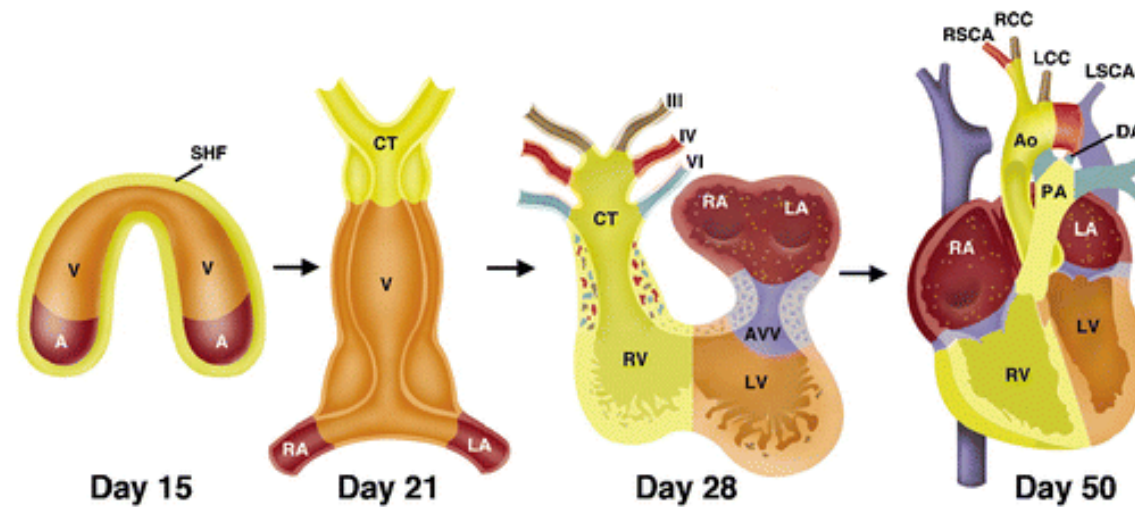


ΕΜΒΡΥΟΛΟΓΙΑ ΚΑΡΔΙΑΓΓΕΙΑΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

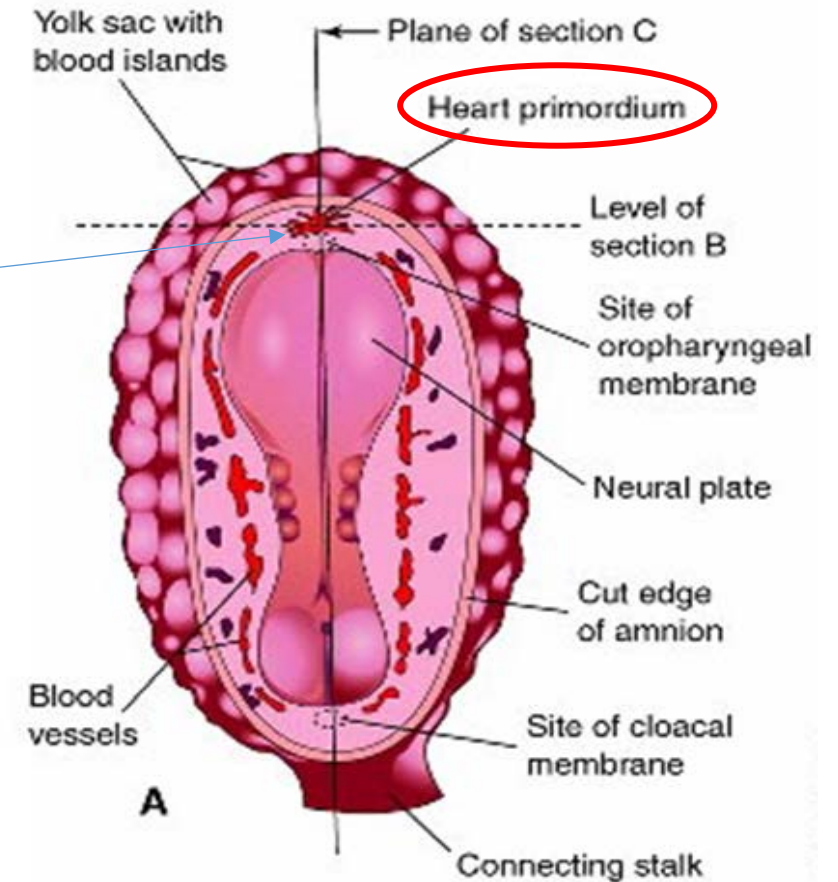


Καρδιαγγειακό σύστημα

- Το πρώτο σύστημα που λειτουργεί στο έμβρυο.
- 6^η w: καρδιακή λειτουργία

Προέλευση :

- Σπλαχνικό μεσόδερμα => Αρχέγονη καταβολή καρδιάς
- Παραξονικό και πλάγιο πέταλο μεσοδέρματος



Αρχικά στάδια σχηματισμού καρδιάς & αγγείων

Σχηματισμός αγγειοπλαστικών κυτταρικών χορδών:

1. Πρωτογενές Καρδιακό Πεδίο (ΠΚΠ) :

Μετανάστευση μεσοδερμικών κυττάρων από την **αρχική ταινία**



Ζεύγος αγγειοπλαστικών
κυτταρικών χορδών = ΠΚΠ

2. Δευτερογενές Καρδιακού Πεδίου (ΔΚΠ):

Μετανάστευση κυττάρων από το μεσόδερμα των φαρυγγικών τόξων



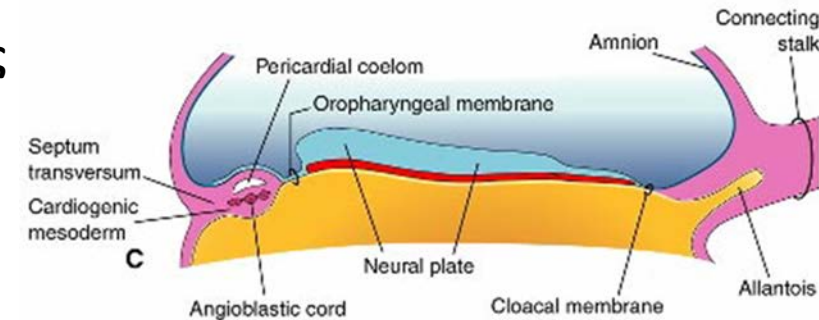
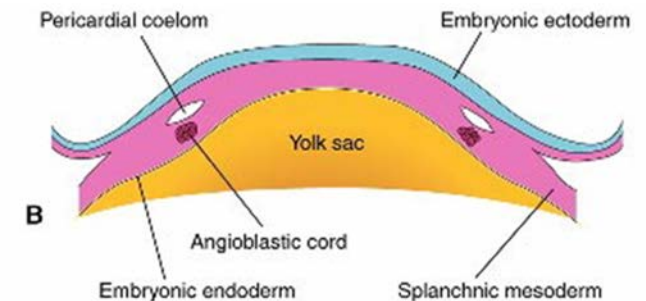
Αγγειοπλαστικές κυτταρικές
χορδές = ΔΚΠ, επί τα εντός του
ΠΚΠ



Αυλοποίηση =>
ενδοκαρδιακούς σωλήνες



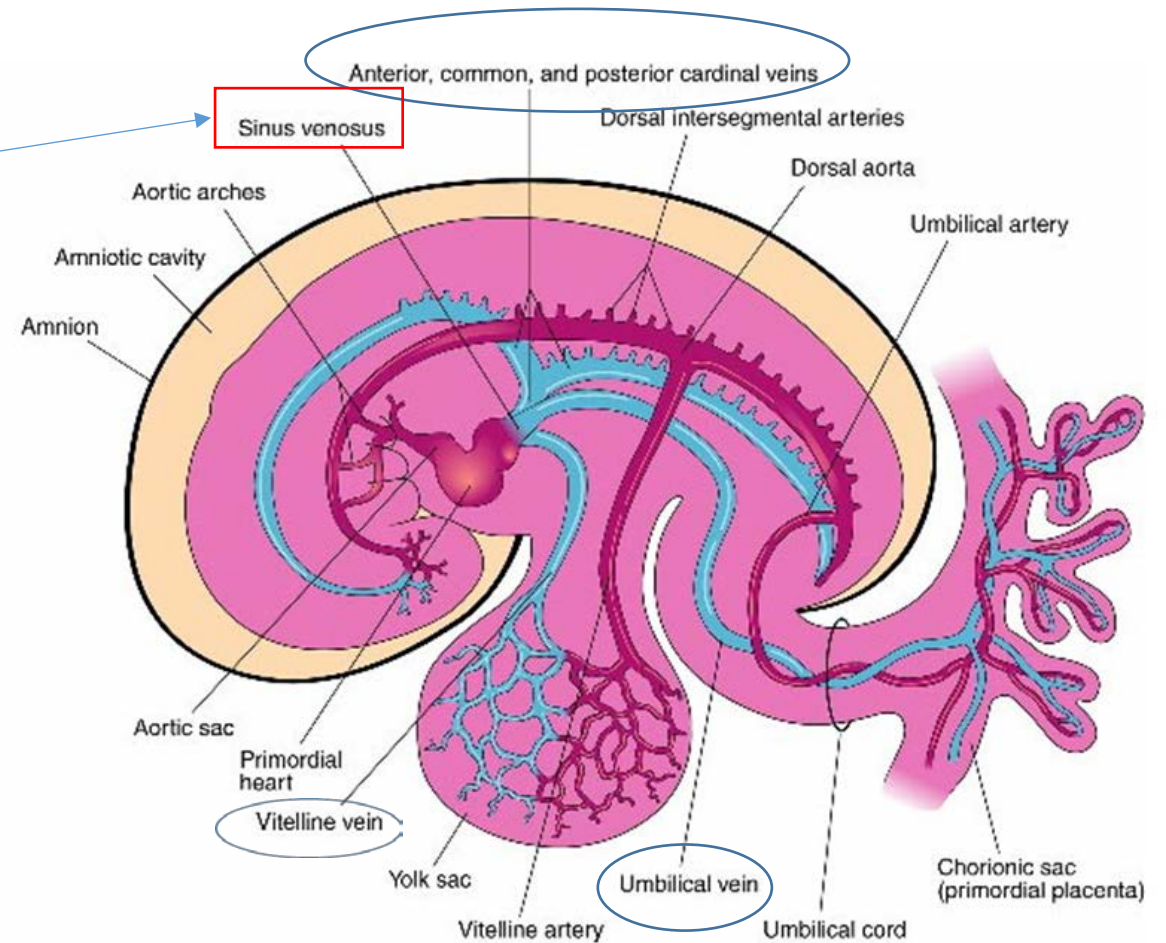
Συνένωση => **μονήρης
καρδιακός σωλήνας**



Ανάπτυξη φλεβών

4^η w: εμφάνιση **3 ζευγών φλεβών** που αποχετεύουν μέσα στο καρδιακό σωλήνα:

1. Λεκιθικές φλέβες => εισέρχονται στο φλεβικό άκρο της καρδιάς: **φλεβώδη κόλπο της καρδιάς**.
2. Ομφαλικές φλέβες
 - Από την **ΑΡ ομφ. φλέβα** σχηματίζεται ο **φλεβώδης πόρος** = αναστόμωση που συνδέει την ομφαλική φλέβα με την κάτω κοίλη φλέβα.
 - **ΔΕ ομφ. Φλέβα**: εκφυλίζεται.
3. Κοινές κύριες φλέβες = φλεβικό αποχετευτικό σύστημα εμβρύου
 - Οι πρόσθιες κύριες => ΑΡ βραχιονοκεφαλική φλέβα
 - Δεξιά πρόσθια & Δεξιά κοινή κύρια => Άνω κοίλη φλέβα (ΑΚΦ)
 - Οι οπίσθιες κύριες φλέβες => Άζυγος φλέβα & κοινές λαγόνιες φλέβες
 - Η δεξιά υπερκύρια φλέβα => Κάτω κοίλη φλέβα (ΚΚΦ)



Copyright © 2003, Elsevier Science (USA). All Rights Reserved.

Αρτηρίες φαρυγγικών τόξων

4-5^η w: σχηματισμός αρτηριών φαρυγγικών τόξων = **Αορτικά τόξα** : εκφύονται από τον αορτικό σάκο κ καταφύονται στη ραχιαία αορτή.

Οι μη διφυείς κοιλιακοί κλάδοι: **ΛΕΚΙΘΙΚΕΣ** μεταφέρουν αίμα στο ομφαλικό κυστίδιο, στην αλλαντοΐδα κ στο χόριο

Ραχιαία αορτή : 30 κλάδους που διατρέχουν τους σωμίτες (μεσοτμηματικές αρτηρίες)

Αυχένα: Σπονδυλικές αρτηρίες

Θώρακα: Μεσοπλεύριες αρτηρίες

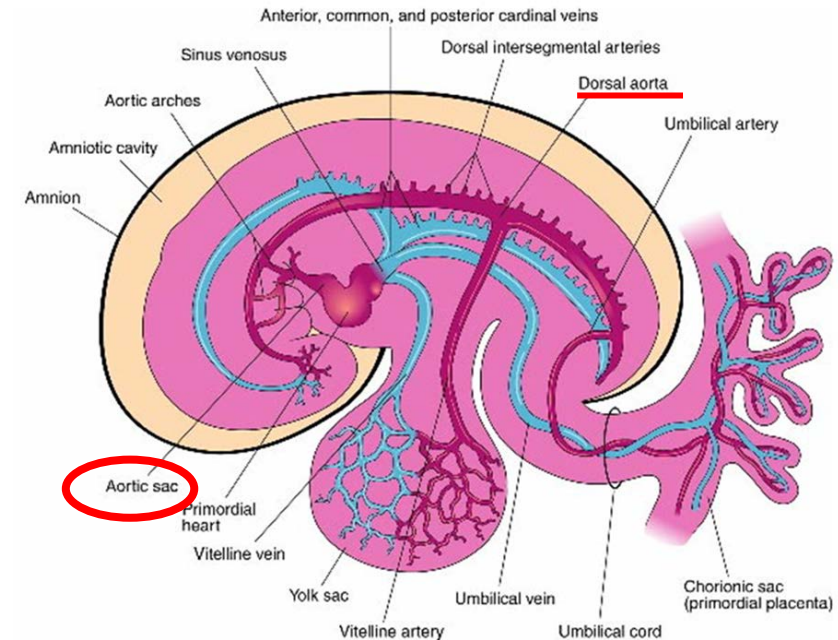
Κοιλιά: Οσφυϊκές αρτηρίες

5^ο ζεύγος οφυϊκών = Κοινές λαγόνιες αρτηρίες

Ιερή χώρα : πλάγιες ιερές αρτηρίες

Λεκιθικές αρτηρίες : παραμένουν 3 => Αιμάτωση ομφαλικού κυστιδίου

1. Κοιλιακός αρτηριακός κορμός => αιμάτωση πρόσθιου εντέρου
2. Άνω μεσεντέριος αρτηρία => αιμάτωση μέσου εντέρου
3. Κάτω μεσεντέριος αρτηρία => αιμάτωση οπίσθιου εντέρου



Ομφαλικές αρτηρίες :

- Διέρχονται μέσω του αρχέγονου ομφάλιου λώρου.
- Μεταφέρουν προς τον πλακούντα αποξυγονωμένο αίμα.
- Εγγύς τμήμα τους => **Έσω λαγόνιες αρτηρίες & Άνω κυστικές αρτηρίες**
- Άπω τμήμα τους => ομφαλικοί σύνδεσμοι

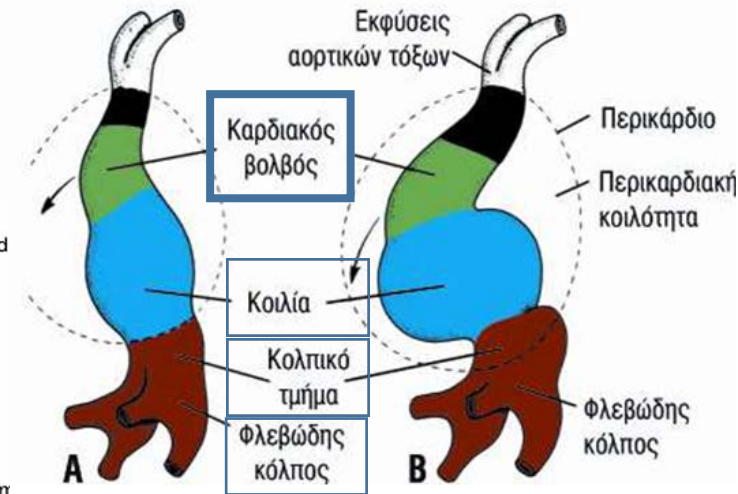
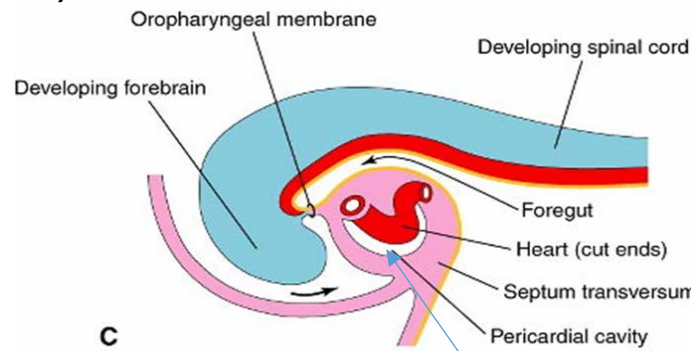
Μεταγενέστερα στάδια σχηματισμού καρδιάς

Αρχέγονος καρδιακός σωλήνας

Έξω στιβάδα: αρχέγονο μυοκάρδιο
(κύτταρα ΠΚΠ) => **μυοκάρδιο**

Μεταξύ έξω κ έσω στιβάδας:
καρδιακή πηκτή

Έσω στιβάδα: ενδοθηλιακή επένδυση =
ενδοκάρδιο



Μετά την κεφαλουραία κάμψη του εμβρύου:

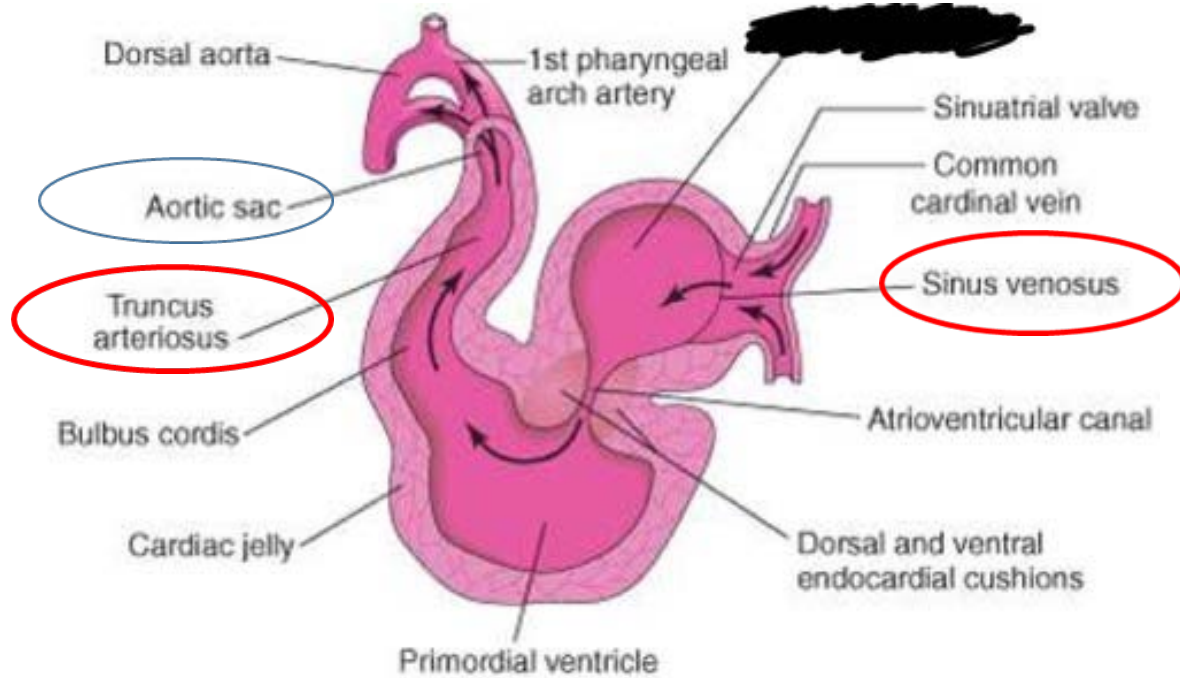
- ο καρδιακός σωλήνας εγκαθίσταται κοιλιακά του πρόσθιου εντέρου και ουραία του στοματοφαρυγγικού υμένα
- εμφανίζει περισφίξεις και διευρύνσεις:

- **Καρδιακός βολβός** (= αρτηριακός κορμός + αρτηριακός κώνος + καρδιακός κώνος) => ΔΕ κοιλία
- **Αρχέγονη κοιλία** => ΑΡ κοιλία
- **Αρχέγονος κόλπος** => ΔΕ κ ΑΡ κόλπο
- **Φλεβώδης κόλπος**

ταχύτερη ανάπτυξη => κάμψη καρδιάς => βολβοκοιλιακή αγκύλη U

ραχιαία μετατόπιση => Σχηματισμός ΔΕ κ ΑΡ κέρατος φλεβώδους κόλπου

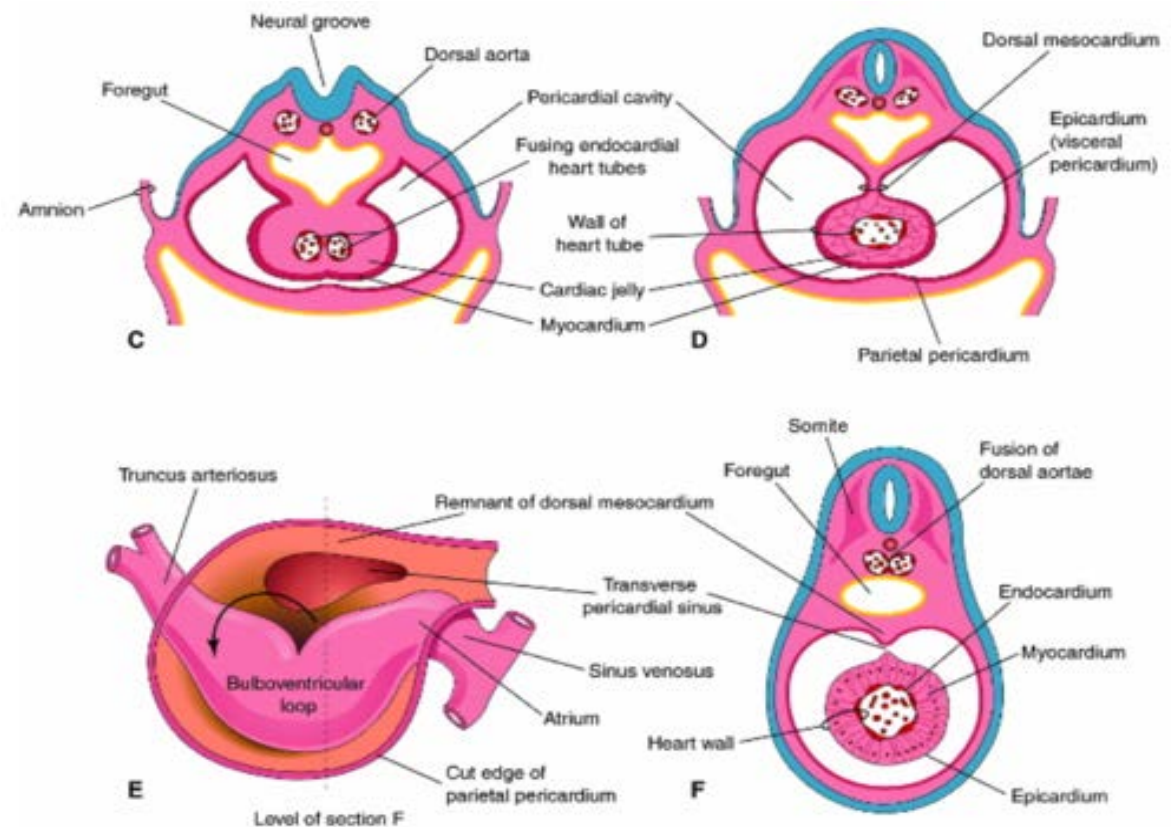
Μεταγενέστερα στάδια σχηματισμού καρδιάς



Σταδιακή ενσωμάτωση καρδιάς στη περικαρδιακή κοιλότητα

Το άνω άκρο του αρτηριακού κορμού συνδέεται με τον **αορτικό σάκκο**.

Ο φλεβώδης κόλπος δέχεται τις ομφαλικές, τις λεκιθικές και τις κοινές κύριες φλέβες.



Κυκλοφορία στην αρχέγονη καρδιά

Είσοδος αίματος στο φλεβώδη κόλπο => Πρόωθηση στον αρχέγονο κόλπο (μέσω κολποκοιλιακού σωλήνα) => Αρχέγονη κοιλία.

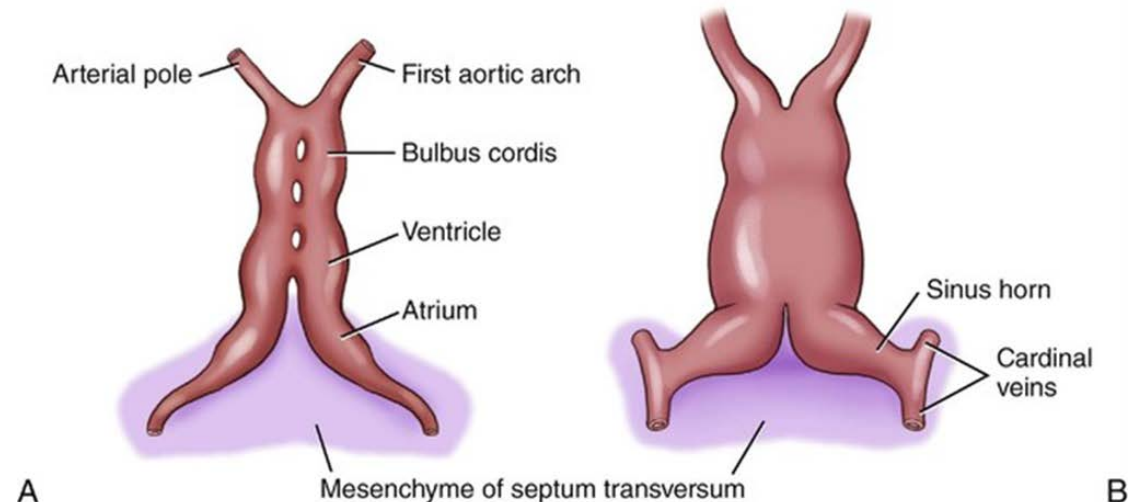
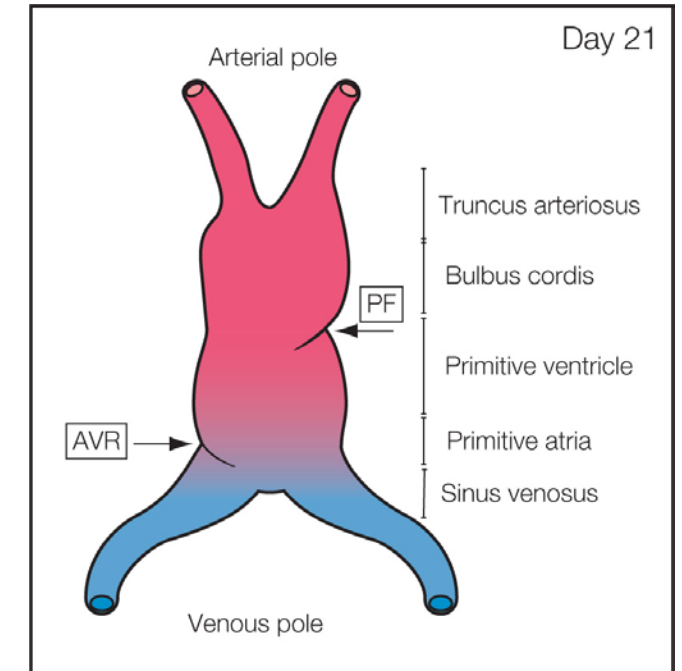
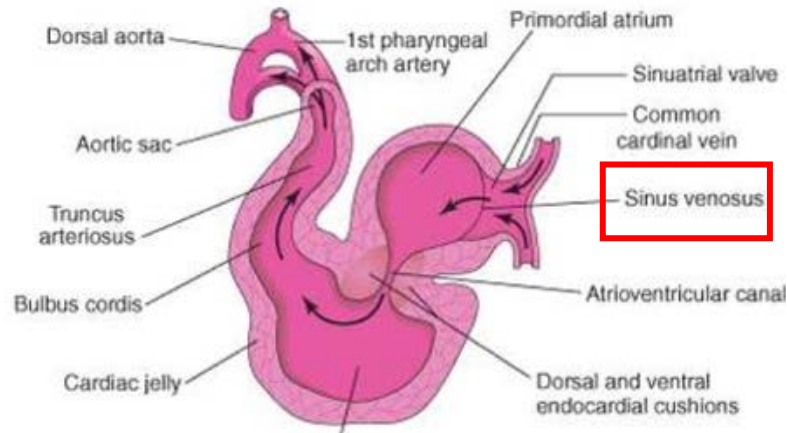


Ο φλεβώδης κόλπος δέχεται αίμα από :

- Τις ομφαλικές φλέβες (πλακούντας)
- Τις λεκιθικές φλέβες (ομφαλικό κυστίδιο)
- Τις κοινές κύριες φλέβες (σώμα εμβρύου)

Συστολή αρχέγονης κοιλίας => προώθηση αίματος στον αορτικό σάκο → αρτηρίες φαρυγγικών τόξων.

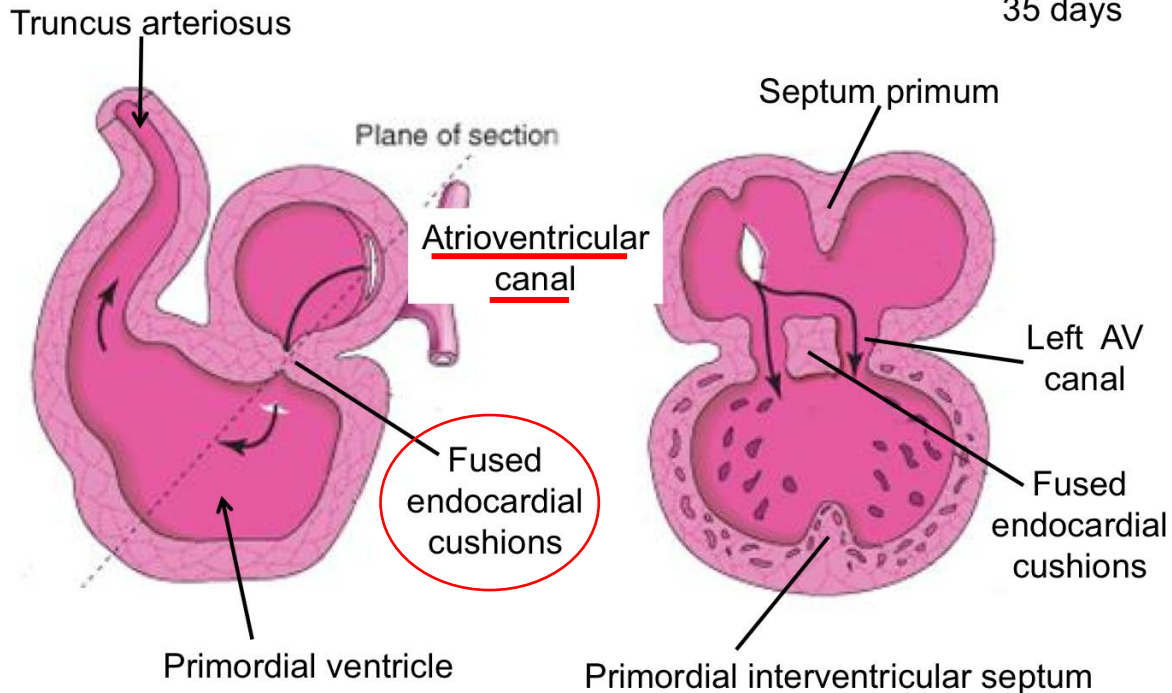
Ακολουθως, προώθηση αίματος στη ΔΕ κ ΑΡ ραχιαία αορτή (κατανομή στο υπόλοιπο σώμα, στο ομαφαλικό κυστίδιο και στο πλακούντα).



Διαμερισματοποίηση αρχέγονης καρδιάς

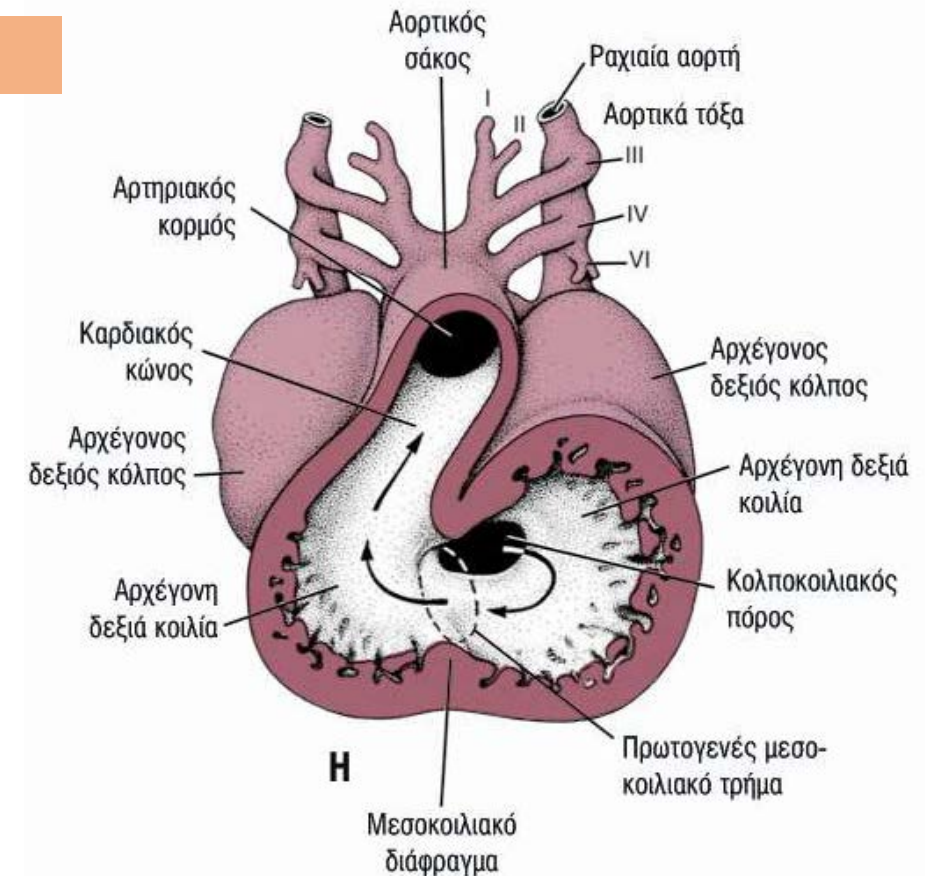
Division of Atrioventricular (AV) Canal Fusion of the AV Endocardial Cushions

35 days



4^η-8^η w

1^ο βήμα



Εμφάνιση **ενδοκαρδιακών επαρμάτων** στο ραχιαίο & κοιλιακό τοίχωμα του κολποκοιλιακού σωλήνα (ΚΚΣ).

Αύξηση & συνένωση αυτών => 1. Διαίρεση ΚΚΣ σε ΑΡ κ ΔΕ

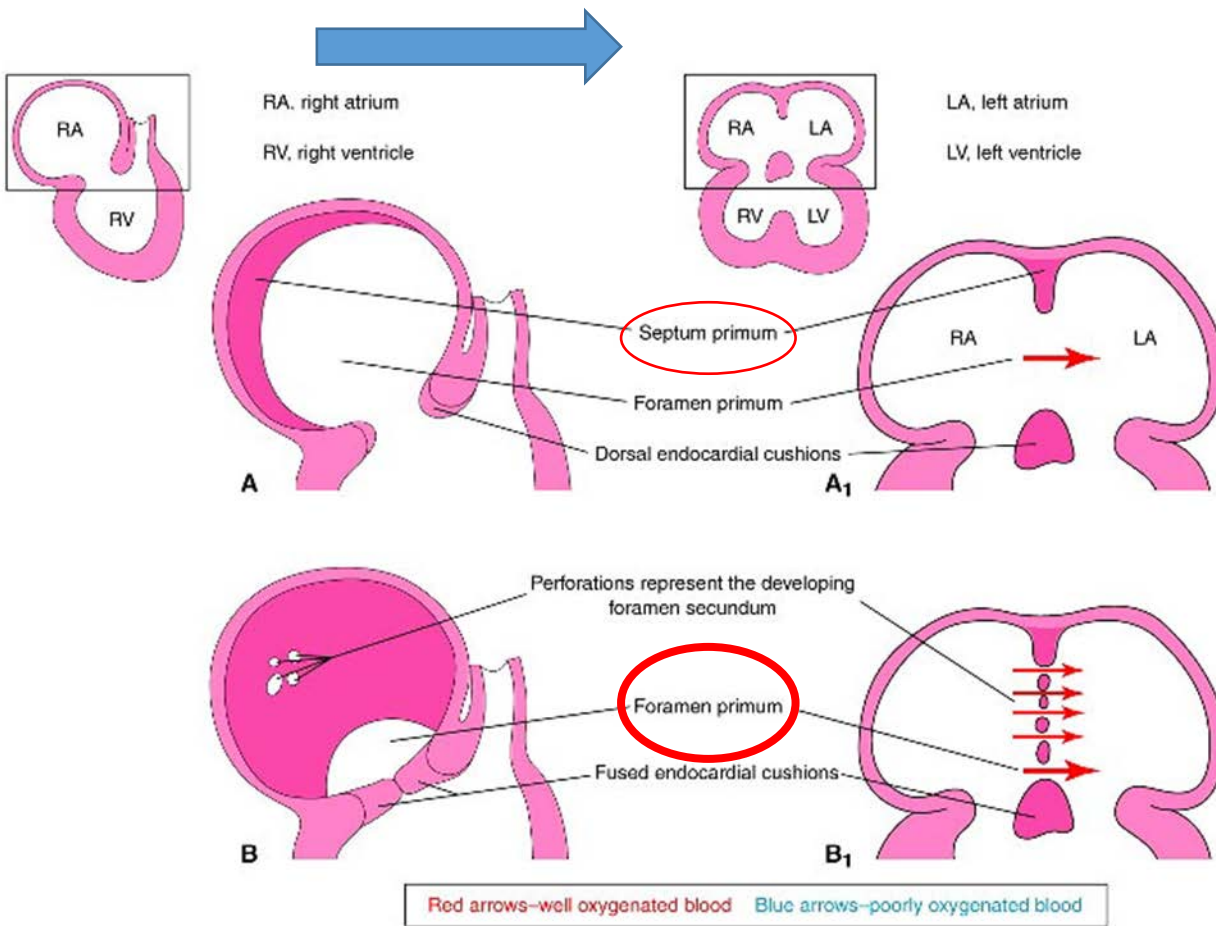
2. Ατελής διαχωρισμός αρχέγονου κόλπου από κοιλία

2^ο βήμα

Διαχωρισμός αρχέγονου κόλπου

Δεξιό κόλπο

Αριστερό κόλπο

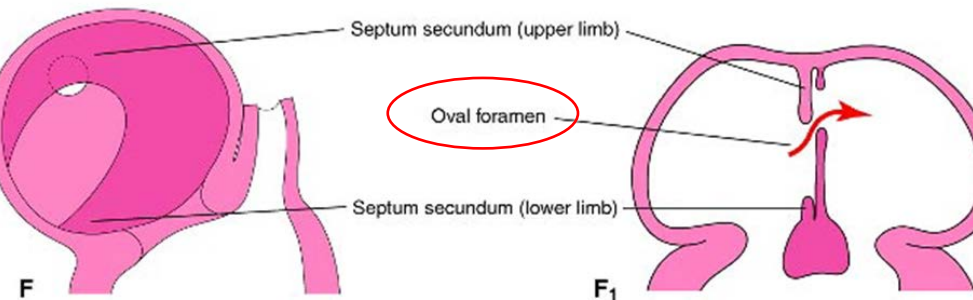
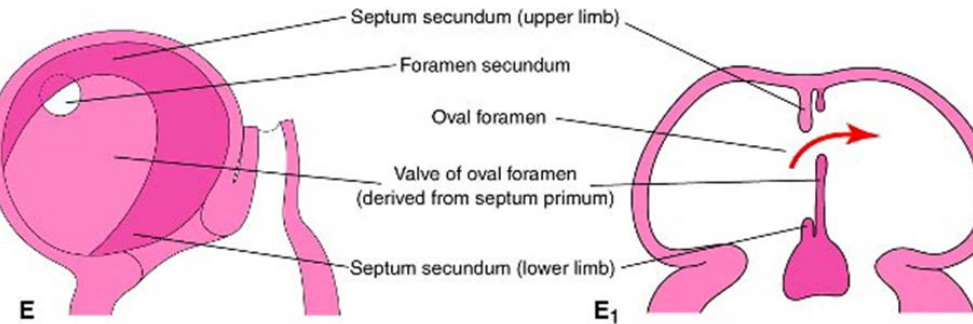
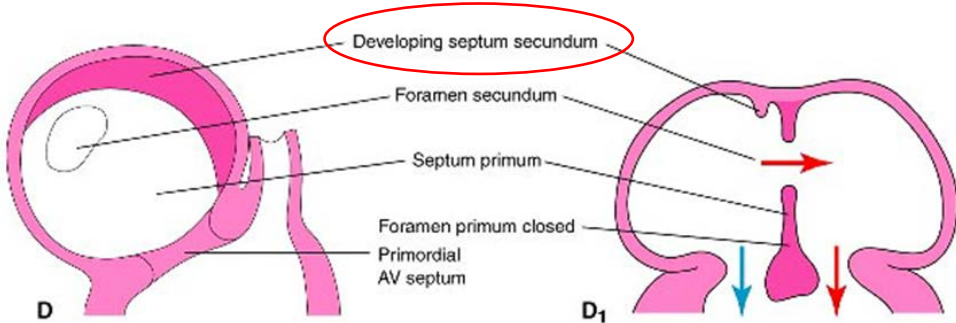
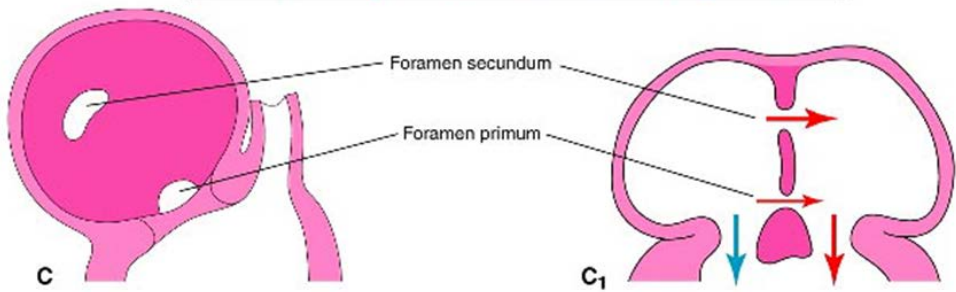


Σχηματισμός & συγχώνευση 2 διαφραγμάτων: του Ι-γενούς και του ΙΙ-γενούς

- Ξεκινά από την οροφή του αρχέγονου κόλπου κ επεκτείνεται έως τα συνενωμένα ενδοκαρδιακά επάρματα.
- Εντός του Ι-γενούς διαφράγματος σχηματίζεται το **πρωτογενές τρήμα**, το οποίο αργότερα εξαφανίζεται.
- Σχηματισμός **δευτερογενούς τρήματος** από πολλαπλά μικρά τρήματα επί του Ι-γενούς διαφράγματος => **οξυγονωμένο αίμα από ΔΕ σε ΑΡ κόλπο**

Η συγχώνευση του Ι-γενούς διαφράγματος με τα ενδοκαρδιακά επάρματα => **αρχέγονο κολποκοιλιακό διάφραγμα (ΚΚΔ)**

Red arrows—well oxygenated blood Blue arrows—poorly oxygenated blood



Σχηματισμός & συγχώνευση 2 διαφραγμάτων: του Ι-γενούς και του ΙΙ-γενούς



- Σχηματίζεται από το μυϊκό τοίχωμα του ΔΕ κόλπου, δίπλα και προς τα δεξιά του Ι-γενούς.
- Δεν είναι πλήρες.
- Λίγο πριν τα ενδοκαρδιακά επάρματα αναπτύσσεται ένα κενό : **ωοειδές τρήμα =>**

**οξυγονωμένο αίμα από το ΔΕ
κόλπο στον ΑΡ κόλπο.**

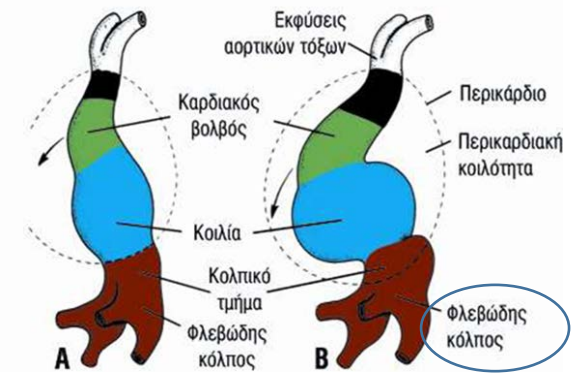
Μεταβολές στο φλεβώδη κόλπο

Αρχικά, ο φλεβώδης κόλπος εκβάλλει εντός του αρχέγονου κόλπου.

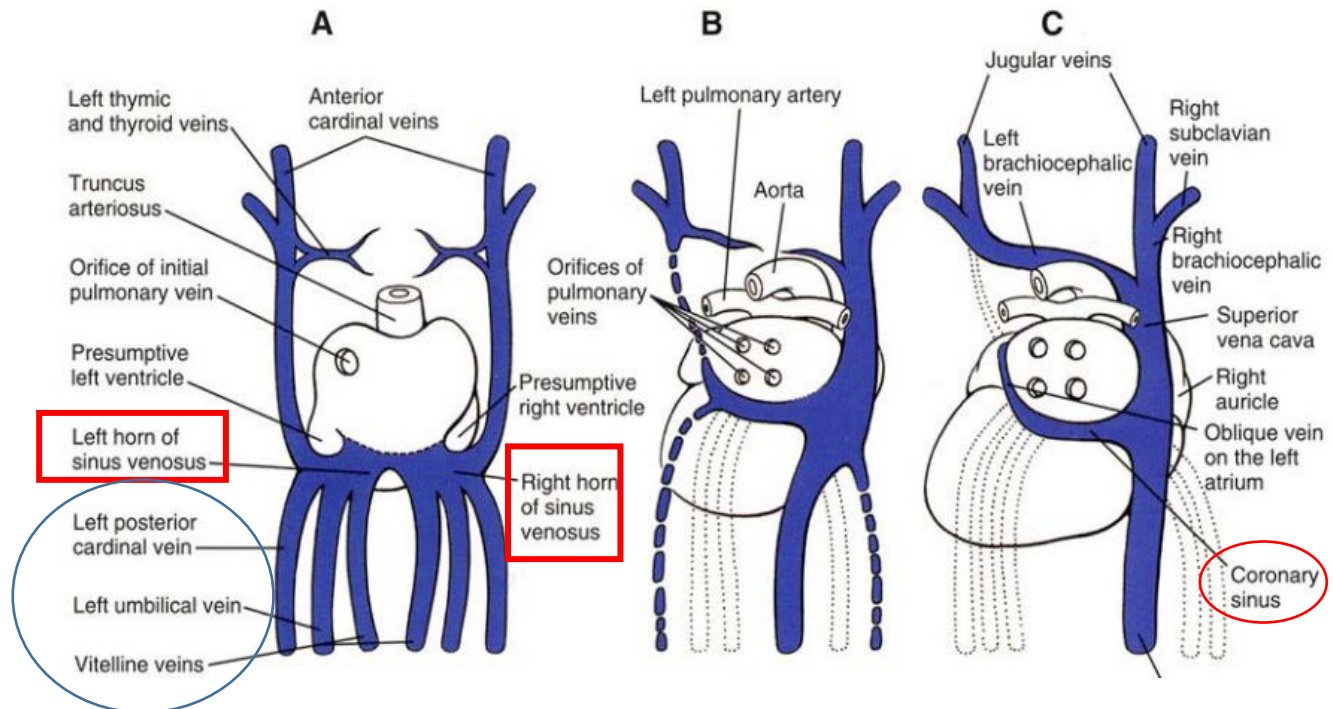
Στην 4^η w: το ΔΕ κέρας του φλεβώδους κόλπου διευρύνεται κι αργότερα δέχεται: όλο το αίμα από τη κεφαλή και τον αυχένα του εμβρύου (μέσω ΑΚΦ) & όλο το αίμα από το πλακούντα και το κάτω μέρος του εμβρύου (μέσω ΚΚΦ).

Τελικά, ενσωματώνεται στο τοίχωμα του ΔΕ κόλπου.

Το ΑΡ κέρας => στεφανιαίο κόλπο



SINUS VENOSUS AND THE CORONARY SINUS

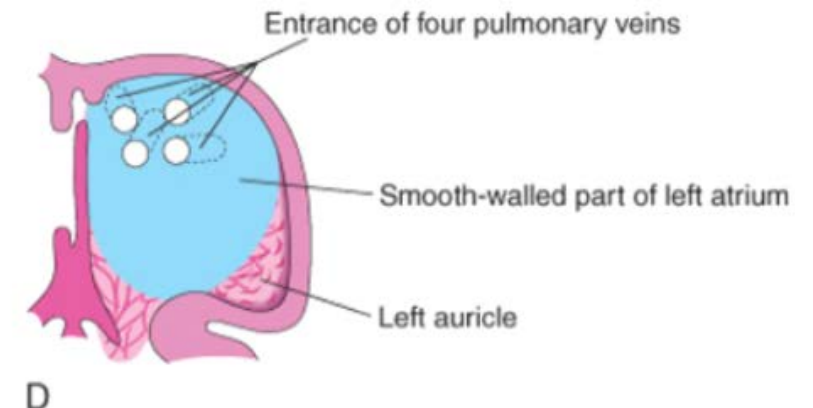
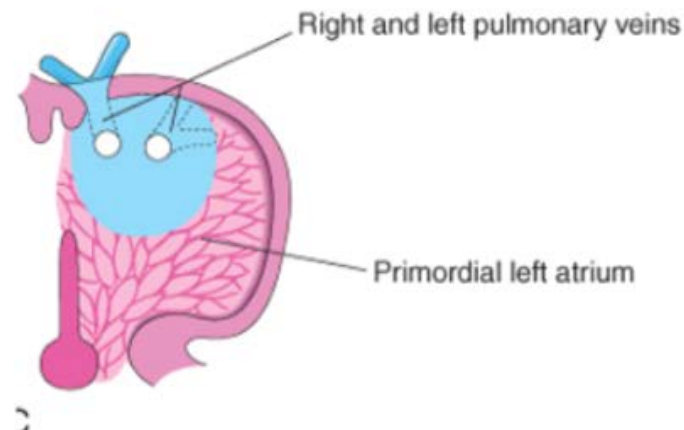
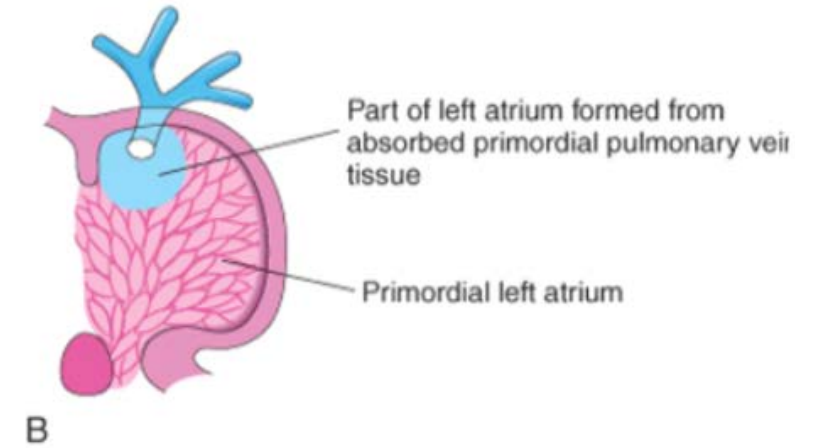
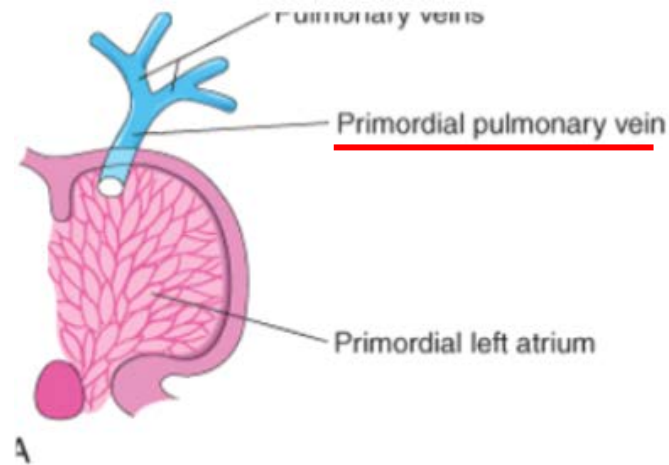


Πνευμονική φλέβα

Εκφύεται από το ραχιαίο τοίχωμα του ΑΡ κόλπου, από τα αριστερά του Ι-γενους διαφράγματος.
Με τη διεύρυνση του κόλπου => Ενσωμάτωση στο τοίχωμα του ΑΡ κόλπου.



4 πνευμονικές φλέβες



Διαχωρισμός αρχέγονης κοιλίας

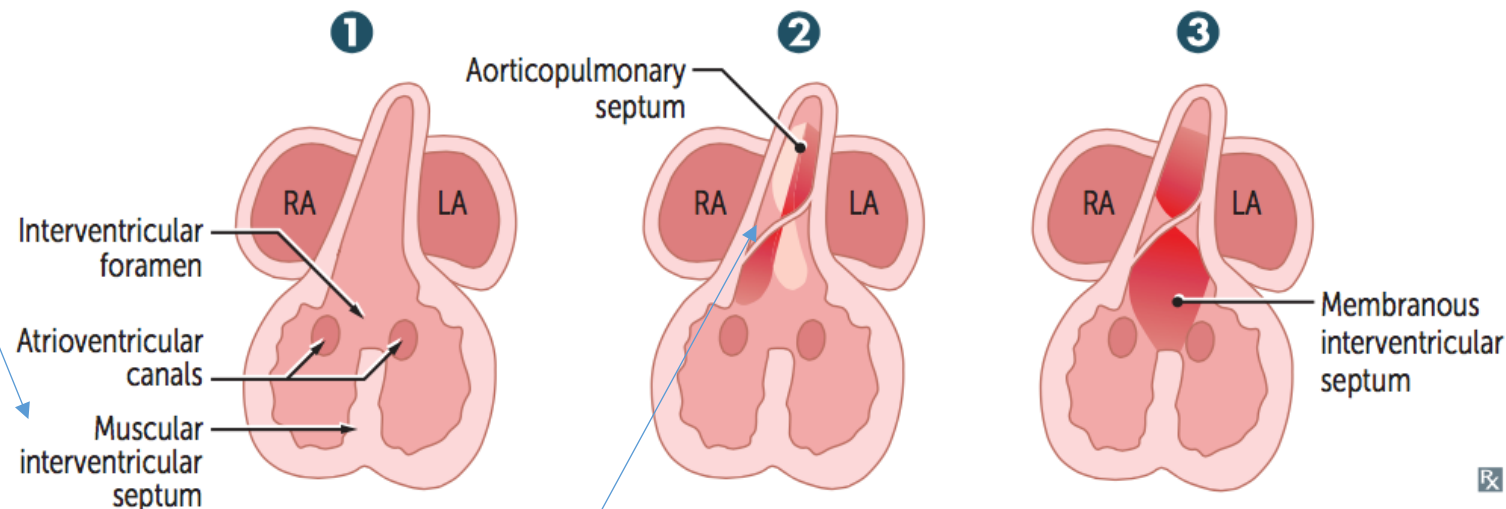
ΔΕ κοιλία

ΑΡ κοιλία

3^ο βήμα

Εμφάνιση μυϊκής ακρολοφίας: **μυώδες μεσοκοιλιακό διάφραγμα** στο έδαφος της αρχέγονης κοιλίας που επεκτείνεται προς τα άνω.

Μέχρι την 7^η w υπάρχει το μεσοκοιλιακό τρήμα επί του μεσοκοιλιακού διαφράγματος, το οποίο αργότερα εξαφανίζεται.



Την 5^η w: εμφάνιση έντονου πολλαπλασιασμού των μεσεγχυματικών κυττάρων στον καρδιακό βολβό => **βολβικές ακρολοφίες** και στον αρτηριακό κορμό => **αρτηριακές ακρολοφίες**

περιελίσσονται μεταξύ τους, συγχωνεύονται και σχηματίζουν **αορτικοπνευμονικό διάφραγμα**

Ανιούσα αορτή

Στέλεχος πνευμονικής αρτηρίας

Τελικά, ο καρδιακός βολβός ενσωματώνεται στο τοίχωμα των κοιλιών, σχηματίζοντας: ΔΕ → αρτηριακός κώνος (πρόδρομος πνευμονικής αρτηρίας) & ΑΡ → πρόδρομος αορτής

Ανάπτυξη καρδιακών βαλβίδων

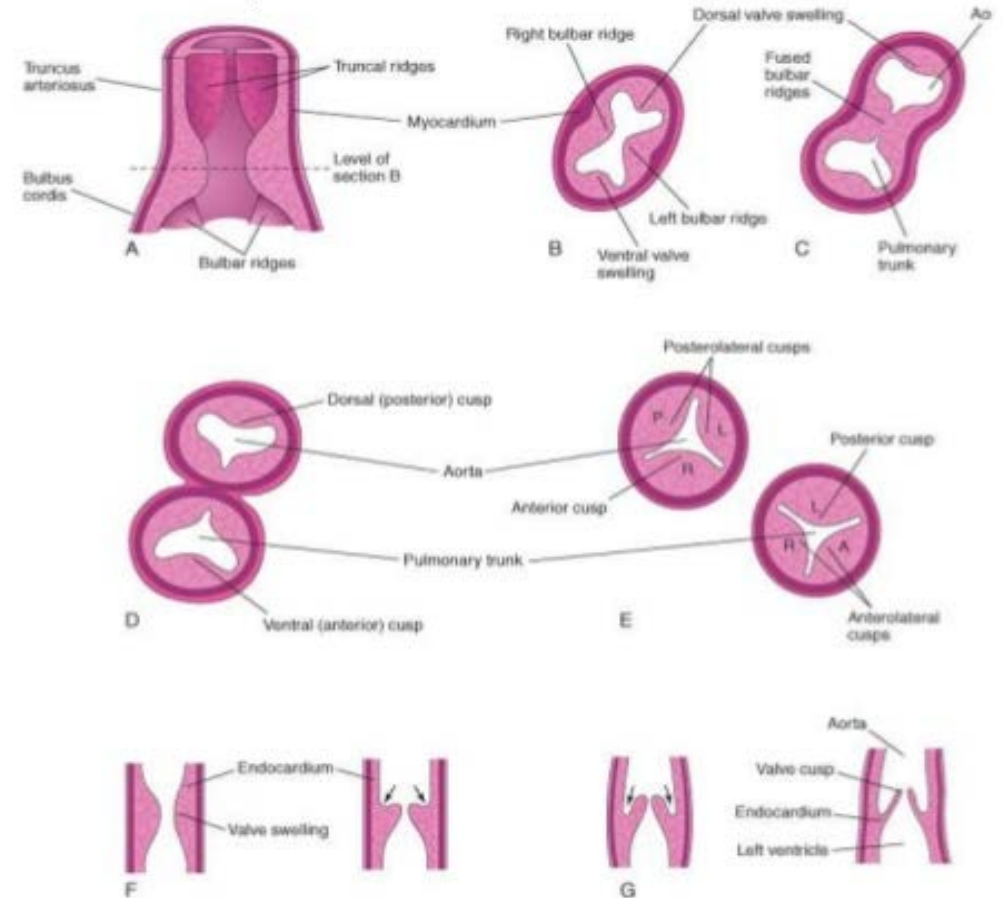
4^ο βήμα

- Οι μηνοειδείς βαλβίδες αναπτύσσονται από 3 φύματα, γύρω από τα στόμια της αορτής κ του πνευμονικού κορμού.
- Οι κολποκοιλιακές βαλβίδες αναπτύσσονται παρομοίως γύρω από τους κολποκοιλιακούς σωλήνες

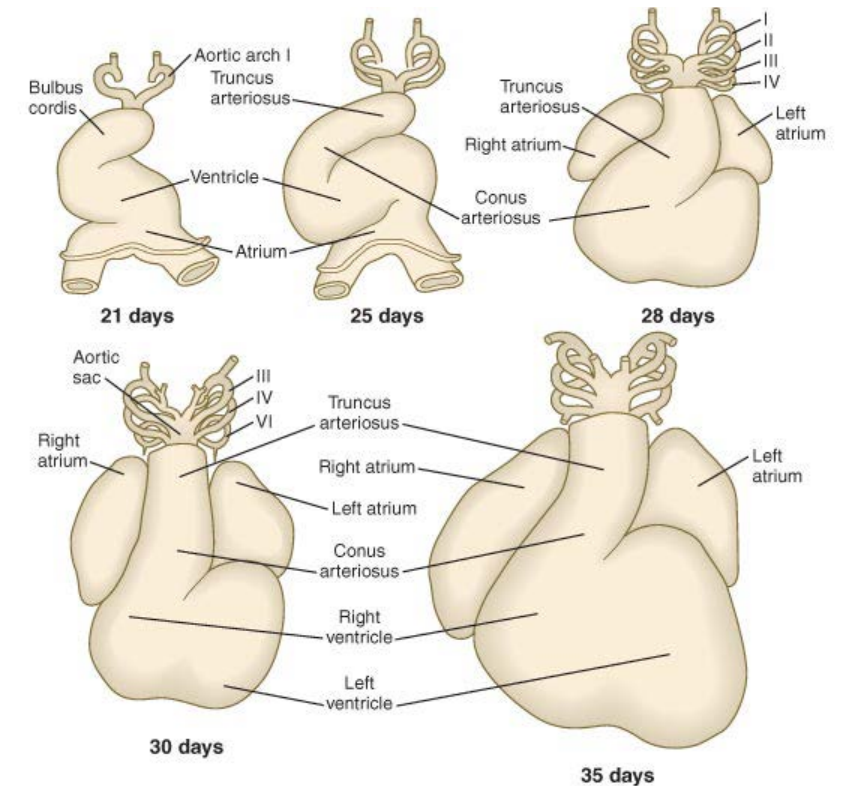
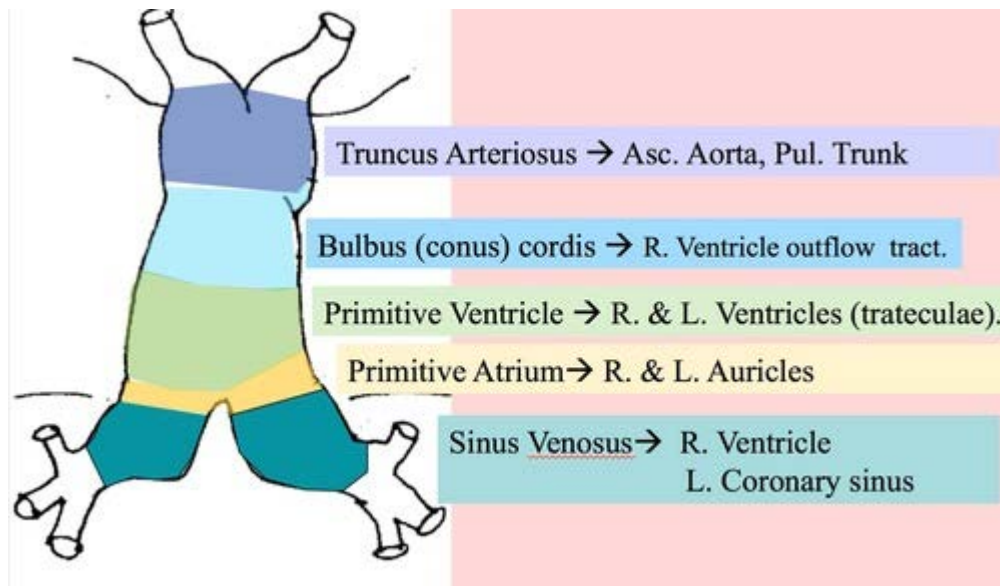
Ερεθισματοαγωγό σύστημα καρδιάς

Αρχικά, ως βηματοδότης της καρδιάς λειτουργεί ο κόλπος.
Αργότερα, αναλαμβάνει ο φλεβόκομβος.
Μετά την ενσωμάτωση του στο ΔΕ κόλπο
=> σχηματίζεται ο κολποκοιλιακός κόμβος και το κολποκοιλιακό δεμάτιο (His).

Developments of the Cardiac Valves



Από το καρδιακό σωλήνα στις 4 κοιλότητες



Παράγωγα αρτηριών των φαρυγγικών τόξων

Οι αρτηρίες των φαρυγγικών τόξων σχηματίζουν τα **αορτικά τόξα** και εκφύονται από τον αορτικό σάκο.



6 ζεύγη αορτικών τόξων

Παράγωγα 1^{ου} ζεύγους = μέρος των άνω γναθιαίων αρτηριών (ώτα, οδόντες, μύες οφθαλμού κ προσώπου)

Παράγωγα 2^{ου} ζεύγους = αρτηρίες του αναβολέα

Παράγωγα 3^{ου} ζεύγους = τα εγγύς τμήμα => **κοινές καρωτίδες**
τα άπω τμήμα => **έσω καρωτίδες**

Παράγωγα 4^{ου} ζεύγους : ΑΡ αρτηρία = μέρος του **αορτικού τόξου** (+ αορτικός σάκος + ΑΡ ραχιαία αορτή)
ΔΕ αρτηρία = εγγύς τμήμα ΔΕ υποκλειδίου αρτηρίας (+ ΔΕ ραχιαία αορτή + ΔΕ 7^η μεσοσπληνική αρτηρία)

Παράγωγα 5^{ου} ζεύγους = υποτυπώδη αγγεία που εκφυλίζονται

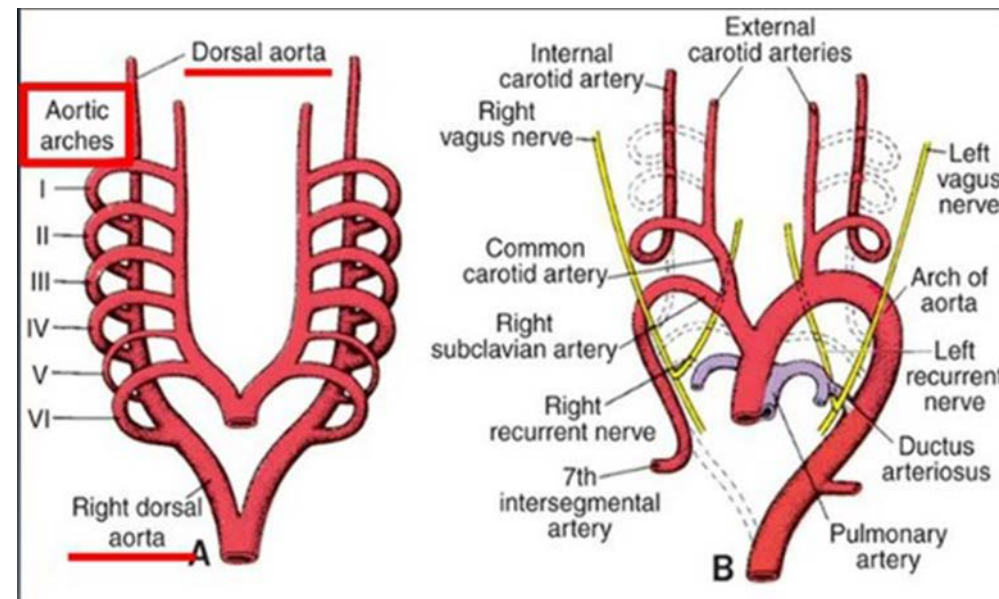
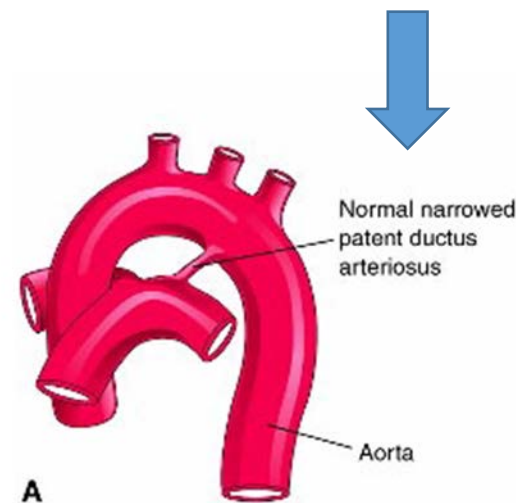
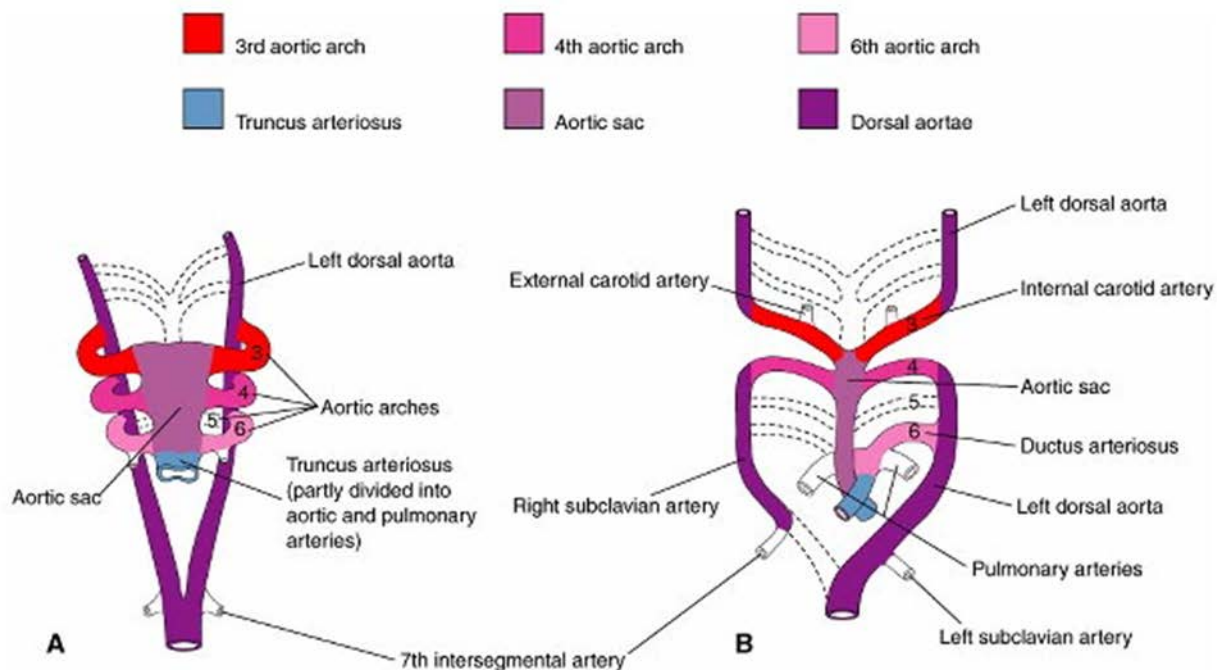
Παράγωγα 6^{ου} ζεύγους :

Εγγύς τμήμα AP => εγγύς τμήμα AP πνευμονικής αρτηρίας

Άπω τμήμα AP => **ΑΡΤΗΡΙΑΚΟΣ ΠΟΡΟΣ** = αγγείο που συνδέει την AP πνευμονική αρτηρία με τη ραχιαία αορτή.

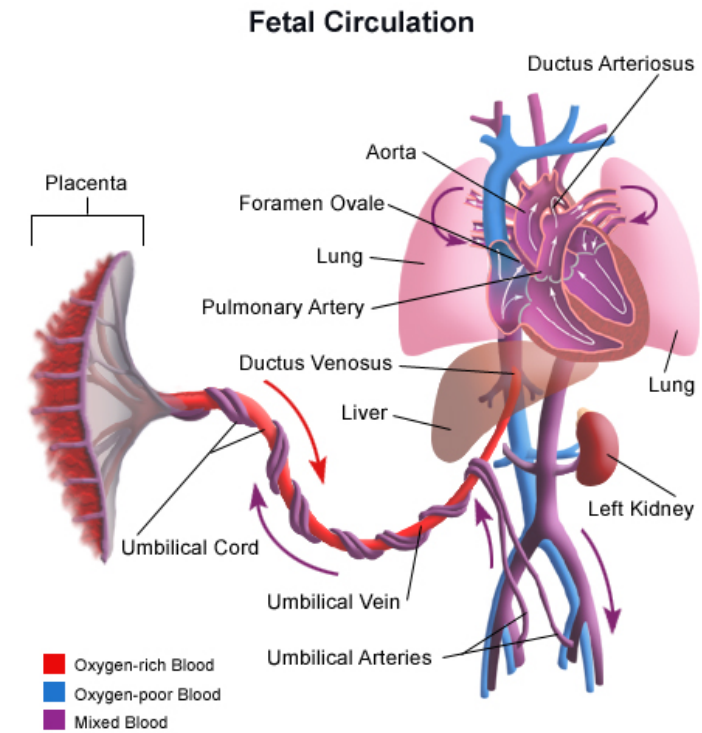
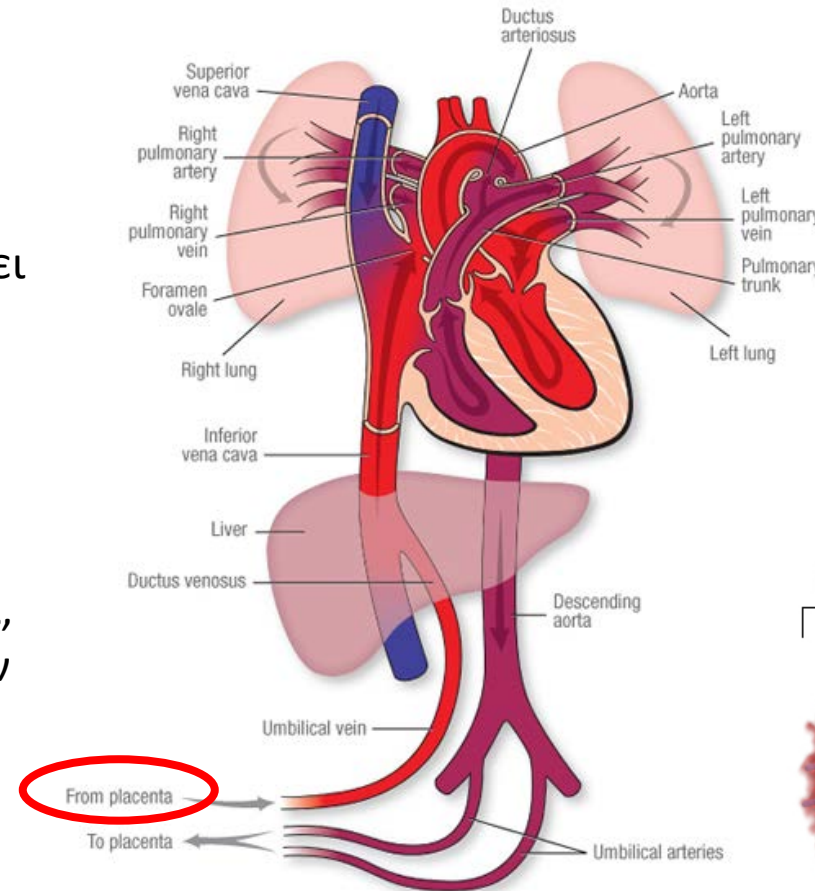
Εγγύς τμήμα ΔΕ => εγγύς τμήμα ΔΕ πνευμονικής αρτηρίας

Άπω τμήμα ΔΕ => εκφυλίζεται



Εμβρυϊκή κυκλοφορία

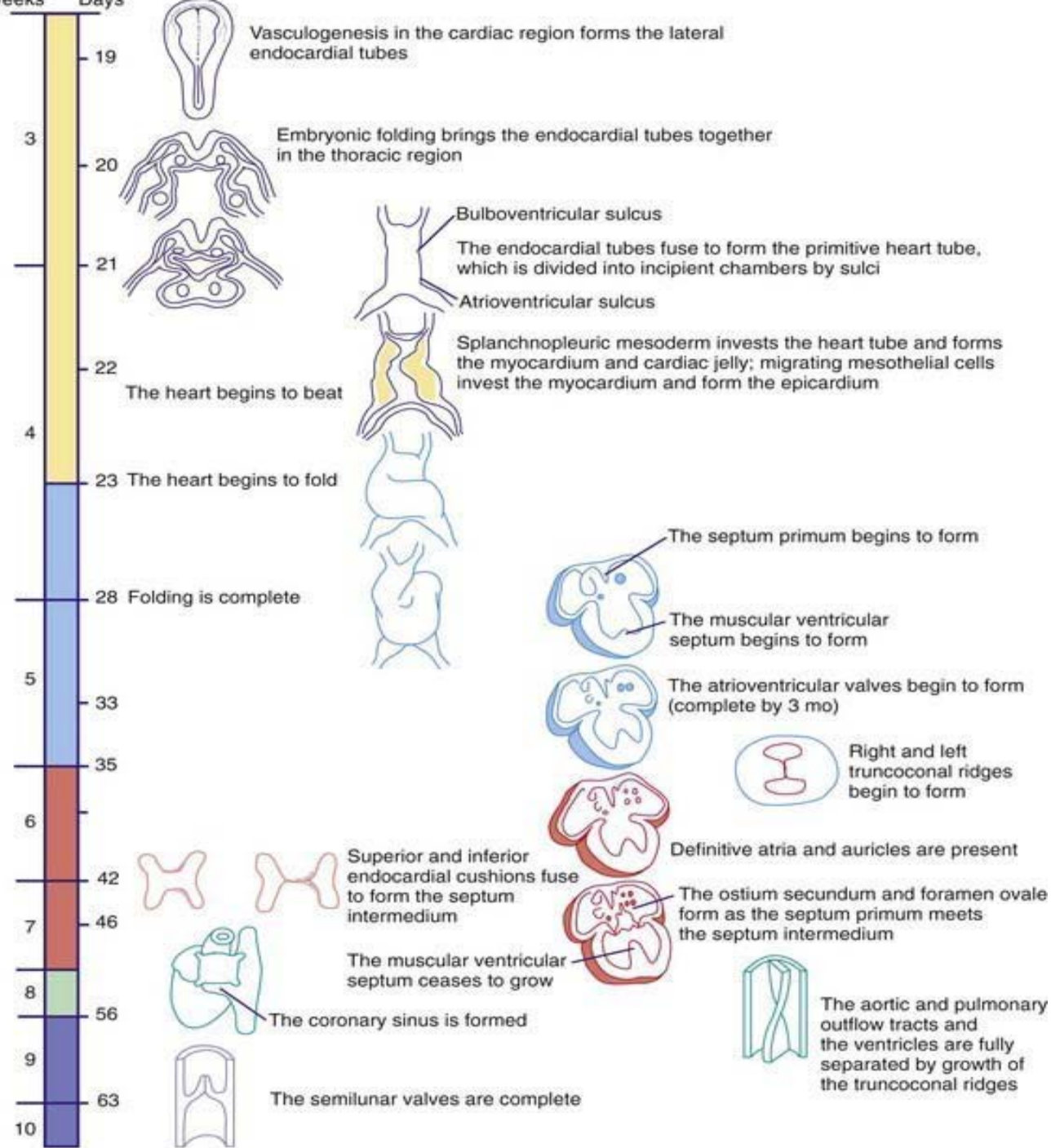
- Το οξυγονωμένο αίμα έρχεται στο έμβρυο από το πλακούντα μέσω της **ομφαλικής φλέβας**.
- Όταν πλησιάζει στο ήπαρ, το ήμισυ του αίματος διέρχεται μέσω του φλεβώδους πόρου (= αγγείο που συνδέει την ομφαλική φλέβα με τη ΚΚΦ). Το άλλο ήμισυ μέσω της ομφαλικής φλέβας διατρέχει το ήπαρ για να καταλήξει επίσης στη ΚΚΦ, μέσω των ηπατικών φλεβών.
- Το αίμα από την ΚΚΦ προωθείται στο **ΔΕ κόλπο**.
- Ακολούθως, μέσω ωοειδούς τρήματος στον **ΑΡ κόλπο**.
- Στη συνέχεια, το αίμα προωθείται στην **ΑΡ κοιλία**, στην ανιούσα αορτή κι από εκεί στη κεφαλή, στον αυχένα και στα άνω άκρα.
- Το αίμα από την ΑΚΦ με φτωχή οξυγόνωση εισέρχεται στη **ΔΕ κοιλία** κι από εκεί στη **πνευμονική αρτηρία**. Μέσω του αρτηριακού πόρου καταλήγει τελικά στην **αορτή**. Διανέμεται στο σώμα του εμβρύου και μέσω των ομφαλικών αρτηριών στο πλακούντα.



Μετάβαση στη κυκλοφορία του νεογνού

Αλλαγές μετά τη γέννηση

- Ο σφιγκτήρας του φλεβώδους πόρου συσπάται και όλο το αίμα διοχετεύεται στο ήπαρ. **Ο φλεβώδης πόρος αποφράσσεται** και σχηματίζει το φλεβώδη σύνδεσμο.
- Αύξηση της πίεσης στον ΑΡ κόλπο => **σύγκλειση ωοειδούς τρήματος** => διακοπή επικοινωνίας μεταξύ ΔΕ κ ΑΡ κόλπου.
- Ο **αρτηριακός πόρος** αρχίζει να συσπάται, και μέσα στους πρώτους 3 μήνες ζωής του νεογνού, θα έχει κλείσει πλήρως.
- Η ομφαλική φλέβα μετατρέπεται στο στρογγύλο σύνδεσμο του ήπατος.
- Οι ομφαλικές αρτηρίες σχηματίζουν τους μέσους ομφαλοκυστικούς συνδέσμους, ενώ τα εγγύς τμήματα τους μετατρέπονται στις άνω κυστικές αρτηρίες.

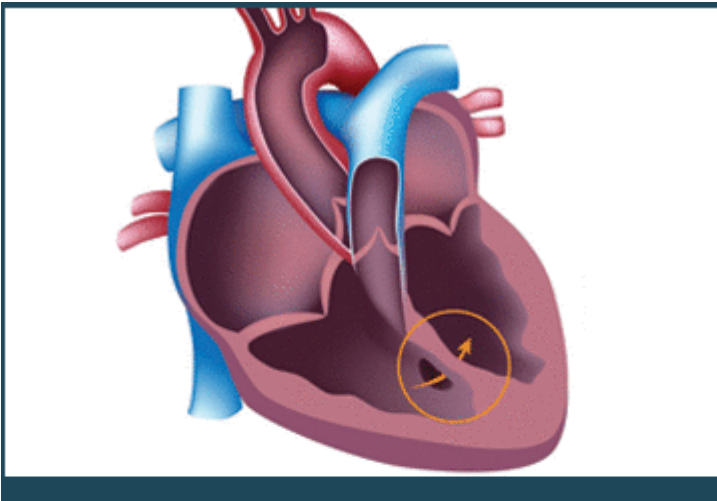


TIME LINE: FORMATION OF THE HEART

Συγγενείς καρδιοπάθειες

ΕΛΛΕΙΜΜΑΤΑ ΜΕΣΟΚΟΛΠΙΚΟΥ ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΟΣ

=> Ανοικτό ωοειδές τρήμα



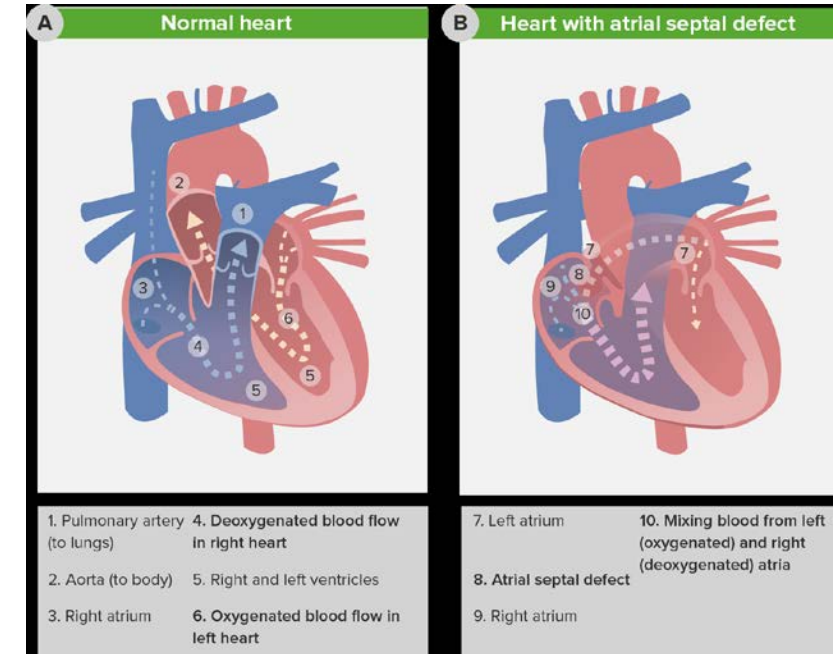
Hole between the lower heart chambers

This type of congenital heart disease is called Ventricular Septal Defect (VSD). It causes higher pressure in the heart or reduced oxygen to the body.

ΕΛΛΕΙΜΜΑΤΑ ΜΕΣΟΚΟΙΛΙΑΚΟΥ ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΟΣ

=> Υμενώδους μοίρας

=> Μυώδους μοίρας

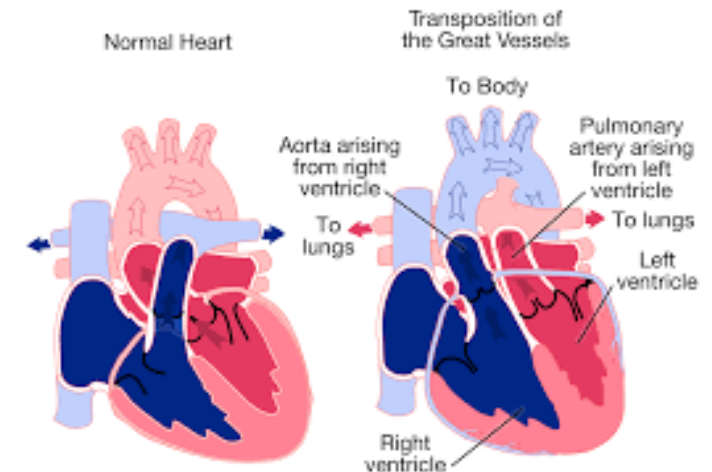


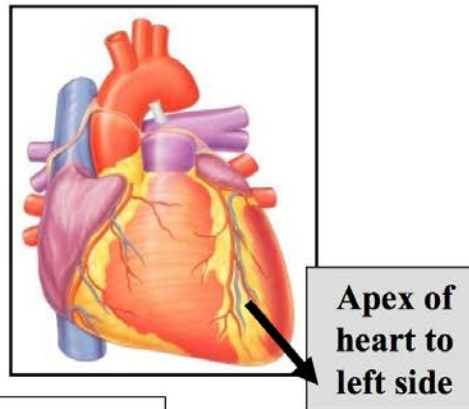
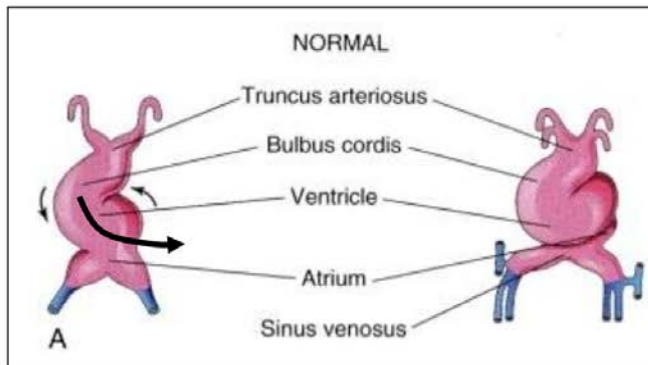
ΜΕΤΑΘΕΣΗ ΜΕΓΑΛΩΝ ΑΓΓΕΙΩΝ

=> Αορτή εκφύεται από τη ΔΕ κοιλία

=> Πνευμονική αρτηρία εκφύεται από την ΑΡ κοιλία

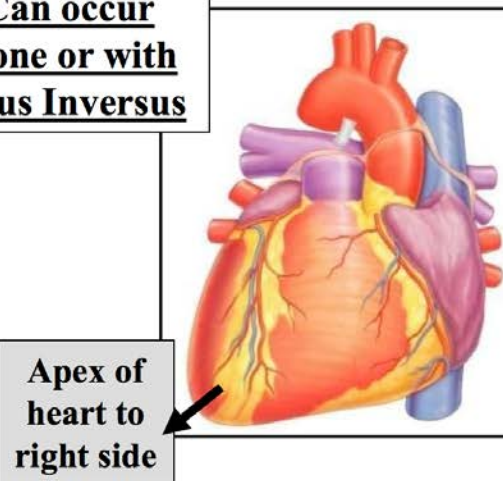
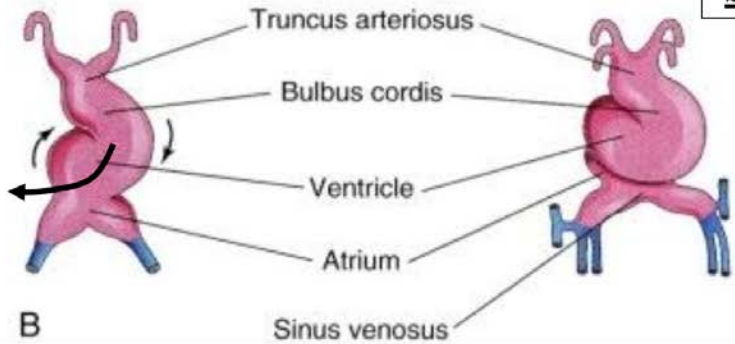
=> ± Ελλείμματα μεσοκολπικού ή μεσοκοιλιακού διαφράγματος



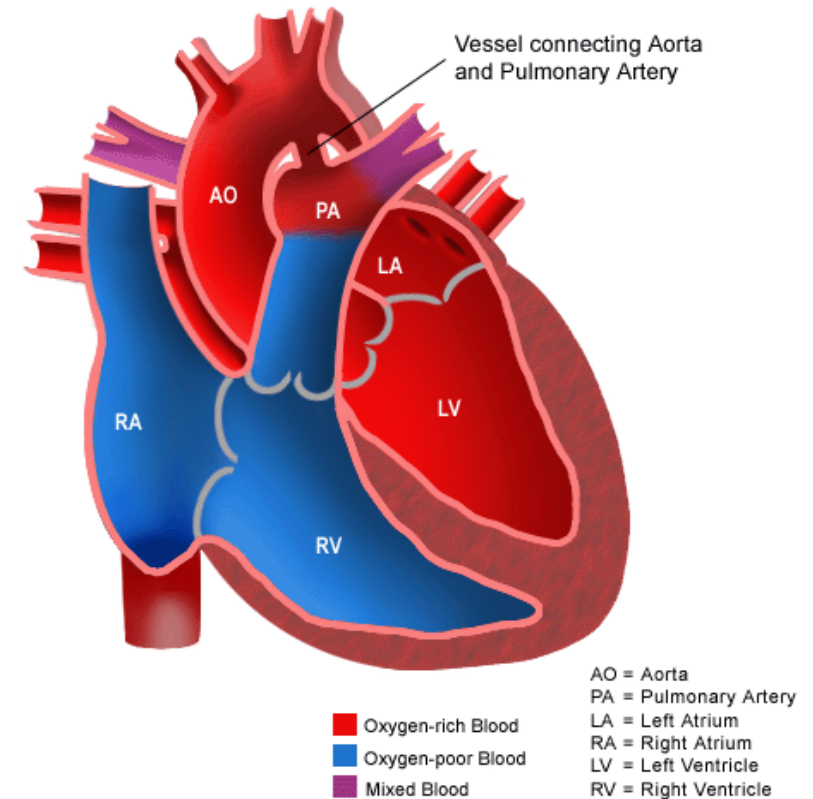


Dextrocardia

Can occur
alone or with
Situs Inversus



Patent Ductus Arteriosus (PDA)



Δεξιοκαρδία : αν η κορυφή της καρδιάς φέρεται προς τα αριστερά και η βάση της προς τα δεξιά.
Προκύπτει από πύκνωση του καρδιακού σωλήνα προς την αντίθετη από τη φυσιολογική φορά.

Παραμονή Αρτηριακού Πόρου : αποτυχία απόφραξης αρτηριακού πόρου μετά τη γέννηση => διαφυγή αρτηριακού αίματος προς τη πνευμονική αρτηρία.