα των σαλπίνγων, οπότε οι βλεφαρίδες τους είναι σε θέση να συλλάβουν το ωάριο και να το προωθήσουν μέσω της σάλπιγγας προς την κοιλότητα της μήτρας. Ένα ωάριο δεν μπορεί να κινηθεί από μόνο του.

Το ωάριο περιβάλλεται από δύο προστατευτικά στρώματα (Εικ. 12.2). Το εσωτερικό στρώμα είναι ένα παχύ, κυτταρικό στρώμα, η *διαφανής ζώνης*. Το εξωτερικό στρώμα, ο *ακτινωτός στέφανος*, αποτελείται από επιμήκη κύτταρα.

Ένα ωάριο θεωρείται γόνιμο για περίπου 24 ώρες μετά την ωορρηξία. Εάν δεν γονιμοποιηθεί από σπερματοζωάριο, το ωάριο εκφυλίζεται και απορροφάται.

Σπερματοζωάριο

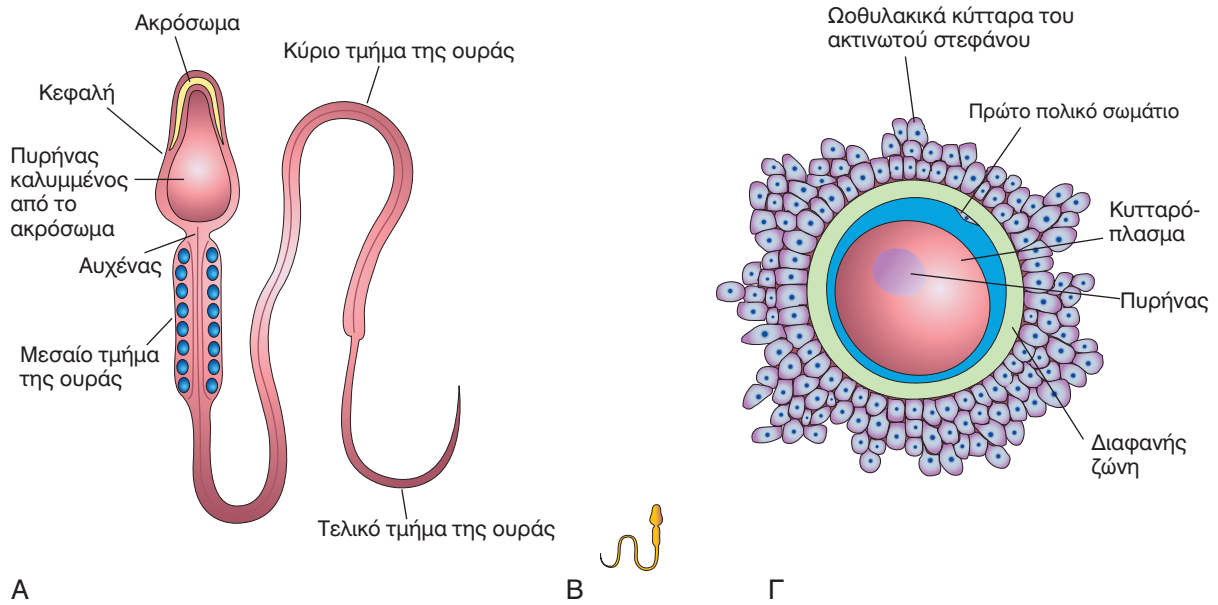
Η εκσπερμάτιση κατά τη σεξουαλική επαφή συνήθως οδηγεί σε απελευθέρωση στον κόλπο 2 έως 6 (μέσος όρος 3,5) mL σπέρματος που περιέχει έως και 100-500 εκατομμύρια σπερματοζωάρια ανά ml. Η κίνηση των σπερματοζωαρίων ωθείται από τη μαστιγωτή κίνηση των ουρών τους, 2 έως 3mm ανά λεπτό (Blackburn, 2018). Μερικά σπερματοζωάρια μπορεί να φτάσουν στο σημείο γονιμοποίησης μέσα σε 5 λεπτά, αλλά ο μέσος χρόνος είναι 4 έως 6 ώρες. Το σπέρμα παραμένει βιώσιμο στο αναπαραγωγικό σύστημα της γυναίκας για κατά μέσο όρο 2 έως 3 ημέρες. Τα περισσότερα



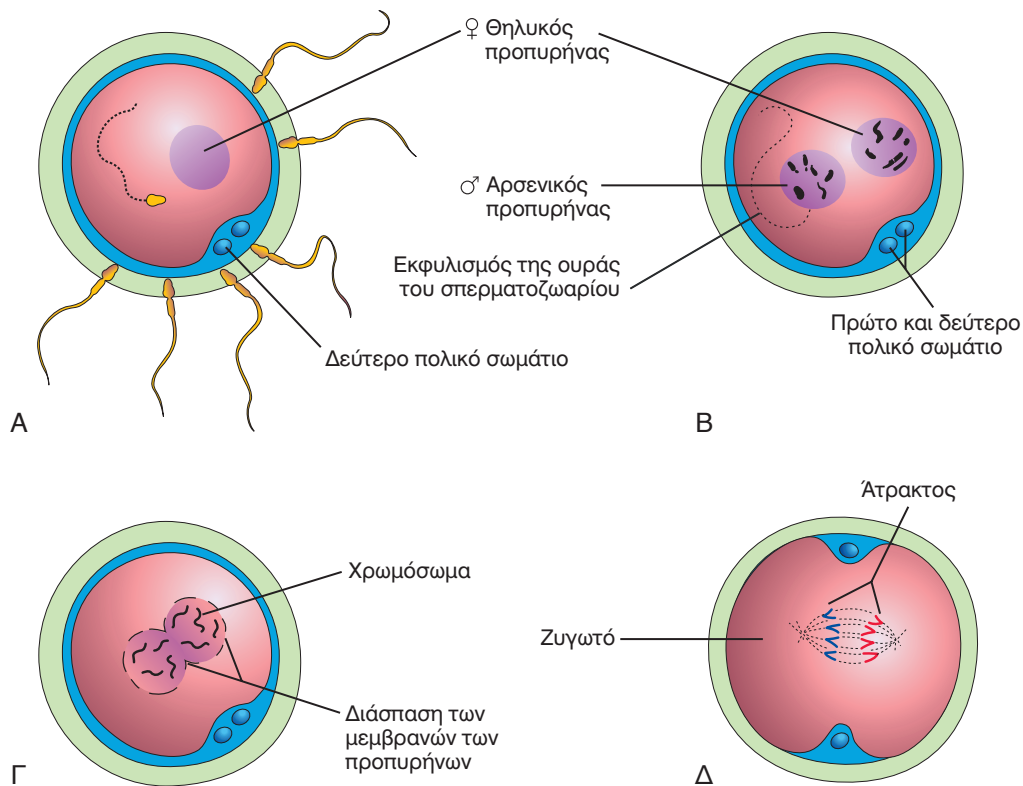
ΕΙΚΟΝΑ. 12.1 Φυσιολογική γαμετογένεση: Μετατροπή των γεννητικών κυττάρων σε γαμέτες. Οι παραπάνω εικόνες συγκρίνουν τη σπερματογένεση και την ωογένεση. Η χρωμοσωμική περιεκτικότητα των γεννητικών κυττάρων φαίνεται σε κάθε στάδιο. Ο αριθμός δηλώνει τον συνολικό αριθμό χρωμοσωμάτων, συμπεριλαμβανομένων των φυλετικών (εμφανίζονται μετά το κόμμα). Σημείωση: (1) Μετά τις δύο μειωτικές διαιρέσεις ο διπλοειδής αριθμός χρωμοσωμάτων, 46, μειώνεται σε απλοειδή αριθμό, 23. (2) Τέσσερα σπερματοζωάρια σχηματίζονται από ένα πρωτογενές σπερματοκύτταρο, ενώ μόνο ένα δευτερογενές ωοκύτταρο προκύπτει από την ωρίμανση ενός πρωτογενούς ωαρίου. (3) Το κυτταρόπλασμα διατηρείται κατά τη διάρκεια της ωογένεσης για να σχηματίσει ένα μεγάλο κύτταρο, το ωοκύτταρο.

σπερματοζωάρια χάνονται στον κόλπο, εντός της τραχηλικής βλέννας ή στο ενδομήτριο, ή εισέρχονται στη σάλπιγγα που δεν περιέχει ωάριο. Παρά τα εκατομμύρια των σπερματοζωα-

ρίων στην εκσπερμάτιση, μόνο 300 έως 500 σε μια δεδομένη χρονική στιγμή βρίσκονται στις σάλπιγγες (Blackburn). Καθώς τα σπερματοζωάρια ταξιδεύουν μέσω της γυναικείας



ΕΙΚΟΝΑ. 12.2 Αρσενικοί και θηλυκοί γαμέτες. (Α) Τα τμήματα ενός ανθρώπινου σπερματοζωαρίου (x 1250). Η κεφαλή, που αποτελείται κυρίως από τον πυρήνα, καλύπτεται εν μέρει από το ακρόσωμα, ένα όργανο που περιέχει ένζυμα. (Β) Ένα σπερματοζώριο που βρίσκεται περίπου στην ίδια κλίμακα με το ωκύτταρο. (Γ) Το ανθρώπινο δευτερογενές ώριο (x 200) περιβάλλεται από τη διαφανή ζώνη και τον ακτινωτό στέφανο.



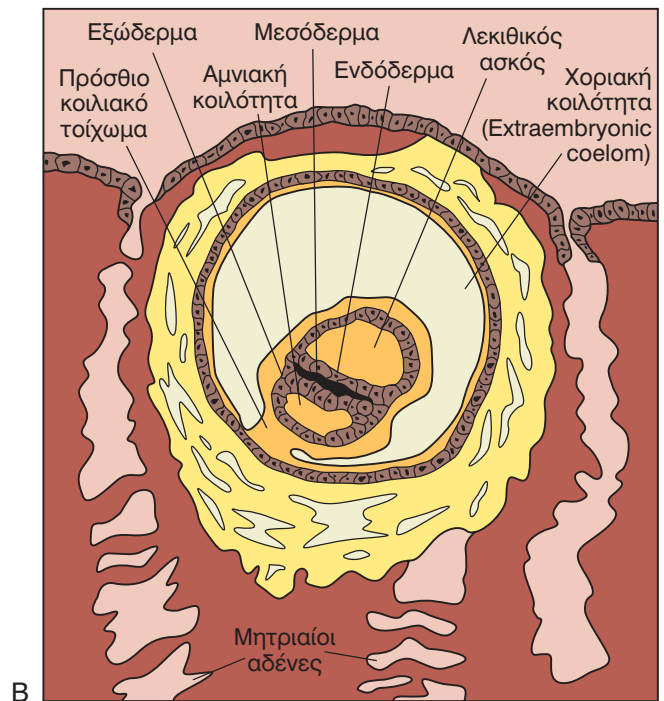
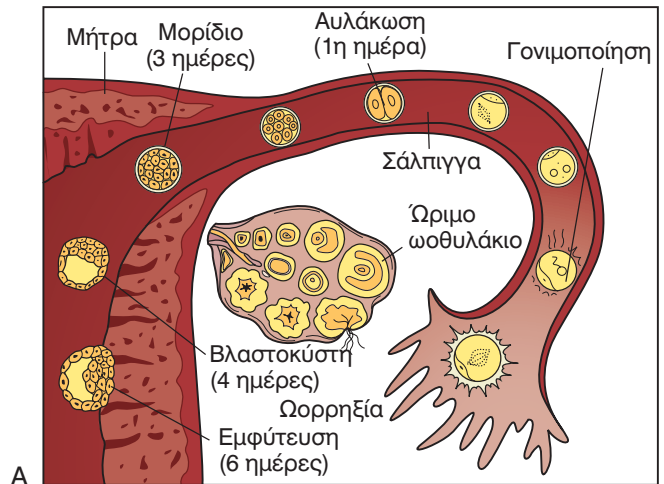
ΕΙΚΟΝΑ. 12.3 Γονιμοποίηση. Α) Ένα σπερματοζώριο έχει εισέλθει στο ωκύτταρο και έχει συμβεί η δεύτερη μειωτική διαίρεση, με αποτέλεσμα τον σχηματισμό ενός ώριμου ωαρίου. Ο πυρήνας του ωαρίου είναι τώρα ο θηλυκός προπυρήνας. (Β) Η κεφαλή του σπερματοζωαρίου έχει διευρυνθεί για να σχηματίσει τον αρσενικό προπυρήνα. (Γ) Οι προπυρήνες συντήκονται. (Δ) Το ζυγωτό έχει σχηματιστεί και περιέχει 46 χρωμοσώματα.

αναπαραγωγικής οδού παράγονται ένζυμα για να βοηθήσουν στην ενεργοποίησή τους. Η ενεργοποίηση (capacitation) είναι μια φυσιολογική αλλαγή που αφαιρεί την προστατευτική επικάλυψη από τις κεφαλές των σπερματοζωαρίων. Στη συνέχεια σχηματίζονται μικρές διατρήσεις στο ακρόσωμα (ένα κάλυμμα του σπερματοζωαρίου) και επιτρέπεται στα ένζυμα (π.χ. υαλουρονιδάση) να διαφύγουν (βλ. Εικ. 12.2). Αυτά τα ένζυμα είναι απαραίτητα για τη διείσδυση των σπερματοζωαρίων στις προστατευτικές στιβάδες του ωαρίου πριν τη γονιμοποίηση.

Γονιμοποίηση

Η γονιμοποίηση λαμβάνει χώρα στη λήκυθο (έξω τριτημόριο) της ωοαγωγού (σάλπιγγας). Όταν ένα σπερματοζωάριο διαπερνά επιτυχώς τη μεμβράνη που περιβάλλει το ωάριο, τόσο το σπερματοζωάριο όσο και το ωάριο περικλείονται μέσα στη μεμβράνη, και η μεμβράνη καθίσταται αδιαπέραστη από άλλα σπερματοζωάρια. Αυτή η διαδικασία ονομάζεται ζωνική αντίδραση. Στη συνέχεια ολοκληρώνεται η δεύτερη μειωτική διαίρεση του δευτερογενούς ωαρίου και ο πυρήνας του ωαρίου γίνεται ο θηλυκός προπυρήνας. Η κεφαλή του σπερματοζωαρίου μεγαλώνει για να γίνει ο αρσενικός προπυρήνας και η ουρά εκφυλίζεται. Οι πυρήνες συντήκονται και τα χρωμοσώματα συνδυάζονται, αποκαθιστώντας τον διπλοειδή αριθμό (46) (Εικ. 12.3). Η σύλληψη, ο σχηματισμός του ζυγώτη (το πρώτο κύτταρο του νέου οργανισμού) έχει επιτευχθεί.

Η μιτωτική κυτταρική αντιγραφή ξεκινά εντός 30 ωρών μετά τη γονιμοποίηση και τελειώνει με το σχηματισμό της βλαστοκύστης (Black-burn, 2018). Ο ζυγώτης παραμένει στη λήκυθο της σάλπιγγας για τις πρώτες 24 ώρες και στη συνέχεια ωθείται, με τη δράση των βλεφαρίδων διασχίζοντας τη σάλπιγγα, προς τη μήτρα. Αυτή η μεταφορά διαρκεί 3 έως 4 ημέρες. Επειδή το γονιμοποιημένο ωάριο χωρίζεται γρήγορα χωρίς αύξηση του μεγέθους του, διαδοχικά μικρότερα κύτταρα που ονομάζονται βλαστομερή σχηματίζονται με κάθε διαίρεση. Ένα μορίδιο 16 κυττάρων, μια συμπαγής σφαίρα κυττάρων, παράγεται εντός 3 ημερών και εξακολουθεί να περιβάλλεται από την προστατευτική διαφανή ζώνη (Εικ. 12.4). Περαιτέρω ανάπτυξη συμβαίνει καθώς το μορίδιο επιπλέει ελεύθερα μέσα στη μήτρα. Το υγρό διέρχεται μέσω της διαφανούς ζώνης στους διακυττάριους χώρους μεταξύ των βλαστομερών, διαχωρίζοντάς τα σε δύο μέρη, την τροφοβλάστη (η οποία δημιουργεί τον πλακούντα) και την εμβρυοβλάστη (που δημιουργεί το έμβρυο). Καθώς τα διαστήματα συγκεντρώνονται σχηματίζεται μια κοιλότητα μέσα στην κυτταρική μάζα σχηματίζοντας μια δομή που ονομάζεται *κοιλότητα της βλαστοκύστης*. Όταν η κοιλότητα γίνει διακριτή ολόκληρη η δομή του αναπτυσσόμενου εμβρύου ονομάζεται βλαστοκύστη. Τα βλαστικά κύτταρα προέρχονται από την εσωτερική κυτταρική μάζα των βλαστοκύστεων. Το εξωτερικό στρώμα των κυττάρων που περιβάλλουν την κοιλότητα της βλαστοκύστης είναι η τροφοβλάστη. Η

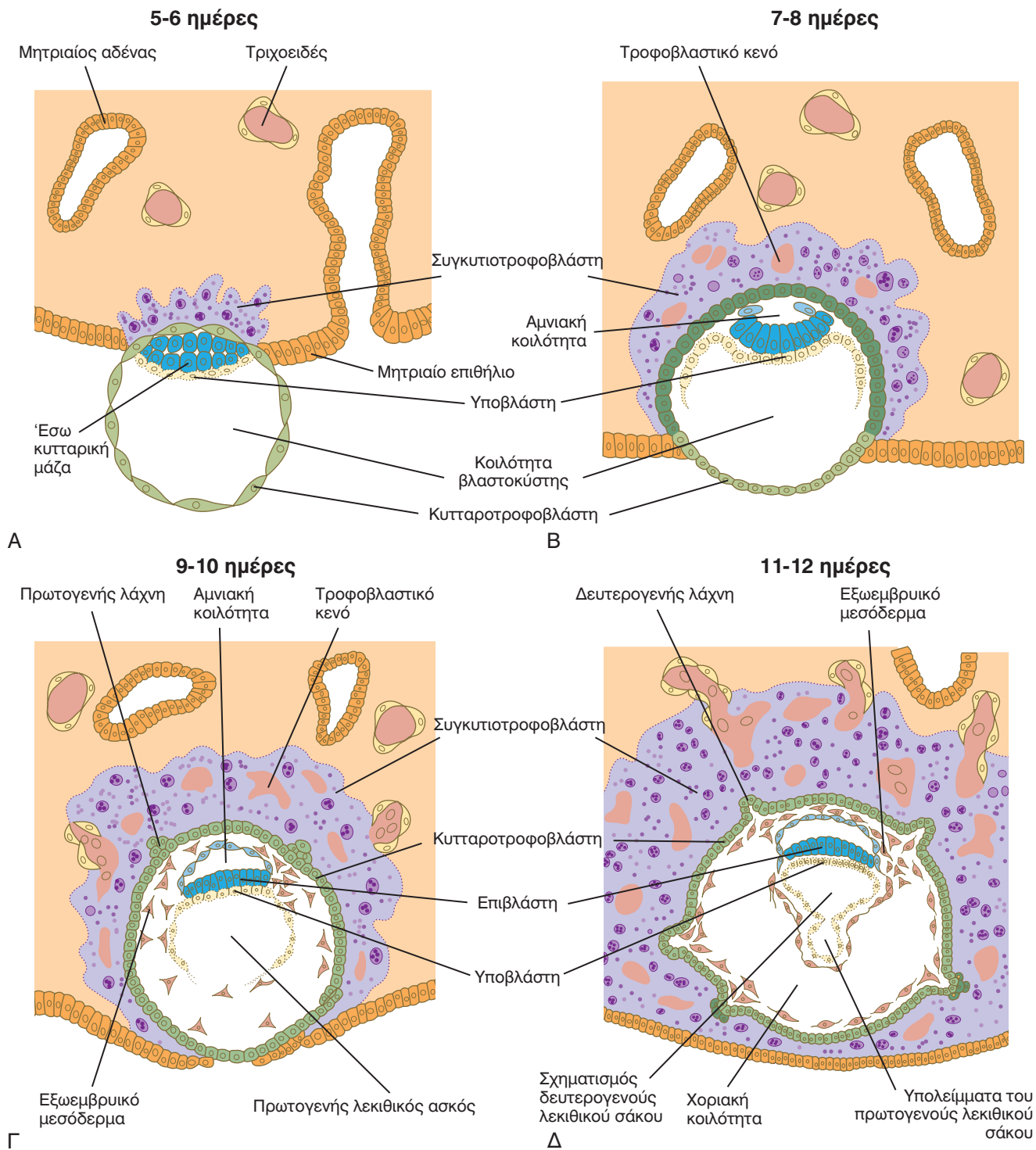


ΕΙΚΟΝΑ. 12.4 Πρώτες εβδομάδες της ανθρώπινης ανάπτυξης. Α) Οωθυλακική ανάπτυξη στην ωοθήκη, ωορρηξία, γονιμοποίηση και μεταφορά του πρώιμου εμβρύου από τη σάλπιγγα στη μήτρα, όπου συμβαίνει η εμφύτευση. Β) Βλαστοκύστη εμφυτευμένη στο ενδομήτριο. Σχηματισμός βλαστικών δερμάτων.

τροφοβλάστη διαφοροποιείται σε χοριακές και εξωχοριακές τροφοβλάστες (Εικ. 12.5 και 12.6).

Εμφύτευση

Η διαφανής ζώνη (zona pellucida) εκφυλίζεται, τα κύτταρα της τροφοβλάστης παρεκτοπίζουν τα κύτταρα του ενδομητρίου στη θέση εμφύτευσης, και η βλαστοκύστη ενσωματώνεται στο ενδομήτριο, συνήθως στην πρόσθια ή στην οπίσθια



ΕΙΚΟΝΑ. 12.5 Σημαντικά στάδια στην εμφύτευση του ανθρώπινου εμβρύου. (Α) Η συγκυτιοτροφobλάστη μόλις αρχίζει να εισβάλλει στο στρώμα του ενδομητρίου. (Β) Το μεγαλύτερο μέρος του εμβρύου είναι ενσωματωμένο στο ενδομήτριο. Υπάρχει πρώιμος σχηματισμός των τροφobλαστικών κενών (trophoblastic lacunae). Η αμνιακή κοιλότητα και ο λεκιθικός ασκός αρχίζουν να σχηματίζονται. (Γ) Η εμφύτευση είναι σχεδόν πλήρης, σχηματίζονται οι πρωτογενείς χοριακές λάχνες και εμφανίζεται το εξωεμβρυικό μεσόδερμα. (Δ) Η εμφύτευση έχει ολοκληρωθεί. Σχηματίζονται οι δευτερογενείς χοριακές λάχνες.

περιοχή του πυθμένα. Μεταξύ των πρώτων 6-10 ημερών μετά τη σύλληψη, η τροφοβλάστη εκκρίνει ένζυμα που της επιτρέπουν να εισχωρήσει στο ενδομήτριο μέχρι να καλυφθεί ολόκληρη η βλαστοκύστη. Αυτή η διαδικασία είναι γνωστή ως εμφύτευση. Τα αγγεία του ενδομητρίου διαβρώνονται και μερικές γυναίκες έχουν μικρή αιμορραγία εμφύτευσης (μικρές κηλίδες ή αιμορραγία τη χρονική στιγμή της πρώτης χαμένης εμμηνορρυσιακής περιόδου). Οι χοριακές λάχνες, δακτυλιοειδείς προσεκβολές, αναπτύσσονται από την τροφοβλάστη και εκτείνονται στους γεμάτους με αίμα χώρους του ενδομητρίου. Αυτές οι λάχνες είναι αγγειακές δομές που λαμβάνουν οξυγόνο και θρεπτικά συστατικά από τη μητρική κυκλοφορία και αποβάλλουν διοξείδιο του άνθρακα και απόβλητα προϊόντα στο μητρικό αίμα.

Μετά την εμφύτευση το ενδομήτριο ονομάζεται *φθαρτός*. Το τμήμα ακριβώς κάτω από την βλαστοκύστη, όπου οι χοριακές λάχνες εισχωρούν στα μητρικά αγγεία είναι ο βασικός φθαρτός. Το τμήμα που καλύπτει τη βλαστοκύστη είναι ο θυλακοειδής φθαρτός (*decidua capsularis*) και το τμήμα που καλύπτει το υπόλοιπο της μήτρας είναι ο γνήσιος φθαρτός (*decidua vera*) (Εικ. 12.7A). Ο βασικός φθαρτός σχηματίζει το μητρικό τμήμα του πλακούντα και του στρώματος, όπου θα συμβεί ο διαχωρισμός του πλακούντα μετά τη γέννηση.

ΕΜΒΡΥΟ

Η εγκυμοσύνη διαρκεί περίπου 10 σεληνιακούς μήνες, 9 ημερολογιακούς μήνες, 40 εβδομάδες ή 280 ημέρες. Η διάρκεια της εγκυμοσύνης υπολογίζεται από την πρώτη ημέρα της τελευταίας εμμηνορρυσιακής περιόδου (LMP) έως την ημέρα της γέννησης. Ωστόσο, η σύλληψη συμβαίνει περίπου 2 εβδομάδες μετά την πρώτη ημέρα της LMP. Επομένως, η μετά την σύλληψη ηλικία του εμβρύου (*postconception age*) είναι 2 εβδομάδες μικρότερη, συνολικά 266 ημέρες ή 38 εβδομάδες. Η *postconception age* χρησιμοποιείται στη συζήτηση για την ανάπτυξη του εμβρύου. Η ενδομήτρια ανάπτυξη χωρίζεται σε τρία στάδια: του ωαρίου ή προ-εμβρυϊκό, το πρώιμο εμβρυϊκό (*embryo*) και το όψιμο εμβρυϊκό (*fetus*) (Εικ. 12.8). Το στάδιο του ωαρίου διαρκεί από τη σύλληψη έως την 14η ημέρα. Αυτή η περίοδος καλύπτει την κυτταρική αντιγραφή, τον σχηματισμό της βλαστοκύστης, την αρχική ανάπτυξη των εμβρυϊκών μεμβρανών και την εγκατάσταση των πρωτογενών βλαστικών δερμάτων.

Πρωτογενή Βλαστικά Δέρματα

Κατά τη διάρκεια της τρίτης εβδομάδας μετά τη σύλληψη, ο εμβρυϊκός δίσκος διαφοροποιείται σε τρία πρωτογενή βλαστικά δέρματα: το εξώδερμα, το μεσόδερμα και το ενδόδερμα (βλ. Εικ. 12.5). Όλοι οι ιστοί και τα όργανα του εμβρύου αναπτύσσονται από αυτά τα τρία δέρματα. Η ανώτερη στιβάδα του εμβρυϊκού δίσκου, το εξώδερμα, δημιουργεί την επιδερμίδα, τους αδένες (πρόσθια υπόφυση,

δερματικούς και μαστικούς), τα νύχια και τα μαλλιά, το κεντρικό και περιφερικό νευρικό σύστημα, τον φακό του ματιού, την αδαμαντίνη των δοντιών και την οροφή της αμνιακής κοιλότητας. Η μεσαία στιβάδα, το μεσόδερμα, αναπτύσσεται στα οστά και στα δόντια, στους μυς (σκελετικούς, λείους και καρδιακό), στο χόριο και στον συνδετικό ιστό, στο καρδιαγγειακό σύστημα, στον σπλήνα, και στο ουρογεννητικό σύστημα. Η κατώτερη στιβάδα, το ενδόδερμα, δημιουργεί το επιθήλιο που καλύπτει τις αναπνευστικές και πεπτικές οδούς και τα αδενικά κύτταρα των σχετικών οργάνων, συμπεριλαμβανομένου του στοματοφάρυγγα, του ήπατος και του παγκρέατος, της ουρήθρας, της ουροδόχου κύστεως και του κόλπου. Το ενδόδερμα σχηματίζει την οροφή του λεκιθικού ασκού.

Ανάπτυξη του εμβρύου

Το στάδιο του εμβρύου διαρκεί από την 15η ημέρα έως περίπου 8 εβδομάδες μετά τη σύλληψη. Στο τέλος αυτού του σταδίου το έμβρυο είναι περίπου 3cm από την κεφαλή έως τους γλουτούς. Αυτό το εμβρυϊκό στάδιο είναι η περίοδος της οργανογένεσης και το πιο κρίσιμο διάστημα στην ανάπτυξη των συστημάτων των οργάνων και των κύριων εξωτερικών χαρακτηριστικών. Οι αναπτυσσόμενες περιοχές με ταχεία κυτταρική διαίρεση είναι οι πιο ευάλωτες σε δυσμορφίες που προκαλούνται από περιβαλλοντικά τερατογόνα (ουσίες ή έκθεση που προκαλεί ανώμαλη ανάπτυξη). Στο τέλος της 8ης εβδομάδας, όλα τα συστήματα των οργάνων και οι εξωτερικές δομές είναι παρόντα, ενώ το έμβρυο θεωρείται αδιαμφισβήτητα άνθρωπος (βλέπε Εικ. 12.7).

Μεμβράνες

Κατά τη στιγμή της εμφύτευσης αρχίζουν να σχηματίζονται οι δύο εμβρυϊκές μεμβράνες που θα περιβάλλουν το αναπτυσσόμενο έμβρυο. Το χόριο αναπτύσσεται από την τροφοβλάστη και περιέχει στην επιφάνειά του τις χοριακές λάχνες. Οι λάχνες εισχωρούν στον βασικό φθαρτό και αυξάνονται σε μέγεθος και πολυπλοκότητα καθώς εξελίσσονται οι αγγειακές διεργασίες στον πλακούντα. Το χόριο γίνεται το κάλυμμα της εμβρυϊκής πλευράς του πλακούντα. Περιέχει τα κύρια ομφαλικά αγγεία καθώς διακλαδίζονται πάνω από την επιφάνεια του πλακούντα. Καθώς το έμβρυο μεγαλώνει, ο θυλακοειδής φθαρτός επεκτείνεται. Οι χοριακές λάχνες σε αυτήν την πλευρά ατροφούν και εκφυλίζονται, αφήνοντας μια λεία χοριακή μεμβράνη. Η εσωτερική κυτταρική μεμβράνη, το αμνίο, αναπτύσσεται από τα εσωτερικά κύτταρα της βλαστοκύστης. Η κοιλότητα που αναπτύσσεται μεταξύ αυτής της εσωτερικής κυτταρικής μάζας και του εξωτερικού στρώματος των κυττάρων (τροφοβλάστης) είναι η αμνιακή κοιλότητα (βλέπε Εικ. 12.5A). Καθώς μεγαλώνει, το αμνίο σχηματίζεται στην απέναντι πλευρά από την αναπτυσσόμενη βλαστοκύστη (βλέπε Εικ. 12.5B). Το αναπτυσσόμενο έμβρυο τραβάει το αμνίο γύρω του, σχηματίζοντας ένα σάκο γεμάτο με υγρό. Το αμνίο γίνεται