

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Εμβρυολογία τραχήλου

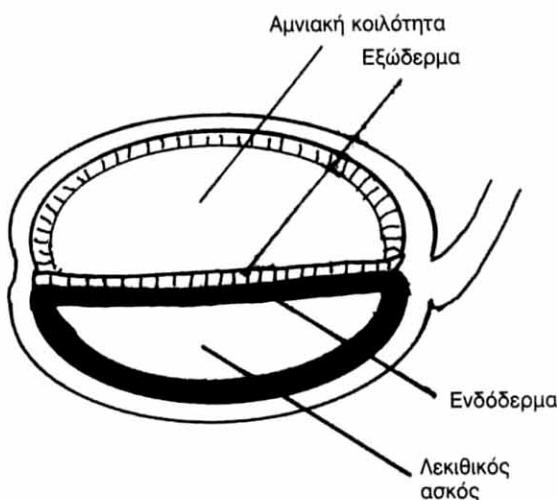
I. ΑΡΧΙΚΗ ΕΜΒΡΥΪΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ

Κατά τη 2η εβδομάδα της αναπτύξεως, το έμβρυο έχει λάβει τη μορφή του δίστιβου εμβρυϊκού δίσκου, περιβαλλόμενο από δύο κοιλότητες (ΣΧΗΜΑ 1-1):

- την **αμνιακή κοιλότητα** (amniac sac), προς τη ραχιαία κατεύθυνση,
- τον **λεκιθικό ασκό** (yolk sac), προς την κοιλιακή κατεύθυνση.

Η στιβάδα των κυττάρων που αποτελεί το έδαφος της αμνιακής κοιλότητας αποτελεί το **εξώδερμα** (ectoderm), ενώ το έδαφος του λεκιθικού ασκού αποτελεί το **ενδόδερμα** (endoderm).

Κατά την 3η εβδομάδα σχηματίζεται ουραία στην οπίσθια επιφάνεια του εμβρυϊκού δίσκου μια παχιά ταινία από εξώδερμα η **αρχική γραμμή** (primitive streak) της οποίας το κρανιακό άκρο παχύνεται και σχηματίζει το **αρχικό κομβίο** (primitive node), ενώ η

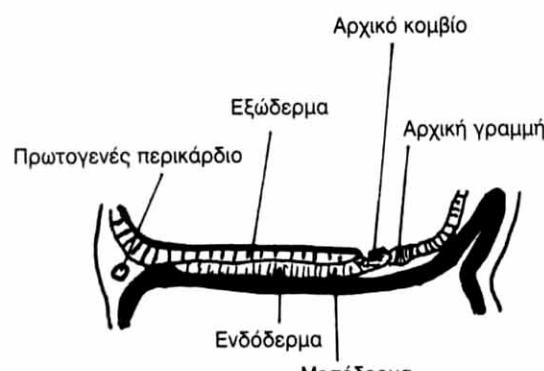


ΣΧΗΜΑ 1-1. Δίστιβος εμβρυϊκός δίσκος.

ίδια παράγει συνεχώς μεσέγχυμα προκαλώντας την επιμήκυνση του εμβρυϊκού δίσκου. Η παραγωγή εμβρυϊκού **μεσοδέρματος** (mesoderm), μεταξύ των δύο στιβάδων του εμβρυϊκού δίσκου, τον μετατρέπει γρήγορα σε 3στίβο (ΣΧΗΜΑ 1-2).

Το αρχικό κομβίο σχηματίζει κρανιακά την **απόφυση της νωτιαίας χορδής** (notochordal process), η οποία μεγαλώνει συνεχώς μεταξύ ενδοδέρματος και εξωδέρματος και φθάνει μέχρις ενός σημείου, όπου υπάρχει μια πάχυνση του ενδοδέρματος, η **προχορδιαία πλάκα** (prechordal plate). Στο σημείο αυτό η **νωτιαία χορδή** (notochord) δεν μπορεί να προχωρήσει άλλο, γιατί υπάρχει στενή σύμφυση εξωδέρματος και ενδοδέρματος, όπου και σχηματίζεται η **στοματοφαρυγγική μεμβράνη** (buccopharyngeal membrane). Μια άλλη περιοχή στενής επαφής εξωδέρματος και ενδοδέρματος είναι η **μεμβράνη της αμάρας** (cloacal membrane) στην περιοχή του πρωκτού.

Καθώς η νωτιαία χορδή αναπτύσσεται το εξώδερμα και το μεσόδερμα παχύνονται προς τα άνω και σχηματίζουν τη **νευρική πλάκα** (neural plate) η οποία δί-



ΣΧΗΜΑ 1-2. Τρίστιβος εμβρυϊκός δίσκος.

δει γένεση στο Κ.Ν.Σ., καθώς στρεφομένη προς τα έσω κατά τον κεντρικό άξονα σχηματίζει τη **νευρική αύλακα** (neural groove) με τις **νευρικές πτυχές** (neural crests) σε κάθε πλευρά. Οι πτυχές αυτές τελικά ενώνονται σχηματίζοντας τον **νευρικό σωλήνα** (neural tube) (ΣΧΗΜΑ 1-3) ο οποίος κρανιακά εμφανίζει τρεις διογκώσεις, τα **εγκεφαλικά κυστίδια** (brain vesicles). Το μεσόδερμα εν τω μεταξύ διαφοροποιείται σε τρεις περιοχές:

- την **παρααξονική** (paraxial) η οποία σχηματίζει τους **σωμίτες** (somites), έκαστος των οποίων συμβάλλει στο σχηματισμό δύο παρακειμένων σπονδύλων και του αντιστοίχου μεσοσπονδύλιου δίσκου καθώς και τμήματος σωματικού μυός με το υπερκείμενο χόριο.
- την **ενδιάμεση** (intermediate), η οποία σχηματίζει τους νεφρούς, τα γεννητικά όργανα και τα επινεφρίδια.
- το **πλάγιο πέταλο** (lateral plate), εντός του οποίου σχηματίζεται μια κοιλότητα, το **ενδοσπλαγχνικό κοιλωμα** (intraembryonic coelom), από την οποία σχηματίζονται αργότερα η περικαρδιακή, η πνευμονική και η περιτοναϊκή κοιλότητα. Η κοιλότητα αυτή διαιρεί το πλάγιο πέταλο στην έξω στιβάδα, η οποία μαζί με το εξώδερμα σχηματίζει το τοίχωμα του σώματος, και στην έσω στιβάδα, η οποία μαζί με το ενδόδερμα σχηματίζει το τοίχωμα του εντερικού σωλήνα.

Εμπρός από τη στοματοφαρυγγική μεμβράνη το μεσόδερμα σχηματίζει το **εγκάρσιο διάφραγμα** (septum transversum), από το οποίο σχηματίζονται το περικάρδιο, η καρδία και τα μεγάλα αγγεία. Οπίσω από τη μεμβράνη της αμάρας, το μεσόδερμα συνδέεται με το συν-

δετικό μίσχο του εμβρύου και με μια απόφυση, την **αλαντοΐδα** (alantois), μέσω της οποίας επιτυγχάνονται οι αγγειακές συνδέσεις. Αργότερα εδώ σχηματίζεται ο **ομφαλικός λώρος** (umbilical cord).

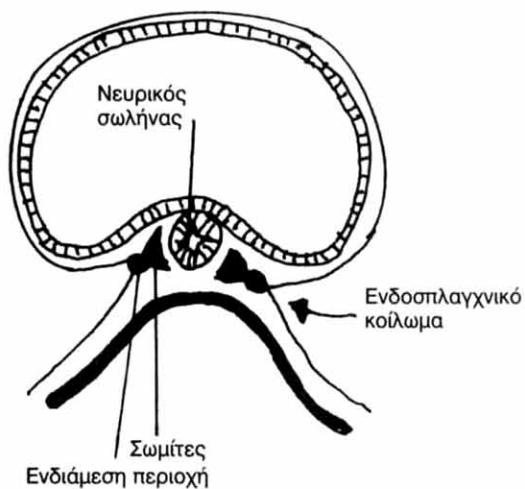
Κατά την 4η με 8η εβδομάδα αναπτύξεως το κύριο στοιχείο της περιόδου αυτής είναι η ταχεία αύξηση, η καταβολή όλων των σημαντικών δομών και η κάμψη του εμβρύου, το οποίο από επίπεδο δίσκο μεταβάλλεται σε κυλινδρικό έμβρυο. Προηγείται η κάμψη της κεφαλής και ακολουθεί η κάμψη της ουράς, με αποτέλεσμα το έμβρυο να λάβει σχήμα C ενσωματώνοντας ταυτόχρονα μέρος της κοιλότητας του λεκιθικού ασκού, το οποίο μετασχηματίζεται στην εντερική κοιλότητα (ΣΧΗΜΑ 1-4). Ο εγκέφαλος μεγαλώνει κρανιακά πέραν της στοματοφαρυγγικής μεμβράνης, ενώ το εγκάρσιο διάφραγμα, το περικάρδιο και η στοματοφαρυγγική μεμβράνη φέρονται κοιλιακά. Τελικά γίνεται μια πλήρης αναστροφή θέσεως, δηλαδή το εγκάρσιο διάφραγμα από πρόσω του περικαρδίου φέρεται κοιλιακά προς αυτό και τέλος προς τα οπίσω του (ΣΧΗΜΑ 1-5). Το διάφραγμα αυτό θα εξελιχθεί αργότερα στον μυ του διαφράγματος, που αποτελεί το όριο μεταξύ θώρακα και κοιλίας.

Η εντερική κοιλότητα διαιρείται συμβατικά στην πρόσθια, τη μέση και την οπίσθια. Το **πρόσθιο έντερο** (foregut) εκτείνεται εμπρός από την στοματοφαρυγγική μεμβράνη και ευρίσκεται ραχιαία της οροφής της περικαρδιακής κοιλότητας και του εγκαρσίου διαφράγματος. Το **οπίσθιο έντερο** (hindgut) εκτείνεται οπίσω από τη μεμβράνη της αμάρας και το **μέσο έντερο** (mid-gut) ευρίσκεται υπεράνω του στενούμενου λεκιθικού ασκού.

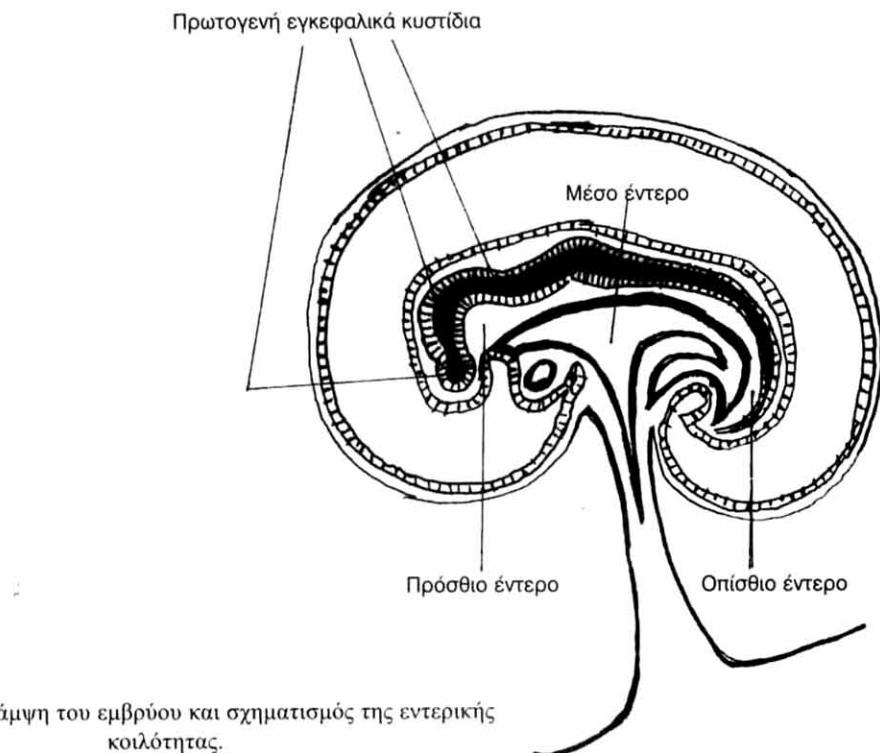
Το πρόσθιο έντερο έρχεται σε σχέση ραχιαία προς το Κ.Ν.Σ., μέχρι του επιπέδου του οπισθίου εγκεφάλου (hindbrain). Η νωτιαία χορδή ευρίσκεται μεταξύ της οροφής του προσθίου εντέρου και του νευρικού συστήματος, εντός μιας μάζας μεσοδέρματος και φέρεται κεφαλικά, πλησίον της στοματοφαρυγγικής μεμβράνης. Εμπρός από τη μεμβράνη αυτή ευρίσκεται ο **θύλακας του Rathke** (Rathke's pouch), που παράγεται ως προέκταση του ραχιαίου εξωδέρματος του στόματος και αποτελεί την καταβολή της πρόσθιας υποφύσεως.

Το πρόσθιο έντερο κοιλιακά έρχεται σε σχέση με την οροφή του περικαρδίου και πλέον οπίσω με το εγκάρσιο διάφραγμα. Δύο εκβλαστήσεις του προσθίου εντέρου παρατηρούνται στις μεσοδέρματικές αυτές μάζες:

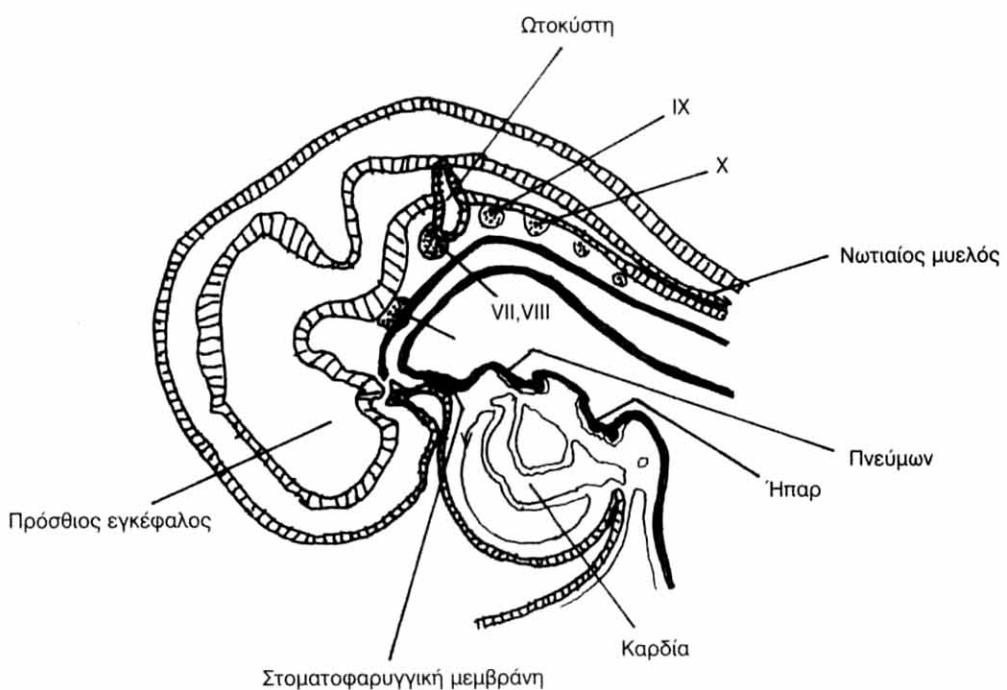
- η **λαρυγγοτραχειακή αύλακα** (laryngo-tracheal groove), που αποτελεί την καταβολή του τραχειακού και του πνευμονικού εκκολπώματος,
- το **ηπατικό εκκόλπωμα** (hepatic diverticulum), που αποτελεί την καταβολή του ήπατος και της χοληδόχου κύστεως.



ΣΧΗΜΑ 1-3. Σχηματισμός Κ.Ν.Σ. - εξέλιξη μεσοδέρματος.



ΣΧΗΜΑ 1-4. Κάμψη του εμβρύου και σχηματισμός της εντερικής κοιλότητας.



ΣΧΗΜΑ 1-5. Οβελιαία τομή εμβρύου: εγκέφαλος, πρόσθιο έντερο, περικάρδιο και καταβολές των αισθητικών γαγγλίων των εγκεφαλικών συζυγιών.

Προς τα πλάγια το πρόσθιο έντερο αφορίζεται από ένα παχύ τοιχώμα μεσοδέρματος, όπου αναπτύσσονται τα 5 βραγχιακά τόξα, μεταξύ των οποίων ευρίσκονται οι βραγχιακές αύλακες (οι ονομασίες έχουν δοθεί επειδή ενθυμίζουν τα βράγχια και τις βραγχιακές σχισμές των ιχθύων).

II. ΤΑ ΒΡΑΓΧΙΑΚΑ ΤΟΞΑ ΜΕ ΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΑ ΤΟΥΣ

Από το πρόσθιο έντερο παράγονται ο φάρυγγας, ο οισοφάγος, ο στόμαχος και το αρχικό τμήμα του λεπτού εντέρου.

Τα **βραγχιακά ή φαρυγγικά τόξα** (branchial ή pharyngeal arches) αποτελούν 6 στρογγύλες, κυλινδρικές παχύνσεις του πλαγίου τοιχώματος του φάρυγγα εκατέρωθεν (Σχήμα 1-6). Το 1ο βραγχιακό (ή κάτω γναθικό) τόξο έχει μια πρόσθετη προεξοχή, από το κοιλιακό άκρο της οποίας παράγεται η κάτω γνάθος, ενώ από το ραχιαίο άκρο της παράγεται η άνω γνάθος. Η προεξοχή αυτή συμφύεται με την απέναντι της κατά τη μέση γραμμή. Το 2ο βραγχιακό (ή νοειδές) τόξο, επίσης, συμφύεται με το απέναντι. Τα επόμενα βραγχιακά τόξα 3ο, 4ο και 6ο δεν συναντώνται κατά τη μέση γραμμή με τα απέναντι τους. Το 5ο βραγχιακό τόξο εξαφανίζεται γρήγορα, χωρίς να δώσει κάποια παράγωγα.

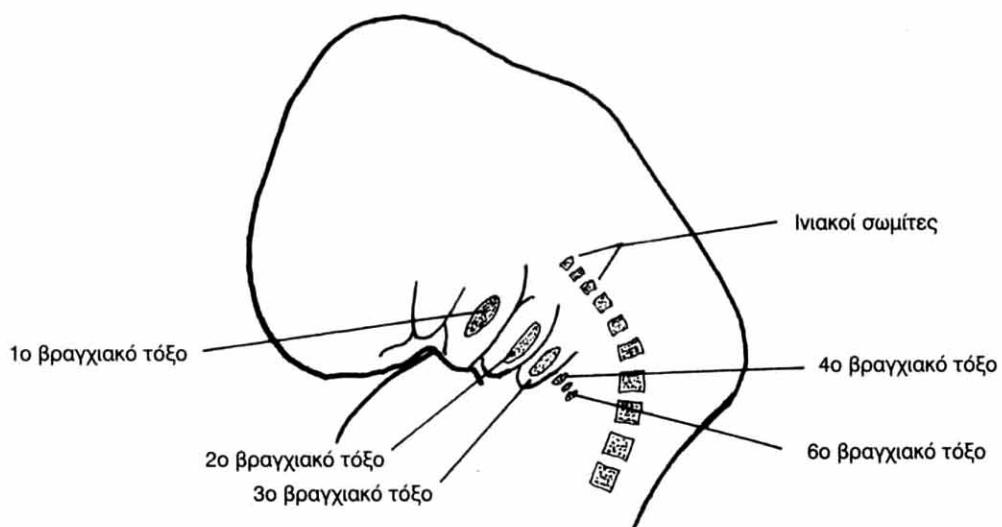
A. ΔΟΜΗ ΒΡΑΓΧΙΑΚΟΥ ΤΟΞΟΥ

Κάθε τόξο συνίσταται από έναν πυρήνα μεσεγχύματος, ο οποίος καλύπτεται εξωτερικά από εξώδερμα

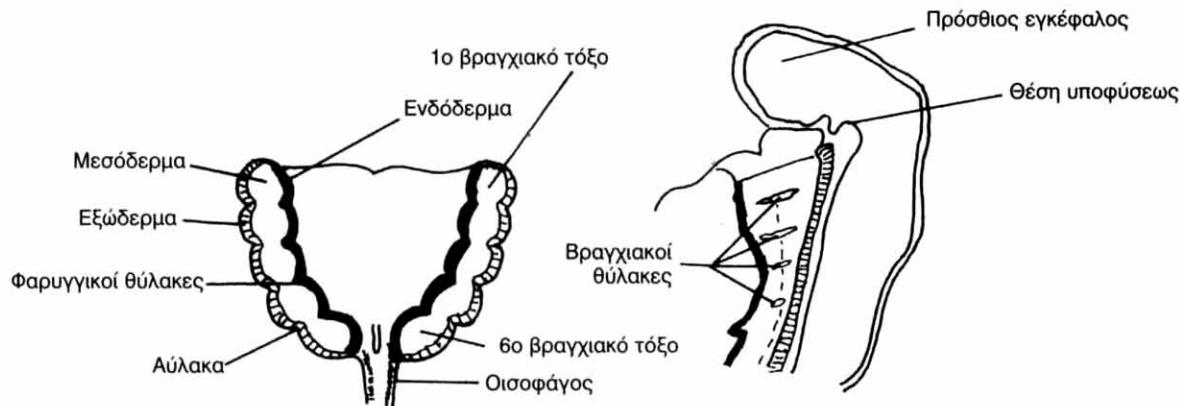
και εσωτερικά από ενδόδερμα. Τα διαδοχικά τόξα χωρίζονται προς τα έξω από τις **βραγχιακές αύλακες** (branchial grooves), που είναι εξωδερμικής συστάσεως και προς τα έσω από τους **φαρυγγικούς θύλακες** (pharyngeal pouches), που είναι ενδοδερμικής συστάσεως (Σχήμα 1-7). Οι φαρυγγικοί θύλακες και οι βραγχιακές αύλακες έρχονται σε στενή σχέση. Οι θέσεις αυτές καλούνται τρήματα, στους δε ιχθείς αντιστοιχούν πράγματι στις βραγχιακές σχισμές, ενώ στον άνθρωπο δεν διακόπτεται η ακεραιότητα του τοιχώματος, ο όρος δε τρήματα είναι συμβατικός.

Το κεντρικό μεσόδερμα κάθε τόξου παράγει έναν κυλινδρικό χόνδρο, ενώ το πλάγιο μεσόδερμα παράγει μυ και ενδοθήλιο. Περαιτέρω παράγεται η αρτηρία του τόξου, ενώ εισδύεται στο τόξο ένα μικτό νεύρο, κινητικό και αισθητικό, προερχόμενο από τον οπίσθιο εγκέφαλο (Σχήμα 1-8).

Το κινητικό στοιχείο του νεύρου νευρώνει το γραμμωτό μυικό ιστό που έχει σχηματιστεί από το αντίστοιχο βραγχιακό τόξο. Το αισθητικό στοιχείο διαιρέται σε δύο τμήματα, το προτρηματικό και το μετατρηματικό. Η διαιρέση αυτή γίνεται αμέσως μετά από κάθε τρήμα, ο δε μετατρηματικός κλάδος (posttrematic branch) πορεύεται μαζί με το κινητικό νεύρο και νευρώνει το επιθήλιο της κρανιακής επιφάνειας του συστοίχου βραγχιακού τόξου, ενώ ο προτρηματικός κλάδος (pre-trematic branch), φέρεται στο αμέσως προηγούμενο βραγχιακό τόξο, νευρώνοντας το επιθήλιο της ουραίας επιφάνειας του προηγουμένου τόξου. Επομένως κάθε τόξο περιέχει το δικό του νεύρο (κινητικό και μετατρηματικό) και έναν κλάδο του νεύρου του επομένου τόξου (προτρηματικό).



Σχήμα 1-6. Βραγχιακά τόξα.



ΣΧΗΜΑ 1-7. Φάρυγγας

B. ΣΚΕΛΕΤΙΚΑ ΠΑΡΑΓΩΓΑ ΤΩΝ ΒΡΑΓΧΙΑΚΩΝ ΤΟΞΩΝ

1ο τόξο: Ο χόνδρος του είναι γνωστός ως **χόνδρος του Meckel** (Meckel's cartilage), ο οποίος, αφού περιβληθεί κατά το μεγαλύτερο τμήμα του από μεμβρανώδες οστούν, μετατρέπεται στην **κάτω γνάθο** (mandibule), ενώ ένα τμήμα του σχηματίζει τον **σφηνογναθικό σύνδεσμο** (sphenomandibular ligament) (ΣΧΗΜΑ 1-9). Το κοιλιακό άκρο του συμφύεται με το χόνδρο του απέναντι τόξου, ενώ το ραχιαίο άκρο του συναντάται, αφ' ενός μεν με το χόνδρο του 2ου τόξου, αφ' ετέρου δε με την **ωτική κάψα** (otic capsule), το χόνδρο δηλαδή που περιβάλλει την **ωτική κύστη** (otocyst), την καταβολή του έσω ωτός. Στην περιοχή αυτή αναπτύσσονται τα ακουστικά οστάρια. Από το χόνδρο του Meckel παράγονται η κεφαλή, ο αυχένας, η πρόσθια απόφυση και ο σύνδεσμος της σφύρας, καθώς και το βραχύ σκέλος και το σώμα του άκμονα.

2ο τόξο: Καλείται και **χόνδρος του Reichert** και σχηματίζει τη βελονοειδή απόφυση, το βελονούσσειδή σύνδεσμο, το έλασσον κέρας και το άνω τμήμα του σώματος του νοειδούς οστού. Από τα ακουστικά οστάρια σχηματίζει τον αναβολέα, το μακρό σκέλος του άκμονα και τη λαβή της σφύρας.

3ο τόξο: Σχηματίζει το κάτω τμήμα του σώματος και το μείζον κέρας του νοειδούς οστού.

4ο τόξο: Σχηματίζει το θυρεοειδή χόνδρο του λάρυγγα, καθώς και συνδέσμους της περιοχής.

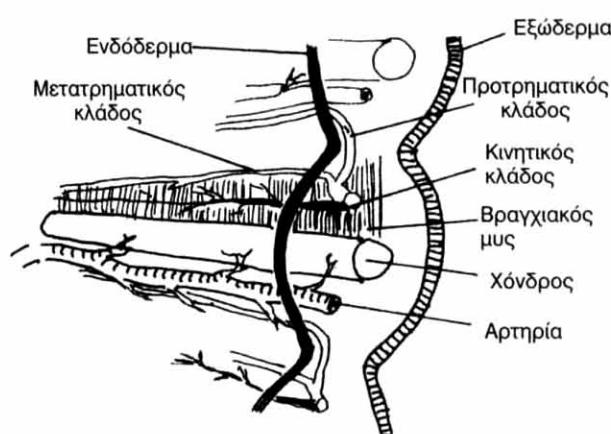
5ο τόξο: Σχηματίζει τον κρικοειδή χόνδρο, τους αρυταινοειδείς χόνδρους και τους μικρούς, επικουρικούς χόνδρους του λάρυγγα.

Γ. ΜΥΪΚΑ ΠΑΡΑΓΩΓΑ ΒΡΑΓΧΙΑΚΩΝ ΤΟΞΩΝ

Αντίθετα από τους μυς που σχετίζονται με το εντερικό τοίχωμα, οι μύες των βραγχιακών τόξων είναι γραμμωτοί και γι' αυτό καλούνται ειδικοί σπλαγχνικοί μύες. Αν και κατά την περαιτέρω ανάπτυξη του εμβρύου πολλοί μύες μεταναστεύουν μακριά, εν τούτοις διατηρούν την αρχική τους νεύρωση. Οι μύες που παράγονται από τα βραγχιακά τόξα είναι (ΣΧΗΜΑ 1-10):

1ο τόξο

- Άνω λοξός (trochiliakό νεύρο)
- Έξω ορθός (απαγωγό νεύρο)
- Μαστητήριοι μύες
 - κροταφίτης
 - μασητήρας
 - έσω και έξω πτερυγοειδής
- Γναθούσσειδής
- Πρόσθια γαστέρα διγάστορος της κάτω γνάθου
- Τείνων το υπερώιον ιστίο
- Τείνων το τύμπανο μυς



ΣΧΗΜΑ 1-8. Δομή βραγχιακού τόξου.