

## Ουροφόρος Οδός της Γυναίκας

Jean Ranki

### ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Νεφροί	89
Νεφρώνας	90
Ούρα	92
Ουρητήρες	94
Ουροδόχος κύστη	95
Ουρήθρα	97
Ούρηση	97
Αλλαγές της ουροφόρου οδού κατά την κύηση και τον τοκετό	98
Συμπέρασμα	98
Βιβλιογραφικές αναφορές	99
Περαιτέρω μελέτη	99

**Η μαία πρέπει να κατέχει σε βάθος την ανατομία των δομών της ουροφόρου οδού και τα βασικά στοιχεία της φυσιολογίας των νεφρών ώστε να είναι σε θέση να κατανοήσει τις αλλαγές που συντελούνται κατά την κύηση και πώς αυτές μπορούν να επιδράσουν στην υγεία και ευεξία της γυναίκας που τεκνοποιεί.**

### ΟΙ ΣΤΟΧΟΙ ΤΟΥ ΠΑΡΟΝΤΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ ΕΙΝΑΙ ΝΑ:

- παράσχει μια γενική θεώρηση της ανατομίας και λειτουργίας των διάφορων δομών του ουροποιητικού συστήματος
- περιγράφει τις διαδικασίες της απέκκρισης και απομάκρυνσης παραπροϊόντων του μεταβολισμού και τοξικών χημικών ουσιών καθώς και της ομοιοστατικής ρύθμισης του ενδαγγειακού όγκου και της συγκέντρωσης διαλυμένων ουσιών στο πλάσμα του αίματος
- εξηγεί πώς παράγονται τα ούρα και πώς αποβάλλονται με τη διαδικασία της ούρησης
- παράσχει μια γενική θεώρηση του τρόπου με τον οποίον οι φυσιολογικές και ορμονικές επιδράσεις της κύησης μπορούν να επηρεάσουν τη λειτουργικότητα της ουροφόρου οδού

### ΝΕΦΡΟΙ

Οι νεφροί είναι απεκκριτικοί αδένες με ενδοκρινείς και εξωκρινείς λειτουργίες. Επιτελούν την απεκκριτική λειτουργία του ουροποιητικού συστήματος απομακρύνοντας τα παραπροϊόντα του μεταβολισμού από την κυκλοφορία ώστε να παραχθούν ούρα. Εκτός από την απομάκρυνση των παραπροϊόντων του μεταβολισμού το ουροποιητικό σύστημα επιτελεί ένα ευρύ φάσμα βασικών ομοιοστατικών λειτουργιών (βλέπε Πλαίσιο 4.1).

Ο τυπικός νεφρός του ενηλικού είναι ένα ερυθρόφαιο όργανο με σχήμα φασολιού. Κάθε νεφρός έχει περίπου 10 cm μήκος, 6.5 cm πλάτος, 3 cm πάχος και 100 g βάρος (Coad and Dunstall 2011). Αν και έχουν παρόμοιο σχήμα, ο αριστερός νεφρός είναι μακρύτερος και ισχνότερος από τον δεξιό νεφρό. Ενίοτε παρατηρείται συγγενής απουσία του ενός ή και των δυο νεφρών, η οποία είναι γνωστή ως ετερόπλευρη ή αμφοτερόπλευρη νεφρική αγενεσία (Jones 2012). Η αμφοτερόπλευρη νεφρική αγενεσία είναι σπάνια αλλά είναι μια σοβαρή αδυναμία ανάπτυξης και των δυο νεφρών του εμβρύου. Είναι ένας από τους αιτιολογικούς παράγοντες της ακολουθίας Potter (γνωστή και ως σύνδρομο Potter). Αυτή η απουσία εμβρυικών νεφρών προκαλεί ολιγάμνιο, δηλαδή ελάττωση του αμνιακού υγρού της εγκύου, γεγονός που μπορεί να ασκήσει ακόμα μεγαλύτερη πίεση στο αναπτυσσόμενο έμβρυο και να προκαλέσει περισσότερες δυσπλασίες. Οι μη κυφορούσες ενήλικες με ετερόπλευρη νεφρική αγενεσία διατρέχουν σημαντικά υψηλότερο κίνδυνο για εμφάνιση αρτηριακής υπέρτασης, η οποία θα επιδεινωθεί ακόμα περισσότερο κατά την κύηση.

### Θέση ανατομική

Οι νεφροί (δεξιός και αριστερός) εντοπίζονται στο οπίσθιο μέρος του κύτους της κοιλιάς, ένας σε κάθε πλευρά της σπονδυλικής στήλης ανάμεσα στο επίπεδο του 11ου θωρακικού (Θ11) και 3ου οσφυϊκού (Ο3) σπονδύλου (Jones 2012). Ο δεξιός νεφρός βρίσκεται λίγο χαμηλότερα από τον

**Πλαίσιο 4.1 Λειτουργίες του νεφρού**

- Ρύθμιση του ισοζυγίου νερού
- Ρύθμιση της αρτηριακής πίεσης (σύστημα ρενίνης – αγγειοτενσίνης)
- Ρύθμιση του pH (οξεοβασικής ισορροπίας) και του ισοζυγίου ανόργανων ιόντων (νατρίου και καλίου)
- Έλεγχος της παραγωγής ερυθροκυττάρων (μέσω της ερυθροποιητίνης)
- Έκκριση ορμονών – ρενίνης, ερυθροποιητίνης, 1,25-διυδροξυβιταμίνης D3 (που ονομάζεται και 1,25 διυδροξυχοληκαλσιφερόλη ή καλσιτριόλη) και προσταγλανδινών
- Ενεργοποίηση βιταμίνης D και ρύθμιση του ισοζυγίου ασβεστίου
- Γλυκονεογένεση (παραγωγή γλυκόζης από αμινοξέα και άλλα πρόδρομα μόρια)
- Απέκκριση αζωτούχων και μη παραπροϊόντων του μεταβολισμού (ουρίας από τις πρωτεΐνες, ουρικού οξέος από τα νουκλεϊκά οξέα, κρεατινίνης από την κρεατίνη των μυών και προϊόντων διάσπασης της αιμοσφαιρίνης)
- Απομάκρυνση τοξικών χημικών ουσιών (όπως π.χ. φάρμακα, εντομοκτόνα και πρόσθετα τροφίμων)

αριστερό επειδή πιέζεται από το ήπαρ (Coad and Dunstall 2011). Η πρόσθια και οπίσθια επιφάνεια των νεφρών έρχονται σε σχέση με πολυάριθμες δομές, μερικές από τις οποίες έχουν άμεση επαφή με το νεφρό ενώ άλλες διαχωρίζονται από αυτόν μέσω του περιτοναίου.

- **Πίσω** από κάθε νεφρό βρίσκονται η δωδέκατη πλευρά, το διάφραγμα, ο ψοίτης μυς, ο τετράγωνος σφυϊκός μυς και ο εγκάρσιος κοιλιακός μυς.
- **Μπροστά** από το δεξιό νεφρό βρίσκονται το ήπαρ, το δωδεκαδάκτυλο, και η δεξιά κολική ή ηπατική καμπή.
- **Μπροστά** από τον αριστερό νεφρό βρίσκονται ο σπλήνας, ο στόμαχος, το πάγκρεας, το δωδεκαδάκτυλο, η αριστερή κολική ή σπληνική καμπή και το κατιόν κόλλο.

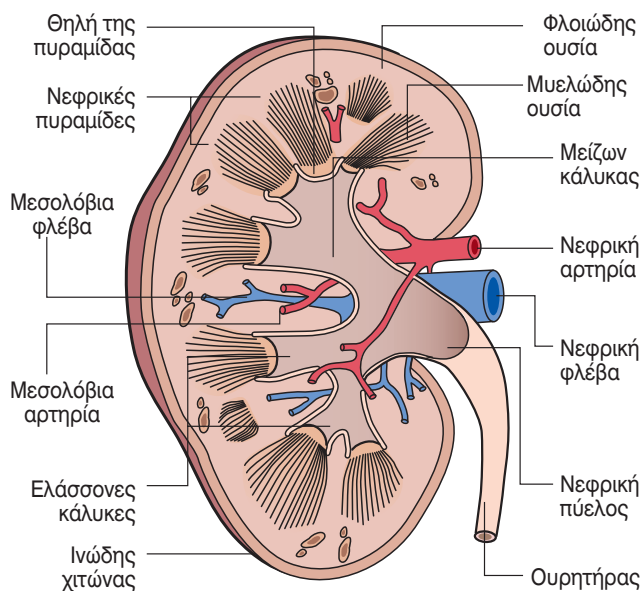
Τα πυραμιδοειδούς σχήματος επινεφρίδια εντοπίζονται στον άνω πόλο εκάστου νεφρού (Coad and Dunstall 2011).

**Στηρίγματα**

Οι νεφροί συγκρατούνται στη θέση τους εντός του κύτους της κοιλιάς μέσω του υπερκείμενου περιτοναίου, της επαφής τους με τα παρακείμενα σπλαγχνικά όργανα, όπως π.χ. εκείνα της πεπτικής οδού, και του στηρικτικού συνδετικού ιστού (Martini et al 2011).

**Δομή**

Η επιφάνεια του κάθε νεφρού είναι λεία και καλύπτεται από έναν ανθεκτικό ινώδη χιτώνα. Το έσω χείλος του νεφρού είναι υπόκοιλο και εμφανίζει στο μέσο μια εντομή, την πύλη του νεφρού.



**Εικόνα 4.1** Επιμήκης διατομή του νεφρού.

Η πύλη αποτελεί το σημείο εισόδου της νεφρικής αρτηρίας και των νεφρικών νεύρων, αλλά και το σημείο εξόδου της νεφρικής φλέβας και του ουρητήρα (Εικόνα 4.1). Η πύλη οδηγεί σε μια κοιλότητα εντός του νεφρού, τη νεφρική κοιλία.

Σε κάθε νεφρό διακρίνονται δυο περιοχές νεφρικού ιστού: η ερυθρόφαιη φλοιώδης ουσία που διαθέτει πλούσια αιμάτωση και η μυελώδης ουσία που περιέχει τις δομικές και λειτουργικές μονάδες του νεφρού (Coad and Dunstall 2011). Η φλοιώδης ουσία περιβάλλει τη μυελώδη και αποτελείται από 8 έως 18 δομές κωνοειδούς σχήματος οι οποίες εμφανίζουν γραμμώσεις και ονομάζονται νεφρικές πυραμίδες (του Malpighi). Κάθε νεφρική πυραμίδα μαζί με τη συνοδό υπερκείμενη φλοιώδη ουσία σχηματίζει ένα νεφρικό λόβιο. Η βάση κάθε πυραμίδας είναι ευρεία και στρέφεται προς τη φλοιώδη ουσία, ενώ η οξυαίχη κορυφή (θηλή της πυραμίδας) προβάλλει μέσα σε έναν ελάσσονα κάλυκα. Αρκετοί ελάσσονες κάλυκες εκβάλλουν σε έναν εκ των δυο ή τριών μειζόνων καλύκων, που με τη σειρά τους εκβάλλουν στη νεφρική πύελο. Η νεφρική πύελος είναι μια αποπλατυσμένη χωνοειδής κοιλότητα, που φέρεται προς τα κάτω και μεταβαίνει στον ουρητήρα. Ούρα που παράγονται από τους νεφρούς ρέουν από τη νεφρική πύελο προς το εσωτερικό του ουρητήρα και ακολούθως προς το εσωτερικό της κύστης για προσωρινή αποθήκευση (Stables and Rankin 2010).

**Νεφρώνας**

Κάθε νεφρός έχει περισσότερους από 1 εκατομμύριο νεφρώνες, οι οποίοι αποτελούν τις δομικές μονάδες του νεφρού. Ο νεφρώνας έχει περίπου 3 cm μήκος και είναι ένα σωληνάριο το ένα άκρο του οποίου είναι τυφλό και το άλ-

λο άκρο του εκβάλλει στο αθροιστικό σωληνάριο (Coad and Dunstall 2011). Ο νεφρώνας έχει πέντε διακριτές περιοχές, κάθε μια από τις οποίες είναι προσαρμοσμένη ώστε να επιτελεί μια ειδική λειτουργία:

- *έλυτρο του Bowman* που περιέχει το αγγειώδες σπείραμα (νεφρικό σωματίο)
- *εγγύς εσπειραμένο σωληνάριο*
- *αγκύλη του Henle*
- *άπω εσπειραμένο σωληνάριο* και
- *αθροιστικό σωληνάριο* (Jones 2012).

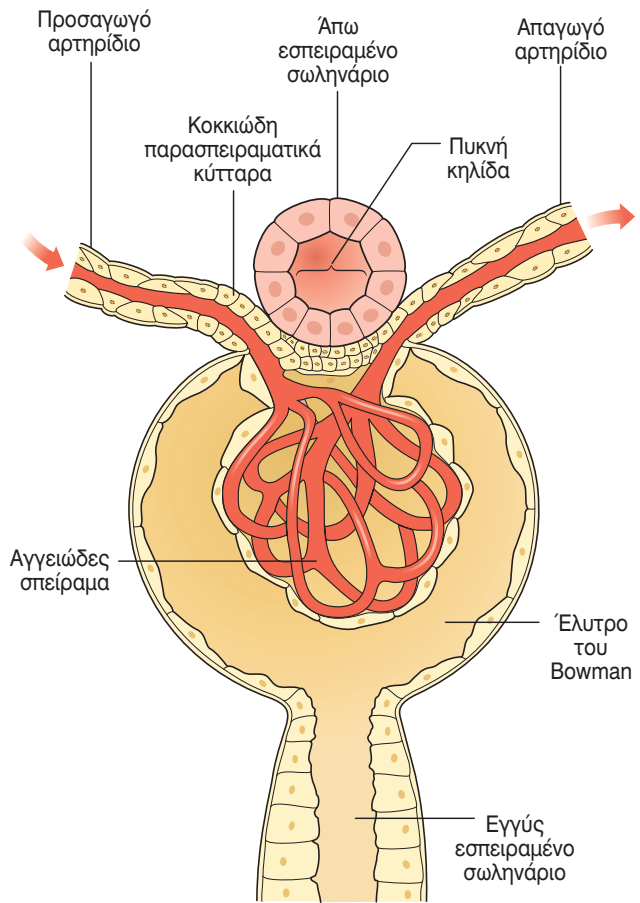
Υπάρχουν δυο τύποι νεφρώνων: οι φλοιώδεις νεφρώνες και οι παραμυελικοί νεφρώνες. Η πλειονότητα είναι φλοιώδεις νεφρώνες (85-90%) και αυτοί περιέχουν βραχείες αγκύλες του Henle. Η κύρια λειτουργία τους είναι να ελέγχουν τον όγκο του πλάσματος όταν επικρατούν κανονικές συνθήκες. Οι παραμυελικοί νεφρώνες περιέχουν μακρύτερες αγκύλες του Henle που εκτείνονται εντός της μυελώδους ουσίας. Αυτοί οι νεφρώνες συντελούν στην αυξημένη κατακράτηση νερού σε συνθήκες έλλειψής του (Coad and Dunstall 2011).

Κάθε νεφρώνας ξεκινά από το νεφρικό σωματίο που περιλαμβάνει το έλυτρο του Bowman, μια τυφλή κυπελλοειδούς σχήματος κοιλότητα, και το αγγειώδες σπείραμα, έναν θύσανο τριχοειδών αγγείων που είναι ενσωματωμένα εντός του ελύτρου (Εικόνα 4.2).

Το αίμα εισρέει στο νεφρικό σωματίο μέσω του προσαγωγού αρτηριδίου που αιματώνει το αγγειώδες σπείραμα. Το αίμα εκρέει μέσω του απαγωγού αρτηριδίου. Αυτό είναι το μοναδικό σημείο του οργανισμού όπου μια αρτηρία συλλέγει αίμα από τριχοειδή. Η πίεση εντός του αγγειώδους σπείραματος είναι αυξημένη επειδή το προσαγωγό αρτηρίδιο έχει μεγαλύτερη διάμετρο από το απαγωγό αρτηρίδιο. Αυτή η πίεση αποτελεί την κινητήρια δύναμη που ωθεί το διήθημα να εξέλθει από τα τριχοειδή και να εισρεύσει στο έλυτρο του Bowman. Στο στάδιο αυτό κάθε ουσία με μικρό μοριακό βάρος εξέρχεται από τα τριχοειδή.

Η κοιλότητα του ελύτρου του Bowman συνάπτεται με το σωληνάριο του νεφρώνα (Εικόνα 4.3). Το εγγύς εσπειραμένο σωληνάριο αρχικά ελίσσεται και πορεύεται σπειροειδώς διαμέσου της φλοιώδους ουσίας και στη συνέχεια μεταπίπτει στην ευθεία αγκύλη του Henle που καταδύεται εντός της μυελώδους ουσίας (κατιόν σκέλος) και ανακάμπτει ξανά προς τη φλοιώδη ουσία (ανιόν σκέλος) όπου περιελίσσεται ξανά ως άπω εσπειραμένο προτού καταλήξει συνδεόμενο στο ευθύ αθροιστικό σωληνάριο. Το ευθύ αθροιστικό σωληνάριο πορεύεται στη φλοιώδη ουσία και καταλήγει σε μια νεφρική πυραμίδα όπου σχηματίζει μια μυελώδη ακτίνα και δέχεται ούρα από αρκετούς νεφρώνες καθόλο το μήκος του (Martini et al 2011).

Το άπω εσπειραμένο σωληνάριο πορεύεται πλησίον των κοκκιωδών κυττάρων (γνωστών και ως παρασπειραματικών κυττάρων) του προσαγωγού αρτηριδίου και αυτό το μέρος του σωληναρίου ονομάζεται πυκνή κηλίδα (βλέπε Εικόνα 4.2). Τα κοκκιώδη κύτταρα μαζί με την πυκνή κηλίδα σχηματίζουν την παρασπειραματική συσκευή. Τα



**Εικόνα 4.2 Νεφρικό σωματίο.**

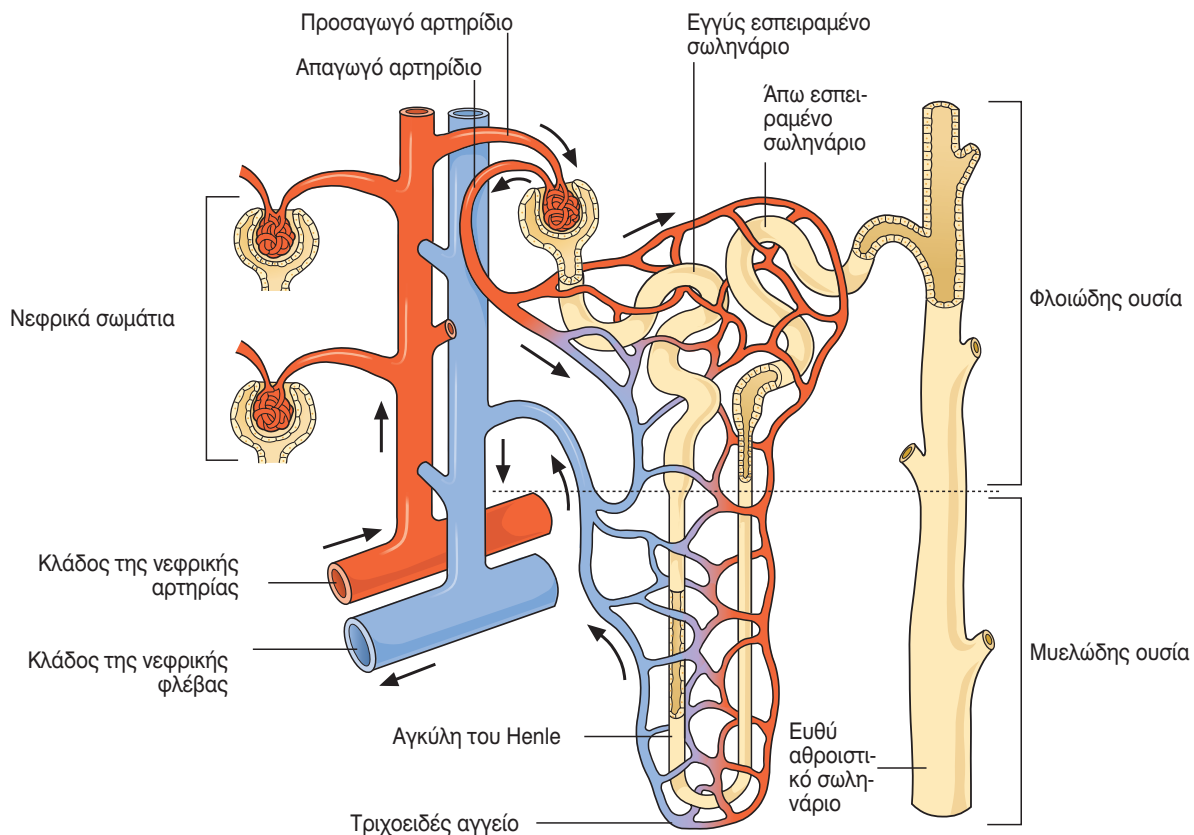
Reproduced from Coad J, Dunstall M 2011 *Anatomy and physiology for midwives*, 3rd edn. Edinburgh, Churchill Livingstone Elsevier, figure 2.2, p 30, after Brooker 1998.

κοκκιώδη κύτταρα εκκρίνουν ρενίνη ενώ τα κύτταρα της πυκνής κηλίδας παρακολουθούν τη συγκέντρωση χλωριούχου νατρίου του διερχόμενου υγρού.

## Αιμάτωση

Στους νεφρούς επιμερίζεται το 20-25% περίπου της συνολικής καρδιακής παροχής (Jones 2012). Στα υγιή άτομα, διέρχονται από τους νεφρούς περίπου 1200 ml αίματος ανά λεπτό. Αυτή η ποσότητα αίματος είναι εντυπωσιακά μεγάλη για δυο όργανα με αθροιστικό βάρος μικρότερο από 300 g (Martini et al 2011).

Κάθε νεφρός αιματώνεται από τη σύστοιχη νεφρική αρτηρία που εκφύεται από την πλάγια επιφάνεια της κοιλιακής αορτής κοντά στο επίπεδο της άνω μεσεντέριας αρτηρίας. Η αρτηρία εισέρχεται από την πύλη του νεφρού, χορηγώντας πολυάριθμους κλάδους εντός της φλοιώδους ουσίας για να σχηματιστεί το αγγειώδες σπείραμα εκάστου νεφρώνα. Το αίμα συλλέγεται και παροχετεύεται μέσω της νεφρικής φλέβας.



Εικόνα 4.3 Νεφρώνας.

### Λεμφική παροχέτευση

Κάτω από τη φλοιώδη ουσία και γύρω από τα ουροφόρα σωληνάρια βρίσκεται ένα πλούσιο δίκτυο λεμφαγγείων. Η λέμφος παροχετεύεται σε μεγάλους λεμφικούς πόρους που αναδύονται από την πύλη και εκβάλλουν στα αορτικά λεμφογάγγλια.

### Νεύρωση

Οι νεφροί νευρώνονται από τα νεφρικά νεύρα. Κάθε νεφρικό νεύρο εισέρχεται στον σύστοιχο νεφρό και συμπορεύεται με τους κλάδους της νεφρικής αρτηρίας για να καταλήξει σε μεμονωμένους νεφρώνες. Η συμπαθητική νεύρωση προσαρμόζει κατάλληλα τον ρυθμό παραγωγής ούρων μεταβάλλοντας την αιματική ροή και την αρτηριακή πίεση του νεφρώνα και διεγείροντας την απελευθέρωση ρενίνης, η οποία τελικά περιορίζει την απώλεια νερού και ηλεκτρολυτών διεγείροντας την επαναρρόφιση από τους νεφρώνες (Martini et al 2011).

### Ενδοκρινής δράση

Ο νεφρός εκκρίνει δυο ορμόνες: τη ρενίνη και την ερυθροποιητίνη. Η ρενίνη παράγεται στο προσαγωγό αρτηρίδιο και εκκρίνεται ως απάντηση στην ελάττωση της νεφρικής αιμάτωσης και της συγκέντρωσης νατρίου στο αίμα. Η ρενί-

νη δρα στο αγγειοτενσινογόνο της αιματικής κυκλοφορίας για να σχηματιστεί αγγειοτενσίνη η οποία προκαλεί αύξηση της αρτηριακής πίεσης και προάγει την επαναρρόφιση νατρίου. Οι νεφροί παράγουν την ορμόνη ερυθροποιητίνη ως απάντηση στα χαμηλά επίπεδα οξυγόνου. Η εν λόγω ορμόνη διεγείρει την παραγωγή ερυθροκυττάρων από τον μυελό των οστών (Coad and Dunstall 2011).

### ΟΥΡΑ

Τα ούρα είναι συνήθως όξινα και δεν περιέχουν γλυκόζη ή κετόνες, ενώ δεν πρέπει να περιέχουν ούτε αιμοκύτταρα ή βακτήρια. Η κεχριμπαρένια χροιά τους οφείλεται στη χολοχρωστική ουροχολίνη, αν και η χροιά τους ποικίλλει ανάλογα με τη συμπύκνωση (βλέπε Πίνακα 4.1). Στο νεογνό, είναι σχεδόν άχρα. Ο όγκος και η τελική συγκέντρωση ουρίας και διαλυμένων ουσιών εξαρτάται από την πρόσληψη υγρών. Ένας ενήλικος μπορεί να αποβάλλει 1000 έως 2000 ml ούρα ημερησίως. Τα ούρα έχουν χαρακτηριστική οσμή, που δεν είναι δυσάρεστη στα πρόσφατα ούρα. Έντονη οσμή ή θολερότητα γενικά υποδηλώνει βακτηριακή λοίμωξη.

Οι γυναίκες παρουσιάζουν ευπάθεια στις ουρολοιμώξεις, συνήθως λόγω ανιούσας πορείας μικροοργανισμών που εισέρχονται από την ουρήθρα. (Coad and Dunstall 2011). Η

Πίνακας 4.1 Χαρακτηριστικά των ούρων	
Χαρακτηριστικά	Φυσιολογικό εύρος
pH	4.5-8.0 (μέσος όρος 6.0)
Ειδικό βάρος	1.010-1.030
Ωσμωτική συγκέντρωση (ωσμωτικότητα)	855-1335 mOsmol/l
Περιεκτικότητα σε νερό	93-97%
Όγκος	Ποικίλλει ανάλογα με την πρόσληψη υγρών αλλά συνήθως είναι 1000-1500 ml/ημέρα
Χροιά	Ελαφρώς κίτρινη (αραιά ούρα) Εντόνως κίτρινη (πυκνά ούρα) Άχρα ούρα (στα νεογνά)
Οσμή	Ποικίλει ανάλογα με τη σύσταση
Μικροοργανισμοί	Ουδείς (στείρα ούρα)

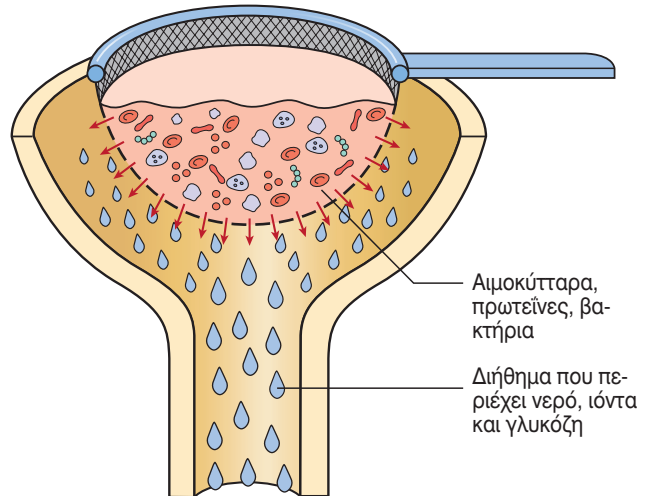
παρουσία περισσότερων από 100.000 αποικιών/ml ούρων θεωρείται εντόνως παθολογική και συνήθως αναφέρεται ως βακτηριουρία (Coad and Dunstall 2011).

## Παραγωγή ούρων

Η παραγωγή ούρων συντελείται σε τρία στάδια: διήθηση, εκλεκτική επαναρρόφιση και απέκκριση.

### Διήθηση

Η διήθηση είναι σε μεγάλο βαθμό μια παθητική μη εκλεκτική διαδικασία που συντελείται διαμέσου του ημιδιαπερατού τοιχώματος του αγγειώδους σπειράματος και του ελύτρου του Bowman. Υγρά και διαλυμένες ουσίες διέρχονται διαμέσου της μεμβράνης ωθούμενα από την υδροστατική πίεση. Η διέλευση νερού και διαλυμένων ουσιών διαμέσου του διηθητικού φραγμού του αγγειώδους σπειράματος είναι παρόμοια με εκείνη που συντελείται σε άλλες τριχοειδικές κοίτες: μετακίνηση προς την κατεύθυνση μιας κλίσης πίεσης. Ωστόσο, η μεμβράνη σπειραματικής διήθησης είναι χιλιάδες φορές πιο διαπερατή στο νερό και τις διαλυμένες ουσίες, και η σπειραματική τριχοειδική πίεση είναι πολύ υψηλότερη από την τριχοειδική πίεση στον υπόλοιπο οργανισμό (Stables and Rankin 2010). Νερό και μικρά μόρια όπως π.χ. γλυκόζη, αμινοξέα και βιταμίνες διαφεύγουν διαμέσου του ηθμού ως διήθημα και εισέρχονται στον νεφρώνα, ενώ αιμοκύτταρα, πρωτεΐνες πλάσματος και άλλα μεγάλα μόρια παραμένουν συνήθως στην αιματική κυκλοφορία (Εικόνα 4.4). Το περιεχόμενο του ελύτρου του Bowman αναφέρεται ως σπειραματικό δι-



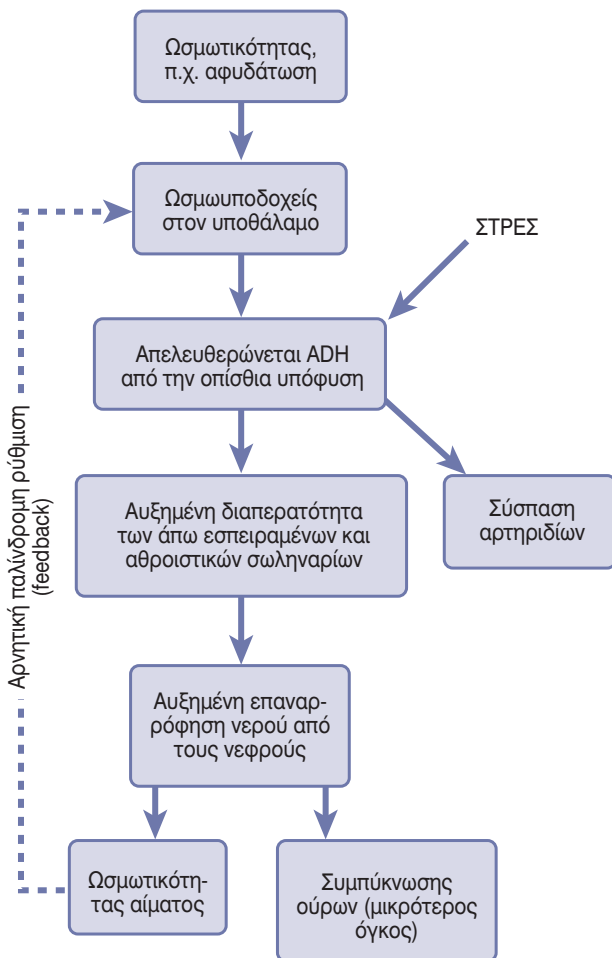
**Εικόνα 4.4** Διήθηση: τα μεγαλύτερα μόρια συγκρατούνται μέσα στον ηθμό (αγγειώδες σπείραμα) και τα μικρότερα μόρια τον διαπερνούν και εισέρχονται στο έλυτρο του Bowman.

ήθημα (glomerular filtrate, GF) και ο ρυθμός με τον οποίο παράγεται αναφέρεται ως ρυθμός σπειραματικής διήθησης (glomerular filtrate rate, GFR). Οι νεφροί παράγουν περίπου 180 l αραιού διηθήματος ημερησίως (125 ml/min). Το περισσότερο από αυτό επαναρροφάται εκλεκτικά με αποτέλεσμα ο τελικός όγκος ούρων που παράγονται ημερησίως να κυμαίνεται μεταξύ 1000 και 1500 ml (Coad and Dunstall 2011).

### Εκλεκτική επαναρρόφιση

Ουσίες από το σπειραματικό διήθημα επαναρροφώνται από τον υπόλοιπο νεφρώνα προς το εσωτερικό των περιβαλλόντων τριχοειδών. Μερικές ουσίες, όπως π.χ. τα αμινοξέα και η γλυκόζη επαναρροφώνται πλήρως και κανονικά δεν απαντούν στα ούρα. Η επαναρρόφιση άλλων ουσιών ρυθμίζεται από αρκετές ορμόνες. Το ισοζύγιο νερού ρυθμίζεται κυρίως από την αντιδιουρητική ορμόνη (antidiuretic hormone, ADH) που παράγεται από την οπίσθια υπόφυση υπό τον έλεγχο ενός συστήματος αρνητικής παλίνδρομης ρύθμισης (feedback) (Εικόνα 4.5).

Η έκκριση της ADH διεγείρεται από την αύξηση της ωσμωτικότητας πλάσματος, την ελάττωση του κυκλοφορούντος όγκου αίματος και την πτώση της αρτηριακής πίεσης (π.χ. επί ελαττωμένης πρόσληψης υγρών ή έντονης εφίδρωσης). Η δράση της ADH συνίσταται στην αύξηση της διαπερατότητας των νεφρικών σωληναριακών κυττάρων. Επαναρροφάται περισσότερο νερό με αποτέλεσμα να παράγονται λιγότερα ούρα αλλά πιο πυκνά. Όταν η πρόσληψη νερού είναι επαρκής και οι φυσιολογικές παράμετροι του οργανισμού δεν είναι διαταραγμένες, η παραγωγή ADH αναστέλλεται με αποτέλεσμα να παράγονται περισσότερα ούρα αλλά πιο αραιά. Μια αξιοσημείωτη εξαίρεση σχετίζεται με την κατανάλωση αλκοόλ, που αναστέλ-

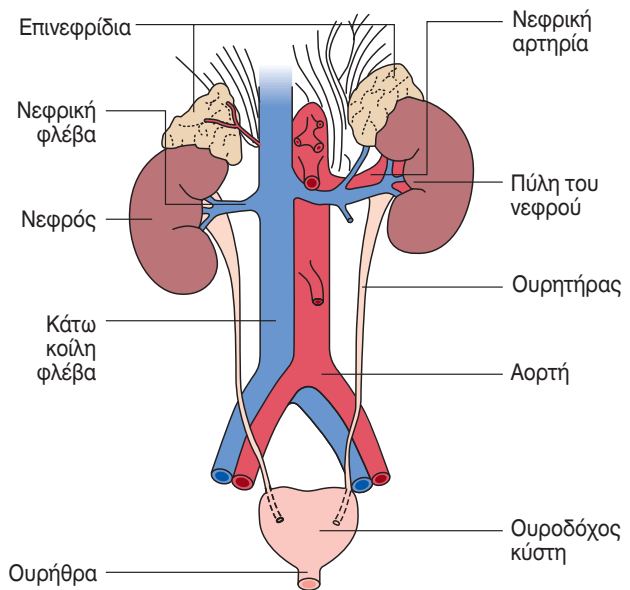


**Εικόνα 4.5 Δράση της ADH.**

Reproduced from Coad J, Dunstall M 2011 Anatomy and physiology for midwives, 3rd edn. Edinburgh, Churchill Livingstone Elsevier, figure 2.5, p 33.

λει τη δράση της ADH στους νεφρούς, επάγοντας έτσι τη διούρηση σε βαθμό δυσανάλογο μεγάλο για την ποσότητα των καταναλισκόμενων υγρών (Weise et al 2000). Τα νεογνά διαθέτουν πτωχή ικανότητα αραιώσης και συμπύκνωσης των ούρων τους και αυτή είναι ακόμα πτωχότερη στα πρόωρα νεογνά. Για τον λόγο αυτόν δεν είναι σε θέση να ανεχτούν ευρείες διακυμάνσεις στην πρόσληψη υγρών.

Τα μεταλλικά στοιχεία επιλέγονται ανάλογα με τις ανάγκες του οργανισμού. Η καλσιτονίνη αυξάνει την απέκκριση ασβεστίου και η παραθορμόνη ενισχύει την επαναρρόφηση ασβεστίου από τα νεφρικά σωληνάκια (Coad and Dunstall 2011). Η επαναρρόφηση νατρίου ελέγχεται από την αλδοστερόνη που παράγεται από τον φλοιό των επινεφριδίων. Η αλληλεπίδραση αλδοστερόνης και ADH διατηρεί σταθερό το ισοζύγιο νερού και νατρίου. Ο έλεγχος του pH του οργανισμού είναι ζωτικής σημασίας και εάν αυτό τείνει προς την οξύτητα τότε στα ούρα απεκκρίνονται οξέα. Σε αντίθετη περίπτωση παράγονται αλκαλικά ούρα. Συνήθως αυτό οφείλεται σε κατανάλωση μιας αλκαλικής ουσίας. Μια διαίτα πλούσια σε κρέας και χυμό κρανμπερί



**Εικόνα 4.6 Ουρητήρες**

(φίγγι) διατηρεί τα ούρα όξινα ενώ μια διαίτα πλούσια σε εσπεριδοειδή, όσπρια και λαχανικά διατηρεί τα ούρα αλκαλικά. Τα βακτήρια που ευθύνονται για ουρολοιμώξεις ή βακτηριακές επιμολύνσεις προκαλούν επίσης αλκαλοποίηση των ούρων.

### Απέκκριση

Η σωληναριακή απέκκριση είναι ένας σημαντικός μηχανισμός για την κάθαρση του αίματος από ανεπιθύμητες ουσίες. Οι απεκκρινόμενες στα ούρα ουσίες περιλαμβάνουν ιόντα υδρογόνου, αμμωνία, κρεατινίνη, φάρμακα και τοξίνες.

## ΟΥΡΗΤΗΡΕΣ

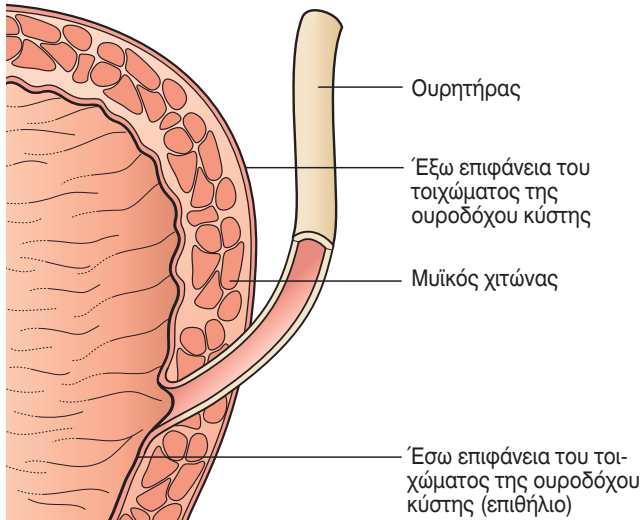
Οι ουρητήρες (δεξιός και αριστερός) είναι μυώδεις σωλήνες. Το άνω άκρο τους είναι ανευρυσμένο και αποτελεί συνέχεια της νεφρικής πυέλου στην οποία εισρέουν τα ούρα από τα νεφρικά σωληνάκια.

### Λειτουργία

Οι ουρητήρες μεταφέρουν τα ούρα από τους νεφρούς στην ουροδόχο κύστη μέσω περισταλτικών κυμάτων. Κάθε 30 δευτερόλεπτα περίπου ξεκινά μια περισταλτική σύσπαση στη νεφρική πυέλο και εξαπλώνεται κατά μήκος του ουρητήρα, ωθώντας τα ούρα προς την ουροδόχο κύστη (Martini et al 2011).

### Δομή

Κάθε ουρητήρας έχει περίπου 0.3 cm διάμετρο και 25-30 cm μήκος, εκτεινόμενος από τη σύστοιχη νεφρική πύλη προς



**Εικόνα 4.7** Σχηματική απεικόνιση που παρουσιάζει την εκβολή του ουρητήρα στο οπίσθιο τοίχωμα της ουροδόχου κύστης.

το οπίσθιο τοίχωμα της ουροδόχου κύστης (Εικόνα 4.6).

Κάθε ουρητήρας πορεύεται προς τα κάτω και έσω, διέρχεται από την πρόσθια επιφάνεια του σύστοιχου μεγάλου ψοίτη μυός και συνάπτεται στενά με το οπίσθιο κοιλιακό τοίχωμα. Στο άνω στόμιο της πυέλου ο ουρητήρας φέρεται προς κάτω κατά μήκος των πλαγίων τοιχωμάτων της πυέλου μέχρι το επίπεδο των ισχιακών ακάνθων και στη συνέχεια ανακάμπει προς τα εμπρός για να περάσει πίσω από τον τράχηλο της μήτρας και να εκβάλλει στο οπίσθιο τοίχωμα της ουροδόχου κύστης (Εικόνα 4.7). Ο ουρητήρας διεισδύει στο οπίσθιο τοίχωμα της ουροδόχου κύστης χωρίς να εισέλθει στην περιτοναϊκή κοιλότητα. Διαπερνά λοξά το τοίχωμα της κύστης, και τα ουρητηρικά στόμια είναι σχισμοειδή αντί για υποστρόγγυλα. Αυτό το σχήμα αποτρέπει την αναστροφή της ροής των ούρων από την κύστη προς τους ουρητήρες, όταν η κύστη συσπάται (Martini et al 2011).

### Χιτώνες

Κάθε ουρητήρας αποτελείται από τρεις χιτώνες: μια εσωτερική επένδυση, έναν ενδιάμεσο μυϊκό χιτώνα και έναν εξωτερικό χιτώνα (Martini et al 2011). Η εσωτερική επένδυση αποτελείται από μεταβατικό επιθήλιο που σχηματίζει επιμήκεις πτυχές. Αυτός ο τύπος επιθήλιου αποτελείται από αρκετές στιβάδες κυττάρων απιοειδούς σχήματος που σχηματίζουν μια ελαστική και υδατοστεγή επένδυση.

Ο ενδιάμεσος μυϊκός χιτώνας αποτελείται από επιμήκεις και κυκλοτερείς στιβάδες λείου μυϊκού ιστού.

Ο εξωτερικός χιτώνας σχηματίζεται από ινώδη συνδετικό ιστό που αποτελεί συνέχεια του ινώδους χιτώνα του νεφρού.

### Αιμάτωση

Η αιμάτωση της άνω μοίρας του ουρητήρα είναι παρόμοια με εκείνη του νεφρού. Η πυελική του μοίρα αιματώνεται από την κοινή λαγόνια και την έσω λαγόνια αρτηρία καθώς και από μητριαίες και κυστικές αρτηρίες αναλόγως της εγγύτητάς του με διάφορα όργανα. Το αίμα παροχετεύεται από τις αντίστοιχες φλέβες.

### Λεμφική παροχέτευση

Η λέμφος παροχετεύεται από τους έσω, έξω και κοινούς λαγόνιους λεμφαδένες.

### Νεύρωση

Η νευρώση προέρχεται από το νεφρικό, αορτικό, άνω και κάτω υπογάστριο πλέγμα.

## ΟΥΡΟΔΟΧΟΣ ΚΥΣΤΗ

Η ουροδόχος κύστη είναι ένα διατάσιμο κοίλο μυώδες πυελικό όργανο που χρησιμεύει ως χώρος προσωρινής αποθήκευσης των ούρων στα μεσοδιαστήματα μεταξύ των ουρήσεων. Η κύση και ο τοκετός μπορούν να επηρεάσουν τον έλεγχο της κύστης και για αυτό οι μαιές πρέπει να είναι εξοικειωμένες με την ανατομία και φυσιολογία της ουροδόχου κύστης.

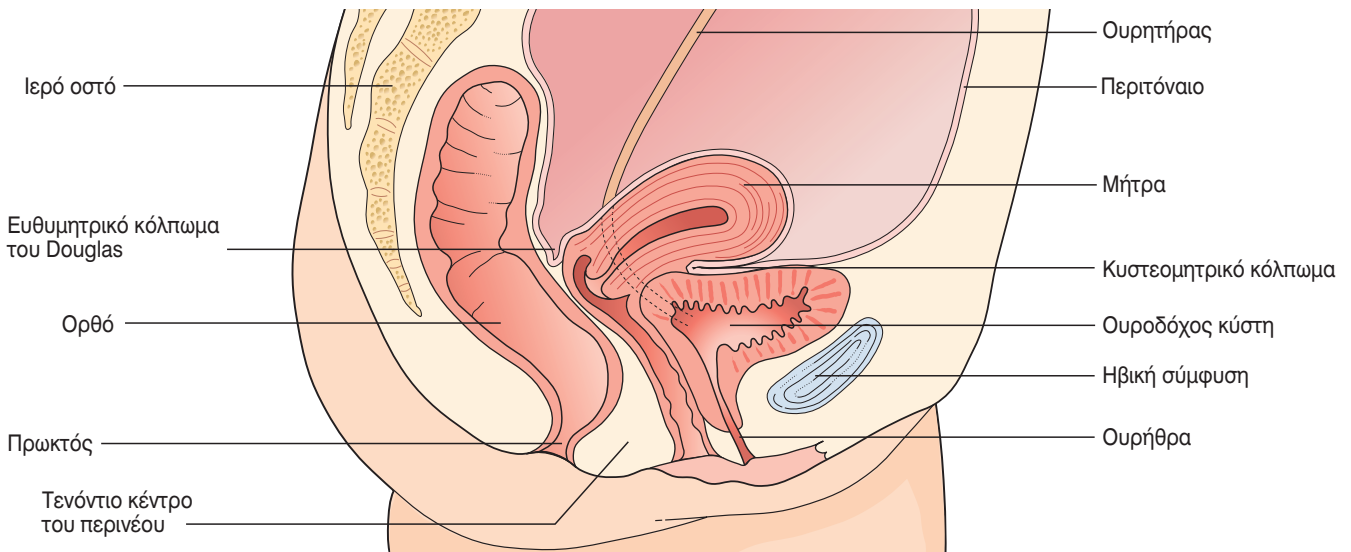
### Θέση, σχήμα και μέγεθος

Η κενή κύστη βρίσκεται εντός της πυελικής κοιλότητας και περιγράφεται ως πυραμιδοειδής με την τριγωνική της βάση να κείται επί της άνω μοίρας του κολεού και την κορυφή της να στρέφεται προς την ηβική σύμφυση. Ωστόσο, καθώς γεμίζει με ούρα αποκτά σφαιρικό σχήμα και εκτείνεται προς τα πάνω εντός του κύτους της κοιλιάς διότι τα τοιχώματά της διατείνονται. Όταν είναι γεμάτη μπορεί να ψηλαφηθεί πάνω από την ηβική σύμφυση. Στη διάρκεια του τοκετού, η κύστη εντοπίζεται μέσα στο κύτος της κοιλιάς, επειδή παρεκτοπίζεται από το έμβρυο κατά την κάθοδο του εντός της πυελικής κοιλότητας.

Το μέγεθος της κενής κύστης είναι παρόμοιο με εκείνο της μήτρας, αλλά όταν γεμίζει με ούρα το μέγεθός της αυξάνεται σημαντικά. Η φυσιολογική χωρητικότητα της ουροδόχου κύστης είναι περίπου 600 ml, παρόλο που η χωρητικότητα διαφέρει από άτομο σε άτομο και κυμαίνεται μεταξύ 500 ml (Stables and Rankin 2010) και 1000 ml (Martini et al 2011).

### Ανατομική θέση (Εικόνα 4.8)

- **Μπροστά** από την κύστη βρίσκεται η ηβική σύμφυση, και ανάμεσά τους βρίσκεται μια κοιλότητα γεμάτη λιπώδη ιστό η οποία ονομάζεται *χώρος του Retzius*.



**Εικόνα 4.8** Οβελιαία διατομή της πυέλου η οποία παρουσιάζει τις σχέσεις της ουροδόχου κύστης.

- **Πίσω** από την κύστη βρίσκεται ο τράχηλος της μήτρας και οι ουρητήρες.
- **Στα πλάγια** της κύστης βρίσκονται οι ομφαλοκυστικοί σύνδεσμοι και τα πλάγια τοιχώματα της πυέλου.
- **Πάνω** από την κύστη βρίσκονται τα έντερα και η περιτοναϊκή κοιλότητα. Στη μη κυοφορούσα γυναίκα, η μήτρα που βρίσκεται σε πρόσθια κλίση και πρόσθια κάμψη κείται εν μέρει επί της ουροδόχου κύστης.
- **Κάτω** από την κύστη βρίσκονται η ουρήθρα και το μυώδες διάφραγμα του πυελικού εδάφους, το οποίο αποτελεί το κύριο στήριγμά της και από το οποίο εξαρτάται εν μέρει η λειτουργία της.

### Στηρίγματα

Υπάρχουν πέντε σύνδεσμοι που προσφύονται στην κύστη (Stables and Rankin 2010). Μια ινώδης ταινία που ονομάζεται ουραχός εκτείνεται από την κορυφή της κύστης προς τον ομφαλό. Δυο ομφαλοκυστικοί σύνδεσμοι εκτείνονται από την κύστη προς τα πλάγια τοιχώματα της πυέλου. Οι ηβοκυστικοί σύνδεσμοι εκτείνονται από την ηβική σύμφυση προς τον αυχένα της κύστης ενώ συμμετέχουν και στον σχηματισμό των ηβοτραχηλικών συνδέσμων της μήτρας.

### Δομή

Η βάση της κύστης ονομάζεται κυστικό τρίγωνο (του Lietaud). Εντοπίζεται στο πίσω μέρος της κύστης και επικάθεται στον κολεό. Οι τρεις γωνίες του είναι το έσω στόμιο της ουρήθρας προς τα κάτω και οι δυο σχισμοειδείς οπές των ουρητήρων προς τα πάνω. Η κορυφή του τριγώνου αποτελεί, λοιπόν, το χαμηλότερο μέρος του που ονομάζεται και αυχένος (Εικόνα 4.9).

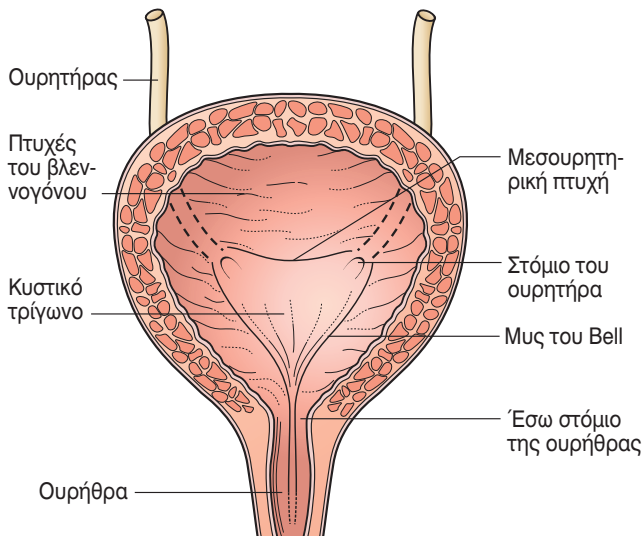
Το πρόσθιο μέρος της κύστης βρίσκεται κοντά στην ηβι-

κή σύμφυση και ονομάζεται κορυφή της κύστης. Από αυτή την κορυφή εκφύεται ο ουραχός που φέρεται προς τα πάνω και καταφύεται στον ομφαλό επί του προσθίου κοιλιακού τοιχώματος. Κατά την εμβρυϊκή ζωή, ο ουραχός αποτελεί υπόλειμμα του λεκιθικού ασκού, αλλά στον ενήλικο είναι απλώς μια ινώδης ταινία.

### Χιτώνες

Η επένδυση της κύστης, όπως εκείνη του ουρητήρα, αποτελείται από μεταβατικό επιθήλιο, που επιτρέπει στην κύστη να διατείνεται ενώ ταυτόχρονα παραμένει αδιαπέραστη από το νερό. Η επένδυση, με εξαίρεση την περιοχή του κυστικού τριγώνου, εμφανίζει πτυχές που επιπεδώνονται όταν η κύστη εκπύσσεται και γεμίζει. Η βλεννογόνος επένδυση επικάθεται σε έναν υποβλεννογόνο χιτώνα αραιού συνδετικού ιστού που περιέχει αιμοφόρα αγγεία, λεμφαγγεία και νεύρα.

Το επιθήλιο που επενδύει το τρίγωνο είναι λείο και συνάπτεται στενά με τον υποκείμενο μυ. Ο μυϊκός χιτώνας της κύστης αποτελείται κυρίως από τον μεγάλο εξωστήρα μυ η λειτουργία του οποίου είναι να εξωθεί τα ούρα. Αυτός ο μυς αποτελείται από τρεις στιβάδες: μια έσω επιμήκη, μια μέση κυκλοτερή και μια έξω επιμήκη. Γύρω από τον αυχένα της κύστης, η κυκλοτερής μυϊκή στιβάδα παχύνεται για να σχηματιστεί ο έσω ουρηθρικός σφιγκτήρας (Stables and Rankin 2010). Η ελαστικότητα των πολυάριθμων μυϊκών ινών γύρω από τον αυχένα της κύστης τείνει να διατηρεί την ουρήθρα κλειστή (Standring 2009). Στο κυστικό τρίγωνο, η διάταξη των μυών είναι κάπως διαφορετική. Μια δέσμη μυϊκών ινών ανάμεσα στα ουρηθηρικά στόμια σχηματίζει τη μεσουρηθηρική πτυχή. Ο διαστολέας μυς της ουρήθρας εντοπίζεται στο πρόσθιο μέρος του αυχένα της κύστης και στα τοιχώματα της ουρήθρας και θεωρείται ότι ασκεί σημαντικό ρόλο στην υπερνίκηση της ουρη-



Εικόνα 4.9 Διατομή, υπό γωνία, της ουροδόχου κύστης.

θρικής αντίστασης στην ούρηση (Standring 2009).

Ο εξωτερικός χιτώνας της κύστης σχηματίζεται από σπλαγγχνική πυελική περιτονία, με εξαίρεση την άνω επιφάνεια που καλύπτεται από περιτόναιο (βλέπε Εικόνα 4.8).

### Αιμάτωση

Η αιμάτωση προέρχεται από τις άνω και κάτω κυστικές αρτηρίες. Το αίμα παροχετεύεται από τις αντίστοιχες φλέβες.

### Λεμφική παροχέτευση

Η λέμφος παροχετεύεται από τους έσω λαγόνιους και θυροειδείς λεμφαδένες.

### Νεύρωση

Η νεύρωση είναι συμπαθητική και παρασυμπαθητική και προέρχεται από το πυελικό πλέγμα Lee-Frankenhauser στο κόλπωμα του Douglas. Η διέγερση των συμπαθητικών νευρών προκαλεί σύσπαση του έσω ουρηθρικού σφιγκτήρα και χάλαση του εξωστήρα μυός, ενώ οι παρασυμπαθητικές νευρικές ίνες προκαλούν χάλαση του σφιγκτήρα και εκκένωση της μήτρας.

## ΟΥΡΗΘΡΑ

Στις γυναίκες η ουρήθρα είναι ένας στενός σωλήνας που έχει μήκος 4 cm περίπου, και πορεύεται επί του κατώτερου ημιμορίου του προσθίου τοιχώματος του κολεού. Εκτείνεται από το έσω στόμιο της ουροδόχου κύστης προς τον πρόδομο του κολεού, όπου εκβάλλει προς τα έξω ως ουρηθρικό στόμιο. Ο έσω σφιγκτήρας περιβάλλει την ουρήθρα καθώς αυτή εκφύεται από την κύστη. Καθώς η ουρήθρα

πορεύεται ανάμεσα στους ανελεκτήρες μύες του πρωκτού, περιβάλλεται από δέσμες γραμμωτών μυϊκών ινών που είναι γνωστές ως σφιγκτήρας της μεμβρανώδους μοίρας της ουρήθρας, ο οποίος υπόκειται στον έλεγχο της βούλησης (Stables and Rankin 2010).

### Δομή

Η ουρήθρα σχηματίζει την οδό επικοινωνίας ανάμεσα στην ουροδόχο κύστη και το εξωτερικό του σώματος. Αυτό αποτυπώνεται και στο επιθήλιο που την επενδύει. Το ανώτερο ημιμόριο της επενδύεται από μεταβατικό επιθήλιο ενώ το κατώτερο ημιμόριο της επενδύεται από πλακώδες επιθήλιο. Τα τοιχώματά της κανονικά συμπίπτουν εκτός εάν διέρχονται ούρα ή έχει τοποθετηθεί ουροκαθετήρας. Όταν τα τοιχώματά της είναι σε σύμπτωση, εμφανίζει μικρές επιμήκειες πτυχές. Κοντά στο ουρηθρικό στόμιο εκβάλλουν μικροί τυφλοί πόροι που ονομάζονται ουρηθρικές κρύπτες (οι δυο μεγαλύτερες εκ των οποίων είναι οι παραουρηθρικοί αδένες ή αδένες του Skene) (Martini et al 2011).

Ο υποβλεννογόνιος χιτώνας της ουρήθρας αποτελείται από επιθήλιο, που επικάθεται σε μια στιβάδα αγγειακού συνδετικού ιστού.

Ο μυϊκός χιτώνας της ουρήθρας αποτελείται από μια έσω επιμήκη στιβάδα, που αποτελεί συνέχεια των έσω μυϊκών ινών της ουροδόχου κύστης, και μια έξω κυκλωτή στιβάδα. Οι έσω μυϊκές ίνες συντελούν στη διάνοιξη του έσω ουρηθρικού σφιγκτήρα κατά την ούρηση.

Ο σφιγκτήρας της μεμβρανώδους μοίρας της ουρήθρας δεν είναι πραγματικός σφιγκτήρας αλλά παρέχει κάποιου βαθμού βουλητικό έλεγχο στη γυναίκα όταν αυτή επιθυμεί να αγνοήσει την έπειξη προς ούρηση.

### Αιμάτωση

Η ουρήθρα αιματώνεται από την κάτω κυστική και την αιδοϊκή αρτηρία. Το αίμα παροχετεύεται από τις αντίστοιχες φλέβες.

### Λεμφική παροχέτευση

Η λέμφος παροχετεύεται από τους έσω λαγόνιους λεμφαδένες.

### Νεύρωση

Ο έσω ουρηθρικός σφιγκτήρας νευρώνεται από συμπαθητικά και παρασυμπαθητικά νεύρα, αλλά ο σφιγκτήρας της μεμβρανώδους μοίρας της ουρήθρας νευρώνεται από το αιδοϊκό νεύρο και υπόκειται στον έλεγχο της βούλησης.

## ΟΥΡΗΣΗ

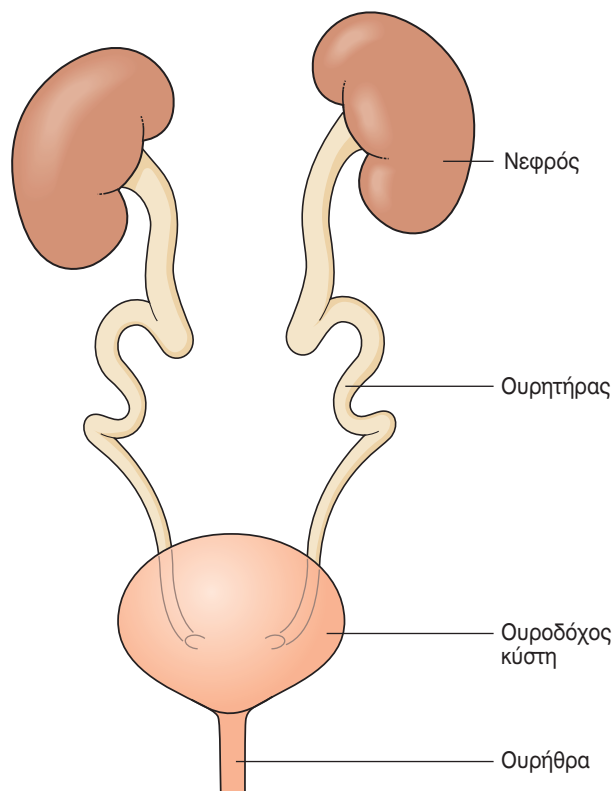
Η διαδικασία της ούρησης είναι μια συντονισμένη αντίδραση που εκδηλώνεται μέσω σύσπασης του μυϊκού τοιχώ-

ματος της ουροδόχου κύστης, αντανακλαστικής χάλασης του έξω ουρηθρικού σφιγκτήρα και εκούσια χάλαση του έξω σφιγκτήρα (Coad and Dunstall 2011). Καθώς η κύστη γεμίζει με ούρα, διεγείρονται οι τασεοϋποδοχείς του κυστικού τοιχώματος που με τη σειρά τους μεταδίδουν νευρικά ερεθίσματα μέσω παρασυμπαθητικών αισθητικών ινών προς τον εγκέφαλο δημιουργώντας την αντίληψη της πίεσης που ασκούν τα ούρα στην κύστη. Αυτό συνήθως συμβαίνει όταν συσσωρευτούν εντός της κύστης 200-300 ml ούρων (με τη δυσφορία να επιτείνεται όσο αυξάνεται ο όγκος). Η έπειξη προς ούρηση μπορεί να αγνοηθεί ηθελημένα μέχρις ότου ο χρόνος και ο τόπος να προσφέρονται για ούρηση. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω κατιούσας αναστολής του αντανακλαστικού σύσπασης της κύστης και χάλασης του έξω σφιγκτήρα. Εάν η έπειξη προς ούρηση δεν αγνοηθεί ηθελημένα τότε η κύστη θα κενωθεί από ούρα μέσω σύσπασης του μυϊκού της τοιχώματος, διάνοιξης του έξω σφιγκτήρα από τη δράση των μυών του Bell (βλέπε Εικόνα 4.9) και εκούσιας χάλασης του έξω σφιγκτήρα. Αυτό υποβοηθείται από την αυξημένη πίεση εντός της πυελικής κοιλότητας λόγω κατάσπασης του διαφράγματος και σύσπασης των κοιλιακών μυών. Ο τόνος του έξω σφιγκτήρα επηρεάζεται επίσης από ψυχολογικά ερεθίσματα (όπως π.χ. η αφύπνιση και η αναχώρηση από το σπίτι) αλλά και εξωγενή ερεθίσματα (όπως π.χ. ο ήχος του τρεχούμενου νερού). Κάθε παράγοντας που αυξάνει την ενδοκοιλιακή και ενδοκυστική πίεση (όπως π.χ. ο βήχας και το γέλιο) σε επίπεδο υψηλότερο από την ουρηθρική πίεση σύγκλεισης μπορεί να οδηγήσει σε ακράτεια (Coad and Dunstall 2011).

Τα βρέφη δεν μπορούν να ασκήσουν βουλητικό έλεγχο στην ούρηση επειδή δεν διαθέτουν τις απαραίτητες φλοιονωτιαίες οδούς (Martini et al 2011). Ο έλεγχος του εγκεφαλικού φλοιού στην ούρηση αποτελεί επίκτητη συμπεριφορά και συνήθως επιτυγχάνεται κατά την ηλικία των 2 ετών.

### ΑΛΛΑΓΕΣ ΤΗΣ ΟΥΡΟΦΟΡΟΥ ΟΔΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΥΗΣΗ ΚΑΙ ΤΟΝ ΤΟΚΕΤΟ

Το ουροποιητικό σύστημα μπορεί να υποστεί μεγάλο στρες κατά την κύηση εξαιτίας της στενής εγγύτητάς του με τα αναπαραγωγικά όργανα και τις σημαντικές αλλαγές του ισοζυγίου υγρών που οδηγούν σε κατακράτηση υγρών (Coad and Dunstall 2011). Κατά την κύηση, η διογκωμένη μήτρα επηρεάζει όλα τα μέρη της ουροφόρου οδού (βλέπε Κεφάλαιο 9) σε διάφορες χρονικές στιγμές. Στην αρχόμενη κύηση, η χωρητικότητα της κύστης περιορίζεται εξαιτίας της μήτρας που αναπτύσσεται εντός της πυελικής κοιλότητας. Ο περιορισμός αυτός αίρεται όταν η μήτρα επεκταθεί προς το κύτος της κοιλιάς. Μόλις η προβάλλουσα μοίρα εμποδωθεί διαμέσου της εισόδου της πυέλου στην όσιμη κύηση, ο χώρος που διατίθεται για την ουροδόχο κύστη περιορίζεται εκ νέου. Στην ουροφόρο οδό επιδρούν και οι ορμόνες της κύησης. Υπό την επίδραση



**Εικόνα 4.10** Διατεταμένοι, συνεστραμμένοι ουρητήρες στην κύηση.

της προγεστερόνης, η χωρητικότητα της κύστης αυξάνεται σε περίπου 1000 ml κατά την όσιμη κύηση και τα τοιχώματα των ουρητήρων χαλαρώνουν, γεγονός που τους επιτρέπει να διατείνονται, να κάμπτονται ή να συστρέφονται (Εικόνα 4.10). Εάν συμβεί κάτι τέτοιο στους ουρητήρες, τότε τείνει να εμφανίζεται επιβράδυνση ή στάση της ροής των ούρων, εκθέτοντας τις γυναίκες σε αυξημένο κίνδυνο για ουρολοιμώξη.

Κατά την κύηση, παράγονται μεγάλες ποσότητες ούρων λόγω αύξησης της σπειραματικής διήθησης αφού αυτή συμβάλλει στην απομάκρυνση των επιπρόσθετων παραπροϊόντων που παράγονται από τον μητρικό και εμβρυϊκό μεταβολισμό. Στον τοκετό, η ουρήθρα επιμηκύνεται διότι η ουροδόχος κύστη έλκεται προς το εσωτερικό της κοιλιάς.

Κατά τη μεταγεννητική περίοδο, παρατηρείται ταχεία και εμμένουσα απώλεια νατρίου λόγω έντονης διούρησης, ειδικά κατά τη 2η και 5η μεταγεννητική μέρα. Η φυσιολογική αποβολή ούρων στη διάρκεια αυτής της περιόδου μπορεί να φτάσει έως τα 3000 ml/ημέρα με αποβολή 500-1000 ml σε μια οποιαδήποτε ούρηση (Stables and Rankin 2010).

### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Οι νεφροί είναι απεκκριτικοί αδένες με ενδοκρινείς και εξωκρινείς λειτουργίες. Ούρα που παράγονται από τους

νεφρούς ρέουν από τη νεφρική πύελο προς το εσωτερικό του ουρητήρα και ακολούθως προς το εσωτερικό της κύστης για προσωρινή αποθήκευση. Οι τρεις κύριες λειτουργίες των νεφρών είναι η απέκκριση και απομάκρυνση παραπροϊόντων του μεταβολισμού και τοξικών χημικών ουσιών καθώς και η ομοιοστατική ρύθμιση του ενδαγγειακού όγκου και της συγκέντρωσης διαλυμένων ουσιών στο πλάσμα του αίματος.

Το ισοζύγιο νερού ρυθμίζεται κυρίως από την αντιδιουρητική ορμόνη (ADH) μέσω ενός συστήματος αρνητικής

παλίνδρομης ρύθμισης (αρνητικής ανάδρασης - negative feedback).

Κατά την κύηση, το ουροποιητικό σύστημα μπορεί να υποστεί μεγάλο στρες, εξαιτίας της στενής εγγύτητάς του με τα αναπαραγωγικά όργανα, τις σημαντικές αλλαγές του ισοζυγίου υγρών και τις ορμόνες της κύησης. Κατά συνέπεια είναι σημαντικό η μαία να αναγνωρίζει τα ευεργετικά αποτελέσματα της παροχής κατάλληλων συμβουλών στις γυναίκες που τεκνοποιούν προκειμένου να αντιμετωπίσουν τυχόν ενοχλήματά τους.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Coad J, Dunstall M 2011 Anatomy and physiology for midwives, 3rd edn. Churchill Livingstone Elsevier, Edinburgh  
Jones T L 2012 Crash course: renal and urinary system, 4th edn. Mosby Elsevier, London

Martini F H, Nath J L, Bartholomew E F 2011 Fundamentals of anatomy and physiology, 9th edn. Pearson International, London  
Stables D, Rankin J 2010 Physiology in childbearing with anatomy and related biosciences, 3rd edn. Elsevier, Edinburgh

Standring S 2009 Gray's anatomy: the anatomical basis of clinical practice, 40th edn. Churchill Livingstone, New York  
Weise J G, Shlipak M G, Browner W S 2000 The alcohol hangover. Annals of Internal Medicine 132(11):897-902

## ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΜΕΛΕΤΗ

Coad J, Dunstall M 2011 Anatomy and physiology for midwives, 3rd edn. Churchill Livingstone, Elsevier, Edinburgh  
*Το Κεφάλαιο 2 αυτού του βιβλίου περιλαμβάνει αρκετές καλοσχεδιασμένες σχηματικές απεικονίσεις που αφορούν την παραγωγή ούρων. Οι*

*απεικονίσεις είναι λεπτομερείς και επεξηγηματικές και μπορούν να βοηθήσουν τον αναγνώστη που μαθαίνει καλύτερα μέσω οπτικής αναπαράστασης.*

Stables D, Rankin J 2010 Physiology in childbearing with anatomy and related biosciences, 3rd edn. Elsevier, Edinburgh

*Το Κεφάλαιο 19 προσφέρει μια πληρέστερη και λεπτομερέστερη περιγραφή της φυσιολογίας του ουροποιητικού συστήματος, περιλαμβανομένων των αλλαγών κατά την κύηση και μιας σύντομης περιγραφής της μεταγεννητικής περιόδου.*



# Ορμονικοί Κύκλοι: Γονιμοποίηση και Πρώιμη Περίοδος Ανάπτυξης

Jean Ranki

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

<b>Ωοθηκικός κύκλος</b>	<b>103</b>
Ωοθυλακική φάση	103
Ωοθυλακιορρηξία	104
Ωχρινική φάση	104
<b>Κύκλος του ενδομητρίου</b>	<b>104</b>
Εμμηνορρυσιακή φάση	104
Παραγωγική φάση	105
Εκκριτική φάση	105
<b>Γονιμοποίηση</b>	<b>105</b>
<b>Ανάπτυξη του ζυγωτού</b>	<b>107</b>
Προεμβρυονική περίοδος	107
<b>Βιβλιογραφικές αναφορές</b>	<b>110</b>
<b>Περαιτέρω μελέτη</b>	<b>110</b>

**Οι καταμήνιες μεταβολές που συντελούνται στις ωοθήκες και τη μήτρα ρυθμίζονται από ορμόνες οι οποίες παράγονται από τον υποθάλαμο, την πρόσθια υπόφυση και τις ωοθήκες. Αυτές οι καταμήνιες μεταβολές που ξεκινούν στην εφηβεία και συντελούνται ταυτόχρονα και συλλογικά είναι γνωστές ως αναπαραγωγικός κύκλος της γυναίκας.**

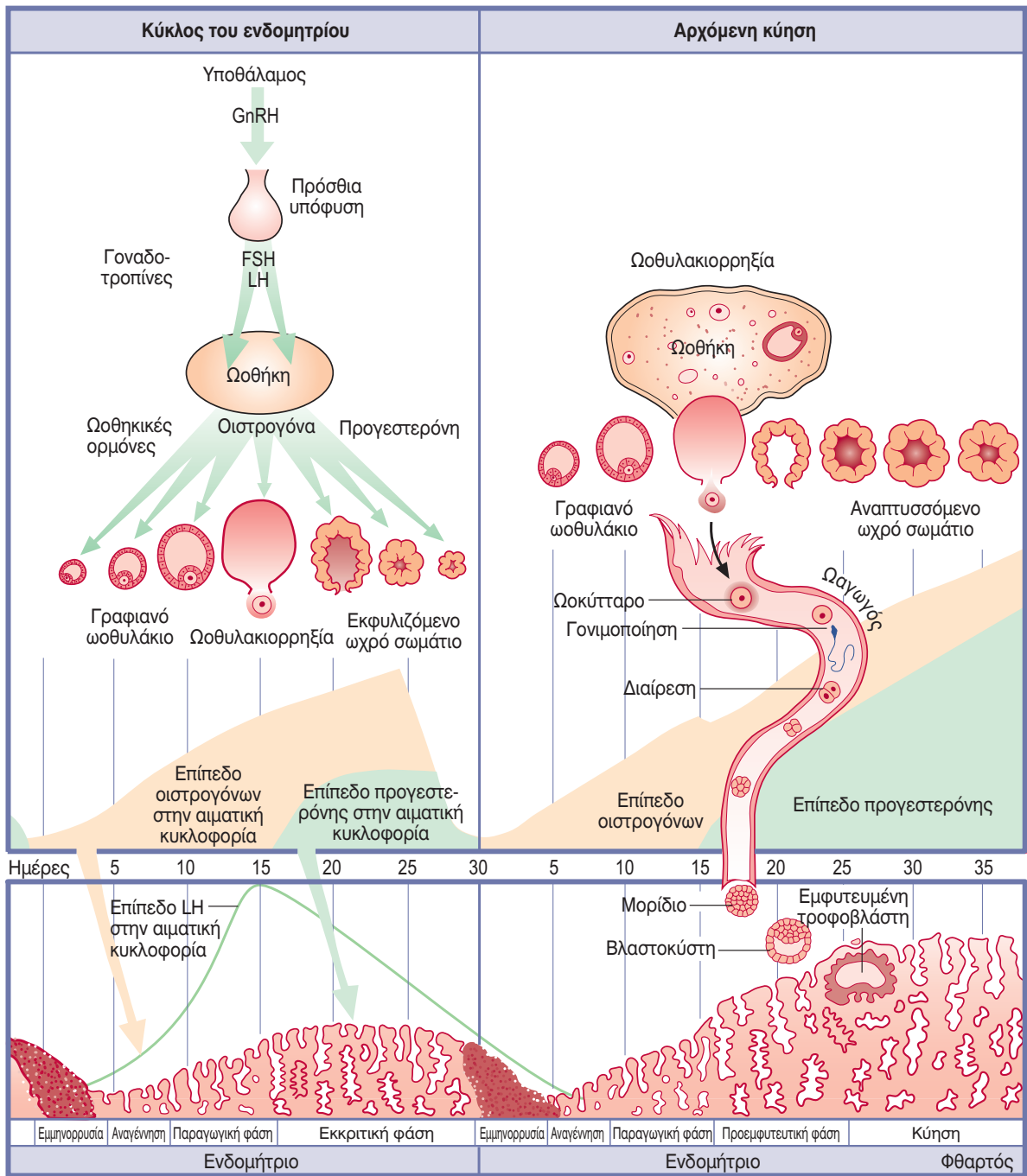
## ΟΙ ΣΤΟΧΟΙ ΤΟΥ ΠΑΡΟΝΤΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ ΕΙΝΑΙ ΝΑ:

- εξετάσει λεπτομερώς τα γεγονότα που συντελούνται κατά τον ωοθηκικό κύκλο και τον κύκλο του ενδομητρίου
- περιγράψει λεπτομερώς τη διαδικασία της γονιμοποίησης και της επακόλουθης ανάπτυξης του κήματος κατά την προεμβρυονική περίοδο

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο ρόλος του αναπαραγωγικού κύκλου της γυναίκας είναι να προετοιμάσει το ωάριο, που συνήθως αναφέρεται ως ωοκύτταρο, για γονιμοποίηση από το σπερματοζωάριο και να προετοιμάσει τη μήτρα για να υποδεχτεί και να θρέψει το γονιμοποιημένο ωοκύτταρο. Εάν δεν έχει πραγματοποιηθεί γονιμοποίηση η εσωτερική επένδυση της μήτρας (ενδομήτριο) και το ωοκύτταρο αποπίπτουν και παρατηρείται αιμόρροια από τον κολεό. Στη συνέχεια, τα κυκλικά γεγονότα αρχίζουν ξανά.

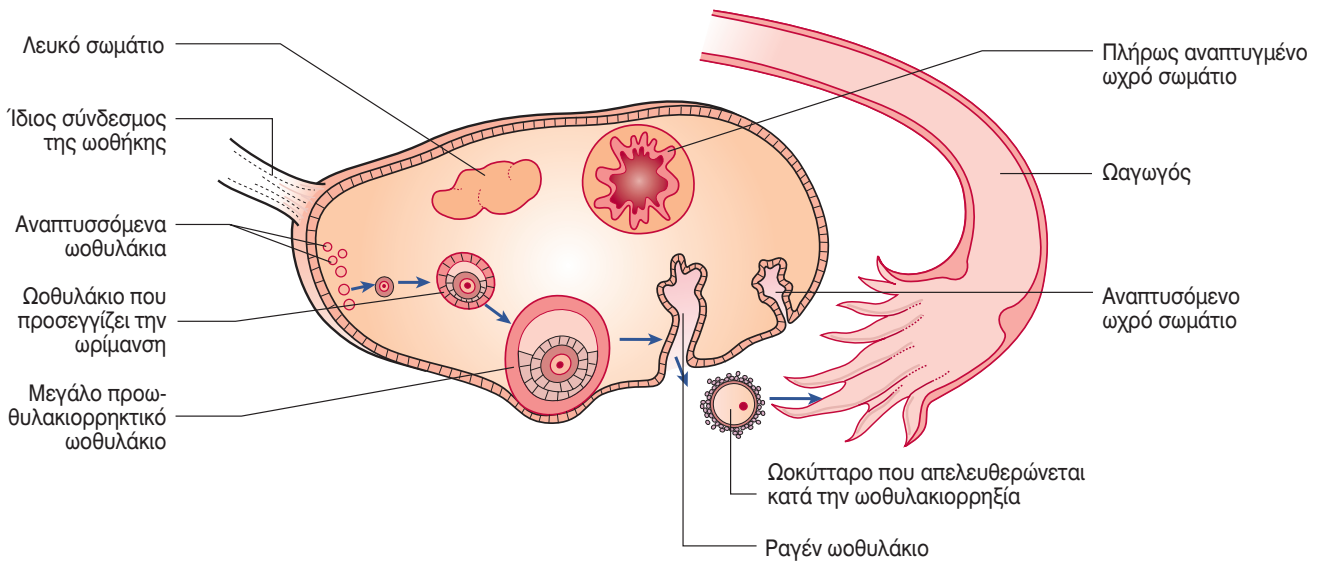
Πριν την έναρξη της εφηβείας, τα επίπεδα της ωχρινοτρόπου ορμόνης (luteinizing hormone, LH) και της ωοθυλακιοτρόπου ορμόνης (follicle stimulating hormone, FSH) είναι χαμηλά. Η κατά ώσεις αύξηση της ορμόνης έκλυσης γοναδοτροπινών (gonadotropin releasing hormone, GnRH), ιδίως κατά τη νύχτα, προκαλεί αύξηση της έκκρισης LH. Αυτή η κλιμακούμενη εκκριτική αιχμή της LH εγκαθίσταται πριν την εμμηναρχή (Wennick et al 1990). Θεωρείται ότι η αλληλεπίδραση της λεπτίνης με τη GnRH μπορεί να διαδραματίζει κάποιο ρόλο στην έναρξη της εφηβείας. Η πρώτη εκδήλωση κυκλικών γεγονότων ονομάζεται εμμηναρχή, που σημαίνει πρώτη εμμηνορρυσία. Η μέση ηλικία εμμηναρχής είναι τα 12 έτη, αν και θεωρείται φυσιολογική η έναρξη μεταξύ 8 και 16 ετών. Η έναρξη της εμμηνορρυσίας («περίοδος») αποτελεί κομβικό σημείο στη ζωή κάθε κοριτσιού, αντιπροσωπεύοντας την ωρίμανση του αναπαραγωγικού συστήματος και τη σωματική μετάβαση προς τη γυναικεία φύση. Για πολλές γυναίκες αυτό το καταμήνιο φαινόμενο σηματοδοτεί και ενσαρκώνει την πεμπτοσύα της γυναικείας υπόστασης. Ωστόσο, άλλες γυναίκες θεωρούν ότι προκαλεί αναστάτωση, πόνο, ντροπή και αμηχανία (Chrisler 2011). Η στάση των γυναικών και του περιβάλλοντός τους απέναντι στην εμμηνορρυσία επηρεάζεται από πολιτισμικές και θρησκευτικές παραδόσεις. Η έλευση της ορμονικής αντισύλληψης (Κεφάλαιο 27) παρέχει στις



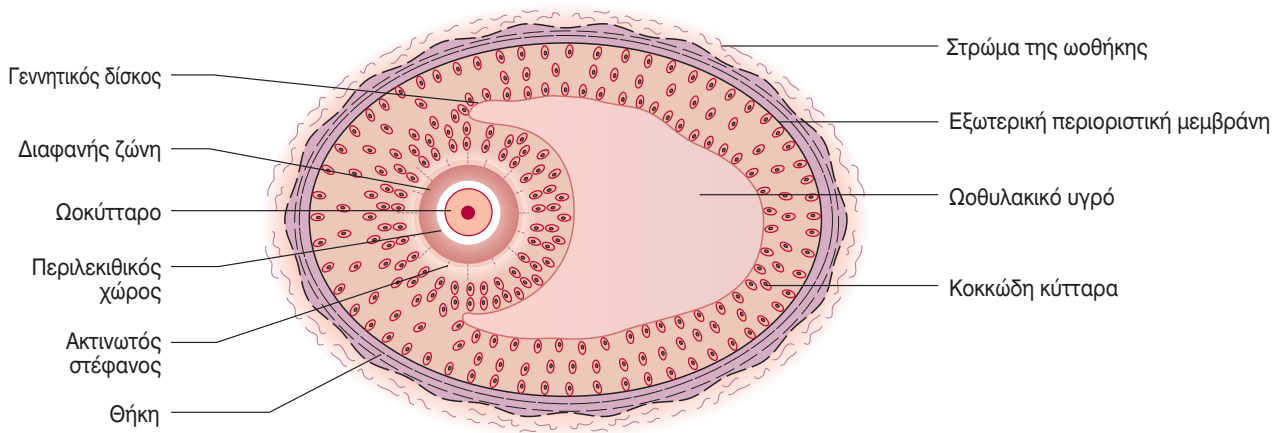
Εικόνα 5.1 Αναπαραγωγικός κύκλος της γυναίκας.

γυναίκες, ειδικά εκείνες των Δυτικών κοινωνιών, ένα στοιχείο ελέγχου των περιόδων τους. Παράγοντες όπως κληρονομικότητα, διαίτα, παχυσαρκία και γενική κατάσταση υγείας μπορούν να επισπεύσουν ή να καθυστερήσουν την εμμηναρχή. Τυχόν παρέμβαση στη σχέση ορμονών-οργάνων κατά τη διάρκεια των αναπαραγωγικών χρόνων και πριν από αυτά ενδέχεται να προκαλέσει δυσλειτουργία του εμμηνορρυσιακού κύκλου, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε

αδυναμία ωοθυλακιορρηξίας. Η διακοπή των κυκλικών γεγονότων αναφέρεται ως εμμηνοπάυση, και σηματοδοτεί το τέλος της αναπαραγωγικής ζωής. Ο αναπαραγωγικός κύκλος της κάθε γυναίκας είναι ξεχωριστός και ποικίλλει σε διάρκεια, παρόλο που ο μέσος κύκλος διαρκεί κανονικά 28 μέρες, και επαναλαμβάνεται τακτικά από την εφηβεία μέχρι την εμμηνοπάυση εκτός εάν μεσολαβήσει κύηση (Εικόνα 5.1).



Εικόνα 5.2 Κύκλος του Γραφιανού ωοθυλακίου στην ωοθήκη.



Εικόνα 5.3 Ωριμο Γραφιανό ωοθυλάκιο.

## ΩΟΘΗΚΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ

Ωοθηκικός κύκλος (Εικόνα 5.2) είναι η ονομασία που έχει δοθεί στις φυσιολογικές μεταβολές, οι οποίες συντελούνται στις ωοθήκες και είναι απαραίτητες για την προετοιμασία και απελευθέρωση του ωοκυττάρου. Ο ωοθηκικός κύκλος αποτελείται από τρεις φάσεις, που ελέγχονται στο σύνολό τους από ορμόνες.

### Ωοθυλακική φάση

Ο σχηματισμός ωογονίων στο βλαστικό επιθήλιο των ωοθηκών είναι γνωστός ως *ωογένεση*. Τα αρχέγονα βλαστικά κύτταρα διαφοροποιούνται σε ωογόνια στις ωοθήκες κατά την εμβρυϊκή ζωή. Αυτά τα διπλοειδή βλαστοκύτταρα διαιρούνται μιτωτικά και πολλαπλασιάζονται παράγοντας εκατομμύρια βλαστικά κύτταρα. Τα περισσότερα βλαστικά κύτταρα εκφυλίζονται (μέσω ατρησίας), ωστόσο μερι-

κά εξελίσσονται περαιτέρω σε *πρωτογενή ωοκύτταρα* και εισέρχονται στην πρόφαση της κυτταρικής διαίρεσης μέσω μείωσης I. Η μείωση αναστέλλεται και η διαδικασία δεν προχωρά μέχρι την έλευση της εφηβείας (η μειωτική διαίρεση συνεχίζεται στην ωοθυλακιορρηξία του δευτερογενούς ωοκυττάρου και η διαδικασία ολοκληρώνεται μόνο επί γονιμοποίησης). Παρόλο που βρίσκεται «στάσιμο» στην πρόφαση της μείωσης I, το πρωτογενές ωοκύτταρο περιβάλλεται από ωοθυλακικά κύτταρα και για αυτό ονομάζεται *αρχέγονο ωοθυλάκιο*. Υπάρχουν έως 2 εκατομμύρια πρωτογενή ωοκύτταρα σε κάθε ωοθήκη κατά τη γέννηση, και λόγω ατρησίας ο αριθμός τους ελαττώνεται σε περίπου 40.000 κατά την εφηβεία. Τετρακόσια από αυτά θα ωριμάσουν και θα υποστούν ωοθυλακιορρηξία στη διάρκεια της ζωής της γυναίκας (Tortora and Derrickson 2011). Μετά την εφηβεία, η FSH και η LH διεγείρουν περαιτέρω την εξέλιξη των αρχέγονων ωοθυλακίων σε πρωτογενή και δευτερογενή ωοθυλάκια και ακολούθως σε μεγάλα προωθυλακιορρηκτικά ή Γραφιανά ωοθυλάκια (Εικόνα 5.3)

μέσω μιας διαδικασίας που ονομάζεται ωοθυλακιογένεση.

Τα χαμηλά επίπεδα οιστρογόνων και προγεστερόνης διεγείρουν τον υποθάλαμο ώστε να παράγει GnRH. Αυτή η εκλυτική ορμόνη διεγείρει την παραγωγή FSH και LH από τον πρόσθιο λοβό της υπόφυσης. Η FSH ελέγχει την αύξηση και ωρίμανση των Γραφιανών ωοθυλακίων. Τα Γραφιανά ωοθυλάκια αρχίζουν να εκκρίνουν οιστρογόνα στα οποία περιλαμβάνονται η οιστραδιόλη, η οιστρόνη και η οιστριόλη. Τα αυξανόμενα επίπεδα οιστραδιόλης προκαλούν μια εκκριτική αιχμή της LH. Όταν η οιστραδιόλη φτάσει σε ένα συγκεκριμένο μέγιστο επίπεδο, η έκκριση της FSH αναστέλλεται. Η ελαττωμένη έκκριση της FSH προκαλεί επιβράδυνση της ανάπτυξης των ωοθυλακίων και τελικά οδηγεί στον θάνατό τους, που είναι γνωστός ως ατρησία. Το μεγαλύτερο και κυρίαρχο ωοθυλάκιο εκκρίνει ινχιμπίνη που καταστέλλει περαιτέρω την FSH. Το κυρίαρχο αυτό ωοθυλάκιο υπερισχύει και σχηματίζει ένα έπαρμα κοντά στην επιφάνεια της ωοθήκης, και σύντομα καθίσταται ικανό για ωοθυλακιορρηξία. Το διάστημα από την αύξηση και ωρίμανση των Γραφιανών ωοθυλακίων μέχρι την ωοθυλακιορρηξία διαρκεί κανονικά μία περίπου εβδομάδα. Μερικές φορές η ωοθυλακική φάση μπορεί να διαρκέσει περισσότερο εάν το κυρίαρχο ωοθυλάκιο δεν υποστεί ωοθυλακιορρηξία, και η φάση θα ξαναρχίσει. Οι διαφορές στη διάρκεια του εμμηνορρυσιακού κύκλου από γυναίκα σε γυναίκα οφείλονται στη μεταβαλλόμενη χρονική έκταση αυτής της προωοθυλακιορρηκτικής φάσης. Μπορεί να διαρκέσει 6-13 ημέρες σε έναν κύκλο 28 ημερών (Tortora and Derrickson 2011).

### Ωοθυλακιορρηξία

Τα υψηλά επίπεδα οιστρογόνων πυροδοτούν μια εκκριτική αιχμή της LH περί τη 12η έως 13η μέρα ενός κύκλου 28 ημερών, η οποία διαρκεί περίπου 48 ώρες. Αυτό προκαλεί ωρίμανση του ωοκυττάρου και αποδυναμώνει το τοίχωμα το ωοθυλακίου οδηγώντας σε ωοθυλακιορρηξία κατά τη 14η μέρα.

Η ωοθυλακιορρηξία είναι μια διαδικασία κατά την οποία το ώριμο Γραφιανό ωοθυλάκιο ρήγνυται και απελευθερώνει το δευτερογενές ωοκύτταρο εντός της πυελικής κοιλότητας. Οι κροσσοί το οδηγούν εντός του ωαγωγού όπου αναμένει τη γονιμοποίηση. Η μειωτική κυτταρική διαίρεση ξαναρχίζει κατά τη στιγμή της ωοθυλακιορρηξίας και το διπλοειδές ωοκύτταρο μετατρέπεται σε απλοειδές (με το πρώτο πολικό σωμάτιο). Στη διάρκεια της ωοθυλακιορρηξίας μερικές γυναίκες αισθάνονται κοιλιακό άλγος\* ποικίλης έντασης, το οποίο είναι γνωστό ως *mittelschmerz*\* και μπορεί να διαρκέσει αρκετές ώρες. Μπορεί να εκδηλωθεί ήπια αιμόρροια εξαιτίας των ορμονικών μεταβολών που συντελούνται. Στον τράχηλο της μήτρας εμφανίζεται πα-

χυρρευστη διαυγής βλέννα, έτοιμη να υποδεχτεί το σπέρμα από τη σεξουαλική επαφή. Μετά την ωοθυλακιορρηξία το γονιμοποιημένο ή αγονιμοποίητο ωοκύτταρο οδεύει προς τη μήτρα.

### Ωχρινική φάση

Η ωχρινική φάση είναι μια διαδικασία στην οποία τα κύτταρα του εναπομείναντος ραγέντος ωοθυλακίου πολλαπλασιάζονται και σχηματίζουν μια κιτρινόχροη δομή ακανόνιστου σχήματος, η οποία ονομάζεται *ωχρό σωμάτιο*. Το ωχρό σωμάτιο παράγει οιστρογόνα, ρελαξίνη, ινχιμπίνη και προγεστερόνη για 2 περίπου εβδομάδες, προκειμένου να αναπτυχθεί το ενδομήτριο της μήτρας, το οποίο θα αναμένει το γονιμοποιημένο ωοκύτταρο. Μικρές ποσότητες ρελαξίνης επιφέρουν ηρεμία (χάλαση) της μήτρας, δημιουργώντας ένα ιδανικό περιβάλλον για την εμφύτευση του γονιμοποιημένου ωοκυττάρου. Το ωχρό σωμάτιο συνεχίζει τον ρόλο του μέχρις ότου ο πλακούντας αναπτυχθεί αρκετά ώστε να αναλάβει δράση. Κατά την ωχρινική φάση τη τραχηλική βλέννα καθίσταται κολλώδης και παχυρρευστη. Επί απουσίας γονιμοποίησης το ωχρό σωμάτιο εκφυλίζεται και μετατρέπεται σε λευκό σωμάτιο, ενώ τα επίπεδα προγεστερόνης, οιστρογόνων, ρελαξίνης και ινχιμπίνης ελαττώνονται. Ο υποθάλαμος παράγει GnRH ως απάντηση στα χαμηλά επίπεδα οιστρογόνων και προγεστερόνης. Τα αυξανόμενα επίπεδα GnRH διεγείρουν την πρόσθια υπόφυση ώστε να παράγει FSH και ο ωοθηκικός κύκλος αρχίζει ξανά (Stables and Rankin 2010). Η ωχρινική φάση είναι το πιο χρονικά αμετάβλητο τμήμα του ωοθηκικού κύκλου και διαρκεί 14 ημέρες σε έναν κύκλο 28 ημερών (Tortora and Derrickson 2011).

### ΚΥΚΛΟΣ ΤΟΥ ΕΝΔΟΜΗΤΡΙΟΥ

Κύκλος του ενδομητρίου είναι η ονομασία που δόθηκε στις φυσιολογικές μεταβολές που συντελούνται στην ενδομητρική στιβάδα της μήτρας και οι οποίες είναι απαραίτητες για την υποδοχή του ωοκυττάρου. Ο κύκλος του ενδομητρίου αποτελείται από τρεις φάσεις.

### Εμμηνορρυσιακή φάση

Η φάση αυτή αναφέρεται συνήθως ως εμμηνορρυσία ή περίοδος. Φυσιολογικά, αυτή είναι η τελική φάση τω γεγονότων του αναπαραγωγικού κύκλου και συμπίπτει με την έναρξη της ωοθυλακικής φάσης του ωοθηκικού κύκλου. Τα μειούμενα επίπεδα οιστρογόνων και προγεστερόνης διεγείρουν την απελευθέρωση προσταγλανδίνης, η οποία προκαλεί σπασμό των ελικοειδών αρτηριών του ενδομητρίου διακόπτοντας την αιμάτωσή του. Έτσι το ενδομήτριο καταστρέφεται, κάτι που αναφέρεται ως νέκρωση. Το ενδομήτριο αποπίπτει, αλλά παραμένουν η βασική στιβάδα μαζί με αίμα από τριχοειδή αγγεία, το αγονιμοποίητο ωο-

\* Η λέξη *mittelschmerz* προέρεται από γερμανικές λέξεις και μεταφράζεται ως «μεσαίος πόνος» δηλ. ο πόνος που εμφανίζεται στο μέσο περίπου του εμμηνορρυσιακού κύκλου.

κύτταρο, ιστικό υγρό, βλέννα και επιθηλιακά κύτταρα. Η απουσία εμμηνορρυσίας (αμμηνόρροια) αποτελεί ένδειξη πιθανής κύησης. Ο όρος εμμηνόρροια σημαίνει κανονική τακτική εμμηνορρυσία που τυπικά διαρκεί 3-5 ημέρες, παρόλο που ένα διάστημα 2-7 ημερών θεωρείται φυσιολογικό. Η μέση απώλεια αίματος κατά την εμμηνορρυσία είναι 50-150 ml. Η πήξη του αίματος αναστέλλεται μέσω του ενζύμου πλασμίνη που περιέχεται στο ενδομήτριο. Το αίμα ρέει από τη μήτρα διαμέσου του τραχήλου και του κολεού (κόλπου) προς το εξωτερικό περιβάλλον. Ο όρος *μηνορραγία* σημαίνει έντονη αιμόρροια. Μερικές γυναίκες αισθάνονται κράμπες στη μήτρα που οφείλονται σε μυϊκές συσπάσεις για την αποβολή του εμμηνορρυσιακού υλικού. Εάν οι κράμπες στη μήτρα είναι έντονες ονομάζονται δυσμηνόρροια.

### Παραγωγική φάση

Η φάση αυτή έπεται της εμμηνορρυσίας, συμπίπτει με την παραγωγική θυλακική φάση της ωοθήκης και διαρκεί μέχρι την ωοθυλακιορρηξία. Παρατηρείται σχηματισμός μια νέας στιβάδας ενδομητρίου που αναφέρεται ως παραγωγικό. Αυτή η φάση υπόκειται στον έλεγχο της οιστραδιόλης και άλλων οιστρογόνων που εκκρίνονται από το Γραφιανό ωοθυλάκιο και συνίσταται στην εκ νέου ανάπτυξη και πάχυνση του ενδομητρίου. Κατά τις πρώτες λίγες ημέρες αυτής της φάσης, δηλαδή κατά την αναγεννητική φάση, το ενδομήτριο αναδομείται. Με την ολοκλήρωση αυτής της φάσης το ενδομήτριο αποτελείται από τρεις στιβάδες. Η βασική στιβάδα βρίσκεται ακριβώς πάνω από το μυομήτριο και έχει πάχος περίπου 1 mm. Περιέχει όλες τις δομικές μονάδες που είναι απαραίτητες για τη δημιουργία του νέου ενδομητρίου. Η λειτουργική στιβάδα, που περιέχει σωληνοειδείς αδένες, έχει πάχος περίπου 2.5 cm και επικάθεται στη βασική στιβάδα. Μεταβάλλεται διαρκώς ανάλογα με τις ορμονικές επιδράσεις που ασκούν οι ωοθήκες. Η στιβάδα του κυβοειδούς κροσσώτου επιθηλίου καλύπτει τη λειτουργική στιβάδα. Το επιθήλιο καταδύεται προς τους υποκείμενους ιστούς και επενδύει τους σωληνοειδείς αδένες του λειτουργικού επιθηλίου. Σε περίπτωση γονιμοποίησης, το γονιμοποιημένο ωάριο αυτοεμφυτεύεται εντός του ενδομητρίου.

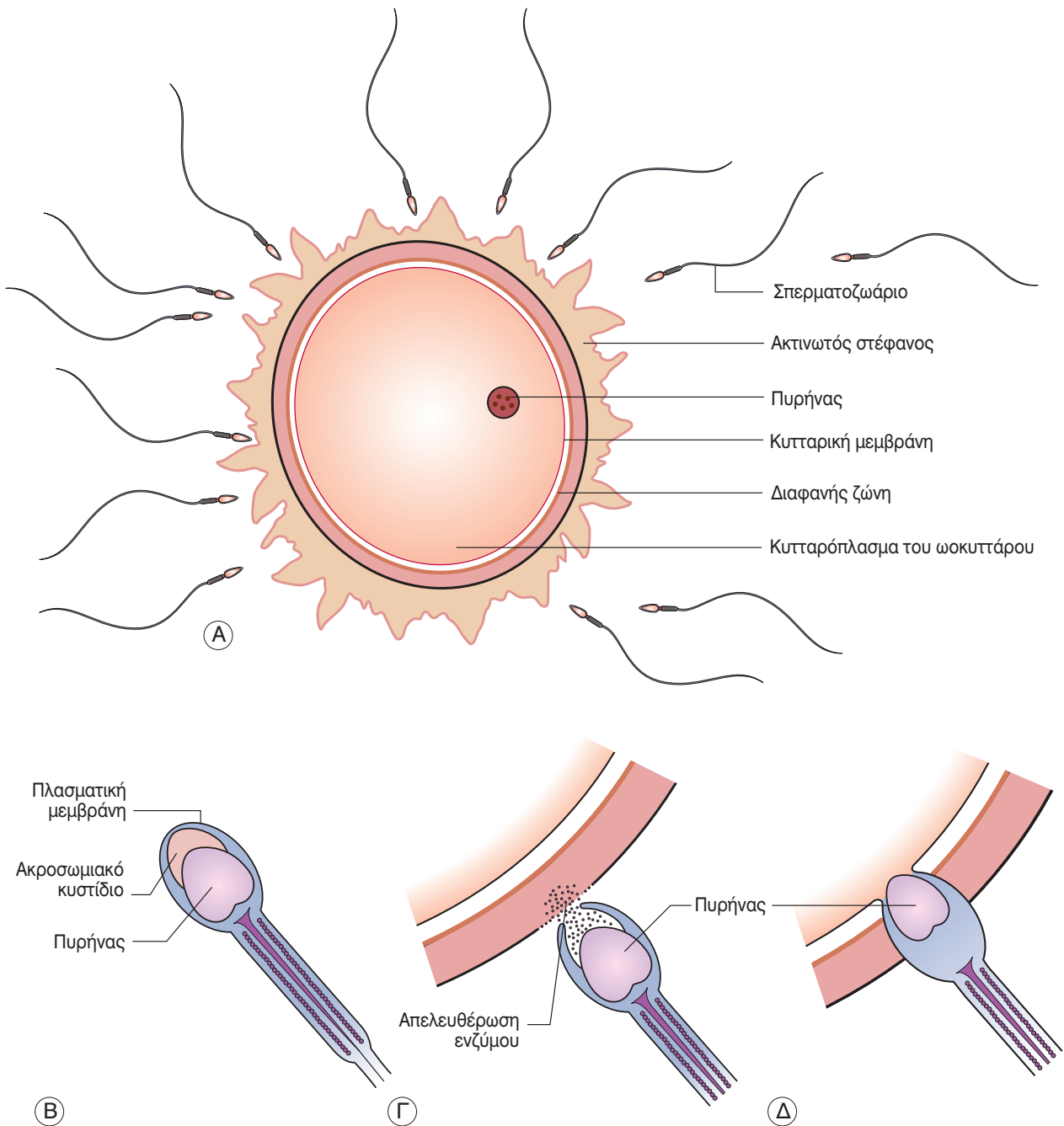
### Εκκριτική φάση

Αυτή η φάση έπεται της παραγωγικής φάσης και συμπίπτει με την ωοθυλακιορρηξία. Υπόκειται στην επίδραση της προγεστερόνης και των οιστρογόνων που εκκρίνονται από το ωχρό σωματίο. Η λειτουργική στιβάδα του ενδομητρίου αυξάνεται σε πάχος φτάνοντας τα 3.5 mm και αποκτά σπογγοειδή όψη επειδή οι αδένες της είναι πιο ελικοειδείς. Η αιμάτωση της περιοχής αυξάνεται και οι αδένες παράγουν θρεπτικές εκκρίσεις όπως π.χ. γλυκογόνο. Οι συνθήκες αυτές διατηρούνται για 7 περίπου μέρες, εν αναμονή του γονιμοποιημένου ωοκυττάρου.

## ΓΟΝΙΜΟΠΟΙΗΣΗ

Η ανθρώπινη γονιμοποίηση, γνωστή ως σύλληψη, είναι η σύντηξη του γενετικού υλικού του απλοειδούς σπερματοζωαρίου με εκείνο του δευτερογενούς (απλοειδούς πλέον) ωοκυττάρου, για να σχηματιστεί το ζυγωτό (Εικόνα 5.4). Η διαδικασία αυτή διαρκεί περίπου 12-24 ώρες και κανονικά συντελείται στη λήκυθο του ωαγωγού. Μετά την ωοθυλακορρηξία, το ωοκύτταρο, που έχει διάμετρο περίπου 0.15 mm, φέρεται εντός του ωαγωγού. Το ωοκύτταρο, μη διαθέτοντας κινητικότητα, παρασύρεται από τους κροσσούς και τις περισταλτικές μυϊκές συσπάσεις του ωαγωγού. Ταυτόχρονα, ο τράχηλος της μήτρας, ο οποίος υπόκειται στην επίδραση των οιστρογόνων εκκρίνει μια ποσότητα αλκαλικής βλέννας που προσελκύει τα σπερματοζωάρια. Ένας γόνιμος άντρας εναποθέτει στον οπίσθιο θόλο του κολεού 300 περίπου εκατομμύρια σπερματοζωάρια/εκσπερμάτιση. Τα 2 εκατομμύρια περίπου που φτάνουν στην λεπτόρρευστη τραχηλική βλέννα, επιβιώνουν και αυτοπροωθούνται προς τους ωαγωγούς ενώ τα υπόλοιπα καταστρέφονται λόγω του όξινου περιβάλλοντος του κολεού. Τελικά φτάνουν στο ωοκύτταρο 200 περίπου σπερματοζωάρια (Tortora and Derrickson 2011). Κάθε σπερματοζωάριο «κολυμπά» από τον κολεό διαμέσου του τραχηλικού σωλήνα χρησιμοποιώντας την ουρά του που μοιάζει με μαστίγιο. Οι προσταγλανδίνες που περιέχονται στο σπέρμα και εκείνες που παράγονται από τις συσπάσεις της μήτρας κατά τη σεξουαλική επαφή διευκολύνουν τη μετακίνηση των σπερματοζωαρίων προς το εσωτερικό τη μήτρας και πέρα από αυτή. Μόλις φτάσουν μέσα στους ωαγωγούς (εντός λεπτών από τη σεξουαλική επαφή, τα σπερματοζωάρια υποβάλλονται σε μια διαδικασία που είναι γνωστή ως ενεργοποίηση. Αυτή η διαδικασία διαρκεί έως 7 ώρες. Επηρεαζόμενα από εκκρίσεις του ωαγωγού, τα σπερματοζωάρια υφίστανται αλλαγές στην πλασματική μεμβράνη που οδηγούν σε αφαίρεση του γλυκοπρωτεϊνικού περιβλήματος και αυξημένη κινητικότητα. Η διαφανής ζώνη του ωοκυττάρου παράγει χημικές ουσίες που προσελκύουν μόνο ενεργοποιημένα σπερματοζωάρια. Το ακρόσωμα του ενεργοποιημένου σπερματοζωαρίου καθίσταται αντιδραστικό και απελευθερώνει το ένζυμο ναουρονιδάση. Το φαινόμενο αυτό είναι γνωστό ως ακροσωμική αντίδραση και οδηγεί σε λύση του ακτινωτού στεφάνου (της εξώτατης στιβάδας του ωοκυττάρου) καθιστώντας εφικτή την πρόσβαση στη διαφανή ζώνη (βλ. Εικόνα 5.4Γ). Στη διαδικασία αυτή συμμετέχουν πολλά σπερματοζωάρια. Αλλά ένζυμα, όπως π.χ. η ακροσίνη, δημιουργούν ένα άνοιγμα στη διαφανή ζώνη. Το πρώτο σπερματοζωάριο που φτάνει στη διαφανή ζώνη (βλέπε Εικόνα 5.4Δ) διεισδύει σε αυτή.

Κατά τη διείσδυση παρατηρείται απελευθέρωση ενζύμων από κοκκία του ωοκυττάρου. Αυτό είναι γνωστό ως φλοιώδης αντίδραση και σε συνδυασμό με την εκπόλωση της κυτταρικής μεμβράνης του ωοκυττάρου παρεμπο-



Εικόνα 5. 4 Γονιμοποίηση. Σχηματική απεικόνιση της σύντηξης του ωοκυττάρου με το σπερματοζωάριο. (Προσέξτε ότι η Β, Γ και Δ είναι σε μεγαλύτερη μεγέθυνση από την Α.)

δίξει την πρόσδεση και διείσδυση άλλων σπερματοζωαρίων. Αυτό είναι σημαντικό γιατί στην παρούσα φάση το ωοκύτταρο περιβάλλεται από πολλά σπερματοζωάρια. Οι πλασματικές μεμβράνες του σπερματοζωαρίου και του ωοκυττάρου συντήκονται. Το ωοκύτταρο σε αυτή τη φάση ολοκληρώνει τη δεύτερη μειωτική του διαίρεση και ωριμάζει. Ο προπυρήνας, που πλέον έχει 23 χρωμοσώματα, αναφέρεται ως απλοειδής. Η ουρά και τα μιτοχόνδρια του σπερματοζωαρίου εκφυλίζονται καθώς διεισδύει στο

ωοκύτταρο, και σχηματίζεται ο αντρικός προπυρήνας. Ο αντρικός και γυναικίος προπυρήνας συντήκονται για να σχηματιστεί ένας νέος πυρήνας από τον συνδυασμό του γενετικού υλικού του σπερματοζωαρίου και του ωοκυττάρου. Ο πυρήνας αυτός αναφέρεται ως διπλοειδής. Ο αντρικός και ο γυναικίος γαμέτης συνεισφέρουν εξ ημισείας στο σύνολο των 46 χρωμοσωμάτων (Πλαίσιο 5.1). Το νέο κύτταρο που προκύπτει ονομάζεται ζυγωτό.

Τα διζυγωτικά δίδυμα προέρχονται από δυο ωοκύτταρα

που απελευθερώνονται ανεξάρτητα αλλά συντήκονται ταυτόχρονα με δυο διαφορετικά σπερματοζωάρια. Τα δίδυμα αυτά διαφέρουν γενετικά το ένα από το άλλο. Τα μονοζυγωτικά δίδυμα προέρχονται από ένα μονήρες ζυγωτό που για διάφορους λόγους υφίσταται διαχωρισμό σχηματίζοντας δυο έμβρυα, συνήθως πριν την 8η μέρα μετά τη γονιμοποίηση. Αυτά τα δίδυμα είναι γενετικά πανομοιότυπα.

## ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΖΥΓΩΤΟΥ

Η ανάπτυξη του ζυγωτού διαχωρίζεται σε τρεις περιόδους. Οι πρώτες δυο εβδομάδες μετά τη γονιμοποίηση, που αναφέρονται ως *προεμβρυονική περίοδος*, περιλαμβάνουν την εμφύτευση του ζυγωτού στο ενδομήτριο. Το διάστημα μεταξύ 2ης και 8ης εβδομάδας είναι γνωστό ως *εμβρυονική περίοδος* και το διάστημα μεταξύ 8ης εβδομάδας και γέννησης είναι γνωστό ως *εμβρυϊκή περίοδος*.

### Προεμβρυονική περίοδος

Στη διάρκεια της πρώτης εβδομάδας, το ζυγωτό μετακινείται κατά μήκος του ωαγωγού προς τη μήτρα. Σε αυτό το στάδιο, το ζυγωτό περιβάλλεται από μια ανθεκτική γλυκοπρωτεϊνική μεμβράνη που ονομάζεται διαφανής ζώνη. Το ζυγωτό προσλαμβάνει θρεπτικά συστατικά, κυρίως γλυκογόνο, από τα καλκοκοειδή κύτταρα των ωαγωγών και αργότερα από τα εκκριτικά κύτταρα της μήτρας. Στη διάρκεια της πορείας του, το ζυγωτό υποβάλλεται σε μιτωτικές κυτταρικές διαιρέσεις που αναφέρονται ως *αυλάκωση*, με αποτέλεσμα τον σχηματισμό μικρότερων κυττάρων που είναι γνωστά ως *βλαστομερίδια*. Το ζυγωτό διαιρείται σε δυο κύτταρα την 1η μέρα, έπειτα 4 τη 2η μέρα, 8 στις 2.5 μέρες και 16 την 3η μέρα σχηματίζοντας πλέον το μορίδιο. Τα κύτταρα προσδένονται ισχυρά μεταξύ τους μέσω μιας διαδικασίας που ονομάζεται σύμπληξη. Ακολουθεί η σπηλαιοποίηση κατά την οποία τα κύτταρα της εξώτατης στοιβάδας εκκρίνουν υγρό μέσα στο μορίδιο με αποτέλεσμα να σχηματίζεται εντός του μια κοιλότητα γεμάτη με υγρό η οποία ονομάζεται βλαστοκόκκο. Με τον τρόπο αυτό προκύπτει η βλαστοκύστη που αποτελείται από 58 κύτταρα. Η διαδικασία από την ανάπτυξη του μοριδίου μέχρι την ανάπτυξη της βλαστοκύστης αναφέρεται ως βλαστιδίωση και συντελείται περί την 4η μέρα (Εικόνα 5.5).

Η διαφανής ζώνη εξακολουθεί να υφίσταται κατά τη διαδικασία της αυλάκωσης, οπότε παρά την αύξηση του αριθμού των κυττάρων το συνολικό μέγεθος παραμένει ίδιο με εκείνο του ζυγωτού και σταθερό σε αυτό το στάδιο. Η διαφανής ζώνη εμποδίζει την αύξηση του μεγέθους της αναπτυσσόμενης βλαστοκύστης αποτρέποντας έτσι την ενσφήνωσή της εντός του ωαγωγού. Επίσης εμποδίζει την εμφύτευση της βλαστοκύστης στον ωαγωγό αντί της μήτρας, κάτι που θα μπορούσε να οδηγήσει σε έκτοπη κύηση. Η βλαστοκύστη εισέρχεται στη μήτρα περί την 4η μέρα. Οι ενδομητρικοί αδένες εκκρίνουν ένα πλούσιο σε

### Πλαίσιο 5.1 Χρωμοσώματα

Κάθε ανθρώπινο σωματικό κύτταρο διαθέτει ένα σύνολο 46 χρωμοσωμάτων που διατάσσονται σε 23 ζεύγη, ένα εκ των οποίων αποτελείται από φυλετικά χρωμοσώματα. Τα υπόλοιπα ζεύγη είναι γνωστά ως αυτοσωματικά. Στη διάρκεια της ωρίμανσης, και οι δυο γαμέτες υποβάλλονται σε μείωση, μια διαδικασία κυτταρικής διαίρεσης στην οποία ο αριθμός των χρωμοσωμάτων ελαττώνεται κατά το ήμισυ. Τα χρωμοσώματα εκάστου ζεύγους ανταλλάσσουν γενετικό υλικό μεταξύ τους πριν διαχωριστούν. Στον άντρα, η μείωση ξεκινά στην εφηβεία και τα δυο κύτταρα που προκύπτουν αρχικά επαναδιαρρώνονται για να σχηματιστούν τελικά τέσσερα σπερματοζωάρια σε όλους. Στη γυναίκα, η μείωση ξεκινά στην εμβρυϊκή ζωή αλλά η πρώτη διαίρεση ολοκληρώνεται πολλά χρόνια αργότερα μετά την πρώτη ωοθυλακιορρηξία. Η διαίρεση είναι άνιση. Το μεγαλύτερο μέρος θα συνεχίσει τελικά για να σχηματιστεί το ωκύτταρο ενώ το υπόλοιπο σχηματίζει το πολικό σωματίο. Κατά τη γονιμοποίηση, πραγματοποιείται η δεύτερη διαίρεση και οδηγεί στον σχηματισμό ενός μεγάλου κυττάρου, που είναι πλέον ώριμο, και ενός πολύ μικρότερου, του δεύτερου πολικού σωματίου. Ταυτόχρονα, σχηματίζεται ένα τρίτο πολικό σωματίο από τη διαίρεση του πρώτου πολικού σωματίου.

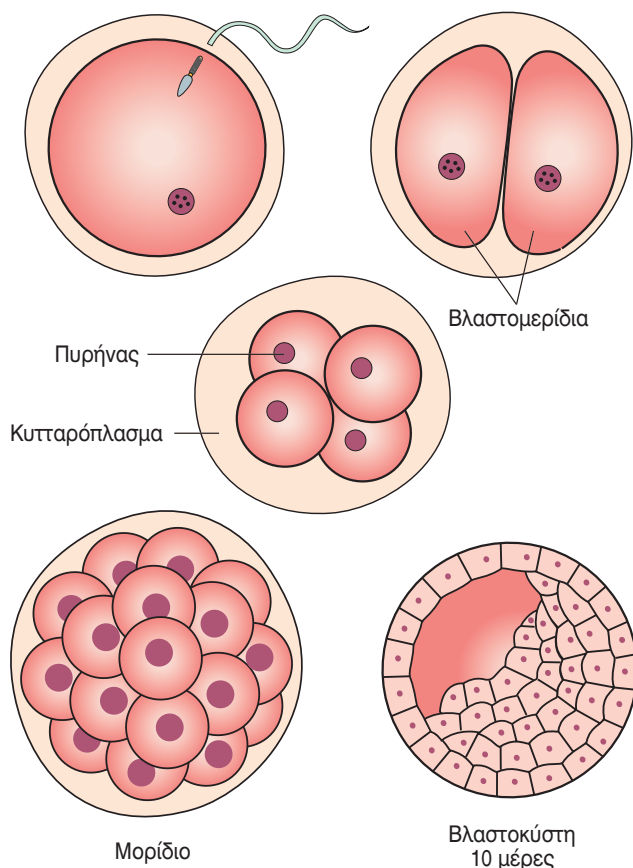
Όταν οι γαμέτες συντηχθούν κατά τη γονιμοποίηση για να σχηματιστεί το ζυγωτό, αποκαθίσταται το πλήρες σύνολο χρωμοσωμάτων. Οι επακόλουθες κυτταρικές διαιρέσεις είναι μιτωτικές και δεν μεταβάλλουν τον αριθμό των χρωμοσωμάτων.

#### Καθορισμός του φύλου

Οι γυναίκες έχουν δυο παρόμοια φυλετικά χρωμοσώματα: XX. Οι άνδρες έχουν δυο διαφορετικά φυλετικά χρωμοσώματα: XY. Κάθε σπερματοζωάριο έχει ένα X ή ένα Y χρωμόσωμα, ενώ τα ωκύτταρα έχουν πάντα ένα X χρωμόσωμα. Εάν το ωκύτταρο γονιμοποιηθεί από ένα σπερματοζωάριο με X χρωμόσωμα το έμβryo θα είναι θήλυ, εάν γονιμοποιηθεί από ένα σπερματοζωάριο με Y χρωμόσωμα το έμβryo θα είναι άρρεν.

γλυκογόνο υγρό εντός τη μήτρας το οποίο διεισδύει στη διαφανή ζώνη. Αυτό μαζί με θρεπτικά συστατικά από το κυτταρόπλασμα των βλαστομεριδίων παρέχει θρέψη στα αναπτυσσόμενα κύτταρα. Η βλαστοκύστη αποικοδομεί τη διαφανή ζώνη μόλις εισέλθει στη μήτρα. Η βλαστοκύστη διαθέτει μια εσωτερική κυτταρική μάζα ή εμβρυοβλάστη και μια εξωτερική κυτταρική μάζα ή τροφοβλάστη. Η τροφοβλάστη μετατρέπεται σε πλακούντα και χόριο, ενώ η εμβρυοβλάστη μετατρέπεται σε έμβryo, άμνιο και ομφάλιο λώρο (Carlson 2004; Tortora and Derrickson 2011).

Στη διάρκεια της 2ης εβδομάδας, τα κύτταρα της τροφοβλάστης πολλαπλασιάζονται και σχηματίζουν δυο στιβάδες: την εξωτερική συγκυτιοτροφοβλάστη ή συγκύτιο και την εσωτερική κυτταροτροφοβλάστη (Εικόνα 5.6). Ξενικά η εμφύτευση της τροφοβλαστικής στιβάδας στο ενδομήτριο που πλέον ονομάζεται φθαρτός. Η θέση της



Εικόνα 5. 5 Σχηματική απεικόνιση της ανάπτυξης του ζυγωτού.

εμφύτευσης εντοπίζεται συνήθως στο άνω οπίσθιο τοίχωμα. Στο στάδιο της εμφύτευσης, η διαφανής ζώνη θα έχει εξαλειφθεί πλήρως. Η συγκυτιοτροφοβλαστική στιβάδα διεισδύει στον φθαρτό σχηματίζοντας δακτυλιοειδείς προσεκβολές που ονομάζονται λάχνες και καταδύονται εντός του φθαρτού καθώς και σχισμοειδείς χώρους που ονομάζονται μεσολάχνια διαστήματα και γεμίζουν με μητρικό αίμα. Οι λάχνες αρχίζουν να διακλαδίζονται και περιέχουν αιμοφόρα αγγεία του αναπτυσσόμενου εμβρύου, τα οποία καθιστούν εφικτή την ανταλλαγή αερίων μεταξύ μητέρας και εμβρύου. Η εμφύτευση υποβοηθείται από πρωτεολυτικά ένζυμα που εκκρίνονται από συγκυτιοτροφοβλαστικά κύτταρα και διαβρώνουν τον φθαρτό. Τα συγκυτιοτροφοβλαστικά κύτταρα παράγουν επίσης ανθρώπινη χοριακή γοναδοτροπίνη (human chorionic gonadotropin, hCG), μια ορμόνη που αναστέλλει την εμμηνόρρυσια και συντηρεί την κύηση παρατείνοντας τη λειτουργία του ωχρού σωματίου.

Η ανάπτυξη του εμβρύου συνεχίζεται ταυτόχρονα με την εμφύτευση. Τα κύτταρα της εμβρυοβλάστης διαφοροποιούνται σε δυο κυτταρικές στιβάδες: την επιβλάστη (εγγύτερα στην τροφοβλάστη) και την υποβλάστη (εγγύτερα στην κοιλότητα της βλαστοκύστης). Αυτές οι δυο κυτταρικές στιβάδες σχηματίζουν μια αποπλατυσμένη δομή που

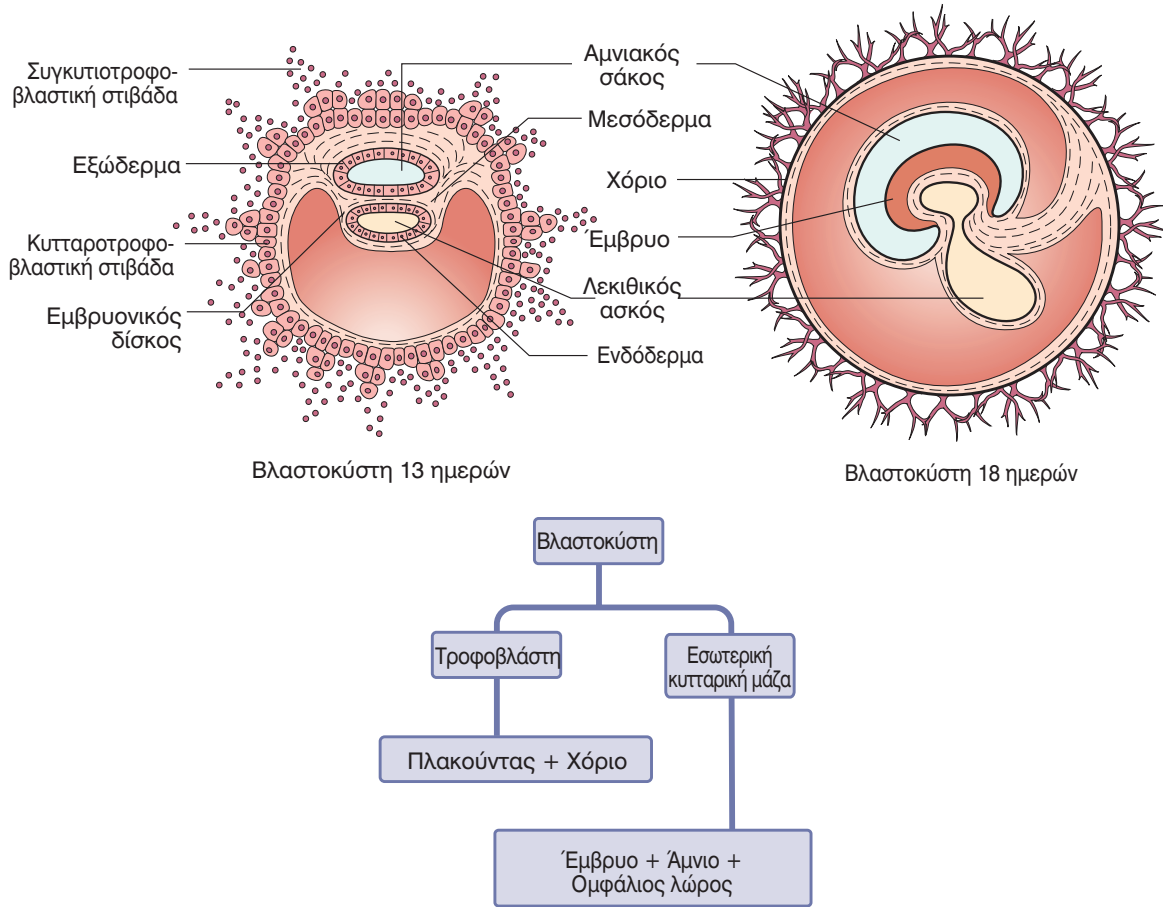
ονομάζεται δίστιβος εμβρυϊκός δίσκος. Η διαδικασία της γαστριδίωσης\*\*, μετατρέπει τον δίστιβο δίσκο σε τρίστιβο (με τρεις στιβάδες). Στη διάρκεια της γαστριδίωσης, τα κύτταρα αναδιατάσσονται και μεταναστεύουν βάσει προκαθορισμένου γενετικού κώδικα. Τρία πρωτογενή βλαστικά δέρματα (πρωτογενείς βλαστικές στιβάδες) αποτελούν τους κύριους εμβρυονικούς ιστούς από τους οποίους θα αναπτυχθούν διάφορες δομές και όργανα. Αυτές οι στιβάδες, που συλλογικά αποκαλούνται αρχική ταινία, πρωτοεμφανίζονται περί τη 15η μέρα.

- Το **εξώδερμα** είναι η καταβολή του ιστού που καλύπτει τις περισσότερες επιφάνειες του σώματος: της επιδερμίδας του δέρματος, των νυχιών και των τριχών. Επιπλέον σχηματίζει το νευρικό σύστημα.
- Το **μεσόδερμα** σχηματίζει τους μύες, τον σκελετό, το χόριο του δέρματος, τον συνδετικό ιστό, τους ουρογεννητικούς αδένες, τα αιμοφόρα αγγεία, το αίμα και τους λεμφαδένες.
- Το **ενδόδερμα** σχηματίζει την επιθηλιακή επένδυση του πεπτικού, αναπνευστικού και ουροποιητικού συστήματος και τα αδενικά κύτταρα οργάνων όπως π.χ. του ήπατος και του παγκρέατος.

Η επιβλάστη διαχωρίζεται από την τροφοβλάστη και σχηματίζει τον πυθμένα μιας κοιλότητας που είναι γνωστή ως αμνιακή κοιλότητα. Το άμνιο σχηματίζεται από τα κύτταρα που επενδύουν αυτήν την κοιλότητα η οποία είναι γεμάτη με νερό και σταδιακά διογκώνεται και πτυχώνεται γύρω από τον δίστιβο δίσκο για να τον περιβάλλει. Το υγρό της αμνιακής κοιλότητας (αμνιακό υγρό) αρχικά αποτελείται από διήθημα του μητρικού εξωκυττάριου υγρού. Αργότερα συνεισφέρει το έμβρυο αποβάλλοντας ούρα. Στο αμνιακό υγρό ανευρίσκονται εμβρυϊκά κύτταρα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στον διαγνωστικό έλεγχο γενετικών καταστάσεων μέσω μιας μεθόδου που είναι γνωστή ως αμνιοπαρακέντηση (Κεφάλαιο 11).

Περί τη 16η μέρα, τα μεσοδερματικά κύτταρα σχηματίζουν κατά τη μέση γραμμή έναν κενό σωλήνα που ονομάζεται απόφυση της νωτιαίας χορδής. Αυτή, μετά από μία εβδομάδα περίπου, μετατρέπεται σε μια πιο συμπαγή δομή, τη νωτιαία χορδή. Εξειδικευμένα επαγωγικά κύτταρα και ανταποκρινόμενοι ιστοί δίνουν γένεση στα σπονδυλικά σώματα και τους μεσοσπονδύλιους δίσκους. Ο νευρικός σωλήνας αναπτύσσεται μέσω επιπρόσθετης κυτταρικής μετανάστευσης, διαφοροποίησης και πτύχωσης του εμβρυονικού ιστού. Η όλη διαδικασία, που ονομάζεται νευριδίωση, λαμβάνει χώρα κατά τη μέση γραμμή του εμβρύου και προχωράει τόσο κεφαλικά όσο και ουραία. Τερατογόνα, διαβήτης και έλλειψη φυλλικού οξέος μπορεί να οδηγήσουν σε ελλείμματα του νευρικού σωλήνα.

\*\* Ο όρος γαστριδίωση αναφέρεται στα κατώτερα σπονδυλωτά. Στον άνθρωπο δεν σχηματίζεται γαστρίδιο. Έτσι στα ανθρώπινα έμβρυα, η γαστριδίωση αναφέρεται στην επιθηλιο-μεσεγχοματική μετατροπή στη διάρκεια σχηματισμού των τριών βλαστικών δερμάτων.



Εικόνα 5. 6 Ανάπτυξη της βλαστοκύστης.

Η υποβλαστική στιβάδα του εμβρυοβλάστη δίνει γένεση μόνο σε εξωεμβρυϊκές δομές, όπως π.χ. στον λεκιθικό ασκό. Τα υποβλαστικά κύτταρα μεταναστεύουν κατά μήκος της εσωτερικής κυτταροτροφοβλαστικής επένδυσης του εκκριτικού εξωεμβρυϊκού ιστού του βλαστοκόιλου, ο οποίος μετατρέπεται σε λεκιθικό ασκό. Ο λεκιθικός ασκός επενδύεται από εξωεμβρυϊκό ενδόδερμα, που με τη σειρά του επενδύεται από εξωεμβρυϊκό μεσόδερμα. Ο λεκιθικός ασκός αποτελεί την πρωταρχική πηγή θρεπτικών συστατικών και οξυγόνου για το έμβρυο μέχρις ότου αναλάβει ο πλακούντας αυτόν τον ρόλο. Τα ενδοδερματικά και μεσοδερματικά κύτταρα συμβάλλουν στον σχηματισμό μερικών οργάνων, όπως του αρχέγονου εντέρου που προέρχεται από τα ενδοδερματικά κύτταρα. Μια σωληνοειδής προσεκβολή του ενδοδερματικού ιστού σχηματίζει την αλλαντοΐδα, που εκτείνεται προς τον συνδετικό μίσχο γύρω από τον οποίο σχηματίζεται αργότερα ο ομφάλιος λώρος. Ακολούθως επάγεται η ανάπτυξη των αιμοφόρων αγγείων που εξυπηρετούν την κυκλοφορία του εμβρύου και του πλακούντα (Kay et al 2011). Τα αιματικά νησίδια επί του λεκιθικού ασκού, από τα οποία θα αναπτυχθούν αργότε-

ρα τα αιμοκύτταρα, είναι μεσοδερματικής προέλευσης. Ο υπόλοιπος λεκιθικός ασκός μοιάζει με μπαλόνι που πλέει μπροστά από το έμβρυο μέχρις ότου ατροφήσει κατά το τέλος της 6ης εβδομάδας όταν η αιμοποιητική δραστηριότητα μετατίθεται σε εμβρυονικές θέσεις. Μετά τη γέννηση, το μόνο που απομένει από τον λεκιθικό ασκό είναι μια υπολειμματική δομή στη βάση του ομφάλιου λώρου, η οποία είναι γνωστή ως ομφαλομεσεντέριος πόρος.

Η προεμβρυονική περίοδος είναι κομβικής σημασίας ως προς την έναρξη και διατήρηση της κύησης και της πρώιμης εβρυϊκής ανάπτυξης. Η αδυναμία ορθής εμφύτευσης μπορεί να οδηγήσει σε έκτοπη κύηση ή αυτόματη αποβολή. Επιπλέον, στη διάρκεια αυτής της περιόδου μπορεί να παρατηρηθούν χρωμοσωμικά ελαττώματα και ανωμαλίες στη δομή των οργάνων (Moore and Persaud 2003).

Στη διάρκεια της εμβρυολογικής ανάπτυξης τα βλαστοκύτταρα, υπό προκαθορισμένο γενετικό έλεγχο, αποκτούν εξειδίκευση πυροδοτώντας περαιτέρω διαφοροποίηση με μεταβαλλόμενη λειτουργικότητα σύμφωνα με τον προκαθορισμένο ρόλο τους (Πλαίσιο 5.2).

## Πλαίσιο 5.2 Βλαστοκύτταρα

- Τα βλαστοκύτταρα είναι μη εξειδικευμένα κύτταρα και δίνουν γένεση σε εξειδικευμένα κύτταρα.
- Το ζυγωτό μπορεί να δώσει γένεση σε έναν ολόκληρο οργανισμό, και είναι γνωστός ως **ολοδύναμο** βλαστοκύτταρο.
- Τα αρχέγονα κύτταρα όπως εκείνα της εσωτερικής κυτταρικής μάζας μπορούν να δώσουν γένεση σε πολλούς διαφορετικούς τύπους κυττάρων και για αυτό είναι γνωστά ως **πολυδύναμα**.
- Η περαιτέρω εξειδίκευση των πολυδύναμων βλαστοκυττάρων δίνει γένεση σε κύτταρα με πιο ειδικές λειτουργίες, τα οποία είναι γνωστά ως **πλειοδύναμα** βλαστοκύτταρα.

Τα βλαστοκύτταρα των ενήλικων οργάνων (γνωστά και ως ενήλικα βλαστοκύτταρα, σωματικά ή ιστοειδικά κύτταρα) έχουν την ικανότητα να εξελίσσονται σε οποιονδήποτε τύπο κυττάρων ενός συγκεκριμένου οργάνου – **πλειοδύναμα**. Τα κύτταρα αυτά προάγουν την επιδιόρθωση κατεστραμμένων ή νοσούντων οργάνων. Τα ενήλικα βλαστοκύτταρα μπορεί να παρουσιάζουν κάποια «πλαστικότητα» και μπορεί να έχουν την ικανότητα να χρησιμοποιηθούν σε άλλα όργανα του σώματος.

Στο Ηνωμένο Βασίλειο, επιτρέπεται να χρησιμοποιηθούν για ερευνητικούς λόγους κύτταρα που έχουν αφαιρεθεί από το έμβρυο εντός 14 ημερών από τη γονιμοποίηση. Στη διάρκεια της έρευνας σε αυτό το στάδιο, το έμβρυο δεν υφίσταται ως τρισδιάστατη οντότητα και οι ιδιότητές του έχουν μεταβληθεί – ουσιαστικά δεν είναι πλέον «έμβρυο».

## Συλλογή βλαστοκυττάρων

Εάν βλαστοκύτταρα από ένα έμβρυο χορηγηθούν σε άλλο άτομο χωρίς γενετική ταύτιση με το έμβρυο-δότη, θα εκδηλωθούν φαινόμενα απόρριψης παρόμοια με τη μεταμόσχευση ιστών.

Τα βλαστοκύτταρα που απαντούν στον ομφάλιο λώρο και μπορούν να συλλεχθούν, προέρχονται από το εμβρυϊκό ήπαρ. Τα περισσότερα βλαστοκύτταρα που απαντούν στον ομφάλιο λώρο είναι προγονικά κύτταρα και παρουσιάζουν κάποιου βαθμού διαφοροποίηση – συνήθως σε αιμοποιητικά βλαστοκύτταρα.

Τα κύτταρα αυτά μπορούν να προκαλέσουν φαινόμενα απόρριψης εκτός εάν χρησιμοποιηθούν σε άτομο που έχει στενή γενετική ταύτιση με τον δότη, όπως π.χ. στον αδερφό του. Στην περίπτωση αυτή θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν στην αντιμετώπιση της οξείας λεμφοβλαστικής λευχαιμίας.

Στο Ηνωμένο Βασίλειο, η Αρχή Ανθρώπινων Ιστών (Human Tissue Authority, HTA 2010), το Βασιλικό Κολλέγιο Μαιευτήρων και Γυναικολόγων (Royal College of Obstetricians and Gynaecologists, RCOG)/Βασιλικό Κολλέγιο Μαιών (Royal College of Midwives, RCM) (2010) και η Trotter (2008) έχουν δημοσιεύσει χρήσιμες κατευθυντήριες οδηγίες που συμβάλλουν στην επικαιροποίηση της μαιευτικής κλινικής πράξης σχετικά με το θέμα της συλλογής βλαστοκυττάρων και την κατά ρουτίνα συλλογή ομφάλιου αίματος για εμπορική χρήση.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Carlson B M 2004 Human embryology and developmental biology, 3rd edn. Mosby, Philadelphia
- Chrisler J C 2011 Leaks, lumps, and lines: stigma and women's bodies. Psychology of Women Quarterly 35(2):202–14
- Human Tissue Authority (HTA) 2010 guidance for licensed establishments involved in cord blood collection. Accessed online at www.hta.gov.uk (11 April 2013)
- Kay H H, Nelson D M, Wang Y 2011 The placenta. From development to disease. Oxford, Wiley–Blackwell
- Moore K L, Persaud T V N 2003 Before we are born: essentials of embryology and birth defects, 8th edn. Saunders, London
- Royal College of Obstetricians and Gynaecologists (RCOG)/Royal College of Midwives (RCM) 2011 Statement on umbilical cord blood collection and banking. Available at www.rcog.org.uk (accessed 11 April 2013)
- Stables D, Rankin J 2010 Physiology in childbearing: with anatomy and related biosciences, 3rd edn. Baillière Tindall, Edinburgh
- Tortora G J, Derrickson B 2011 Principles of anatomy and physiology. Maintenance and continuity of the human body, 13th edn. John Wiley & Sons, Hoboken, NJ
- Trotter S 2008 Cord blood banking and its implications for midwifery practice: time to review the evidence? MIDIRS Midwifery Digest 18(2):159–64
- Wennink J M B, Delemarre-van de Waal H A, Schoemaker R et al 1990 Luteinizing hormone and follicle stimulating hormone secretion patterns in girls throughout puberty measured using highly sensitive immunoradiometric assays. Clinical Endocrinology 33(3):333–44

## ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΜΕΛΕΤΗ

- Coad J, with Dunstall M 2011 Anatomy and physiology for midwives, 3rd edn. Churchill Livingstone, Edinburgh
- Στο Κεφάλαιο 3 παρατίθεται μια υπερπλήρης και σαφή εξήγηση της ενδοκρινούς δράσης. Το Κεφάλαιο 4 πραγματεύεται τους αναπαραγωγικούς κύκλους σε ανάλογο επίπεδο λεπτομέρειας με σαφείς σχηματικές απεικονίσεις που βοηθούν τον αναγνώστη.
- Johnson M H, Everitt B J 2000 Essential reproduction, 5th edn. Blackwell Science, Oxford
- Αυτό το έγκριτο σύγγραμμα παρέχει στον ενδιαφερόμενο αναγνώστη ένα φάσμα πληροφοριών πολύ ευρύτερο από αυτό που δύναται να παρέχει το ανά χείρας βιβλίο και συνιστάται σε εκείνους που επιθυμούν να μελετήσουν λεπτομερώς τα ορμονικά πρότυπα αναπαραγωγής.
- Schoenwolf G C, Bleyl S B, Brauer P R, Francis-West P H 2009 Larsen's human embryology, 9th edn. Churchill Livingstone, Philadelphia
- Λεπτομερής εμβρυολογία για τους φοιτητές που επιθυμούν να εμβαθύνουν περισσότερο.

## Πλακούντας

Jenny Bailey

### ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Πρώιμη περίοδος ανάπτυξης	111
Εμφύτευση	112
Λαχνικό δέντρο	113
<b>Ο Πλακούντας στο τέλος της κύησης</b>	<b>114</b>
Λειτουργίες	114
Πλακουντιακή κυκλοφορία	116
Εμβρυϊκοί υμένες	116
Αμνιακό υγρό	117
Ομφάλιος λώρος	118
Ανατομικές παραλλαγές του πλακούντα και του ομφάλιου λώρου	119
<b>Συμπέρασμα</b>	<b>120</b>
<b>Βιβλιογραφικές αναφορές</b>	<b>120</b>
<b>Περαιτέρω μελέτη</b>	<b>120</b>

Το παρόν κεφάλαιο πραγματεύεται την ανάπτυξη του πλακούντα – ενός σύνθετου οργάνου που αποτελείται από κύτταρα τόσο της μητέρας όσο και του εμβρύου (Tortora and Derrickson 2011). Σχηματίζεται από τη σύντηξη του χορίου και της αλλαντοΐδας (βλέπε κεφάλαιο 5) στην αρχόμενη κύηση (Rampersad et al 2011). Η διαδικασία σχηματισμού του πλακούντα (γνωστή ως *πλακουντοποίηση*) εμπεριέχει την αποτροπή της ανοσολογικής απόρριψης, τη διακίνηση θρεπτικών συστατικών και παραπροϊόντων του μεταβολισμού και την έκκριση ορμονών για τη διατήρηση της κύησης. Επιπλέον, το παρόν κεφάλαιο περιέχει λεπτομέρειες για τις ανατομικές παραλλαγές του πλακούντα και του ομφάλιου λώρου, υπογραμμίζοντας τη σημασία τους στη μαιευτική κλινική πράξη.

### ΟΙ ΣΤΟΧΟΙ ΤΟΥ ΠΑΡΟΝΤΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ ΕΙΝΑΙ ΝΑ:

- περιγράψει την ανάπτυξη του πλακούντα
- εξετάσει τις παραλλαγές του πλακούντα και του ομ-

φάλιου λώρου και να υπογραμμίσει τη σημασία τους στη μαιευτική κλινική πράξη.

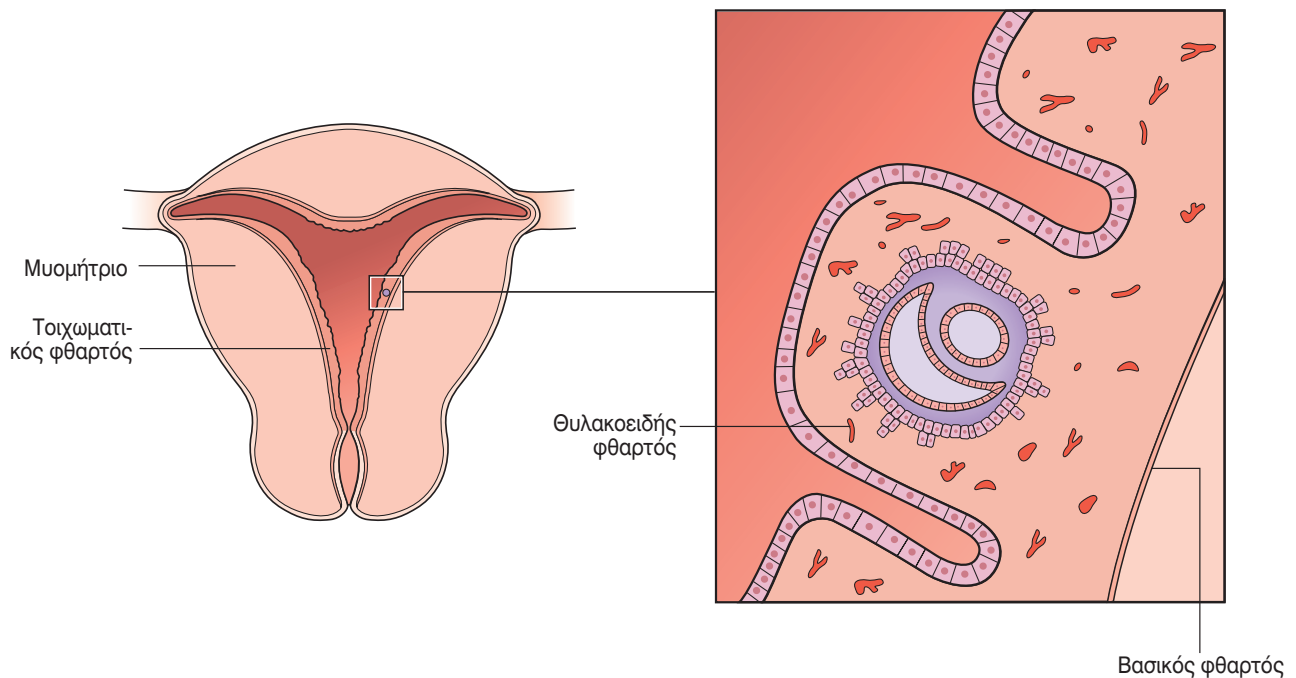
### ΠΡΩΙΜΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

Εντός λίγων ημερών από τη γονιμοποίηση, η τροφοβλάστη (βλέπε Κεφάλαιο 5) αρχίζει να παράγει ανθρώπινη χοριακή γοναδοτροπίνη (hCG), διασφαλίζοντας ότι το ενδομήτριο θα είναι δεκτικό έναντι στο εμφυτευόμενο έμβρυο. Το ενδομήτριο καθίσταται πιο αγγειοβριθές και υφίσταται μια σειρά δομικών μεταβολών, μέσω μιας διαδικασίας που είναι γνωστή ως φθαρτοποίηση, προκειμένου να προετοιμαστεί για την εμφύτευση. Για αυτό, κατά την κύηση το ενδομήτριο αναφέρεται ως φθαρτός. Ανάμεσα στις μητρικές ελικοειδείς αρτηρίες και φλέβες σχηματίζονται αλληλοσυνδεδεμένες αρτηριοφλεβικές αναστομώσεις που παραμένουν και κατά την άμεση μεταγεννητική περίοδο. Η μείωση του αριθμού των αναστομώσεων που οδηγεί σε αύξηση της αντίστασης των μητριάων αρτηριών εμπλέκεται σε επιπλοκές της κύησης, όπως π.χ. η προεκλαμψία (Burton et al 2009).

Ο φθαρτός έχει περιοχές που έχουν λάβει την ονομασία τους βάσει της σχέσης του φθαρτού με τη θέση εμφύτευσης:

- Ο *βασικός φθαρτός* εντοπίζεται ανάμεσα στο αναπτυσσόμενο έμβρυο και στη βασική στιβάδα της μήτρας στη θέση εμφύτευσης.
- Ο *θυλακοειδής φθαρτός* καλύπτει το αναπτυσσόμενο έμβρυο διαχωρίζοντάς το από την κοιλότητα της μήτρας.
- Ο *τοιχωματικός φθαρτός* επενδύει την υπόλοιπη επιφάνεια της κοιλότητας της μήτρας.

Οι μητριάιοι αδένες απελευθερώνουν θρεπτικά συστατικά, όπως π.χ. γλυκογόνο, για να συντηρήσουν το αναπτυσσόμενο κύημα μέχρις ότου αναπτυχθεί πλήρως η ενδοπλακουντιακή αιματική ροή, περίπου 10-12 εβδομάδες αργότερα (Burton et al 2002).



Εικόνα 6.1 Αρχόμενη εμφύτευση της βλαστοκύστης.

Στη διάρκεια της κύησης συντελείται μια σύνθετη ανοσολογική προσαρμογή για να αποτραπεί η απόρριψη του εμβρύου. Ο φθαρτός διηθείται από μακροφάγα που δρουν με ανοσοκατασταλτικό τρόπο. Τα προσαρμοσμένα Τ-ρυθμιστικά κύτταρα (T-regulator cell, Tregs) καθίστανται λιγότερο αποτελεσματικά ως συνιστώσα της ειδικής ανοσολογικής αντίδρασης έναντι αντιγόνων. Επίσης, αποδυναμώνεται και η δράση των κυττάρων φυσικών φονέων (natural killers, NK) σε τέτοιο βαθμό ώστε να επηρεάζεται η κυτταροτοξικότητά τους και να απομακρύνεται το ενδεχόμενο καταστροφής οποιωνδήποτε εξωγενών κυττάρων.

Μικροχιμαιρισμός είναι ο όρος που χρησιμοποιείται για την παρουσία ενός μικρού αριθμού κυττάρων σε ένα άτομο τα οποία προέρχονται από ένα άλλο άτομο. Μερικά εμβρυϊκά κύτταρα μετακινούνται ενεργητικά στην κυκλοφορία, τα όργανα και τους ιστούς της μητέρας κατά το πρώτο τρίμηνο της κύησης χωρίς να πυροδοτηθεί ανοσολογική αντίδραση. Ο ρόλος αυτών των κυττάρων στα μητρικά συστήματα παραμένει αδιευκρίνιστος. Ενδέχεται να ασκούν ανοσοκατασταλτική δράση για να προστατέψουν το έμβρυο ή μπορεί να προάγουν την ανάπτυξη και επιδιόρθωση των μητρικών συστημάτων.

## Εμφύτευση

Η εμφύτευση χωρίζεται σε δυο στάδια: το προκενοτοπιώδες και το κενοτοπιώδες.

### Προκενοτοπιώδες στάδιο

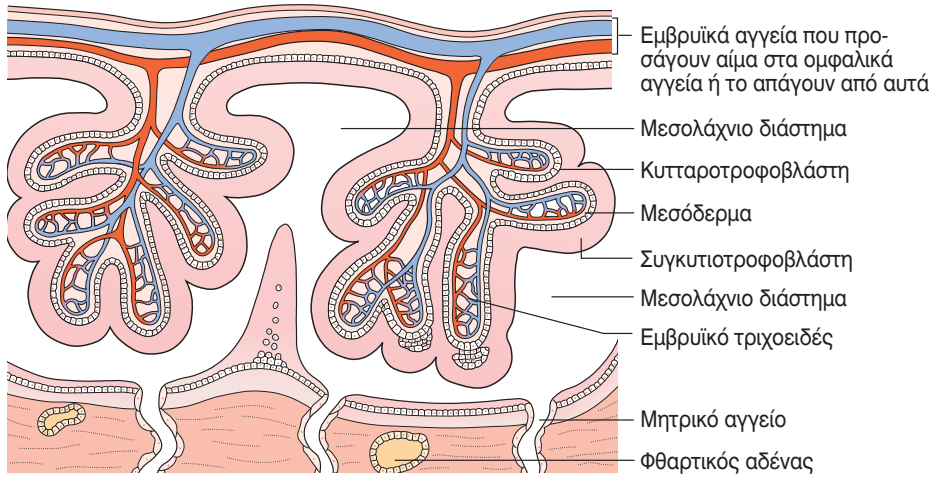
Επτά ημέρες μετά τη σύλληψη η βλαστοκύστη έρχεται σε επαφή με τον φθαρτό (*εναπόθεση*) και ξεκινά η διαδι-

κασία της πλακουντοποίησης (Εικόνα 6.1). Η διαδικασία της πλακουντοποίησης είναι εξαιρετικά επιθετική: χημικοί μεσολαβητές, προσταγλανδίνες και πρωτεολυτικά ένζυμα απελευθερώνονται τόσο από τον φθαρτό όσο και από την τροφοβλάστη και ο μητρικός συνδετικός ιστός διαβρώνεται. Τα παρακείμενα μητρικά αιμοφόρα αγγεία διασφαλίζουν τη βέλτιστη αιμάτωση του πλακούντα. Στο στάδιο αυτό, η τροφοβλάστη σχηματίζει δυο στιβάδες: την κυτταροτροφοβλάστη και τη συγκυτιοτροφοβλάστη. Τα συγκυτιοτροφοβλαστικά κύτταρα παράγονται από τον διαρκή μιτωτικό πολλαπλασιασμό της υποκείμενης κυτταροτροφοβλαστικής στιβάδας.

### Κενοτοπιώδες στάδιο

Η βλαστοκύστη περιβάλλεται από έναν αυξανόμενο αριθμό συγκυτιοτροφοβλαστικών κυττάρων ανάμεσα στα οποία σχηματίζονται μικρές κοιλότητες που είναι γνωστές ως *κενοτόπια*, τα οποία θα μετατραπούν στους *μεσολάχνιους χώρους* ανάμεσα στις *λάχνες* (Εικόνα 6.2) και θα περιλουστούν με αίμα καθώς οι μητρικές ελικοειδείς αρτηρίες διαβρώνονται περίπου 10-12 εβδομάδες μετά τη σύλληψη. Προτού συμβεί αυτό, το έμβρυο τρέφεται από τους μητρικούς αδένες (βλέπε Κεφάλαιο 5).

Τα τροφοβλαστικά κύτταρα διαθέτουν ισχυρή διεισδυτική ικανότητα, και αν αφεθούν ανεξέλεγκτα θα εξαπλωθούν σε ολόκληρη τη μήτρα. Η ικανότητα αυτή περιορίζεται από τον φθαρτό που εκκρίνει κυτοκίνες και αναστολείς πρωτεασών που ρυθμίζουν την τροφοβλαστική διείσδυση. Η *στιβάδα του Nitabusch* είναι ένας κολλαγονόδης χιτώνας ανάμεσα στο ενδομήτριο και το μυομήτριο ο οποίος συμ-



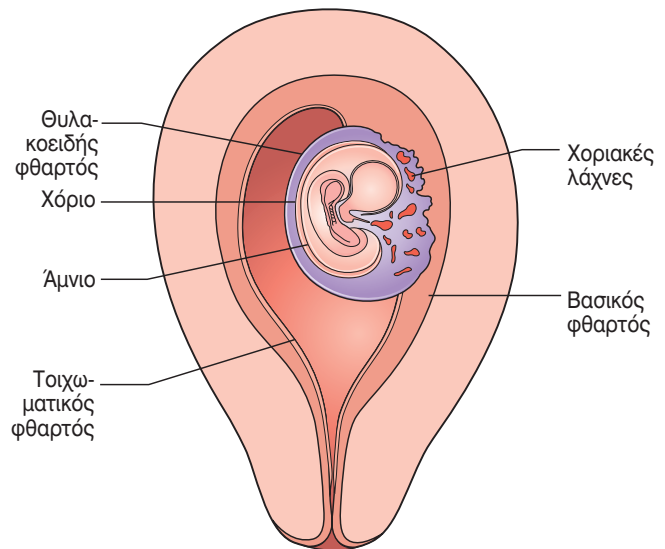
Εικόνα 6.2 Χοριακές λάχνες.

βάλλει στην αποτροπή της διείσδυσης πέρα από τον φθαρτό. Η τροφοβλαστική διείσδυση εντός του μυομητρίου μπορεί να οδηγήσει σε έναν τύπο ανώμαλης πρόσφυσης του πλακούντα που είναι γνωστός ως *συμφυτικός πλακούντας* (βλέπε Κεφάλαιο 18).

### Λαχνικό δέντρο

Οι χοριακές λάχνες είναι δακτυλιοειδείς προσεκβολές του χορίου, οι οποίες περιβάλλονται από την κυτταροτροφοβλαστική και τη συγκυτιοτροφοβλαστική στιβάδα. Αρχικά αναπτύσσονται νέα αγγεία από προγονικά κύτταρα εντός των χοριακών λαχνών του πλακούντα (αγγειοπλασία). Η διαδικασία αυτή προάγεται από το σχετικά χαμηλό επίπεδο οξυγόνου. Η περαιτέρω ανάπτυξη αυτών των αγγείων (αγγειογένεση) οδηγεί στον σχηματισμό ενός αγγειακού δικτύου που τελικά συνδέεται μέσω του αγγειακού μίσχου με τα αιμοφόρα αγγεία που έχουν αναπτυχθεί ανεξάρτητα στο έμβryo από τις ομφαλικές αρτηρίες και την ομφαλική φλέβα.

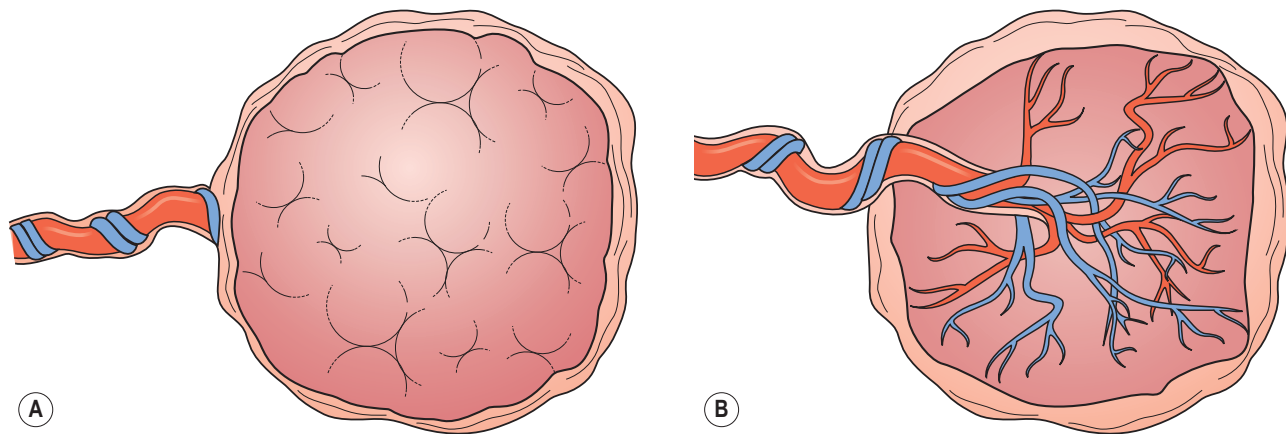
Οι λάχνες αυξάνονται σε αριθμό και διακλαδώσεις τρεις περίπου εβδομάδες μετά τη γονιμοποίηση. Με την πάροδο του χρόνου οι λάχνες μπορούν να διαφοροποιηθούν και να εξειδικευτούν, αποκτώντας έτσι την ικανότητα να επιτελούν διαφορετικές λειτουργίες. Οι λάχνες είναι πολυπληθέστερες στη περιοχή με την πλουσιότερη αιμάτωση, δηλαδή στον βασικό φθαρτό. Αυτό το μέρος της τροφοβλαστικής στιβάδας, που είναι γνωστό ως λαχνωτό χόριο εξελίσσεται τελικά σε πλακούντα. Οι λάχνες που βρίσκονται κάτω από τον θυλακοειδή φθαρτό εκφυλίζονται σταδιακά λόγω έλλειψης θρεπτικού υποστρώματος, σχηματίζοντας το λείο χόριο που αποτελεί την καταβολή του χοριακού υμένα (Εικόνα 6.3). Καθώς το έμβryo μεγαλώνει και αναπτύσσεται, ο θυλακοειδής φθαρτός ωθείται προς τον τοιχωματικό φθαρτό στην αντίθετη πλευρά του τοιχώματος της μήτρας, μέχρι που κατά την 27η περίπου εβδομάδα της κύησης, ο θυλακοειδής φθαρτός τελικά εξαφανίζεται.



Εικόνα 6.3 Θέση εμφύτευσης την 3η εβδομάδα.

Η συγκυτιοτροφοβλάστη που περιβάλλει τις λάχνες διαβρώνει τα τοιχώματα των μητρικών αγγείων καθώς διεισδύει στο ενδομήτριο, διανοίγοντάς τα σε χωνοειδές σχήμα και σχηματίζει μια κοιλότητα μητρικού αίματος εντός της οποίας πλέον οι λάχνες. Αυτός ο χώρος ελαττώνει την ταχύτητα με την οποία το μητρικό αίμα εισρέει στην κεντρική κοιλότητα της κοτυληδόνας (λοβού) και στο λαχνικό δέντρο (Burton et al 2009). Το μητρικό αίμα κυκλοφορεί, δίνοντας στις λάχνες τη δυνατότητα να απορροφήσουν θρεπτικά συστατικά και οξυγόνο και να απεκκρίνουν παραπροϊόντα του μεταβολισμού. Αυτές είναι γνωστές ως θρεπτικές λάχνες. Λίγες λάχνες προσφύονται βαθύτερα εντός του φθαρτού και ονομάζονται λάχνες αγκυροβόλησης (προσφυτικές).

Κάθε χοριακή λάχνη είναι μια διακλαδιζόμενη δομή που μοιάζει με δέντρο. Το κέντρο της αποτελείται από μεσόδερμα και εμβρυϊκά αιμοφόρα αγγεία, καθώς και κλάδους της ομφαλικής αρτηρίας και φλέβας. Αυτά καλύπτονται από μια



Εικόνα 6.4 Πλακούντας στο τέλος της κύησης. (Α) Μητρική επιφάνεια. (Β) Εμβρυϊκή επιφάνεια.

μονήρη στιβάδα κυτταροτροφοβλαστικών κυττάρων και η εξωτερική στιβάδα της λάχνης είναι η συγκυτιοτροφοβλάστη (βλέπε Εικόνα 6.2). Αυτό σημαίνει ότι το μητρικό αίμα διαχωρίζεται από το εμβρυϊκό μέσω τεσσάρων στιβάδων ιστού γεγονός που καθιστά αδύνατη την ανάμιξη των δυο κυκλοφοριών εκτός εάν οι λάχνες υποστούν βλάβη.

### Ο ΠΛΑΚΟΥΝΤΑΣ ΣΤΟ ΤΕΛΟΣ ΤΗΣ ΚΥΗΣΗΣ

Ο πλακούντας στο τέλος της κύησης έχει δισκοειδές σχήμα, περίπου 20 cm διάμετρο, 2.5 cm πάχος στο κέντρο του και περίπου 470 cm βάρος, το οποίο είναι ευθέως ανάλογο με το βάρος του εμβρύου. Οι Rampersad et al (2011) αναφέρουν ότι, στο τέλος της κύησης, η αναλογία του μεγέθους του εμβρύου με το μέγεθος του πλακούντα είναι περίπου 7 προς 1. Τυχόν πλακουντιακή παθολογία ή μητρική νόσος μπορεί να επηρεάσει αυτή την αναλογία, με αποτέλεσμα να προκύπτουν καταστάσεις όπως διαβήτης, προεκλαμψία, υπέρταση της κύησης ή ενδομήτρια καθυστέρηση της ανάπτυξης (intrauterine growth restriction, IUGR) (βλέπε Κεφάλαιο 13). Το βάρος του πλακούντα μπορεί να επηρεαστεί από τη φυσιολογική ή ενεργητική αντιμετώπιση του τρίτου σταδίου του τοκετού. Ο πλακούντας δεν ζυγίζεται πλέον κατά ρουτίνα στην κλινική πράξη. Ωστόσο, πολλές μαιευτικές μονάδες τον ζυγίζουν για κλινικές μελέτες ή ερευνητικές δραστηριότητες.

Η μητρική επιφάνεια του πλακούντα (δηλαδή το βασικό πέταλο) είναι ερυθρόχροη εξαιτίας του μητρικού αίματος και του μερικού διαχωρισμού του βασικού φθαρτού (Εικόνα 6.4A). Η επιφάνεια διατάσσεται σε έως 40 κοτυληδόνες (λοβούς), που διαχωρίζονται μέσω αυλάκων (σχισμών), εντός των οποίων καταδύεται ο φθαρτός σχηματίζοντας διαφράγματα (τοιχώματα). Οι κοτυληδόνες αποτελούνται από λόβια, καθένα από τα οποία περιέχει μια μονήρη λάχνη

με τους κλάδους της. Μερικές φορές μπορεί να υπάρχουν στην επιφάνεια εναποθέσεις αλάτων ασβεστίου, που της προσδίδουν τραχεία υφή. Αυτό δεν έχει κλινική σημασία.

Η εμβρυϊκή επιφάνεια του πλακούντα (δηλαδή το χοριακό πέταλο) έχει στιλπνή όψη λόγω του αμνίου που την καλύπτει (Εικόνα 6.4B). Οι κλάδοι των ομφαλικών αρτηριών και της ομφαλικής φλέβας είναι ορατοί, αποκλίνοντας προς τα έξω από την πρόσφυση του ομφάλιου η οποία κανονικά εντοπίζεται στο κέντρο. Το άμνιο μπορεί να αφαιρεθεί από την επιφάνεια του χορίου μέχρι τον ομφάλιο λώρο, ενώ το χόριο, που προέρχεται από την ίδια τροφοβλαστική στιβάδα με τον πλακούντα, δεν μπορεί να αποκολληθεί.

### Λειτουργίες

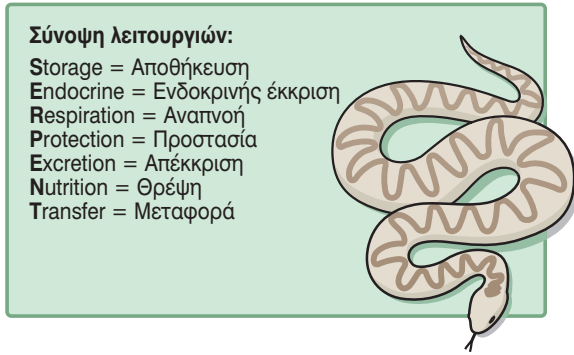
Ο πλακούντας επιτελεί διάφορες λειτουργίες για το αναπτυσσόμενο έμβρυο τις οποίες μπορεί κανείς να θυμάται με τη βοήθεια του μνημοτεχνικού κανόνα SERPENT (ΕΡΙΠΕΤΟ) (Εικόνα 6.5).

### Αποθήκευση

Ο πλακούντας μεταβολίζει τη γλυκόζη, την αποθηκεύει σε μορφή γλυκογόνου και στη συνέχεια την ζαναμετατρέπει σε γλυκόζη αναλόγως των αναγκών. Μπορεί επίσης να αποθηκεύει σίδηρο και υδατοδιαλυτές βιταμίνες. Και οι δυο τύποι τροφοβλαστικών κυττάρων παράγουν στεροειδείς ορμόνες (οιστρογόνα και προγεστερόνη) καθώς και πολλές πλακουντιακές πρωτεϊνικές ορμόνες που απαιτούνται στην κύηση (Kay et al 2011).

### Ενδοκρινής έκκριση

Οι πολλές και διάφορες ενδοκρινείς λειτουργίες του πλακούντα είναι σύνθετες και απαιτούν τη συμβολή της μητέρας και του εμβρύου.



**Εικόνα 6.5** Σύνοψη λειτουργιών του πλακούντα (SERPENT).

### Στεροειδείς ορμόνες

Υπάρχουν τρία σημαντικά οιστρογόνα: οιστρόνη, οιστραδιόλη και οιστριόλη. Τόσο τα επινεφρίδια της μητέρας όσο και του εμβρύου συνθέτουν πρόδρομες ουσίες για την παραγωγή οιστρογόνων από τον πλακούντα. Κατά την 6η έως 12η εβδομάδα, η εμβρυο-πλακουντιακή μονάδα αρχίζει να μετατρέπει τη θεική πρεγνενολόνη σε οιστριόλη που συνεχίζει να αυξάνεται σταθερά μέχρι να ολοκληρωθεί η κύηση. Τα οιστρογόνα επηρεάζουν την αιμάτωση της μήτρας, διεγείρουν τη σύνθεση ριβονουκλεϊκού οξέος (ribonucleic acid, RNA) και πρωτεϊνών και συμβάλλουν στην ανάπτυξη του μυομητρίου. Επίσης, αυξάνουν το μέγεθος και την κινητικότητα της μητρικής θηλής και διεγείρουν την ανάπτυξη των αδενοκυψελών και των πόρων του μαζικού αδένου. Οι διαδοχικές μετρήσεις της οιστριόλης στον ορό (mmol/l) είναι ενδεικτικές του επιπέδου εμβryo-πλακουντιακής ευεξίας.

Η παραγωγή προγεστερόνης από το ωχρό σωματίο διατηρείται για περίπου 8 εβδομάδες μέχρις ότου αναλάβει ο πλακούντας αυτή τη λειτουργία, και είναι εξαρτώμενη από τα αποθέματα χοληστερόλης. Θεωρείται ότι η προγεστερόνη διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην ανοσοκαταστολή που απαιτείται για να διατηρηθεί η κύηση (Kay et al 2011). Η προγεστερόνη παράγεται στη συγκυτιακή στιβάδα του πλακούντα σε αυξανόμενες ποσότητες μέχρι αμέσως πριν την έναρξη του τοκετού οπότε το επίπεδό της πέφτει. Διατηρεί το μυομήτριο σε κατάσταση ηρεμίας (ακίνησιας) στη διάρκεια της κύησης. Συμμετέχει στην προετοιμασία του μαζικού αδένου κατά την κύηση και όταν το επίπεδό της πέφτει μετά την υστεροτοκία, η προλακτίνη διεγείρει τη γαλακτοφορία.

### Πρωτεϊνικές ορμόνες

Η ανθρώπινη χοριακή γοναδοτροπίνη (hCG) παράγεται υπό την επίδραση της πλακουντιακής εκλυτικής ορμόνης των γοναδοτροπινών (GnRH) από την τροφοβλάστη. Αρχικά εκκρίνεται σε πολύ μεγάλες ποσότητες με το μέγιστο επίπεδο να σημειώνεται μεταξύ 7ης και 10ης εβδομάδας, αλ-

λά αυτό σταδιακά ελαττώνεται με την πρόοδο της κύησης. Η λειτουργία της hCG είναι να διεγείρει το ωχρό σωματίο ώστε να παράγει κυρίως προγεστερόνη. Διεγείρει επίσης τον πολλαπλασιασμό των εμβρυϊκών κυττάρων Leydig τα οποία παράγουν ανδρογόνα, απαραίτητα για τη διαφοροποίηση των πόρων του Wolf προς έσω γεννητικά όργανα άρρενος και τη διαφοροποίηση των έξω γεννητικών οργάνων προς την άρρενος τύπου ανάπτυξη, προτού παραχθεί εμβρυϊκή ωχρινοποτρόπος ορμόνη (LH) (Kay et al 2011). Η ανθρώπινη χοριακή γοναδοτροπίνη αποτελεί τη βάση πολλών διαθέσιμων τεστ εγκυμοσύνης, διότι απεκκρίνεται στα ούρα της μητέρας.

Το ανθρώπινο πλακουντιακό γαλακτογόνο (human placental lactogen, hPL) μερικές φορές αναφέρεται και ως ανθρώπινη χοριακή σωματομαμμοτροπίνη (chorionic somatomammotropin hormone, hCS) καθώς δεν διεγείρει μόνο τη σωματική ανάπτυξη αλλά επίσης διεγείρει και την υπερπλασία του μαζικού αδένου προετοιμάζοντάς τον για γαλακτοφορία. Στην αρχόμενη κύηση, το hPL διεγείρει την πρόσληψη τροφής και την αύξηση βάρους κινητοποιώντας ελεύθερα λιπαρά οξέα και μαζί με την προλακτίνη αυξάνουν τα κυκλοφορούντα επίπεδα ινσουλίνης (Barbour et al 2007; Kay et al 2011). Το ανθρώπινο πλακουντιακό γαλακτογόνο δεν θεωρείται πλέον ο πρωταρχικός παράγοντας ινσουλινοαντίστασης, καθώς φαίνεται ότι άλλες αυξητικές ορμόνες, όπως π.χ. η ανθρώπινη πλακουντιακή αυξητική ορμόνη (human placental growth hormone, hPGH), αποτελούν τους κύριους καθοριστικούς παράγοντες αυτού του φαινομένου. Τα επίπεδα του hPL έχουν χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο προσυμπτωματικού ελέγχου της πλακουντιακής λειτουργίας.

Τα επίπεδα της ανθρώπινης πλακουντιακής αυξητικής ορμόνης (hPGH) αυξάνονται καθόλη τη διάρκεια της κύησης. Η ορμόνη αυτή μαζί με το hPL αποτελούν καθοριστικούς παράγοντες ινσουλινοαντίστασης στην όσιμη κύηση. Κινητοποιεί τη μητρική γλυκόζη ώστε να μεταφερθεί στο έμβρυο και συμβάλλει στη λιπόλυση, τη γαλακτογένεση και την εμβρυϊκή ανάπτυξη.

Υπάρχουν επίσης πολλοί άλλοι παράγοντες, όπως π.χ. ο ινσουλινοειδής αυξητικός παράγοντας (insulin growth factor, IGF) και ο αγγειακός ενδοθηλιακός αυξητικός παράγοντας (vascular endothelial growth factor, VEGF), που διαδραματίζουν διάφορους ρόλους στον μεταβολισμό, την ανάπτυξη, την αγγειοπλασία και τη ρύθμιση της μητροπλακουντιακής αιματικής ροής.

### Αναπνοή

Η ανταλλαγή αερίων μεταξύ μητέρας και εμβρύου συντελείται μέσω διάχυσης. Η μεταφορά αερίων υποβοηθείται από την ήπια αναπνευστική αλκάλωση της μητέρας στη διάρκεια της κύησης. Το επίπεδο της εμβρυϊκής αιμοσφαιρίνης είναι υψηλό εντός της μήτρας (in utero) για να διευκολυνθεί η μεταφορά αερίων. Η εμβρυϊκή αιμοσφαιρίνη παρουσιάζει επίσης υψηλή χημική συγγένεια για το οξυγόνο.

### Προστασία

Ο πλακούντας σχηματίζει έναν πεπερασμένο φραγμό έναντι των λοιμώξεων. Λίγα βακτήρια μπορούν να τον διαπεράσουν όπως π.χ. η ωχρά σπειροχαίτη που προκαλεί σύφιλη και ο βάκιλος της φυματίωσης. Ωστόσο, μπορούν να τον διαπεράσουν πολλοί τύποι ιών, όπως π.χ. ο ιός της ανθρώπινης ανοσοανεπάρκειας (human immunodeficiency virus, HIV), ικκός στελέχη ηπατίτιδας, ο Παρβοϊός B19, ο κυτταρομεγαλοϊός (cytomegalovirus, CMV) και ο ιός της ερυθράς. Επιπλέον, τον πλακούντα διαπερνούν μερικά παράσιτα και πρωτόζωα όπως π.χ. το πλασμίδιο της ελονοσίας και το τοξόπλασμα.

Ο πλακούντας συγκρατεί τις ουσίες υψηλού μοριακού βάρους, άρα ορισμένα φάρμακα μικρού μοριακού βάρους μπορούν να μεταφερθούν στο έμβρυο. Πολλά από τα φάρμακα που θα διαπεράσουν τον πλακουντιακό φραγμό καταλήγοντας στο έμβρυο είναι αβλαβή, ενώ αλλά, όπως π.χ. τα αντιβιοτικά που χορηγούνται σε μια έγκυο με σύφιλη, είναι αναμφίβολα ωφέλιμα (βλέπε Κεφάλαιο 13). Ουσίες όπως αλκοόλ, μερικές χημικές ουσίες που περιέχονται στον καπνό του τσιγάρου και εξαρτησιογόνα φάρμακα διαπερνούν τον πλακούντα ελεύθερα και μπορεί να προκαλέσουν συγγενείς δυσπλασίες και μεταγενέστερα προβλήματα στο νεογνό. Οι ανοσοσφαιρίνες μεταφέρονται διαπλακουντιακά από τη μητέρα στο έμβρυο στη διάρκεια της όψιμης κύησης, διασφαλίζοντας στο νεογνό περίπου 6-12 εβδομάδες επίκτητης παθητικής ανοσίας.

Επί ασυμβατότητας Rhesus, αν συμβεί ευαισθητοποίηση και εμβρυϊκά αιμοκύτταρα εισέλθουν στη μητρική κυκλοφορία, τα αντίστοιχα αντισώματα που παράγει η μητέρα μπορούν να διαπεράσουν τον πλακούντα, να προσδεθούν στα εμβρυϊκά αντιγόνα επιφανείας και έτσι να καταστρέψουν τα εμβρυϊκά κύτταρα προκαλώντας αιμόλυση, εμβρυϊκό ύδρωπα και πιθανώς εμβρυϊκό θάνατο.

### Απέκκριση

Η κύρια ουσία που απεκκρίνεται από το έμβρυο είναι το διοξείδιο του άνθρακα. Επίσης απεκκρίνεται χολερυθρίνη επειδή τα ερυθροκύτταρα ανανεώνονται με σχετικά ταχείς ρυθμούς. Πέρα από αυτό, παρατηρείται πολύ περιορισμένη αποικοδόμηση ιστών και οι ποσότητες ουρίας και ουρικού οξέος που αποβάλλονται είναι πολύ μικρές.

### Θρέψη

Το έμβρυο χρειάζεται θρεπτικά συστατικά για τη συνεχιζόμενη ανάπτυξη του, όπως π.χ. αμινοξέα και γλυκόζη που χρειάζονται για τον κυτταρικό πολλαπλασιασμό και την παραγωγή ενέργειας, ασβέστιο και φώσφορο για τα οστά και τα δόντια, καθώς και σίδηρο και άλλα μεταλλικά στοιχεία για την παραγωγή αίματος. Τα θρεπτικά συστατικά μεταφέρονται ενεργητικά από τη μητρική κυκλοφορία προς την εμβρυϊκή διαμέσου των τοιχωμάτων των λα-

χών. Ο πλακούντας είναι σε θέση να επιλέγει τις ουσίες εκείνες που χρειάζεται το έμβρυο, ακόμα και αν κάποιες φορές εξαντλεί τα μητρικά αποθέματα. Στο έμβρυο μεταφέρονται επίσης νερό, βιταμίνες και μεταλλικά στοιχεία. Λίπη και λιποδιαλυτές βιταμίνες (A, D και E) διαπερνούν με δυσκολία τον πλακούντα και μόνο σε όψιμα στάδια της κύησης. Τα επίπεδα μερικών ουσιών, περιλαμβανομένων των αμινοξέων, είναι υψηλότερα στο εμβρυϊκό αίμα από ότι στο μητρικό.

### Μεταφορά ουσιών

Ουσίες μετακινούνται προς και από το έμβρυο μέσω διαφόρων μεταφορικών μηχανισμών, όπως αναφέρεται στη συνέχεια:

- Απλή διάχυση αερίων και λιποδιαλυτών ουσιών.
- Διάχυση υδατοδιαλυτών ουσιών διαμέσου μιας μεμβράνης υπό την επίδραση ωσμωτικών και δυναμικών υδροστατικών δυνάμεων.
- Διευκολυνόμενη διάχυση γλυκόζης μέσω πρωτεϊνών-φορέων.
- Ενεργητική μεταφορά ιόντων ασβεστίου (Ca) και φωσφόρου (P) με κατεύθυνση αντίθετη της κλίσης συγκέντρωσης.
- Ενδοκυττάρωση (πινοκυττάρωση) μακρομορίων.

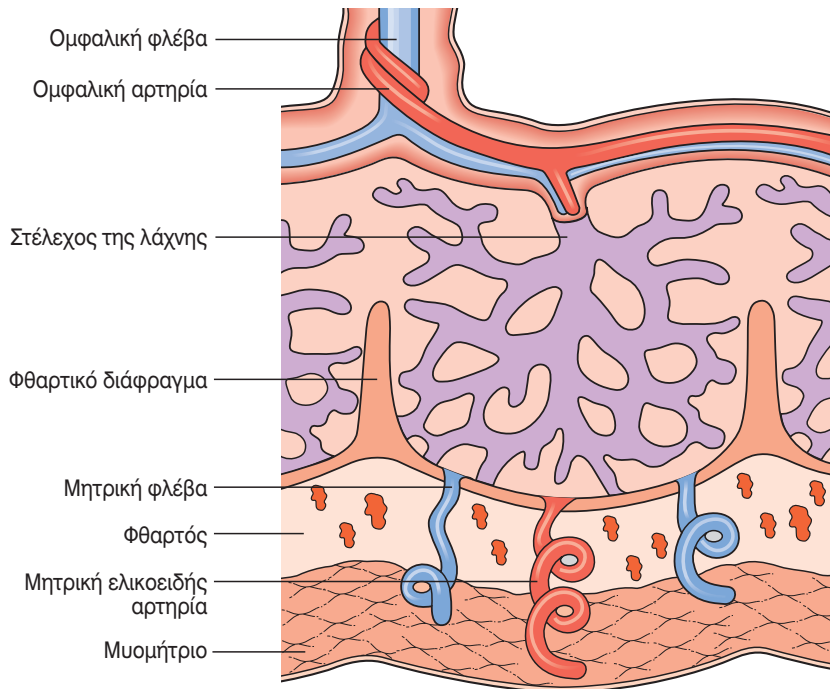
### Πλακουντιακή κυκλοφορία

Τα διεισδύοντα τροφοβλαστικά κύτταρα τροποποιούν τα μητρικά ελικοειδή αρτηρίδια για να μπορέσουν να υποδεχτούν την αυξημένη κατά 10 φορές αιματική ροή στις περιοχές με ανοικτή κυκλοφορία γύρω από τις χοριακές λάχνες. Το μητρικό αίμα εξωθείται κατά ώσεις εντός των μεσολάχιων διαστημάτων μέσω 80-100 ελικοειδών αρτηριών του βασικού φθαρτού μετά τη 10η-12η εβδομάδα κύησης. Το αίμα ρέει αργά γύρω από τις λάχνες, επιστρέφοντας τελικά στις ενδομητρικές φλέβες και τη μητρική κυκλοφορία. Τα μεσολάχια διαστήματα περιέχουν περίπου 150 ml αίματος, το οποίο ανανεώνεται τρεις έως τέσσερις φορές ανά λεπτό.

Το εμβρυϊκό αίμα, που είναι πτωχό σε οξυγόνο, εξωθείται από την εμβρυϊκή καρδιά προς τον πλακούντα διαμέσου των εμβρυϊκών αρτηριών και των κλάδων τους και άγεται προς τα τριχοειδή των χοριακών λαχνών όπου λαμβάνει χώρα η ανταλλαγή διαφόρων μορίων μεταξύ μητέρας και εμβρύου. Έχοντας αποβάλλει το διοξείδιο του άνθρακα και τα παραπροϊόντα του μεταβολισμού και έχοντας απορροφήσει οξυγόνο και θρεπτικά συστατικά, το αίμα επιστρέφει στο έμβρυο μέσω της ομφαλικής φλέβας (Εικόνα 6.6).

### Εμβρυϊκοί υμένες

Το βασικό και το χοριακό πέταλο έρχονται σε επαφή και συνενώνονται κατά τις παρυφές σχηματίζοντας τον χοριοαμνιακό υμένα εντός του οποίου περιέχεται το αμνιακό



**Εικόνα 6.6** Αιματική ροή γύρω από τις χοριακές λάχνες.

υγρό. Ο χοριοαμνιακός υμένας αποτελείται από δυο επιμέρους υμένες: το *χόριο* και το *άμνιο*.

Το *άμνιο* είναι ο εσωτερικός υμένας που προέρχεται από την εσωτερική κυτταρική μάζα και αποτελείται από μια μονήρη στιβάδα επιθηλιακών κυττάρων με μια βάση συνδετικού ιστού. Πρόκειται για έναν ανθεκτικό, λείο και διαφανή υμένα που συνεχίζεται επί της εξωτερικής επιφάνειας του ομφάλιου λώρου ο οποίος ολισθαίνει επί του χορίου με τη βοήθεια βλέννας. Το άμνιο περιέχει αμνιακό υγρό το οποίο και παράγει σε μικρές ποσότητες περιέχει επίσης προσταγλανδίνη  $E_2$  (prostaglandin  $E_2$ ,  $PGE_2$ ) η οποία διαδραματίζει κάποιον ρόλο στην έναρξη του τοκετού. Σε σπάνιες περιπτώσεις, το άμνιο μπορεί να ραγεί, προκαλώντας την εμφάνιση αμνιακών ζωνών (ταινιών) που μπορούν να επηρεάσουν την ανάπτυξη των εμβρυϊκών άκρων.

Το *χόριο* είναι ο εξωτερικός υμένας που αποτελεί συνέχεια της παρυφής του πλακούντα και σχηματίζεται από μεσεγγυματικά και κυτταροτροφοβλαστικά κύτταρα καθώς και αγγεία που εκφύονται από τις ελικοειδείς αρτηρίες του βασικού φθαρτού. Είναι ένας τραχύς, παχύς, ινώδης αδιαφανής υμένας που επενδύει τον τοιχωματικό φθαρτό στη διάρκεια της κύησης, παρόλο που προσφύεται χαλαρά. Παράγει ένζυμα που μπορούν να ελαττώσουν τα επίπεδα προγεστερόνης και επίσης παράγει προσταγλανδίνες, ωκυτοκίνη, και παράγοντα ενεργοποίησης των αιμοπεταλίων που διεγείρουν τη δραστηριότητα της μήτρας. Αυτό ο υμένας ρήγνυται εύκολα, για αυτό και μπορεί να παραμείνει εντός της μήτρας μετά τον τοκετό.

### Αμνιακό υγρό

Το αμνιακό υγρό είναι ένα διαυγές αλκαλικό υγρό με ελαφρώς κίτρινη χροιά, το οποίο περιέχεται εντός του αμνιακού σάκου. Ουσιαστικά παράγεται από τη μητρική κυκλοφορία διαμέσου των πλακουντιακών μεμβρανών και απελευθερώνεται από την εμβρυϊκή επιφάνεια. Το έμβρυο συνεισφέρει λίγο στο αμνιακό υγρό μέσω των ούρων και των πνευμονικών εκκρίσεων που παράγει. Αυτό το υγρό επιστρέφει στο έμβρυο διαμέσου των εμβρυϊκών υμένων προς τα εμβρυϊκά αγγεία και μέσω κατάποσης από το έμβρυο.

### Λειτουργίες του αμνιακού υγρού

Το αμνιακό υγρό διατηρεί τον αμνιακό σάκο επιτρέποντας την ανάπτυξη και την ελευθερία κινήσεων του εμβρύου καθώς και τη συμμετρική μυοσκελετική ανάπτυξη. Αμβλύνει τις εξωτερικές δυνάμεις και προστατεύει το έμβρυο από τραυματισμούς και κλυδωνισμούς. Το αμνιακό υγρό βοηθά να διατηρείται σταθερή η θερμοκρασία εντός της μήτρας, προστατεύοντας το έμβρυο από τυχόν απόβλεια θερμότητας και του παρέχει μικρές ποσότητες θρεπτικών ουσιών. Κατά τον τοκετό, εφόσον οι υμένες παραμένουν άρρηκτοι το αμνιακό υγρό προστατεύει τον πλακούντα και τον ομφάλιο λώρο από την πίεση που ασκούν οι συστολές της μήτρας. Βοηθά επίσης στην εξάλειψη του τραχήλου και τη διαστολή του έσω τραχηλικού στομίου, ιδίως εάν η προβάλλουσα μοίρα του εμβρύου δεν έχει προσαρμοσθεί καλά στον τράχηλο.

### Συστατικά του αμνιακού υγρού

Το αμνιακό υγρό αποτελείται κατά 99% από νερό ενώ το υπόλοιπο 1% αποτελείται από διαλυμένα μόρια θρεπτικών ουσιών και παραπροϊόντων του μεταβολισμού. Επιπλέον, εντός του υγρού απαντούν δερματικά κύτταρα που αποπύπτουν από το έμβρυο μαζί με *τυρώδες σμήγμα* και *χνούδι*. Η παρουσία παθολογικών συστατικών εντός του υγρού, όπως π.χ. *μηκώνιου* σε περίπτωση εμβρυϊκής δυσχέρειας, μπορεί να προσφέρει χρήσιμες διαγνωστικές πληροφορίες για την κατάσταση του εμβρύου. Η αναρρόφηση αμνιακού υγρού για διαγνωστικό έλεγχο ονομάζεται *αμνιοπαρακέντηση*.

Σύμφωνα με έρευνες, το αμνιακό υγρό αποτελεί πλούσια πηγή μη-εμβρυονικών βλαστοκυττάρων (De Corppi et al 2007). Τα κύτταρα αυτά έχουν την ικανότητα να διαφοροποιούνται σε διάφορους τύπους κυττάρων, όπως εγκεφαλικά, ηπατικά και οστικά.

### Όγκος του αμνιακού υγρού

Στη διάρκεια της κύησης, ο όγκος του αμνιακού υγρού αυξάνεται παράλληλα με το αναπτυσσόμενο έμβρυο: από 20 ml τη 10η εβδομάδα σε περίπου 1000 ml στο τέλος της κύησης.

### Ομφάλιος λώρος (ομφαλίδα)

Ο ομφάλιος λώρος, που εκτείνεται από την εμβρυϊκή επιφάνεια του πλακούντα μέχρι την ομφαλική χώρα του εμβρύου, σχηματίζεται κατά την 5η εβδομάδα της κύησης. Προέρχεται από τον πόρο που σχηματίζεται ανάμεσα στον αμνιακό σάκο και τον λεκιθικό ασκό από τον οποίο σχηματίζονται τα ομφαλικά αιμοφόρα αγγεία (βλέπε Κεφάλαιο 5).

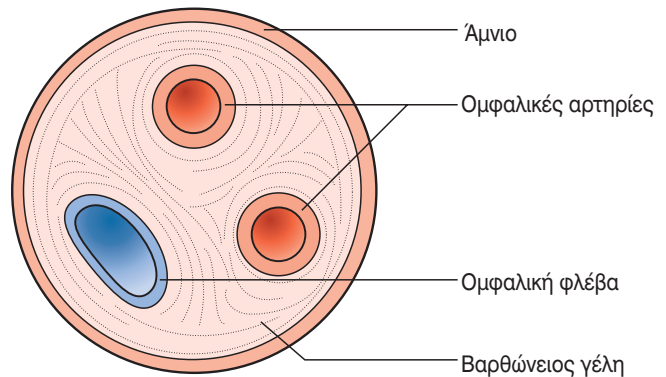
### Λειτουργίες

Ο ομφάλιος λώρος μεταφέρει οξυγόνο και θρεπτικά συστατικά στο αναπτυσσόμενο έμβρυο, και απομακρύνει τα παραπροϊόντα του μεταβολισμού.

### Δομή

Ο ομφάλιος λώρος περιέχει δυο αρτηρίες και μια φλέβα (Εικόνα 6.7), οι οποίες αποτελούν συνέχεια των αιμοφόρων αγγείων στις χοριακές λάχνες του πλακούντα. Τα αιμοφόρα αγγεία περιβάλλονται και προστατεύονται από τη Βαρθώνιο γέλη (Wharton's jelly), μια ζελατινώδη ουσία που σχηματίζεται από πρωτογενές μεσόδερμα. Ολόκληρος ο λώρος καλύπτεται από μια στιβάδα αμνίου που αποτελεί συνέχεια εκείνης που καλύπτει τον πλακούντα. Δεν υπάρχουν νεύρα στον ομφάλιο λώρο, οπότε η διατομή του μετά τον τοκετό δεν είναι επώδυνη.

Η παρουσία δυο μόνο αγγείων στον λώρο μπορεί να υποδηλώνει δυσπλασία των νεφρών του εμβρύου. Ωστόσο, κάποιες φορές αυτό έχει μικρή σημασία για τη μετέπειτα κατάσταση της υγείας του νεογνού.



Εικόνα 6.7 Εγκάρσια διατομή του ομφάλιου λώρου.

### Διαστάσεις

Ο λώρος έχει περίπου 1-2 cm διάμετρο και 50 cm μήκος. Το μήκος αρκεί για να γεννηθεί το νεογνό χωρίς να ασκηθεί καθόλου έλξη στον πλακούντα.

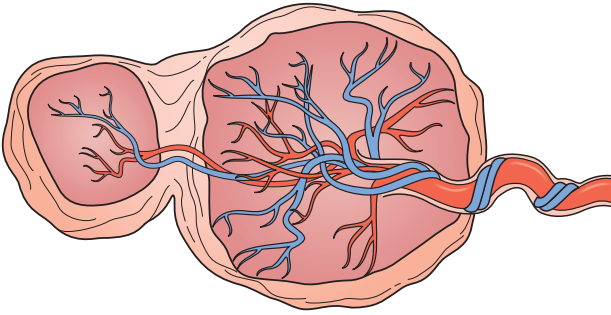
Ένας λώρος θεωρείται βραχύς αν το μήκος του είναι μικρότερο από 40 cm. Δεν υπάρχει σαφώς συμφωνημένο μήκος για να χαρακτηριστεί ένας λώρος ως πολύ μακρύς, αλλά τα μειονεκτήματα ενός ομφάλιου λώρου με πολύ μεγάλο μήκος είναι ότι μπορεί να περιτυλιχθεί γύρω από τον αυχένα ή τον κορμό του εμβρύου ή να σχηματίσει κόμπο. Οποιοδήποτε από τα δυο θα μπορούσε να οδηγήσει σε συμπίεση των αιμοφόρων αγγείων, ειδικά κατά τον τοκετό.

Η ελάττωση της εμβρυϊκής αιματικής ροής μέσω των ομφαλικών αγγείων μπορεί να επιφέρει καταστροφικές συνέπειες στην υγεία του εμβρύου και του νεογνού. Οι αληθείς κόμποι δεν πρέπει ποτέ να διαλάθουν της προσοχής κατά την εξέταση του λώρου, και πρέπει να διαφοροδιαγιγνώσκονται από τους ψευδείς κόμποους, που είναι αθροίσεις Βαρθώνιου γέλης στα πλάγια του λώρου και δεν έχουν καμία φυσιολογική σημασία.

### Ανατομικές παραλλαγές του πλακούντα και του ομφάλιου λώρου

Ο *παραπλακούντας* είναι η σημαντικότερη από τις παραλλαγές στη διαμόρφωση του πλακούντα. Παρατηρείται ένας μικρός επιπλέον λοβός (επικουρικό τμήμα) που προσφύεται στον κύριο πλακούντα μέσω αγγείων τα οποία πορεύονται διαμέσου των εμβρυϊκών υμένων (Εικόνα 6.8). Ο κίνδυνος είναι ότι ο μικρός λοβός μπορεί να παραμείνει εντός της μήτρας (in utero) μετά την έξοδο του πλακούντα, και αν δεν αφαιρεθεί μπορεί να οδηγήσει σε αιμορραγία και λοίμωξη. Κάθε πλακούντας πρέπει να εξετάζεται για τυχόν ενδείξεις κατακρατηθέντος επικουρικού λοβού, ο οποίος μπορεί να διαγνωστεί από μια οπή στους εμβρυϊκούς υμένες μέσα από την οποία διέρχονται αγγεία.

Στον *κρασπεδωτό* ή *περιχαρακωμένο* πλακούντα, παρα-



**Εικόνα 6.8** Επικουρικός πλακούντας (παραπλακούντας).

τηρείται ένας αδιαφανής δακτύλιος επί της εμβρυϊκής επιφάνειας. Σχηματίζεται από μια διπλή στιβάδα εμβρυϊκών υμένων επί της εμβρυϊκής επιφάνειας του πλακούντα με αποτέλεσμα μερικές φορές η εκβολή των υμένων να εντοπίζεται πλησιέστερα στο κέντρο παρά στην παρυφή που είναι το σύνηθες (Εικόνα 6.9). Αυτή η παραλλαγή του πλακούντα σχετίζεται με *αποκόλληση του πλακούντα* και *ενδομήτρια καθυστέρηση της ανάπτυξης (IUGR)*. Στον *δίλοβο πλακούντα*, παρατηρούνται δυο πλήρεις και ξεχωριστοί λοβοί καθώς και διχασμός των ομφαλικών αγγείων προκειμένου να αιματώσουν και τα δυο μέρη (Εικόνα 6.10). Ο τρίλοβος πλακούντας είναι παρόμοιος με τον δίλοβο πλακούντα αλλά έχει τρία διακριτά μέρη.

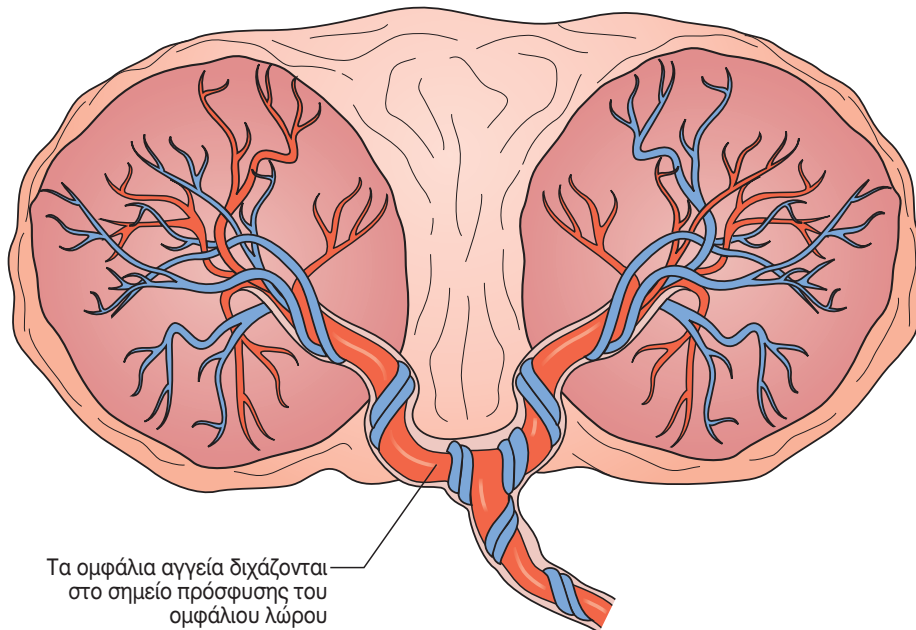
Στην *επιχείλια πρόσφυση* του ομφάλιου λώρου, ο λώρος προσφύεται ακριβώς στην παρυφή του πλακούντα, και στα σημεία ασθενούς πρόσφυσης μπορεί να προκληθούν σημαντικά προβλήματα τα οποία μπορεί να επιβάλλουν



**Εικόνα 6.9** Κρασπεδωτός ή περιχαρακωμένος πλακούντας.

την ενεργητική αντιμετώπιση του τρίτου σταδίου του τοκετού (Εικόνα 6.11).

Στην *υμενώδη πρόσφυση του ομφάλιου λώρου*, ο λώρος προσφύεται στους εμβρυϊκούς υμένες σε κάποια απόσταση από την παρυφή του πλακούντα. Τα ομφαλικά αγγεία αρχίζουν να διακλαδίζονται στους υμένες και στη συνέχεια πορεύονται στον πλακούντα (Εικόνα 6.12). Επί φυσιολογικής εντόπισης του πλακούντα, δεν προκαλείται βλάβη στο έμβryo, αλλά ο λώρος μπορεί να αποκολληθεί λόγω άσκησης έλξης κατά την ενεργητική αντιμετώπιση του τρίτου σταδίου του τοκετού. Ωστόσο, επί χαμηλής πρόσφυσης πλακούντα, τα ομφαλικά αγγεία περνούν πίσω

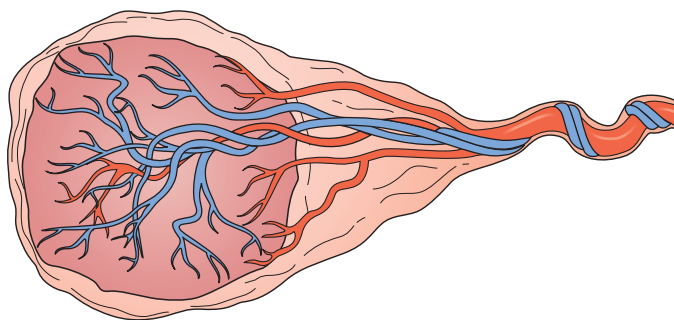


**Εικόνα 6.10** Δίλοβος πλακούντας.



Εικόνα 6.11 Επιχείλια πρόσφυση του ομφάλιου λώρου.

από το έσω τραχηλικό στόμιο και καταλαμβάνουν την περιοχή μπροστά από την προβάλλουσα μοίρα του εμβρύου (προδρομικά ομφαλικά αγγεία). Στην περίπτωση αυτή, το έμβρυο κινδυνεύει σημαντικά κατά τη ρήξη υμένων και ακόμα περισσότερο κατά την τεχνητή ρήξη υμένων, επειδή τα αγγεία μπορεί να τρωθούν, οδηγώντας σε κατακλυσμιαία αιμορραγία του εμβρύου. Αν η έναρξη της αιμορραγίας συμπίσει με τη ρήξη υμένων, θα πρέπει να τεθεί η υπόνοια εμβρυϊκής αιμορραγίας και ο τοκετός να επισπευστεί. Η διάκριση μεταξύ εμβρυϊκού και μητρικού αίματος είναι εφικτή μέσω της δοκιμασίας μετουσίωσης με αλκαλική ουσία κατά Singer, αν και στην πράξη δεν υπάρχει αρκετός χρόνος και η διάσωση της ζωής του εμβρύου μπορεί να μην είναι εφικτή. Εάν, τελικά το έμβρυο επιβιώσει, θα



Εικόνα 6.12 Υμενώδης πρόσφυση του ομφάλιου λώρου.

πρέπει μετά τη γέννησή του να ελεγχθεί το επίπεδο της αιμοσφαιρίνης και εξεταστεί το ενδεχόμενο μεταάγγισης.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Η ανάπτυξη του πλακούντα συντελείται μέσω περίπλοκων διαδικασιών στις οποίες συμμετέχουν ένζυμα, ορμόνες και αυξητικοί παράγοντες που αναδιαμορφώνουν τον μητρικό ιστό και επιπλέον οικοδομούν νέους ιστούς οι οποίοι εξυπηρετούν αποκλειστικά τη βιωσιμότητα του εμβρύου. Ο πλακούντας λειτουργεί ως σύστημα υποστήριξης της ζωής για το αναπτυσσόμενο έμβρυο μέχρι τον τοκετό.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Barbour L A, McCurdy C E, Hernandez T L et al 2007 Cellular mechanisms for insulin resistance in normal pregnancy and gestational diabetes. *Diabetes Care* 30(Suppl 2): 112–19
- Burton G J, Woods A W, Jauniaux E et al 2009 Rheological and physiological consequences of conversion of maternal spiral arteries for uteroplacental blood flow during human pregnancy. *Placenta* 30(6):473–82
- Burton G J, Watson A L, Hempstock J et al

2002 Uterine glands provide histiotrophic nutrition for the human fetus during the first trimester of pregnancy. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* 87(6):2954–9

De Coppi P, Bartsch G Jr, Siddiqui M M et al 2007 Isolation of amniotic stem cell lines with potential for therapy. *Nature Biotechnology* 25(1):100–5

Kay H H, Nelson D M, Wang Y 2011 *The placenta: from development to disease*. Blackwell, Oxford

Rampersad R, Cerva-Zivkovic M, Nelson D M 2011 Development and anatomy of the human placenta. In: Kay H H, Nelson DM, Wang Y (eds) *The placenta: from development to disease*. Blackwell, Oxford

Tortora G J, Derrickson B 2011 *Principles of anatomy and physiology: maintenance and continuity of the human body*, 13th edn. John Wiley & Sons, Hoboken, NJ

## ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΜΕΛΕΤΗ

Coad J, with Dunstall M 2011 *Anatomy and physiology for midwives*, 3rd edn. Churchill Livingstone/Elsevier, London

Το Κεφάλαιο 8 αυτού του περιεκτικού κειμένου παρέχει μια λεπτομερή περιγραφή του πλακούντα.

Kay H H, Nelson D M, Wang Y 2011 *The placenta: from development to disease*. Blackwell, Oxford

Τα Κεφάλαια 3 και 4 παρέχουν λεπτομέρειες σχετικά με την ανάπτυξη του πλακούντα για τους φοιτητές που επιθυμούν να εμβαθύνουν περισσότερο.

Oats J K, Abraham S (2010) *Llewellyn-Jones fundamentals of obstetrics and gynaecology*, 9th edn. Mosby/Elsevier, London

Αυτό το βιβλίο περιέχει μια ενότητα για τον

πλακούντα (Κεφάλαιο 3) που μπορεί να θεωρηθεί χρήσιμη από τον αναγνώστη.

Stables D, Rankin J (2010) *Physiology in childbearing with anatomy and related biosciences*, 3rd edn. Elsevier, Edinburgh

Η ενότητα 2Α του Κεφαλαίου 12 αφορά τον πλακούντα, τους εμβρυϊκούς υμένες και το αμνιακό υγρό.

## Έμβρυο

Jenny Bailey

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

<b>Χρονοδιάγραμμα της ανάπτυξης</b>	<b>121</b>
<b>Εμβρυϊκή ανάπτυξη και ωρίμανση</b>	<b>121</b>
Καρδιαγγειακό σύστημα	122
Αναπνευστικό σύστημα	124
Ουρογεννητικό σύστημα	125
Ενδοκρινικό σύστημα	125
Πεπτικό σύστημα	125
Νευρικό σύστημα	126
Καλυπτήριο, σκελετικό και μυϊκό σύστημα	126
<b>Εμβρυϊκή κυκλοφορία</b>	<b>126</b>
<b>Προσαρμογή στην εξωμήτρια ζωή</b>	<b>128</b>
<b>Εμβρυϊκό κρανίο</b>	<b>128</b>
Υποδιαίρεσεις του εμβρυϊκού κρανίου	128
Διάμετροι του εμβρυϊκού κρανίου	131
Moulding	131
<b>Συμπέρασμα</b>	<b>134</b>
<b>Βιβλιογραφικές αναφορές</b>	<b>134</b>
<b>Περαιτέρω μελέτη</b>	<b>134</b>

Το παρόν κεφάλαιο παρέχει μια προσέγγιση από σύστημα σε σύστημα ώστε ο αναγνώστης να αντιληφθεί τις πολυπλοκότητες που περιβάλλουν την πρώιμη και όψιμη εμβρυϊκή ανάπτυξη και τις επακόλουθες μεταβολές που συντελούνται κατά τη στιγμή της γέννησης. Επιπλέον, συζητείται το εμβρυϊκό κρανίο και η σημασία της επίδρασης των διαμέτρων του, κατά την όψιμη κύηση και τον τοκετό, στη βέλτιστη έκβαση της κύησης. Η κατανόηση της λεπτομέρειας είναι σημαντική για τη μαία κατά τη πληροφόρηση των γονέων σχετικά με τις επιπτώσεις του τρόπου διαβίωσης της μητέρας, όπως π.χ. διατροφή, κάπνισμα, κατανάλωση αλκοόλ, χρήση εξαρτησιογόνων ουσιών και άσκηση, στην εμβρυϊκή διάπλαση και ανάπτυξη (βλέπε Κεφάλαιο 8) και όταν ένα νεογνό γεννιέται πρόωρο (βλέπε Κεφάλαιο 30).

## ΟΙ ΣΤΟΧΟΙ ΤΟΥ ΠΑΡΟΝΤΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ ΕΙΝΑΙ ΝΑ:

- περιγράψει την πρώιμη και όψιμη εμβρυϊκή ανάπτυξη
- αναλύσει την εμβρυϊκή κυκλοφορία και τις μεταβολές που συντελούνται κατά τη γέννηση
- αναλύσει τη σημασία του εμβρυϊκού κρανίου και των διαμέτρων του ως παραγόντων καθορισμού της επιτυχούς έκβασης μιας κύησης.

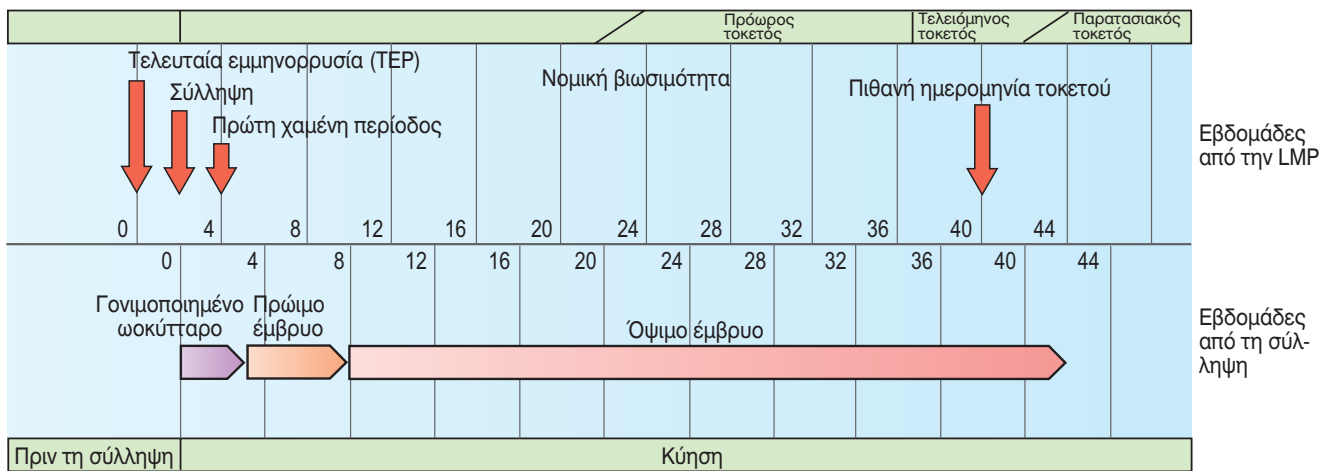
## ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΤΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

Η πρώιμη εμβρυϊκή ανάπτυξη είναι μια σύνθετη διαδικασία που συντελείται μεταξύ 2ης και 8ης εβδομάδας κύησης και περιλαμβάνει την ανάπτυξη του ζυγωτού κατά τις πρώτες 2-3 εβδομάδες μετά τη γονιμοποίηση. Η όψιμη εμβρυϊκή ανάπτυξη συντελείται από την 8η εβδομάδα μέχρι τη γέννηση. Το διάστημα από την έναρξη της τελευταίας εμμηνορρυσίας (last menstrual period, LMP) μέχρι τη γονιμοποίηση δεν αποτελεί μέρος της κύησης, όμως αυτό το διάστημα είναι σημαντικό για τον υπολογισμό της πιθανής ημερομηνίας τοκετού. Η Εικόνα 7.1 αντιπαραβάλλει τις χρονικές διάρκειες αυτών των προγεννητικών γεγονότων.

Στο Πλαίσιο 7.1 παρατίθεται μια σύνοψη της πρώιμης και όψιμης εμβρυϊκής ανάπτυξης ανά περιόδους των τεσσάρων εβδομάδων. Το Πλαίσιο αυτό πρέπει να χρησιμοποιηθεί ως συμπλήρωμα του ακόλουθου κειμένου.

## ΕΜΒΡΥΪΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΩΡΙΜΑΝΣΗ

Η εμβρυϊκή ανάπτυξη επιταχύνεται από την 9η εβδομάδα κύησης. Οι ιστοί αναπτύσσονται μέσω κυτταρικής υπερπλασίας και υπερτροφίας. Η επαρκής προσφορά θρεπτικών συστατικών και οξυγόνου από τον πλακούντα στο έμβρυο είναι ζωτικής σημασίας για την ανάπτυξη. Στις



Εικόνα 7.1 Χρονοδιάγραμμα των προγεννητικών γεγονότων.

αναπτυγμένες χώρες, το μέσο βάρος γέννησης είναι περίπου 3400 g, το 50% του οποίου αποκτάται έως την 30η εβδομάδα κύησης. Μεταξύ 32ης και 40ης εβδομάδας το βάρος του εμβρύου αυξάνεται περίπου κατά 25 g/ημέρα. Στην Εικόνα 7.2 παρατίθεται μια οπτική αναπαράσταση της ανάπτυξης αναφορικά με το ανάστημα.

Αφού η εμβρυϊκή ανάπτυξη αποτελεί δείκτη της εμβρυϊκής υγείας και ευεξίας, η παρακολούθηση της ανάπτυξης είναι ζωτικής σημασίας. Αυτή διεξάγεται μέσω επισκόπησης της μήτρας για έλεγχο του μεγέθους της, μετρήσεων του ύψους του πυθμένα της μήτρας και υπερηχογραφίας.

### Καρδιαγγειακό σύστημα

Η πρώιμη ανάπτυξη του καρδιαγγειακού συστήματος κατά την 3η εβδομάδα κύησης συμπίπτει με την απουσία λεκιθικού ασκού και την επείγουσα ανάγκη του αναπτυσσόμενου εμβρύου για πρόσληψη οξυγόνου και θρεπτικών συστατικών από το μητρικό αίμα διαμέσου του πλακούντα.

Το καρδιαγγειακό σύστημα είναι το πρώτο οργανικό σύστημα που καθίσταται λειτουργικό στο έμβρυο. Η διάπλαση της καρδιάς και του αγγειακού συστήματος ξεκινά την 3η εβδομάδα, και την 4η εβδομάδα η αρχέγονη καρδιά είναι πλέον ορατή και έχει αρχίσει να λειτουργεί. Συγκεκριμένα αρχίζει να πάλλεται περί την 22η μέρα (Schoenwolf et al 2009). Ο αγγειακός ενδοθηλιακός αυξητικός παράγοντας είναι μια πρωτεΐνη που επάγει την αγγειοπλασία και την επακόλουθη αγγειογένεση. Αρχικά, σχηματίζεται στο έμβρυο ένα αγγειακό πλέγμα, που στη συνέχεια αναδιαμορφώνεται σε ένα σύστημα αρτηριών και φλεβών που θα εξυπηρετήσουν το αναπτυσσόμενο έμβρυο.

Η καρδιά προέρχεται από ένα ζεύγος ενδοθηλιακών ταινιών του καρδιογόνου μεσοδέρματος, οι οποίες μετασχηματίζονται σε δυο καρδιακούς σωλήνες που στη συνέχεια συνενώνονται στη σωληνοειδούς σχήματος καρδιά. Η διάπλαση συνεχίζεται με την αναδιαμόρφωση και τη διαφοροποίηση ενώ η καρδιά συνεχίζει να πάλλεται. Η

κυκλοφορία του αίματος στα αγγεία ξεκινά την 4η εβδομάδα, χρονική στιγμή κατά την οποία έχουν διαμορφωθεί τρία κύρια αγγειακά συστήματα.

### Αρτηρίες

Οι αρτηρίες της αρχέγονης ομφαλομεσεντερικής κυκλοφορίας συνδέουν την αορτή με τον λεκιθικό ασκό που με τη σειρά του αιματώνει το έντερο και άλλες αρτηρίες του λαιμού και του θώρακα. Στο μέσον της κύησης, οι αρτηρίες αυτές αναδιαμορφώνονται για να σχηματιστούν τρεις κύριες αρτηρίες που αιματώνουν την πεπτική οδό.

Δύο ομφαλικές αρτηρίες μεταφέρουν αποξυγονωμένο αίμα στον πλακούντα.

### Φλέβες

Το έμβρυο διαθέτει τρία κύρια φλεβικά συστήματα που εκβάλλουν στη σωληνοειδούς σχήματος καρδιά: τις ομφαλομεσεντέριες φλέβες, τις ομφαλικές φλέβες και τις κύριες φλέβες Schoenwolf et al 2009).

Οι ομφαλομεσεντέριες φλέβες παροχετεύουν το πτωχό σε οξυγόνο αίμα από το έντερο και τον λεκιθικό ασκό. Οι ηπατικές φλέβες και η πυλαία φλέβα αναπτύσσονται από τις ομφαλομεσεντέριες φλέβες και τα δίκτυά τους. Από αυτές τις φλέβες αναπτύσσεται επίσης μια προσωρινή παράκαμψη, ο φλεβώδης πόρος.

Οι ομφαλικές φλέβες σχηματίζονται εντός του μίσχου της αλλαντοΐδας. Η δεξιά ομφαλική φλέβα αναστομώνεται με τον φλεβώδη κόλπο εκτρέποντας το οξυγονωμένο πλακουντιακό αίμα προς την κάτω κοίλη φλέβα αφήνοντας την αριστερή ομφαλική φλέβα να εξακολουθεί να μεταφέρει οξυγονωμένο αίμα από τον πλακούντα στο έμβρυο. Μεταξύ 5ης και 6ης εβδομάδας κύησης σχηματίζεται το ωοειδές τρήμα. Από εδώ και πέρα, παρατηρείται εκτροπή του πλούσιου σε οξυγόνο αίματος από τον δεξιό κόλπο προς τον αριστερό, παρακάμπτοντας τη δεξιά κοιλία και

## Πλαίσιο 7.1 Σύνοψη της πρώιμης και όψιμης εμβρυϊκής ανάπτυξης

Πρώιμο έμβρυο

**0-4 εβδομάδων**

- Εμφυτεύεται η βλαστοκύστη
- Εμφανίζεται η αρχική ταινία
- Μετασχηματισμός του δίστιβου δίσκου σε τρίστιβο
- Σχηματίζονται μερικά οργανικά συστήματα σε αρχική μορφή
- Σχηματίζεται το αρχέγονο νευρικό σύστημα (νευριδίωση)
- Σχηματίζεται η αρχέγονη καρδιά και αρχίζει να πάλλεται
- Σχηματίζεται μια στιβάδα δέρματος
- Σχηματίζονται τα βλαστήματα των άκρων
  - Σχηματίζονται τα οπτικά κυστίδια
  - Καθορίζεται το φύλο

**4-8 εβδομάδων**

- Πολύ ταχεία κυτταρική διαίρεση
- Σχηματίζονται περισσότερα οργανικά συστήματα σε αρχική μορφή και συνεχίζουν να αναπτύσσονται
- Αρχίζει η διάπλαση των νωτιαίων νεύρων
- Κυκλοφορεί αίμα εντός των αγγείων
- Αρχίζει η διάπλαση του κατώτερου αναπνευστικού συστήματος
- Αρχίζει η διάπλαση των νεφρών
- Αρχίζει η οστέωση του σκελετού
- Αναπτύσσονται τα χαρακτηριστικά του προσώπου και της κεφαλής
- Εκδηλώνονται οι πρώτες κινήσεις
- Το έμβρυο καθίσταται ορατό μέσω υπερηχογραφήματος κατά την 6η εβδομάδα

Όψιμο έμβρυο

**8-12 εβδομάδων**

- Ταχεία αύξηση βάρους
- Τα βλέφαρα έρχονται σε επαφή και συντήκονται
- Αποβάλλονται ούρα
- Ξεκινά η κατάποση
- Αρχίζουν να διαφοροποιούνται τα χαρακτηριστικά των εξωτερικών γεννητικών οργάνων
- Αναπτύσσονται τα νύχια των χεριών
- Εκδηλώνονται μερικά αρχέγονα αντανακλαστικά

**12-16 εβδομάδων**

- Ταχεία σκελετική ανάπτυξη - ορατή σε ακτινογραφία
- Εμφανίζεται χνούδι
- Εμφανίζεται μηκύνιο εντός του εντέρου
- Το ρινικό διάφραγμα και η υπερώα συντήκονται

- Τα χαρακτηριστικά των εξωτερικών γεννητικών οργάνων διαφοροποιούνται πλήρως σε άρρενος ή θήλεος μέχρι τη 12η εβδομάδα
- Καθίσταται δυνατή η εκμύζηση του αντίχειρα

**16-20 εβδομάδων**

- Σταθερή αύξησης βάρους
- Η μητέρα αντιλαμβάνεται για πρώτη φορά τις κινήσεις (σκιρτήματα) του εμβρύου
- Η εμβρυϊκή καρδιά καθίσταται ακουστή στην ακρόαση
- Εμφανίζεται το τυρώδες σμήγμα
- Αρχίζει η ανανέωση των κυττάρων του δέρματος
- Σχηματίζεται φαιός λιπώδης ιστός (BAT)

**20-24 εβδομάδων**

- Τα περισσότερα όργανα λειτουργούν ικανοποιητικά
- Ολοκληρώνεται η διάπλαση των οφθαλμών
- Περίοδοι ύπνου και δραστηριότητας
- Αναπτύσσονται τα ώτα
- Ανταποκρίνεται στους ήχους
- Το δέρμα είναι ερυθρό και ρυτιδωμένο
- Εκκρίνεται επιφανειοδραστικός παράγοντας από τους πνεύμονες κατά την 20η εβδομάδα

**24-28 εβδομάδων**

- Νομικά και ιατρικά βιώσιμο (εφόσον γεννηθεί)
- Τα βλέφαρα ανοίγουν
- Αναπνευστικές κινήσεις

**28-32 εβδομάδων**

- Αρχίζει να αποθηκεύει λίπος και σίδηρο
- Οι όρχεις κατέρχονται εντός του οσχέου
- Το χνούδι εξαφανίζεται από το πρόσωπο
- Το δέρμα καθίσταται ροδαλό και οι ρυτίδες του αραιώνουν

**32-36 εβδομάδων**

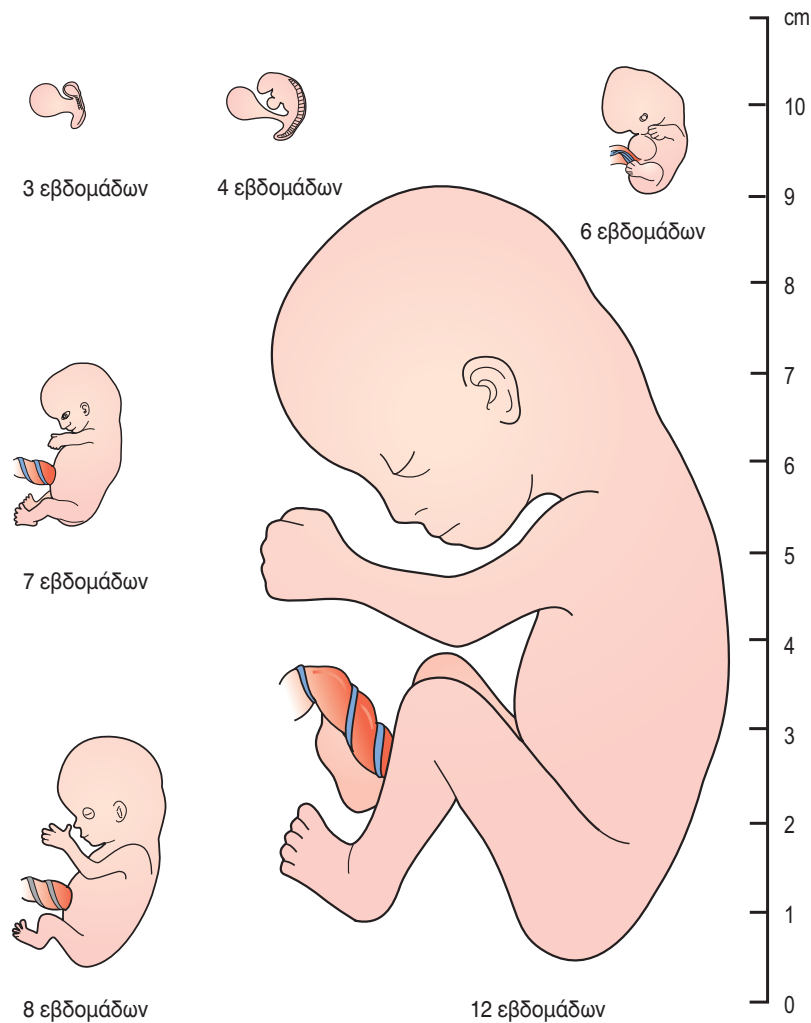
- Αύξηση βάρους κατά 25 g/ημέρα
- Το αυξημένο λίπος προσδίδει στο σώμα πιο σφαιρικό σχήμα
- Το χνούδι εξαφανίζεται από το σώμα
- Οι τρίχες της εμβρυϊκής κεφαλής μακραίνουν
- Τα νύχια καλύπτουν τα ακροδάχτυλα χεριών και ποδιών
- Οι χόνδροι των πτερυγίων αποκτούν μαλακή σύσταση
- Ορατές παλαμιαίες πτυχές

**36 εβδομάδων έως τον τοκετό**

- Αναμένεται τοκετός
- Σώμα στρογγυλεμένο και παχουλό
- Σχηματισμένο κρανίο αλλά εύκαμπτο και ευένδοτο

το αναπνευστικό σύστημα. Με τον τρόπο αυτό, το πλούσιο σε οξυγόνο αίμα εξωθείται απευθείας προς τον εγκέφαλο και το άνω μέρος του σώματος.

Οι κύριες φλέβες παροχετεύουν το αίμα της κεφαλής, του λαιμού και του σωματικού τοιχώματος προς την καρδιά. Η ανάπτυξη με την πάροδο του χρόνου διασφαλίζει ότι



Εικόνα 7.2 Μεγέθη του πρώιμου και όψιμου εμβρύου μεταξύ 3ης και 12ης εβδομάδας κύησης.

τα τρία συστήματα μετασχηματίζονται προς την ενήλικη μορφή διατηρώντας παράλληλα κάποιες προσωρινές δομές στο έμβryo οι οποίες υποστρέφουν κατά τη γέννηση ή λίγο αργότερα.

Ο σχηματισμός ερυθροκυττάρων λαμβάνει χώρα σε τρεις φάσεις:

- την περίοδο του *λεκιθικού ασκού*, μεταξύ 3ης και 13ης εβδομάδας
- την *ηπατική περίοδο*, μεταξύ 5ης και 36ης εβδομάδας (Stables and Rankin 2010), και
- την περίοδο του *μυελού των οστών*, από τη 10η εβδομάδα και καθόλη τη διάρκεια της ζωής (Schoenwolf et al 2009).

Τα ερυθροκύτταρα (ερυθρά αιμοσφαίρια) περιέχουν εμβρυϊκή αιμοσφαιρίνη και παράγονται από αιματικά νησίδια του εξωεμβρυϊκού μεσοδέρματος που επενδύει τον λεκιθικό ασκό και το ήπαρ. Η εμβρυϊκή αιμοσφαιρίνη (fetal haemoglobin, HbF) έχει μεγαλύτερη χημική συγγένεια για το οξυγόνο και απαντά σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις (18-20 g/dL στο τέλος της κύησης) στο αίμα από ότι

η αιμοσφαιρίνη των ενηλίκων (adult haemoglobin, HbA) ενισχύοντας έτσι τη μεταφορά οξυγόνου διαμέσου του πλακούντα. Η διάρκεια ζωής των ερυθροκυττάρων είναι 90 μέρες, δηλαδή βραχύτερη από εκείνη των ερυθροκυττάρων των ενηλίκων, η οποία είναι περίπου 120 μέρες. Η βραχεία διάρκεια ζωής των εμβρυϊκών ερυθροκυττάρων συμβάλλει στον φυσιολογικό ίκτερο των νεογνών (βλέπε Κεφάλαιο 33). Γονίδια που μεταβιβάζονται και από τους δυο γονείς καθορίζουν την ομάδα αίματος και τον παράγοντα Rhesus του εμβρύου.

### Αναπνευστικό σύστημα

Η διάπλαση του αναπνευστικού συστήματος ξεκινά την 3η εβδομάδα. Η κατώτερη αναπνευστική οδός και οι πνεύμονες αναπτύσσονται ταυτόχρονα. Οι πνεύμονες προέρχονται από ένα «πνευμονικό βλάστημα» που προσεκβάλλει προς τα έξω από το πρόσθιο έντερο και διαιρείται ξανά και ξανά για να σχηματιστεί η διακλαδισμένη δομή του βρογχικού δέντρου. Κατά την 36η εβδομάδα κύησης, τα αναπνευστικά βρογχιόλια διαθέτουν τριχοειδικό δίκτυο και

εκβάλλουν στους τελικούς αεροχώρους (κυψελίδες). Η διάπλαση των πνευμόνων λαμβάνει χώρα σε αρκετά επίπεδα και συνεχίζει μετά τη γέννηση μέχρι την ηλικία των 8 ετών περίπου, οπότε ολοκληρώνεται ο σχηματισμός όλων των βρογχιολίων και κυψελίδων. Η διάπλαση των κυψελιδικών κυττάρων τύπου II ξεκινά περίπου την 20η εβδομάδα της εμβρυϊκής ζωής. Τα κύτταρα αυτά είναι απαραίτητα για την παραγωγή επιφανειοδραστικού παράγοντα, μιας λιποπρωτεΐνης που ελαττώνει την επιφανειακή τάση των κυψελίδων και συμβάλλει στην ανταλλαγή αερίων. Η ποσότητα του επιφανειοδραστικού παράγοντα αυξάνεται κατά το διάστημα ωρίμανσης των κυψελίδων, δηλαδή μεταξύ 36ης εβδομάδας και γέννησης.

Από τη 12η εβδομάδα της εμβρυϊκής ζωής παρατηρείται κάποιου βαθμού κινητικότητα του θώρακα και από την 24η εβδομάδα παρατηρούνται σαφέστερες διαφραγματικές κινήσεις. Αυτές δεν συνιστούν αναπνοή διότι η ανταλλαγή αερίων συντελείται διαμέσου του πλακούντα.

Στο τέλος της κύησης, η πνεύμονες περιέχουν περίπου 100 mL εκκρίσεων. Το ένα τρίτο αυτών αποβάλλεται κατά τη γέννηση και το υπόλοιπο απορροφάται και μεταφέρεται μέσω των αιμοφόρων αγγείων και λεμφαγγείων ώστε να αντικατασταθεί από αέρα.

Τα νεογνά που γεννιούνται πριν την 24η εβδομάδα κύησης έχουν μειωμένη πιθανότητα επιβίωσης λόγω ανωριμότητας του τριχοειδικού συστήματος των πνευμόνων και έλλειψης επιφανειοδραστικού παράγοντα (βλέπε Κεφάλαιο 33).

## Ουρογεννητικό σύστημα

Το ουρογεννητικό σύστημα διαιρείται λειτουργικά στο ουροποιητικό σύστημα και στο γεννητικό/αναπαραγωγικό σύστημα. Και τα δυο συστήματα προέρχονται από το διάμεσο μεσόδερμα. Τα νεφρά αρχίζουν να αναπτύσσονται (διαπλάσσονται) την 4η εβδομάδα της εμβρυϊκής ζωής και παράγουν μικρές ποσότητες ούρων μεταξύ 6ης και 10ης εβδομάδας. Καθίστανται πιο λειτουργικά περί τη 15η εβδομάδα οπότε παράγονται περισσότερα ούρα. Τα ούρα δεν αποτελούν οδό απέκκρισης καθώς η αποβολή των παραπροϊόντων του μεταβολισμού συντελείται μέσω του πλακούντα. Τα ούρα σχηματίζουν μεγάλο μέρος του αμνιακού υγρού και η παραγωγή τους αυξάνεται όσο το έμβρυο ωριμάζει.

Οι άνω κυστικές αρτηρίες εκφύονται από τα πρώτα λίγα εκατοστόμετρα των υπογάστριων αρτηριών που μεταπίπτουν σε ομφαλικές αρτηρίες. Μονήρης ομφαλική αρτηρία κατά τον τοκετό είναι ενδεικτική νεφρικής δυσπλασίας (βλέπε Κεφάλαιο 32).

Το φύλο του εμβρύου καθορίζεται κατά τη γονιμοποίηση: κληροδοτούνται είτε δυο Χ χρωμοσώματα (στο θήλυ) ή ένα Χ και ένα Υ χρωμόσωμα (στο άρρεν). Η διάπλαση των γονάδων ξεκινά την 5η εμβρυϊκή εβδομάδα από το διάμεσο μεσόδερμα. Και στα δυο φύλα, η διάπλαση των γονάδων είναι παρόμοια και αναφέρεται ως αδιαφοροποιητό στάδιο της ανάπτυξης του φύλου. Το γονίδιο ρύθμισης του

φύλου στο χρωμόσωμα Υ (sex regulatory gene, SRY) είναι υπεύθυνο για την εξέλιξη της γονάδας σε όρχι (Schoenwolf et al 2009). Η διαφοροποίηση ξεκινά την 7η εβδομάδα, αλλά η διάπλαση των γυναικείων γονάδων συντελείται βραδέως υπό την επίδραση προ-ωοθηκικών γονιδίων και οι ωοθήκες μπορεί να μην είναι αναγνωρίσιμες μέχρι τη 10η εβδομάδα. Η διάπλαση των εξωτερικών γεννητικών οργάνων και στα δυο φύλα ξεκινά την 9η εβδομάδα, αλλά η διάκριση μεταξύ άρρενος και θήλεος δεν είναι εφικτή μέχρι τη 12η περίπου εβδομάδα.

## Ενδοκρινικό σύστημα

Τα επινεφρίδια προέρχονται από το μεσόδερμα και τα κύτταρα της νευρικής ακρολοφίας, και η ανάπτυξή τους ξεκινά την 6η εβδομάδα της εμβρυϊκής ζωής, φτάνοντας σε μέγεθος 10-20 φορές μεγαλύτερο των επινεφριδίων της ενήλικης ζωής. Το μέγεθός τους υποστρέφει κατά το πρώτο έτος ζωής. Παράγουν τις πρόδρομες ουσίες για τον πλακουντιακό σχηματισμό οιστρίδης και επηρεάζουν την ωρίμανση των πνευμόνων, του ήπατος και του επιθηλίου της πεπτικής οδού. Θεωρείται επίσης ότι τα επινεφρίδια διαδραματίζουν κάποιον ρόλο στην έναρξη του τοκετού, αλλά ο ακριβής μηχανισμός δεν έχει αποσαφηνιστεί πλήρως (Johnson and Everitt 2000).

Η υπόφυση αρχίζει να αναπτύσσεται και να λαμβάνει το χαρακτηριστικό της σχήμα μεταξύ 9ης και 17ης εβδομάδας. Η εμβρυϊκή υπόφυση παράγει γοναδοτροπίνες, δηλαδή ωχρινοτρόπο ορμόνη (LH) και ωοθυλακιοτρόπο ορμόνη (FSH) από τη 13η-14η εβδομάδα, και ανθρώπινη αυξητική ορμόνη (hGH) από τη 19η-20η εβδομάδα.

## Πεπτικό σύστημα

Το αρχέγονο έντερο προέρχεται από την ενδοδερμική στιβάδα του λεκιθικού ασκού, και η διάπλασή του ξεκινά την 4η εβδομάδα της εμβρυϊκής ζωής. Ξεκινά ως ευθύς σωλήνας και εξελίσσεται σε αρκετά επίπεδα: πρόσθιο έντερο, μέσο έντερο και οπίσθιο έντερο.

Το πρόσθιο έντερο (οισοφάγος, στόμαχος και δωδεκάδακτυλο) καθίσταται ορατό την 5η εβδομάδα. Το ήπαρ, η χοληδόχος κύστη και το πάγκρεας αναπτύσσονται από τον εντερικό σωλήνα περί την 4η έως 5η εβδομάδα της εμβρυϊκής ζωής. Το ήπαρ αναπτύσσεται ταχέως από την 5η εβδομάδα και τη 10η εβδομάδα καταλαμβάνει μεγάλο μέρος του κύτους της κοιλιάς, αντιστοιχώντας στο 10% περίπου του εμβρυϊκού βάρους κατά την 9η εβδομάδα. Τα ηπατικά κύτταρα αρχίζουν να παράγουν χολή τη 12η εβδομάδα, και προς το τέλος της κύησης σχηματίζονται αποθήκες σιδήρου στο ήπαρ.

Το μέσο έντερο (λεπτό έντερο, τυφλό και σκωληκοειδής απόφυση, ανιόν κόλο και εγκάρσιο κόλο) επιτυγχάνει μεγάλο μέρος της ανάπτυξής του την 6η εβδομάδα, ενώ το οπίσθιο έντερο (ορθό και πρωκτικός σωλήνας) ολοκληρώνει την ανάπτυξή του την 7η εβδομάδα της εμβρυϊκής ζωής.

Περί τη 12η εβδομάδα, η πεπτική οδός είναι επαρκώς σχηματισμένη και ο αυλός είναι βατός. Τα περισσότερα γαστρικά υγρά είναι ήδη παρόντα πριν τη γέννηση και επιδρούν στις καταποθείσες ουσίες σχηματίζοντας μηκόνιο. Χολή εισρέει στο δωδεκαδάκτυλο διαμέσου του χοληδόχου πόρου κατά τη 13η εβδομάδα, προσδίδοντας στο εντερικό περιεχόμενο σκούρα πράσινη χροιά. Κανονικά, το μηκόνιο συγκρατείται εντός του εντέρου μέχρι τη γέννηση οπότε αποβάλλεται ως τα πρώτα κόπρανα του νεογνού.

Η έκκριση ινσουλίνης ξεκινά τη 10η εβδομάδα της εμβρυϊκής ζωής και της γλυκαγόνης τη 15η. Τα επίπεδα και των δυο αυξάνονται παράλληλα με την ηλικία του εμβρύου.

### Νευρικό σύστημα

Η διάπλαση του εγκεφάλου ξεκινά περί τη 19η μέρα και είναι ορατές τρεις δομές: ο πρόσθιος εγκέφαλος, ο μέσος εγκέφαλος και ο οπίσθιος εγκέφαλος. Την 5η εβδομάδα συντελείται η διαφοροποίηση δυο καθοριστικών περιοχών και συγκεκριμένα του θαλάμου και του υποθαλάμου.

Ο νευρικός σωλήνας προέρχεται από το εξώδερμα μέσω μιας περίπλοκης διαδικασίας στη διάρκεια της οποίας το εξώδερμα αναδιπλώνεται προς τα έσω. Στη συνέχεια, ο νευρικός σωλήνας καλύπτεται από δέρμα. Ο νευρικός σωλήνας ουσιαστικά συγκλείεται την 26η εβδομάδα. Η διαδικασία αυτή μερικές φορές παραμένει ανολοκλήρωτη, με αποτέλεσμα να προκύπτουν ελλείμματα του νευρικού σωλήνα (βλέπε Κεφάλαιο 32).

Η διάπλαση των αισθητήριων οργάνων, περιλαμβανομένης της μετάδοσης εισερχόμενων αισθητικών πληροφοριών και εξερχόμενων κινητικών οδηγιών προς και από τον εγκέφαλο, συντελείται μέσω μιας περίπλοκης διαδικασίας. Οι οφθαλμοί και τα ότια σχετίζονται με τη διάπλαση της κεφαλής και του λαιμού, η οποία ξεκινά νωρίς και συνεχίζει μέχρι την όψιμη εφηβεία. Αν και η διάπλαση των οφθαλμών ξεκινά περί την 22η μέρα, η φυσιολογική όραση προϋποθέτει την καλή συνεργασία πολλών σύνθετων δομών του οφθαλμού με παρακείμενες δομές. Ο σχηματισμός των οφθαλμών ολοκληρώνεται την 20η εβδομάδα, αλλά τα βλέφαρα συντήκονται περί την 24η εβδομάδα. Οι αναπτυσσόμενοι οφθαλμοί είναι ευαίσθητοι στο φως.

Η διάπλαση του έσω ωτός, που περιέχει τις δομές της ακοής και της ισορροπίας, ξεκινά στην αρχή της πρώιμης εμβρυϊκής περιόδου αλλά ολοκληρώνεται περί την 25η εβδομάδα.

Η κινητικότητα που ελέγχεται από τα βασικά γάγγλια ξεκινά περίπου την 8η εβδομάδα, όμως οι κινήσεις αυτές γίνονται αντιληπτές από τη μητέρα περί τη 16η εβδομάδα και αναφέρονται ως σκιρτήματα (quickening). Καθώς το νευρικό σύστημα ωριμάζει, η εμβρυϊκή συμπεριφορά καθίσταται πιο περίπλοκη και πιο οργανωμένη. Το έμβρυο αναπτύσσει πρότυπα συμπεριφοράς: ύπνος χωρίς κινήσεις οφθαλμών ή σώματος, ύπνος με περιοδικές κινήσεις οφθαλμών και σώματος (γνωστός ως ύπνος REM), εγρήγορση με μικρές κινήσεις οφθαλμών και σώματος, ενεργός φάση με έντονες κινήσεις οφθαλμών και σώματος.

### Καλυπτήριο, σκελετικό και μυϊκό σύστημα

Η επιδερμίδα προέρχεται από μια μονήρη στιβάδα εξωδερματος στην οποία επιπροστίθενται άλλες στιβάδες. Προς το τέλος της 4ης εβδομάδας, το έμβρυο καλύπτεται από μια λεπτή εξωτερική στιβάδα αποπλατυσμένων κυττάρων. Η διάπλαση συνεχίζει μέχρι την 24η εβδομάδα. Η διάπλαση του φαιού λιπώδους ιστού (brown adipose tissue, BAT) ξεκινά τη 18η εβδομάδα. Ο ιστός αυτός διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη θερμορρύθμιση μετά τον τοκετό. Από τη 18η εβδομάδα το έμβρυο καλύπτεται με λευκή κρεμώδη ουσία που ονομάζεται τυρώδες σμήγμα που προστατεύει το δέρμα από το αμνιακό υγρό και την τριβή. Η διάπλαση των τριχών ξεκινά μεταξύ 9ης και 12ης εβδομάδας. Κατά την 20η εβδομάδα το έμβρυο έχει καλυφθεί από λεπτές τρίχες που ονομάζονται χνούδι. Ταυτόχρονα αρχίζουν να αναπτύσσονται οι τρίχες της κεφαλής και των φρυδιών. Το χνούδι αρχίζει να αποπίπτει την 36η εβδομάδα και στο τέλος της κύησης έχει απομείνει λίγο. Τα νύχια των χεριών αρχίζουν να αναπτύσσονται περί τη 10η εβδομάδα αλλά των ποδιών σχηματίζονται περί τη 18η. Στο τέλος της κύησης, τα νύχια εκτείνονται συνήθως πέρα από τα ακροδάχτυλα για αυτό δεν είναι ασύνηθες να παρατηρούνται εκδορές στο πρόσωπο του νεογνού.

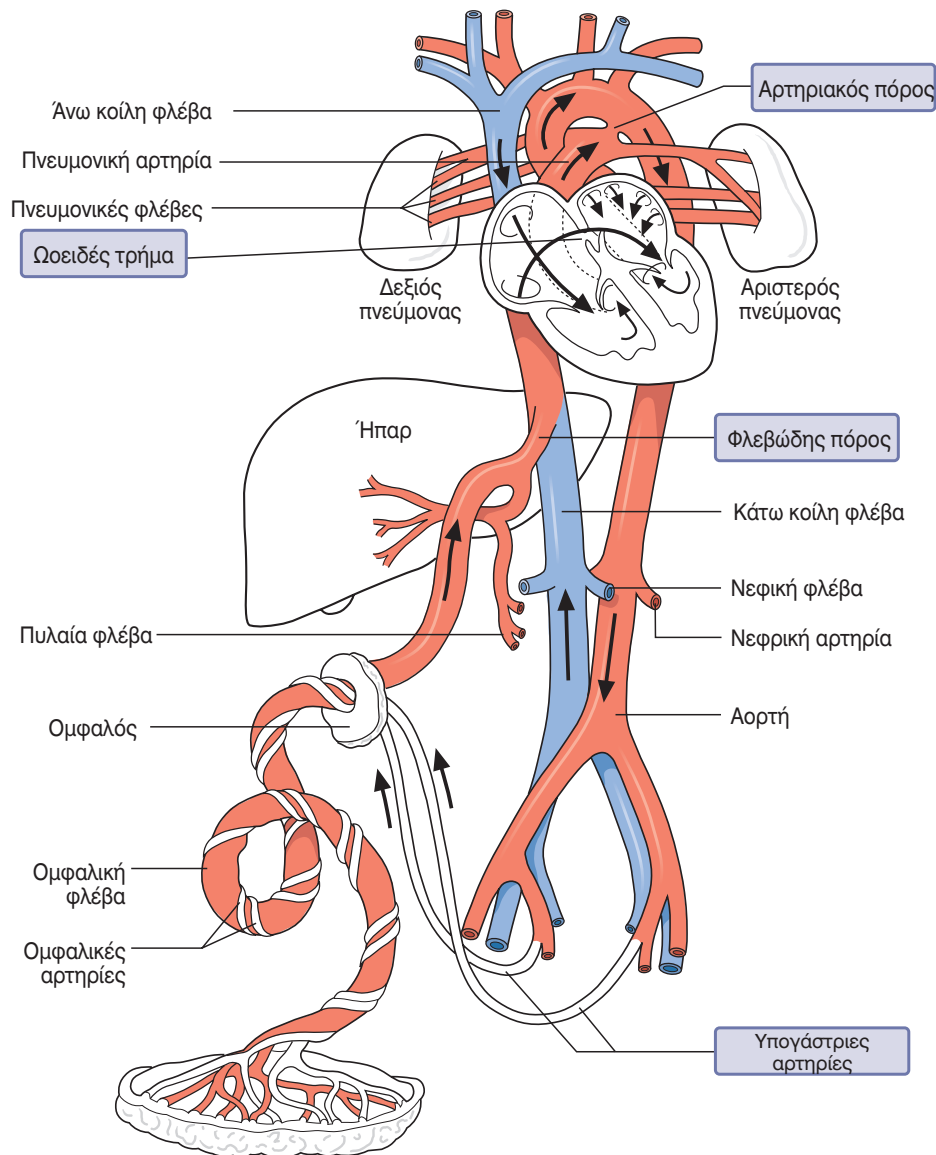
Οι περισσότεροι σκελετικοί ιστοί προέρχονται από το μεσόδερμα και τα κύτταρα της νευρικής ακρολοφίας αλλά οι σκελετικοί ιστοί διαφόρων περιοχών του σώματος παρουσιάζουν ετερογένεια ως προς τη μορφολογία και την ιστική αρχιτεκτονική. Η διάπλαση του κρανίου ξεκινά την 4η εβδομάδα από το μεσέγγυμα που περιβάλλει τον αναπτυσσόμενο εγκέφαλο.

Το κρανίο υποδιαιρείται σε δυο μοίρες: το νευροκρανίο που σχηματίζει τα οστά του εγκεφαλικού κρανίου, και το σπλαγχνοκρανίο που σχηματίζει τα οστά του προσωπικού κρανίου (Tortora and Derrickson 2011). Το νευροκρανίο σχηματίζει τα πλατιά οστά της οροφής και των πλαγιών επιφανειών του εγκεφαλικού κρανίου. Η οστέωση εδώ είναι ενδομεμβρανώδης και τα μεμβρανώδη διαστήματα (χάσματα) μεταξύ των αποπλατυσμένων οστών είναι γνωστά ως ραφές και πηγές. Οι λειτουργίες αυτών θα συζητηθούν στη συνέχεια του κεφαλαίου.

## ΕΜΒΡΥΪΚΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ

Ο πλακούντας αποτελεί την πηγή οξυγόνου και θρεπτικών συστατικών και την οδό αποβολής των παραπροϊόντων του μεταβολισμού του εμβρύου. Εκτός του πλακούντα και του ομφάλιου λώρου υπάρχουν και άλλες προσωρινές δομές που συνεισφέρουν στην εμβρυϊκή κυκλοφορία (Εικόνα 7.3). Αυτές περιλαμβάνουν:

- Τον *φλεβώδη πόρο* που συνδέει την ομφαλική φλεβα με την κάτω κοίλη φλέβα.
- Το *ωοειδές τρήμα* που είναι μια οπή ανάμεσα στον δεξιό και τον αριστερό κόλπο.



**Εικόνα 7.3** Σχηματική απεικόνιση της εμβρυϊκής κυκλοφορίας. Τα βέλη υποδεικνύουν την πορεία του αίματος. Οι προσωρινές δομές παρατίθενται εντός πλαισίων.

- Τον *αρτηριακό πόρο* που εκτείνεται από τον διχασμό της πνευμονικής αρτηρίας προς την κατιούσα αορτή.
- Τις *υπογαστρικές αρτηρίες* που εκφύονται από τις έσω λαγόνιες αρτηρίες και εισερχόμενες στον ομφάλιο λώρο μεταπίπτουν στις ομφαλικές αρτηρίες.

Η εμβρυϊκή κυκλοφορία ακολουθεί την εξής πορεία:

Οξυγονωμένο αίμα από τον πλακούντα μεταφέρεται στο έμβρυο μέσω της ομφαλικής φλέβας. Η ομφαλική φλέβα διαχωρίζεται σε δυο κλάδους – έναν που διοχετεύει αίμα στην πυλαία φλέβα του ήπατος και έναν που αναστομώνεται με τον φλεβώδη πόρο και εκβάλλει στην κάτω κοίλη φλέβα. Το μεγαλύτερο μέρος του οξυγονωμένου αίματος που εισρέει στον δεξιό κόλπο φέρεται στον αριστερό κόλπο διαμέσου του ωοειδούς τρήματος και αναμιγνύεται με μια πολύ μικρή ποσότητα αίματος που επιστρέφει

από τους πνεύμονες. Διαμέσου της μιτροειδούς βαλβίδας, το αίμα ρέει από τον αριστερό κόλπο στην αριστερή κοιλία και κατόπιν στην αορτή. Η καρδιά, η κεφαλή και τα άνω άκρα λαμβάνουν το 50% περίπου αυτού του αίματος μέσω των στεφανιαίων, καρωτίδων και υποκλείδιων αρτηριών, αντίστοιχα. Το υπόλοιπο αίμα ρέει προς τα κάτω εντός της κατιούσας αορτής αναμιγνυόμενο με αποξυγονωμένο αίμα που εξωθείται από τη δεξιά κοιλία διαμέσου του αρτηριακού πόρου.

Το αποξυγονωμένο αίμα συλλέγεται από την καρδιά και το άνω μέρος του σώματος και επιστρέφει στον δεξιό κόλπο μέσω της άνω κοίλης φλέβας. Το αίμα που εισέρχεται στον δεξιό κόλπο μέσω της άνω κοίλης φλέβας κατευθύνεται προς το ωοειδές τρήμα διότι εισρέει υπό διαφορετική γωνία συγκριτικά με το αίμα που εισέρχεται μέσω της

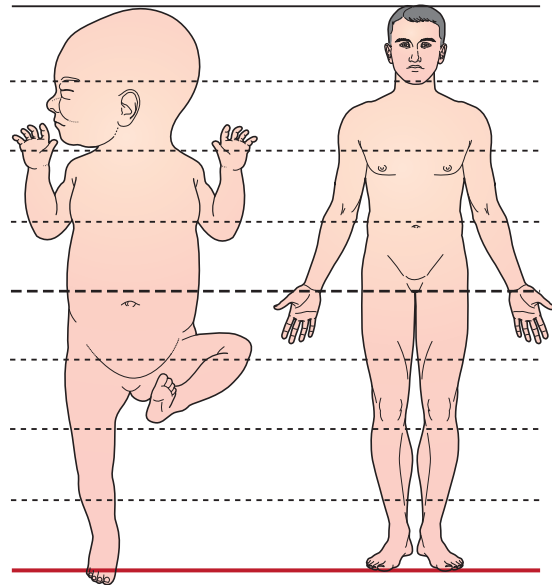
κάτω κοίλης φλέβας. Έτσι, υπάρχουν δυο διακριτές αιματικές ροές που καταλήγουν εντός του δεξιού κόλπου. Το μεγαλύτερο μέρος του λιγότερο οξυγονωμένου αίματος που εισέρχεται στον δεξιό κόλπο μέσω της άνω κοίλης φλέβας εισέρχεται στη δεξιά κοιλία μέσω της τριγλώχινας βαλβίδας κατευθυνόμενο πίσω από τη ροή του περισσότερο οξυγονωμένου αίματος το οποίο εισρέει στον αριστερό κόλπο. Στο σημείο όπου οι δυο ροές συναντούνται παρατηρείται μικρού βαθμού ανάμιξη του αίματος. Από τη δεξιά κοιλία, μια μικρή ποσότητα αίματος εξωθείται προς την πνευμονική αρτηρία και από εκεί διαμέσου του αρτηριακού πόρου προς την κατιούσα αορτή. Το αίμα αυτό, αν και πτωχό σε οξυγόνο και θρεπτικά συστατικά, αρκεί για να αρδεύσει το κάτω μέρος του σώματος του εμβρύου. Το αποξυγονωμένο αίμα επιστρέφει στον πλακούντα μέσω των έσω λαγόνιων αρτηριών που μεταπίπτουν σε υπογάστριες αρτηρίες και τέλος σε ομφαλικές αρτηρίες. Αυτός ο τρόπος κυκλοφορίας συνεπάγεται ότι η κεφαλή, ο εγκέφαλος και το άνω μέρος του σώματος του εμβρύου αιματώνονται καλύτερα από τα κάτω άκρα του.

## ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΣΤΗΝ ΕΞΩΜΗΤΡΙΑ ΖΩΗ

Κατά τη γέννηση, η εμβρυϊκή κυκλοφορία τροποποιείται σε σημαντικό βαθμό ενώ συντελείται και μια σχεδόν άμεση μεταβολή. Η διακοπή της ομφαλικής αιματικής ροής συνεπάγεται διακοπή της ροής στον φλεβώδη πόρο και πτώση της πίεσης στον δεξιό κόλπο. Καθώς το νεογνό παίρνει την πρώτη του αναπνοή, διοχετεύεται αίμα στους πνεύμονες μέσω της πνευμονικής αρτηρίας. Έτσι, η πίεση στον αριστερό κόλπο αυξάνεται λόγω επίτασης της επιστροφής αίματος μέσω των πνευμονικών φλεβών. Αυτή η αμοιβαία μεταβολή στο ύψος των πιέσεων προκαλεί μηχανική σύγκλιση του ωοειδούς τρήματος. Επιπλέον, καθώς το νεογνό παίρνει την πρώτη του αναπνοή οι πνεύμονες εκπτύσσονται και σημειώνεται ταχεία πτώση των αγγειακών πνευμονικών αντιστάσεων κατά περίπου 80%, αναστροφή της ροής οξυγονωμένου αίματος διαμέσου του αρτηριακού πόρου και αύξηση της μερικής πίεσης οξυγόνου. Έτσι, προκαλείται σύσπαση των λείων μυϊκών ινών του τοιχώματος του αρτηριακού πόρου εντός 24 ωρών από τη γέννηση, αν και μπορεί να παραμείνει ανοικτός για λίγες μέρες.

Καθώς αυτές οι δομικές μεταβολές μονιμοποιούνται, σχηματίζονται οι ακόλουθες εμβρυϊκές δομές:

- Η ομφαλική φλέβα μετασχηματίζεται στον *στρογγύλο σύνδεσμο του ήπατος*.
- Ο φλεβώδης πόρος μετασχηματίζεται στον *φλεβώδη σύνδεσμο*.
- Ο αρτηριακός πόρος μετασχηματίζεται στον *αρτηριακό σύνδεσμο*.
- Το ωοειδές τρήμα μετασχηματίζεται στον *ωοειδή βόθρο*.
- Οι υπογάστριες φλέβες μετασχηματίζονται σε *απο-*



**Εικόνα 7.4** Σύγκριση των αναλογιών του νεογνού με εκείνες του ενήλικου. Η προσθιοπίσθια διάμετρος της κεφαλής του νεογνού είναι μεγαλύτερη από τη διάμετρο μεταξύ των ώμων και η κατακόρυφη διάμετρος της αναλογεί στο ένα τέταρτο του συνολικού αναστήματος.

*φραχθείσες υπογάστριες αρτηρίες* με εξαίρεση τα λίγα πρώτα εκατοστόμετρα τα οποία παραμένουν βατά και αποτελούν τις *άνω κυστικές αρτηρίες*.

Η προσαρμογή στην εξωμήτρια ζωή περιλαμβάνει επίσης:

- Την εξασφάλιση μιας πηγής θρεπτικών συστατικών μέσω του θηλασμού.
- Την αποβολή των παραπροϊόντων του μεταβολισμού μέσω των νεφρών και του πεπτικού συστήματος.
- Την εγκατάσταση της πυλαίας και ηπατικής κυκλοφορίας.
- Τον έλεγχο της θερμοκρασίας.
- Την ανάπτυξη επικοινωνίας μέσω αλληλεπιδράσεων γονέων – νεογνού (Stables and Rankin 2010).

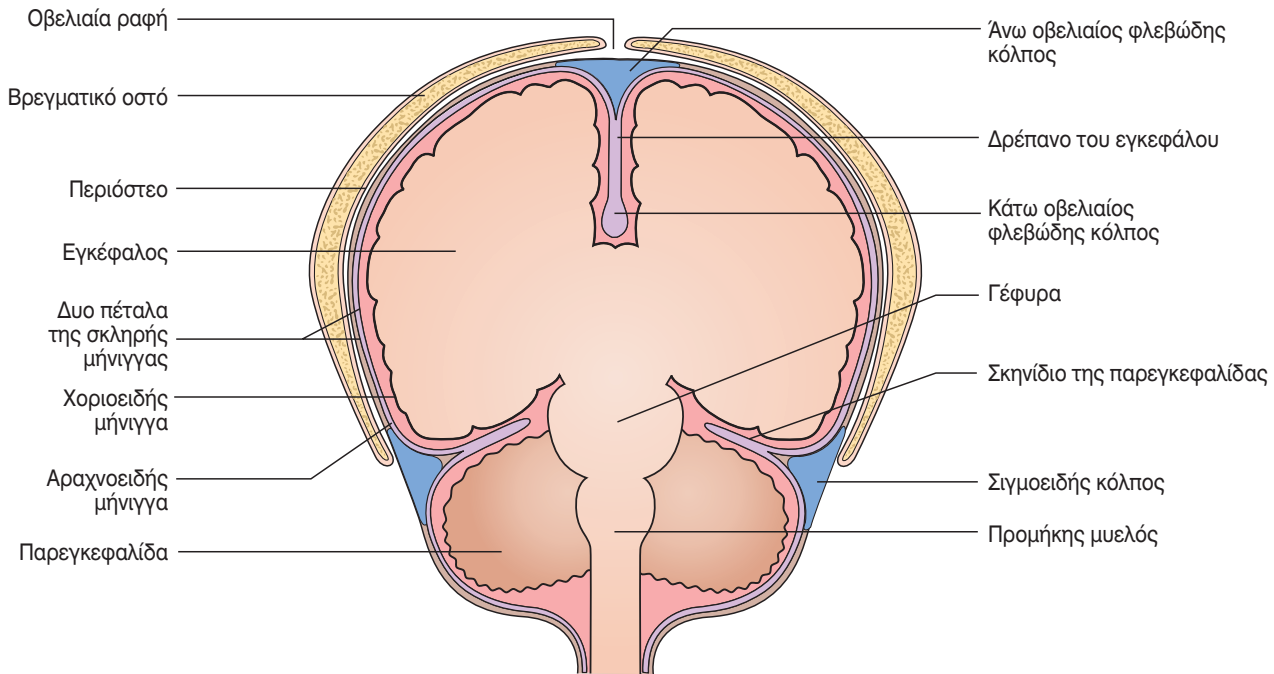
## ΕΜΒΡΥΪΚΟ ΚΡΑΝΙΟ

Ο λόγος του μεγέθους της εμβρυϊκής κεφαλής προς το εμβρυϊκό σώμα είναι μεγαλύτερος από τον αντίστοιχο λόγο του ενήλικου (Εικόνα 7.4). Επιπλέον, η εμβρυϊκή κεφαλή είναι μεγάλη συγκριτικά με τη μητρική πύελο και αποτελεί το μεγαλύτερο μέρος του εμβρύου που πρόκειται να γεννηθεί (Εικόνα 7.5, 7.6).

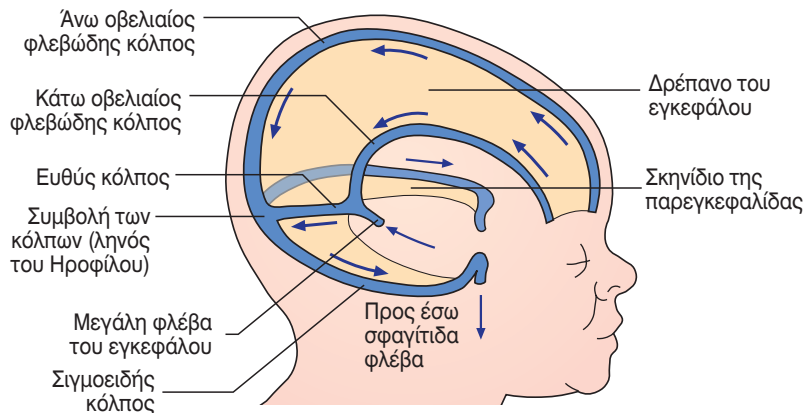
### Υποδιαιρέσεις του εμβρυϊκού κρανίου

Το κρανίο υποδιαιρείται σε θόλο, βάση και πρόσωπο (Εικόνα 7.7).

Ο θόλος είναι το μεγάλο ημισφαιρικό μέρος πάνω από



**Εικόνα 7.5** Μετωπιαία διατομή της εμβρυϊκής κεφαλής η οποία παρουσιάζει τους ενδοκράνιους υμένες και τους φλεβώδεις κόλπους.



**Εικόνα 7.6** Σχηματική απεικόνιση που παρουσιάζει τους ενδοκράνιους υμένες και τους φλεβώδεις κόλπους. Τα βέλη υποδεικνύουν την κατεύθυνση της αιματικής ροής.

τη νοητή γραμμή που εκτείνεται ανάμεσα στην κογχική ακρολοφία και τον αυχένα.

Η βάση περιέχει οστά που συνδέονται ισχυρά μεταξύ τους για να προστατέψουν τα ζωτικά κέντρα του προμήκους μυελού.

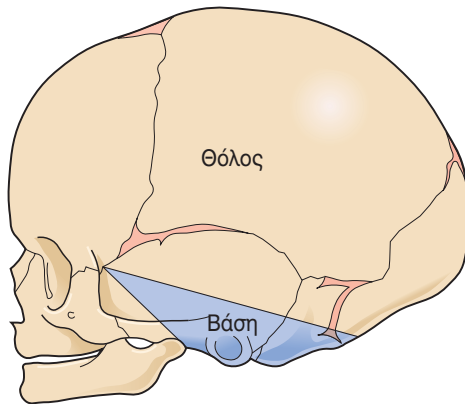
Το πρόσωπο αποτελείται από 14 μικρά οστά που επίσης συνδέονται ισχυρά μεταξύ τους και είναι ανένδοτα.

### Οστά του θόλου

Τα οστά του θόλου (Εικόνα 7.8) διαπλάσσονται αρχικά από μεμβράνη. Αποκτούν σκληρή σύσταση με κατεύθυνση από το κέντρο προς την περιφέρεια μέσω μιας διαδικασίας που

ονομάζεται οστέωση. Η οστέωση είναι ατελής κατά τη γέννηση, καταλείποντας μικρά κενά μεταξύ των οστών που είναι γνωστά ως ραφές και πηγές. Ο πυρήνας οστέωσης έκαστου οστού έχει την όψη ογκώματος. Η οστέωση του κρανίου ολοκληρώνεται στην αρχή της ενήλικου ζωής. Στα οστά του θόλου συγκαταλέγονται:

- Το *ινιακό οστό* που βρίσκεται στο πίσω μέρος της κεφαλής. Ένα τμήμα του συμμετέχει στη βάση του κρανίου και συγκεκριμένα στον σχηματισμό του *ινιακού τρήματος* το οποίο προστατεύει τον νωτιαίο μυελό καθώς εξέρχεται από το κρανίο. Το κέντρο οστέωσης είναι το *ινιακό όγκωμα*.



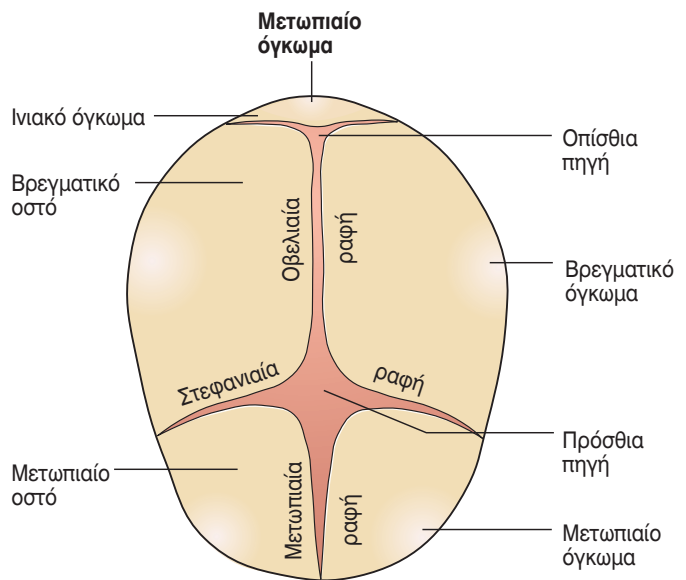
**Εικόνα 7.7** Υποδιαιρέσεις του κρανίου με τον μεγάλο θόλο που είναι εύκαμπτος μαζί με το πρόσωπο και τη βάση που είναι άκαμπτα.

- Τα δυο βρεγματικά οστά που βρίσκονται στα πλάγια του κρανίου. Ο πυρήνας οστέωσης του καθενός από αυτά τα οστά ονομάζεται βρεγματικό όγκωμα.
- Τα δυο μετωπιαία οστά που σχηματίζουν το μέτωπο (βρέγμα). Ο πυρήνας οστέωσης του καθενός από αυτά τα οστά ονομάζεται μετωπιαίο όγκωμα. Τα μετωπιαία οστά συνοστεώνονται σε ένα ενιαίο οστό κατά την ηλικία των οκτώ ετών.
- Η άνω μοίρα του κροταφικού οστού και στις δυο πλευρές της κεφαλής σχηματίζει ένα μέρος του θόλου.

### Ραφές και πηγές

Ραφές είναι οι κρανιακές συνδέσεις που σχηματίζονται όταν συντάσσονται δυο οστά. Στα σημεία όπου συναντούνται δυο ή περισσότερες ραφές σχηματίζεται μια πηγή (βλέπε Εικόνα 7.8). Οι ραφές και οι πηγές περιγράφονται στη συνέχεια και επιτρέπουν κάποιου βαθμού εφίπλευση μεταξύ των οστών του κρανίου κατά τον τοκετό, κάτι που είναι γνωστό ως μεταβολή του σχήματος της κεφαλής του εμβρύου (moulding).

- Η λαμδοειδής ραφή διαχωρίζει το ινιακό οστό από τα δυο βρεγματικά οστά.
- Η οβελιαία ραφή βρίσκεται ανάμεσα στα δυο βρεγματικά οστά.
- Η στεφανιαία ραφή διαχωρίζει τα μετωπιαία οστά από τα βρεγματικά οστά, εκτεινόμενη ανάμεσα στις δυο κροταφικές χώρες.
- Η μετωπιαία ραφή εκτείνεται ανάμεσα στα δυο ημιμόρια του μετωπιαίου οστού. Ενώ η μετωπιαία ραφή εξαφανίζεται με την πάροδο του χρόνου, οι άλλες ραφές τελικά μετασχηματίζονται σε αμετακίνητες αρθρώσεις (συναρθρώσεις).
- Η οπίσθια πηγή ή λάμδα (με σχήμα σαν το γράμμα Λ) εντοπίζεται στη συμβολή μεταξύ λαμδοειδούς και οβελιαίας ραφής και μπορεί να αναγνωριστεί κατά τη



**Εικόνα 7.8** Άποψη του εμβρυϊκού κρανίου από πάνω (κεφαλή σε μερική κάμψη) η οποία παρουσιάζει τα οστά, τις ραφές και τις πηγές.

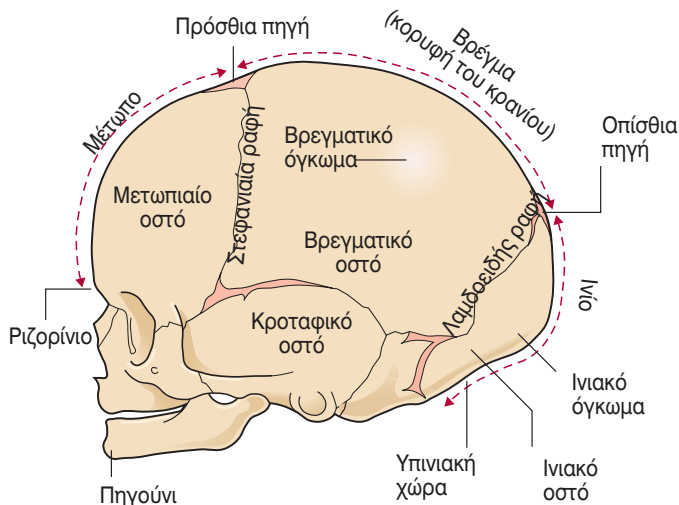
δακτυλική κολπική εξέταση διότι από κάθε μια εκ των τριών γωνιών της εκτείνεται μια ραφή. Η σύγκλεισή της πραγματοποιείται 6 εβδομάδες μετά τη γέννηση.

- Η πρόσθια πηγή (κέντρο του βρέγματος) εντοπίζεται στη συμβολή μεταξύ οβελιαίας, στεφανιαίας και μετωπιαίας ραφής. Είναι ευρεία με ρομβοειδές σχήμα και αναγνωρίζεται κατά τη δακτυλική κολπική εξέταση διότι από κάθε μια εκ των τεσσάρων γωνιών της εκτείνεται μια ραφή. Έχει μήκος 3-4 cm και πλάτος 1.5-2 cm, ενώ συγκλείεται φυσιολογικά περί τους 18 μήνες μετά τη γέννηση. Ψηλαφώντας αυτή την πηγή μπορούν να γίνουν αντιληπτοί οι σφυγμοί των εγκεφαλικών αγγείων.

### Περιοχές και οδηγία σημεία του εμβρυϊκού κρανίου

Το κρανίο υποδιαιρείται περαιτέρω σε περιοχές που καλούνται χώρες, και εντός αυτών βρίσκονται σημαντικά οδηγία σημεία, όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 7.9. Αυτά τα οδηγία σημεία είναι σημαντικά για τη μαία που διενεργεί μια δακτυλική κολπική εξέταση και βοηθούν να εξακριβωθεί η θέση της εμβρυϊκής κεφαλής.

- Η ινιακή χώρα βρίσκεται ανάμεσα στο ινιακό τμήμα και την οπίσθια πηγή. Το τμήμα κάτω από το ινιακό όγκωμα (οδηγό σημείο) είναι γνωστό ως υπνιακή χώρα.
- Η βρεγματική χώρα αφορίζεται από την οπίσθια πηγή, τα δυο βρεγματικά ογκώματα και την πρόσθια πηγή.
- Η μετωπιαία χώρα εκτείνεται από την πρόσθια πηγή και τη στεφανιαία ραφή μέχρι τις κογχικές ακρολοφίες.
- Το πρόσωπο εκτείνεται από τις κογχικές ακρολοφίες και τη ρίζα της μύτης μέχρι τη συμβολή του πηγουνιού (οδη-



**Εικόνα 7.9** Εμβρυϊκό κρανίο που παρουσιάζει χώρες και οδηγά σημεία με κλινική σημασία.

γό σημείο) με τον λαϊμό. Το σημείο ανάμεσα στα φρύδια είναι γνωστό ως *μεσόφρυο* ή *ριζορίνιο*.

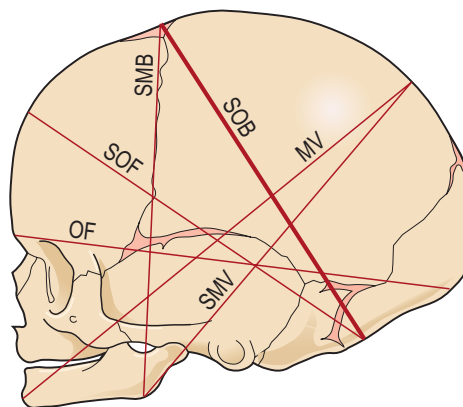
### Διάμετροι του εμβρυϊκού κρανίου

Η γνώση των διαμέτρων του κρανίου καθώς και των διαμέτρων της πυέλου επιτρέπει στη μαία να εξακριβώσει τη σχέση ανάμεσα στην εμβρυϊκή κεφαλή και την πύελο της μητέρας. Υπάρχουν 6 επιμήκειες διάμετροι (Εικόνα 7.10) και συγκεκριμένα:

- Η *υπινιοβρεγματική* (sub-occipitobregmatic, SOB) διάμετρος (9.5 cm) μετριέται από το σημείο κάτωθεν του ινιακού ογκώματος μέχρι το κέντρο της πρόσθιας πηγής.
- Η *υπινιομετωπική* (sub-occipitofrontal, SOF) διάμετρος (10 cm) μετριέται από το σημείο κάτωθεν του ινιακού ογκώματος μέχρι το κέντρο της μετωπιαίας ραφής.
- Η *μετωποϊνιακή* (occipitofrontal, OF) διάμετρος (11.5 cm) μετριέται από το ινιακό όγκωμα μέχρι το ριζορίνιο.
- Η *πωγωνοϊνιακή* (mentovertical, MV) διάμετρος (13.5 cm) μετριέται από την κορυφή του πηγουνιού (πώγωνας) μέχρι το προέχον σημείο του ινίου.
- Η *υποπωγωνοϊνιακή* (sub-mentovertical, SMV) διάμετρος (11.5 cm) μετριέται από τη γωνία της κάτω γνάθου μέχρι το προέχον σημείο του ινίου.
- Η *υποπωγωνοβρεγματική* (sub-mentobregmatic, SMB) διάμετρος (9.5 cm) μετριέται από τη γωνία της κάτω γνάθου μέχρι την πρόσθια πηγή.

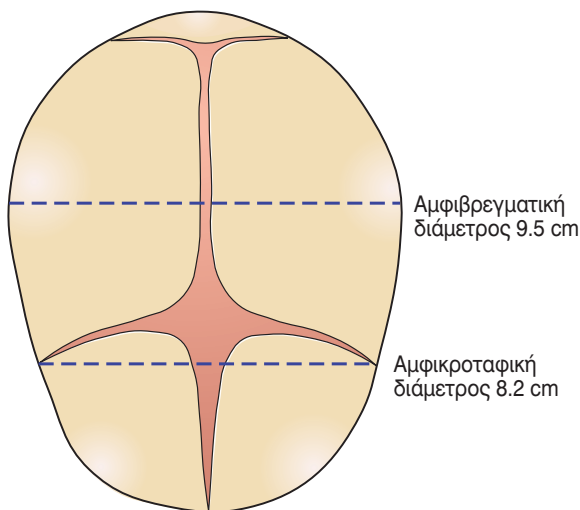
Υπάρχουν δυο εγκάρσιες διάμετροι όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 7.11.

- Η *αμφιβρεγματική* διάμετρος (9.5 cm) – η διάμετρος ανάμεσα στα δυο βρεγματικά ογκώματα.
- Η *αμφικροταφική* διάμετρος (8.2 cm) – η διάμετρος ανάμεσα στα δυο πιο απομακρυσμένα σημεία της στεφανιαίας ραφής επί των κροτάφων.



**Εικόνα 7.10** Σχηματική απεικόνιση που παρουσιάζει τις επιμήκειες διαμέτρους του εμβρυϊκού κρανίου.

Διάμετρος	Μήκος (cm)
SOB, υπινιοβρεγματική	9.5
SOF, υπινιομετωπική	10.0
OF, μετωποϊνιακή	11.5
MV, πωγωνοϊνιακή	13.5
SMV, υποπωγωνοϊνιακή	11.5
SMB, υποπωγωνοβρεγματική	9.5

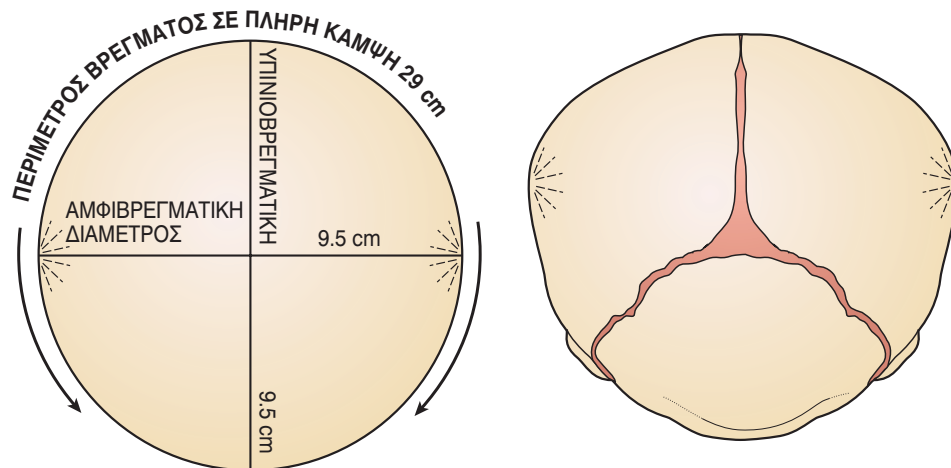


**Εικόνα 7.11** Σχηματική απεικόνιση που παρουσιάζει τις εγκάρσιες διαμέτρους του εμβρυϊκού κρανίου.

Για την έξοδο των ώμων και των γλουτών είναι επίσης σημαντική η γνώση των διαμέτρων του κορμού (όπως περιγράφεται λεπτομερώς στο Πλαίσιο 7.2).

### Προβάλλουσες διαμέτροι

Μερικές προβάλλουσες διαμέτροι ευνοούν περισσότερο από άλλες την εύκολη διέλευση διαμέσου την μητρικής



**Εικόνα 7.12** Σχηματική απεικόνιση που παρουσιάζει τις διαμέτρους που προβάλλουν σε ινιακή προβολή με την κεφαλή σε πλήρη κάμψη.

#### Πλαίσιο 7.2 Διάμετροι του εμβρυϊκού κορμού

Αμφιακρωματική διάμετρος 12 cm

Αυτή είναι η απόσταση ανάμεσα στα ακρώμια των δυο ωμοπλάτων και είναι η διάμετρος που πρέπει να διέλθει από τη μητρική πύελο ώστε να εξέλθουν οι ώμοι. Η άρθρωση των κλειδών με το στέρνο καθιστά εφικτή την προς τα εμπρός κίνηση των ώμων, η οποία μπορεί να ελαττώσει λίγο τη διάμετρο.

Αμφιτροχαντήριος διάμετρος 10 cm

Αυτή μετρείται ανάμεσα στους μείζονες τροχαντήρες των μηριαίων οστών και αποτελεί την προβάλλουσα διάμετρο επί ισχιακής προβολής.

πυέλου και αυτό εξαρτάται από τη στάση της εμβρυϊκής κεφαλής. Ο όρος στάση χρησιμοποιείται για να περιγράψει τον βαθμό κάμψης ή έκτασης της εμβρυϊκής κεφαλής ως προς τον αυχένα. Η στάση της κεφαλής καθορίζει επίσης ποιες διαμέτροι θα προβάλλουν στον τοκετό και άρα επηρεάζει την έκβαση.

Οι προβάλλουσες διαμέτροι της κεφαλής είναι εκείνες που βρίσκονται υπό ορθή γωνία με την καμπύλη *Caigus* της μητρικής πυέλου. Είναι πάντοτε δυο: μια επιμήκης διάμετρος και μια εγκάρσια διάμετρος. Οι προβάλλουσες διαμέτροι καθορίζουν την προβολή της εμβρυϊκής κεφαλής, και υπάρχουν τρεις προβολές:

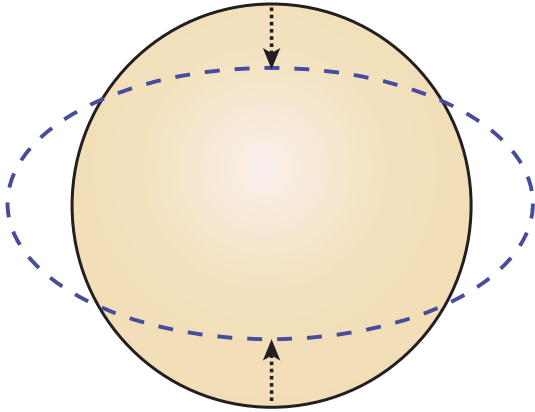
1. **Ινιακή προβολή.** Όταν η κεφαλή βρίσκεται σε πλήρη κάμψη προβάλλουν η υπινοβρεγματική (9.5 cm) και η αμφιβρεγματική διάμετρος (9.5 cm) (Εικόνα 7.12). Καθώς αυτές οι δυο διαμέτροι έχουν το ίδιο μήκος, η προβάλλουσα περιοχή είναι κυκλική και αυτό δεν αποτελεί το ευνοϊκότερο σχήμα για διαστολή του τραχήλου και έξοδο της κεφαλής. Η διάμετρος που δια-

τείνει το κολπικό στόμιο είναι η υπινομετωπική (10 cm). Όταν η κεφαλή δεν βρίσκεται σε κάμψη, οι προβάλλουσες διαμέτροι είναι η μετωποϊνιακή (11.5 cm) και η αμφιβρεγματική (9.5 cm). Αυτή η κατάσταση συνήθως προκύπτει όταν το ινίο βρίσκεται σε οπίσθια θέση. Εάν το ινίο παραμείνει έτσι, η διάμετρος που διατείνει το κολπικό στόμιο θα είναι η μετωποϊνιακή (11.5 cm).

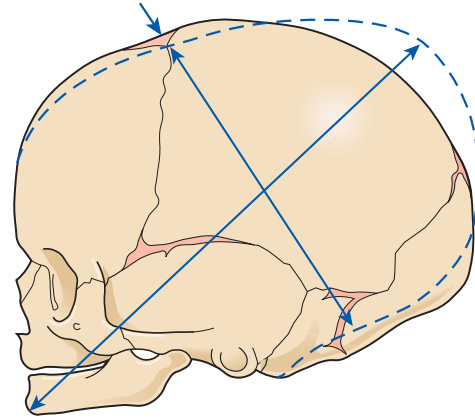
2. **Προσωπική προβολή.** Όταν η κεφαλή βρίσκεται σε πλήρη έκταση (υπερέκταση) οι προβάλλουσες διαμέτροι είναι η υποπαγωνοϊνιακή (9.5 cm) και η αμφικροταφική (8.2 cm). Το κολπικό στόμιο θα διατείνει η υποπαγωνοϊνιακή διάμετρος (9.5 cm).
3. **Μετωπική προβολή.** Όταν η κεφαλή βρίσκεται σε μερική έκταση, προβάλλουν η παγωνοϊνιακή (13.5 cm) και η αμφικροταφική διάμετρος (8.2 cm). Εάν αυτή η προβολή επιμείνει, ο κολπικός τοκετός καθίσταται απίθανος.

### Moulding

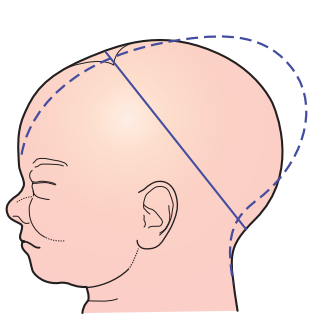
Ο όρος *moulding* αναφέρεται στη μεταβολή του σχήματος της εμβρυϊκής κεφαλής του εμβρύου η οποία λαμβάνει χώρα κατά τη διέλευσή της διαμέσου του γεννητικού σωλήνα. Η μεταβολή του σχήματος είναι εφικτή επειδή τα οστά του θόλου είναι επιδεκτικά μικρού βαθμού κάμψης ενώ στις ραφές τα οστά του κρανίου έχουν την ικανότητα εφίπλευσης. Αυτή η ικανότητα καθιστά εφικτή τη σημαντική βράχυνση των προβαλλουσών διαμέτρων ενώ οι διαμέτροι που βρίσκονται υπό ορθή γωνία με αυτές είναι σε θέση να επιμηκυνθούν λόγω της ενδοτοκότητας των οστών του κρανίου (Εικόνα 7.13). Η βράχυνση των διαμέτρων της εμβρυϊκής κεφαλής μπορεί να φτάσει ακόμα και τα 1.25 cm. Οι διακεκομμένες γραμμές στις Εικόνες 7.14-7.19 παρουσιάζουν τη μεταβολή του σχήματος της κεφαλής του εμβρύου σε διάφορες προβολές.



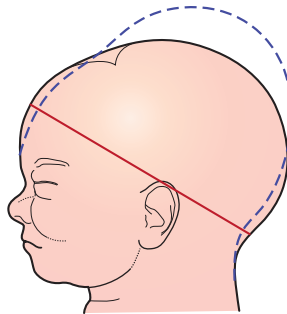
**Εικόνα 7.13** Παρουσίαση της αρχής του moulding. Η διάμετρος που συμπιέζεται βραχύνεται. Οι διάμετροι που βρίσκονται υπό ορθή γωνία με αυτή επιμηκύνονται.



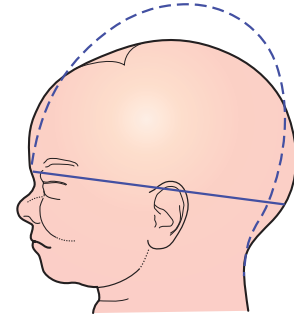
**Εικόνα 7.14** Moulding σε μια φυσιολογική ινιακή προβολή με την κεφαλή σε πλήρη κάμψη. Η υπινιοβρεγματική διάμετρος βραχύνεται και η πωγωνοϊνιακή επιμηκύνεται.



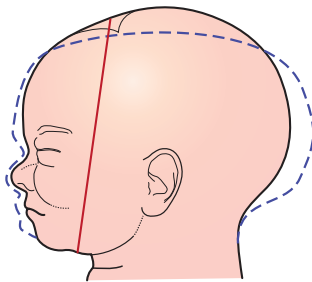
**Εικόνα 7.15** Ινιακή προβολή, κεφαλή σε πλήρη κάμψη.



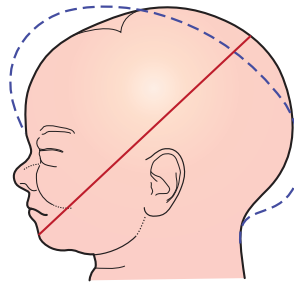
**Εικόνα 7.16** Ινιακή προβολή, κεφαλή σε μερική κάμψη.



**Εικόνα 7.17** Ινιακή προβολή, κεφαλή σε χωρίς κάμψη.



**Εικόνα 7.18** Προσωπική προβολή.



**Εικόνα 7.19** Μετωπική προβολή.

**Εικόνα 7.15 - 7.19** Σειρά σχηματικών απεικονίσεων που παρουσιάζουν τη μεταβολή του σχήματος της εμβρυϊκής κεφαλής επί καφαλικής προβολής. Με τη διακεκομμένη γραμμή σημειώνεται το moulding.

Επιπλέον, η μεταβολή του σχήματος της κεφαλής του εμβρύου λειτουργεί ως προστατευτικός μηχανισμός αφού προφυλάσσει τον εμβρυϊκό εγκέφαλο από συμπιεστικές δυνάμεις, υπό την προϋπόθεση ότι η μεταβολή αυτή δεν είναι υπέρμετρη, απότομη ή προς λάθος κατεύθυνση. Το κρανίο του πρόωρου νεογνού είναι πιο ευένδοτο και έχει πλατύτερες ραφές συγκριτικά με το τελειόμηνο νεογνό. Άρα, ο πρόωρος τοκετός μπορεί να οδηγήσει σε υπέρμετρη

μεταβολή του σχήματος της κεφαλής. Οι φλεβώδεις κόλποι σχετίζονται στενά με τους ενδοκράνιους υμένες, όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 7.6, και αν οι υμένες ραγούν λόγω υπέρμετρης μεταβολής του σχήματος της κεφαλής του εμβρύου ή επίσπευσης τοκετού, υπάρχει κίνδυνος αιμορραγίας. Μια ρήξη στο σκηνίδιο της παρεγκεφαλίδας μπορεί να οδηγήσει σε αιμορραγία από τη μεγάλη φλέβα του εγκεφάλου.

**ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ**

Η πρώιμη και όψιμη ανάπτυξη εξελίσσεται παράλληλα με την ανάπτυξη του πλακούντα. Κύτταρα, ιστοί και όργανα αναπτύσσονται και αναδιαμορφώνονται διαρκώς μέχρι τον τοκετό. Αρκετές προσωρινές δομές του εμβρύου υποστη-

ρίζουν τα συστήματα εντός της μήτρας. Κατά συνέπεια, αυτές καθίστανται περιττές μετά τον τοκετό και είτε υποστρέφουν ή μετασχηματίζονται σε συνδέσμους. Κατά τον τοκετό, όλα τα όργανα είναι λειτουργικά αλλά μερικά μπορεί να είναι ανώριμα και να εξακολουθούν να αναπτύσσονται στο πλαίσιο της ενηλίκου ζωής.

**ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

Johnson M H, Everitt B J 2000 Essential reproduction, 5th edn. Blackwell, Oxford  
Schoenwolf G, Bleyl S, Brauer P, Francis-West P (2009) Larsens human embryology, 4th edn.

Churchill Livingstone, Philadelphia  
Stables D, Rankin J 2010 Physiology in childbearing with anatomy and related biosciences, 3rd edn. Elsevier, Edinburgh

Tortora G J, Derrickson B 2011 Principles of anatomy and physiology: maintenance and continuity of the human body, 13th edn. John Wiley & Sons, Hoboken, NJ

**ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΜΕΛΕΤΗ**

Coad J, Dunstall M 2011 Anatomy and physiology for midwives, 3rd edn. Churchill Livingstone/Elsevier, London  
Στο Κεφάλαιο 9 παρατίθεται μια λεπτομερής ανάλυση σχετικά με την πρώιμη και όψιμη εμβρυϊκή ανάπτυξη. Η εμβρυϊκή κυκλοφορία και η μετάβαση στη νεογνική ζωή συζητούνται στο Κεφάλαιο 15.  
England M A 1996 Life before birth, 2nd edn. Mosby-Wolfe, London

*Αυτό το κείμενο χρησιμεύει στην παρουσίαση της πρώιμης και όψιμης εμβρυϊκής ανάπτυξης με φωτογραφικό τρόπο. Το βιβλίο αυτό είναι αξεπέραστο για τον φοιτητή που χρειάζεται να κατανοήσει σε βάθος τα προγεννητικά γεγονότα και ιδίως τις ορμονικές επιδράσεις.*  
Schoenwolf G C, Bleyl S B, Brauer P R et al (eds) 2009 Larson's human embryology, 4th edn. Churchill Livingstone, Philadelphia

*Προερχόμενο από μια σειρά Χριστουγεννιάτικων διαλέξεων στο Βασιλικό ίδρυμα (Royal Institution), το κείμενο αυτό πραγματεύεται τις ενοποιητικές αρχές που μπορεί να εξηγήσουν τον τρόπο ανάπτυξης των εμβρύων. Γραμμένο για τον μη ειδικό, προκαλεί τον αναγνώστη σε ανοιχτό τρόπο σκέψης και αποσκοπεί στο να εμπνεύσει αλλά και να διδάξει.*