

ΜΕΡΟΣ Α

ΩΤΟΛΟΓΙΑ – ΝΕΥΡΟ-ΩΤΟΛΟΓΙΑ

ΣΕΦΡΑΔΑΙΩ

ΕΜΒΡΥΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΩΤΟΣ

Νικολόπουλος Θωμάς

Το αυτί είναι ένα θαυμαστό και πολύπλοκο όργανο με σύνθετη εμβρυογένεση.

Κατά την 3η εμβρυϊκή εβδομάδα ο εμβρυϊκός δίσκος αρχίζει και κάμπτεται παίρνοντας σχήμα C και ενσωματώνει μέρος της κοιλότητας του λεκιθικού ασκού σχηματίζοντας την εντερική κοιλότητα. Αυτή χωρίζεται συμβατικά σε πρόσθιο, μέσο και οπίσθιο έντερο. Στα πλάγια του προσθίου εντέρου σχηματίζονται 5 κυλινδρικοί σχηματισμοί, τα βραγχιακά τόξα. Κάθε τόξο αποτελείται από ένα πυρήνα μεσοδέρματος που καλύπτεται εξωτερικά από εξώδερμα και εσωτερικά από ενδόδερμα. Τα τόξα χωρίζονται μεταξύ τους με αυλακώσεις που προς τα έξω λέγονται βραγχιακές αύλακες (εξωδερμικής σύστασης) και προς τα έσω λέγονται φαρυγγικοί θύλακες (ενδόδερμικής σύστασης).

Η επικοινωνία του κάθε θύλακα με τη φαρυγγική κοιλότητα προοδευτικά στενεύει και κάθε θύλακας αναπτύσσει μία κοιλιακή και μία ραχιαία προεξοχή, εκτός από τον 1ο που λόγω της γλώσσας διευρύνεται μόνο ραχιαία. Οι ραχιαίες διευρύνσεις του 1ου και 2ου φαρυγγικού θύλακα συνενώνονται για να σχηματίσουν το **σαλπιγγοφαρυγγικό κόλπωμα** (tubotympanic recess) από το οποίο θα σχηματισθεί το μέσο ους και η ευσταχιανή σάλπιγγα.

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΕΞΩ ΩΤΟΣ

Πτερύγιο

Κατά την 6η εβδομάδα της εμβρυϊκής ζωής το μεσόδερμα του 1ου και 2ου βραγχιακού τόξου παχύνεται σε έξι λοφίδια του His (τρία στο 1ο και τρία στο 2ο βραγχιακό τόξο). Κάθε λοφίδιο θα σχηματίσει ένα διαφορετικό μέρος του πτερυγίου.

Το πρώτο θα σχηματίσει τον τράγο, το δεύτερο το σκέλος της έλικας, το τρίτο την έλικα, το τέταρτο τα σκέλη της ανθέλικας, το πέμπτο θα σχηματίσει τον αντίτραγο και το έκτο το κατώτερο μέρος της έλικας και το λοβίο του ωτός. Η κόγχη σχηματίζεται από το εξώδερμα της πρώτης βραγχιακής αύλακας.

Τα επιμέρους τμήματα συνενώνονται κατά τη 12η εβδομάδα και η διαδικασία συνένωσης συμπληρώνεται την 20ή, οπότε το πτερύγιο του ωτός λαμβάνει το τελικό του σχήμα. Ο σχηματισμός των χόνδρων γίνεται την 7η εβδομάδα. Απουσία (ανωτία) ή παραμόρφωση (μικρωτία) του πτερυγίου μπορεί να γίνει αντιληπτή ήδη από την 7η εμβρυϊκή εβδομάδα, ενώ ελάσσονες ανωμαλίες συμβαίνουν γύρω στη 12η εβδομάδα.

Ο έξω ακουστικός πόρος

Κατά την 4η- 5η εβδομάδα εμβρυϊκής ζωής ένα στρώμα επιθηλιακών κυττάρων από το εξώδερμα της 1ης βραγχιακής αύλακας εμβυθίζεται στο υποκείμενο μεσόδερμα. Την 8η εβδομάδα η εμβύθιση έχει σχήμα χώνης και αποτελεί την καταβολή του χόνδρινου τμήματος του έξω ακουστικού πόρου. Την 9η εβδομάδα η προσεκβολή πλησιάζει το ενδόδερμα του 1ου φαρυγγικού θυλάκου που στο έσω τμήμα της είναι συμπαγής και καλείται **αποφρακτική μάζα**.

Η μάζα αυτή έρχεται σε επαφή με το ενδόδερμα του 1ου φαρυγγικού θύλακου και στο σημείο αυτό θα δημιουργηθεί η καταβολή του τυμπανικού υμένα. Πράγματι, ένα στρώμα μεσεγχύματος παρεμβάλλεται μεταξύ εξωδέρματος και ενδοδέρματος, που θα αποτελέσει το ινώδες στρώμα του τυμπανικού υμένα, ενώ ταυτόχρονα εμφανίζονται οι τέσσερεις πυρήνες οστεώσεως του τυμπανικού δακτύλου. Η αποφρακτική μάζα, ενώ για κάποιες εβδομάδες καταλαμβάνει όλο το μήκος της προαναφερθείσας εμβύθισης του εξωδέρματος, στη συνέχεια (21η εβδομάδα) εκφυλίζεται κεντρικά με δημιουργία αιυλού και κατά την 28η εμβρυϊκή εβδομάδα ο νέος έξω ακουστικός πόρος έχει σχηματιστεί. Τα μόνα σημεία ύπαρξης οστού στο τοίχωμά του είναι γύρω από τον τυμπανικό δακτύλιο. Η οστεοποίηση των τοιχωμάτων ολοκληρώνεται στο 2ο έτος της ηλικίας, ενώ το τελικό του μέγεθος το λαμβάνει κατά το 9ο έτος ζωής. Εάν η αποφρακτική μάζα δεν εκφυλιστεί, προκύπτει ένας έξω ακουστικός πόρος χωρίς βατό αιυλό (ατρησία έξω ακουστικού πόρου).

Τυμπανικός υμένας

Όπως αναφέρθηκε, δημιουργείται στο σημείο επαφής του εξωδέρματος του 1ου βραγχιακού τόξου με το ενδόδερμα του 1ου φαρυγγικού θυλάκου (9η εβδομάδα εμβρυϊκής ζωής), που στη συνέχεια διαχωρίζονται από παρεμβαλόμενο στρώμα μεσεγχύματος. Το εξώδερμα θα δώσει την επιδερμική εξωτερική στιβάδα του τυμπανικού υμένα, το ενδόδερμα θα δώσει την εσωτερική βλεννογόνια στιβάδα και το μεσέγχυμα θα σχηματίσει την ενδιάμεση ινώδη στιβάδα του τυμπανικού υμένα. Ο τυμπανικός δακτύλιος δημιουργείται από 4 πρωτογενή κέντρα μεμβρανώδους οστεώσεως (9η εβδομάδα) τα οποία κατά το 1ο έτος ζωής θα σχηματίσουν το οστέινο τμήμα του έξω ακουστικού πόρου. Κατά τη γέννηση ο τυμπανικός υμένας είναι σχεδόν

οριζόντιος, η ανάπτυξη όμως του οστέινου έξω ακουστικού πόρου του δίδει στη συνέχεια πιο κάθετη θέση. Επίσης, ο τυμπανικός υμένας του τελειόμηνου αποτελείται από την τεταμένη μοίρα με τα τρία στρώματα που προαναφέρθηκαν και τη χαλαρά μοίρα που συνίσταται μόνο από επιδερμική και βλεννογόνια στιβάδα. Οι διαστάσεις του είναι σχεδόν ίδιες με του ενήλικα.

ΤΟ ΜΕΣΟ ΟΥΣ

Όπως προαναφέρθηκε, το σαλπιγγοφαρυγγικό κόλπωμα, προέρχεται από τη διεύρυνση και συνένωση των ραχιάινων κολπωμάτων του 1ου και 2ου φαρυγγικού θύλακα κατά την 3η εμβρυϊκή εβδομάδα. Κατά την 4η έως 6η εβδομάδα το κόλπωμα αρχίζει να διευρύνεται και περιβάλλει το παρακείμενο μεσέγχυμα. Την 7η εμβρυϊκή εβδομάδα η κοιλότητα περιορίζεται στο μέσον από το 2ο βραγχιακό τόξο και το έσω τμήμα της θα σχηματίσει την ευσταχιανή σάλπιγγα, ενώ το έξω τμήμα της (που όπως προαναφέραμε έρχεται σε επαφή με την καταβολή του έξω ακουστικού πόρου), θα σχηματίσει την τυμπανική κοιλότητα, και το μαστοειδές άντρο. Σε αυτή τη φάση ανάπτυξης ο χόνδρος του 2ου βραγχιακού τόξου (**χόνδρος του Reichert**) βρίσκεται πίσω από την κοιλότητα του κολπώματος, ενώ ο χόνδρος του 1ου (**χόνδρος του Meckel**) βρίσκεται εμπρός από την κοιλότητα. Η **ωτική κάψα** που είναι η μεσεγχυματική καταβολή του έσω ωτός, βρίσκεται οπίσω και άνω του σαλπιγγοτυμπανικού κολπώματος. Μεταξύ της ωτικής κάψας και του κολπώματος παρεμβάλλονται δύο χόνδρινες αποφύσεις που προέρχονται από την ωτική κάψα και καλούνται **οροφιαίες αποφύσεις**. Η κάτω οροφιαία απόφυση φέρεται άνω και πρόσω από την κοιλότητα του σαλπιγγοφαρυγγικού κολπώματος και σχηματίζει την οροφή της τυμπανικής κοιλότητας (**tegmen tympani**) και το πρόσθιο τοίχωμά της. Ένα στρώμα μεμβρανώδους οστού αναπτύσσεται καλύπτοντας την ωτική κάψα και το *tegmen tympani* εκ των έξω, που θα εξελιχθεί αργότερα στο λεπιδοειδές οστό.

Κατά την 4η- 6η εμβρυϊκή εβδομάδα, τα εγγύς άκρα του χόνδρου του **Meckel** και του **Reichert** αρχίζουν να σχηματίζουν τα οστάρια του μέσου ωτός. Ο χόνδρος του **Meckel** σχηματίζει την κεφαλή της σφύρας, το σώμα και τη βραχεία απόφυση του άκμονα (1ο βραγχιακό τόξο), ενώ ο χόνδρος του **Reichert** σχηματίζει τη λαβή της σφύρας, τη μακρά απόφυση του άκμονα και την κεφαλή, τα σκέλη και την τυμπανική επιφάνεια της πλά-

κας του αναβολέα (2ο βραγχιακό τόξο). Η λαβυρινθική επιφάνεια της πλάκας του αναβολέα και ο δακτυλιοειδής σύνδεσμός της σχηματίζονται από την ωτική κάψα. Το μεσέγχυμα του 2ου τόξου σχηματίζει το **βλάστημα** που χωρίζεται από το προσωπικό νεύρο σε αναβολέα, **ενδοϋάλη και εξωυάλη** (*intrahyale* και *lateralohyale*). Ο αναβολέας έχει αρχικά σχήμα δακτυλίου που περιβάλλει την αρτηρία του. Κατά την 5η με 6η εβδομάδα εμφανίζεται η καταβολή της λαβυρινθικής πλευράς της πλάκας και ο δακτυλιοειδής σύνδεσμος από την ωτική κάψα. Στις 8,5 εβδομάδες σχηματίζεται η άρθρωση άκμονα- αναβολέα. Τη 10η εβδομάδα ο αναβολέας παίρνει το τελικό του σχήμα. Η ενδοϋάλη σχηματίζει τον μυ και τένοντα του αναβολέα, ενώ η εξωυάλη σχηματίζει το οπίσθιο τοίχωμα της τυμπανικής κοιλότητας, την πυραμοειδή προεξοχή και εν μέρει το πρόσθιο τοίχωμα του φαλλοπιανού πόρου. Οι αρχικές μεσεγχυματικές καταβολές αντικαθίστανται από χόνδρινα μοντέλα που φθάνουν μέγεθος οσταρίου ενήλικα με ταυτόχρονη έναρξη οστεοποίησης στις 15 εβδομάδες για τη σφύρα και τον άκμονα και τις 18 εβδομάδες για τον αναβολέα.

Η κοιλότητα του τυμπάνου αρχικά πληρούται από βλεννώδες μεσέγχυμα που τον 3ο εμβρυϊκό μήνα αρχίζει και απορροφάται. Τα οστάρια επενδύονται από επιθήλιο που προέρχεται από το ενδόδερμα του 1ου φαρυγγικού θυλάκου (σαλπιγγοτυμπανικό κόλπωμα). Έως την 30ή εβδομάδα η κοιλότητα του τυμπάνου έχει πλήρως αναπτυχθεί και μέχρι την 34η έχει αναπτυχθεί πλήρως και το επιτυμπάνιο και το μαστοειδές άντρο που είναι ευδιάκριτο. Η πνευμάτωση του τελευταίου ολοκληρώνεται κατά τη διάρκεια του 1ου έτους ζωής. Η μαστοειδής απόφυση εμφανίζεται στο τέλος του 1ου έτους ζωής.

Το λεπιδοειδές και το τυμπανικό οστό ακολουθούν μεμβρανώδη οστεοποίηση, ενώ το λιθοειδές χονδρογενή. Το λιθοειδές δεν αναπτύσσεται άλλο μετά τη γέννηση σε αντίθεση με τα υπόλοιπα τμήματα του κροταφικού οστού που συνεχίζουν να αναπτύσσονται. Το μαστοειδές μάλιστα σχηματίζεται μετά τη γέννηση όπως και η βελονοειδής απόφυση που σχηματίζεται από οστεοποίηση μεσεγχύματος του 2ου βραγχιακού τόξου. Αυτό όμως σημαίνει ότι το προσωπικό νεύρο κατά τη γέννηση βρίσκεται πολύ πιο επιφανειακά απ' ό,τι στον ενήλικα και είναι πολύ ευπαθές σε τραυματισμούς κατά τον τοκετό.

Σχηματικά, η ανάπτυξη της ωτικής κάψας και του μέσου ωτός παρουσιάζονται στις Εικόνες 1.1 και 1.2.

ΤΟ ΕΣΩ ΟΥΣ

Την 22η ημέρα εβρυϊκής ζωής εμφανίζεται ένα ζεύγος παχύνσεων στο επιφανειακό εξώδερμα που βρίσκεται εκατέρωθεν του αναπτυσσόμενου νευρικού σωλήνα και των κυττάρων της νευρικής ακρολοφίας που θα σχηματίσουν τις καταβολές του εγκεφαλικού στελέχους και των κρανιακών νεύρων (οπίσθιος εγκέφαλος ή ρομβεγκέφαλος). Αυτές είναι οι **ωτικές καταβολές** (*otic placodes*). Αργότερα θα μετατοπιστούν ουραία στο ύψος του 2ου βραγχιακού τόξου.

Την 4η εβδομάδα η κάθε ωτική καταβολή δημιουργεί μία κεντρική εμβύθιση και καλείται **ωτικό εντύπωμα** (*otic pit*), που στη συνέχεια εμβυθίζεται και διευρύνεται για να σχηματίσει την **ωτοκύστη ή ωτικό κυστίδιο**, που θα αποτελέσει την καταβολή του μεμβρανώδους λαβυρίνθου. Κατά τον σχηματισμό αυτού, μεσέγχυμα έρχεται να το περιβάλλει και έτσι η ωτοκύστη περιβάλλεται από την ωτική κάψα που θα αποτελέσει τη χόνδρινη καταβολή του οστέινου λαβυρίνθου.

Σε αυτή την αναπτυξιακή φάση σε στενή συσχέτιση με το ωτικό κυστίδιο έρχεται μία ομάδα κυττάρων από τη νευρική ακρολοφία που θα αποτελέσουν την κοινή καταβολή του γονατίου γαγγλίου του προσωπικού, του σπειροειδούς γαγγλίου του κοχλία και του αιθουσαίου γαγγλίου του Scarpa. Η αρχική καταβολή των τριών αυτών γαγγλίων είναι κοινή και λέγεται **ακουστικοπρωτικό γάγγλιο**.

Η 31η μέρα ανάπτυξης είναι πολύ σημαντική για τη διαφοροποίηση του ωτικού κυστίδιου σε τρία μέρη που θα δώσουν στη συνέχεια τις πολύπλοκες και θαυμαστές δομές του έσω ωτός. Συγκεκριμένα:

A. Το ραχιαίο έσω τμήμα επιμηκύνεται και θα σχηματίσει:

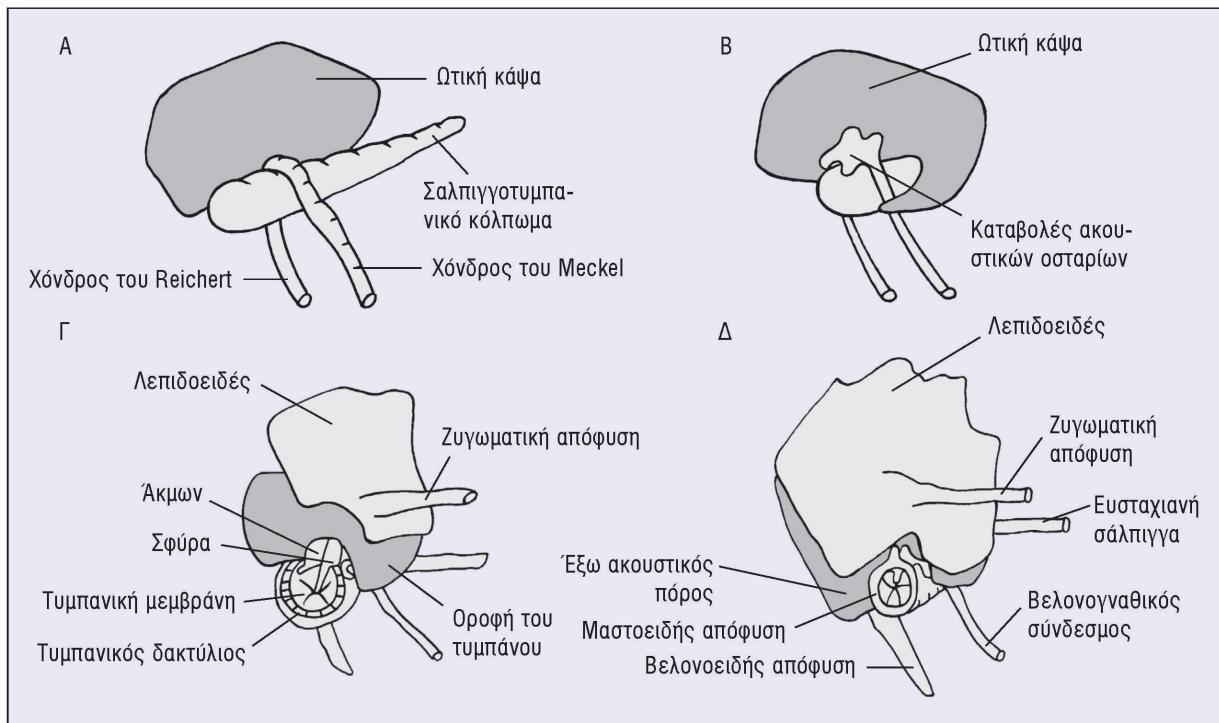
- Τον ενδολεμφικό πόρο
- Τον ενδολεμφικό σάκκο στο απώτερο πέρας του ενδολεμφικού πόρου.

B. Το κεντρικό διατεταμένο τμήμα του ωοειδούς κυστίδιου θα σχηματίσει:

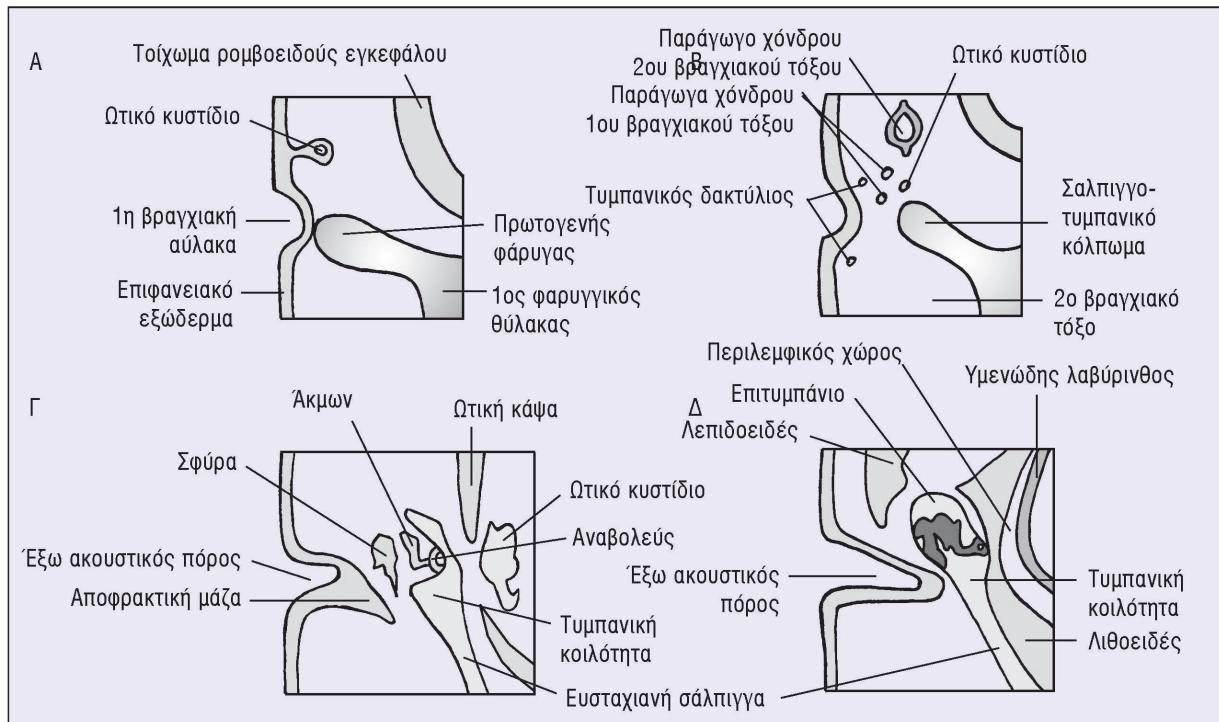
- Το ωοειδές κυστίδιο
- Τους τρεις ημικυκλίους σωλήνες.

C. Το κοιλιακό κωνικό τμήμα που θα σχηματίσει:

- Το σφαιρικό κυστίδιο
- Τον κοχλιακό πόρο
- Τον συνδετικό πόρο (*ductus reuniens*) που ενώνει τον κοχλιακό πόρο με το σφαιρικό κυστίδιο.



Εικόνα 1.1. Α-Δ. Η ανάπτυξη της ωτικής κάψας και του μέσου ωτός.



Εικόνα 1.2. Α-Δ. Η ανάπτυξη του μέσου ωτός. Α. Έμβρυο 4 εβδομάδων. Β. Έμβρυο 5 εβδομάδων. Γ. Έμβρυο 8 εβδομάδων. Δ. Τελικό στάδιο αναπτύξεως.

Ο ενδολεμφικός πόρος και σάκκος σχηματίζονται στις 6 εβδομάδες και η ανάπτυξή τους συνεχίζεται και μετά τον τοκετό. Την ίδια εβδομάδα αρχίζει και ο σχηματισμός του σφαιρικού και του ωοειδούς κυστίδιου. Μέχρι την 8η εβδομάδα οι παραπάνω δομές έχουν αποκτήσει την τελική τους διαμόρφωση (ενήλικος). Την 6η εμβρυϊκή εβδομάδα αρχίζει και ο σχηματισμός των **ημικυκλίων σωλήνων**. Αρχικά παρουσιάζονται στην επιφάνεια του ωτικού κυστίδιου σύστοιχα με την περιοχή αναπτύξεως του ωοειδούς κυστίδιου τρία αποπλατυσμένα εκκολπώματα σε διάταξη κάθετη μεταξύ τους αντίστοιχα ανά ζεύγη. Στη συνέχεια οι δύο αντικείμενες επιθηλιακές επιφάνειες στο κέντρο κάθε εκκολπώματος συνενώνονται και αποσυντίθενται αντικαθιστώμενες από μεσέγχυμα. Έτσι, ο δισκοειδής αρχικά σχηματισμός μετατρέπεται σε ημικυκλικό σωληνοειδή. Πρώτος σχηματίζεται ο άνω ημικύκλιος σωλήνας, ακολούθως ο οπίσθιος και τελευταίος ο οριζόντιος. Ταυτόχρονα (6η εμβρυϊκή εβδομάδα) αρχίζει και ο σχηματισμός του κοχλιακού πόρου. Από το σφαιρικό κυστίδιο αναπτύσσεται μία προσεκβολή που μεγαλώνει και αρχίζει να περιελίσσεται σπειροειδώς από τη βάση προς την κορυφή. Την 7η εβδομάδα έχει σχηματισθεί η βασική έλικα και στο τέλος της 10ης έχουν σχηματισθεί και οι 2.5 έλικες. Διακοπή της ανάπτυξης σε κάποια από αυτές τις εβδομάδες οδηγεί σε ατελή ανάπτυξη των ελίκων του κοχλία (ανωμαλίες Mondini). Στο σημείο που ενώνεται με το σφαιρικό κυστίδιο ο κοχλιακός πόρος στενεύει και θα σχηματίσει τον συνδετικό πόρο στις 7 εβδομάδες.

Μέσα στο σχηματιζόμενο μεμβρανώδη λαβύρινθο αρχίζουν από νωρίς να διαμορφώνονται οι αισθητήριες απολήξεις από περιοχές ειδικής διαφοροποίησης των εξωδερμικών κυττάρων. Στο ληκυθοφόρο άκρο των ημικυκλίων σωλήνων από την 7η εμβρυϊκή εβδομάδα νευροεπιθηλιακά κύτταρα σχηματίζουν την **ακουστική ακρολοφία**, που μέχρι την 11η εβδομάδα αποτελείται οριστικά από νευροεπιθήλιο και στηρικτικά κύτταρα. Παρόμοιος είναι και ο σχηματισμός του νευροεπιθηλιακού ιστού των **ακουστικών κηλίδων** του σφαιρικού και ωοειδούς κυστίδιου που επίσης αποτελούνται από νευροεπιθηλιακά κύτταρα και στηρικτικά. Μέχρι την 11η εβδομάδα έχει συμπληρωθεί ο σχηματισμός τους.

Το **όργανο του Corti** σχηματίζεται στα τοιχώματα του κοχλιακού πόρου σαν μάζα από εξωδερματικά κύτταρα κατά την 11η εβδομάδα. Τα επιθηλιακά κύτταρα διαχωρίζονται σε δύο σειρές από ψηλά κυλινδρικά κύτταρα που επεκτείνονται σε όλο το μήκος του κοχλιακού

πόρου. Αυτά τα κύτταρα εκκρίνουν μία ζελατινώδη ουσία από την οποία θα σχηματισθεί ο καλυπτήριος υμένας. Ο πλατιύτερος εσωτερικός στοίχος σχηματίζει το σπειροειδές γάγγλιο και ο εξωτερικός λεπτότερος θα σχηματίσει το όργανο του Corti. Η διαφοροποίηση των κυττάρων των δύο αυτών στοίχων αρχίζει από τη βάση και προχωράει προς την κορυφή. Η αγγειώδης ταινία αρχίζει να σχηματίζεται την 8η εβδομάδα και μέχρι την 20ή έχει πλήρως αναπτυχθεί. Την 26η εβδομάδα το όργανο του Corti έχει πλήρως σχηματιστεί με κοχλιακό πόρο και έσω και έξω τριχωτά κύτταρα, και στηρικτικά κύτταρα (Deiters, Hensen, Claudius, Boettcher).

Τα έσω τριχωτά κύτταρα δημιουργούν συνάψεις με το προσαγωγό (αναφορικά με τον εγκέφαλο) σύστημα του ακουστικού νεύρου, (afferent system) αλλά και πρώιμες πρόσκαιρες συνάψεις με το απαγώγο ελαιοκοχλιακό δεμάτιο, (efferent system), που αργότερα ωριμάζοντας συνάπτεται με τα έσω τριχωτά κύτταρα. Οι νευρικές συνάψεις θεωρούνται απαραίτητες για την ωρίμαση του οργάνου του Corti, αλλά εξίσου πιθανολογείται και το αντίστροφο, δηλαδή η προοδευτική ωρίμαση του οργάνου του Corti προάγει και την ωρίμαση των νευρικών συνάψεων με τα έσω και έξω τριχωτά κύτταρα.

Ο κοχλιακός πόρος έχει σχήμα τριγωνικό. Η έσω οξεία γωνία του συνδέεται με μία μακρά απόφυση, το οστέινο σπειροειδές πέταλο της ατράκτου, που θα σχηματίσει αργότερα τον άξονα του οστέινου κοχλία. Το μεσέγχυμα που περιβάλλει τον πρωτοσχηματισθέντα κοχλιακό πόρο αρχίζει και διαφοροποιείται σε χόνδρινο περίβλημα, που στη συνέχεια αρχίζει και εμφανίζει κενά που θα ενωθούν προς σχηματισμό των δύο περιλεμφικών χώρων της αιθουσαίας και τυμπανικής κλίμακας. Η αιθουσαία κλίμακα χωρίζεται από το άνω τοίχωμα του κοχλιακού πόρου με τον υμένα του Reissner και η τυμπανική κλίμακα χωρίζεται από το κάτω τοίχωμα του κοχλιακού πόρου με το βασικό υμένα. Ο μη καλός σχηματισμός του μεμβρανώδους λαβυρίνθου οδηγεί στην ανωμαλία Scheibe που ευθύνεται για μέρος των συγγενών βαρηκοϊών. Ο οστέινος λαβύρινθος δημιουργείται από διαφοροποίηση σε χόνδρο του μεσεγχύματος που περιβάλλει την καταβολή του μεμβρανώδους λαβυρίνθου. Η διαφοροποίηση αυτή αρχίζει από την 7η εμβρυϊκή εβδομάδα, ενώ την 16η εβδομάδα αρχίζει η οστεοποίηση της λαβυρινθικής κάψας. Την ίδια εβδομάδα ο μεμβρανώδης λαβύρινθος παίρνει την τελική μορφή με όλες τις δομές καλά σχηματισμένες. Η οστεοποίηση ξεκινά από την περιοχή της στρογγύλης