



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΕΙΚΟΝΙΚΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΠΑΙΔΟΚΑΡΔΙΟΛΟΓΙΑΣ

Ενότητα: Φυσιολογία εμβρυϊκής και περιγεννητικής κυκλοφορίας

Ιωάννης Γερμανάκης
Επίκουρος Καθηγητής Παιδιατρικής,
Πανεπιστήμιο Κρήτης



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

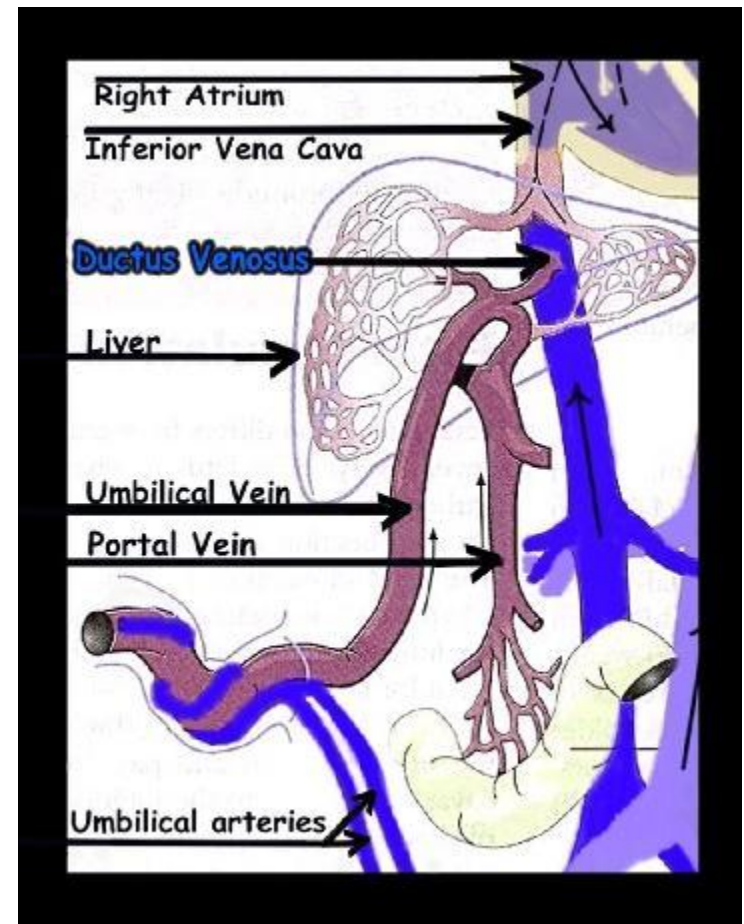


Εμβρυϊκή κυκλοφορία: οξυγόνωση από πλακούντα

- Η οξυγόνωση του εμβρύου στηρίζεται στην μητέρα του (μεταφορά οξυγόνου μέσω πλακούντα)
- Η καρδιακή λειτουργία του εμβρύου στηρίζεται από το ίδιο.
- Η αιμάτωση του εμβρυικού πνεύμονα είναι εξαιρετικά μικρή και χωρίς να λαμβάνει χώρα ανταλλαγή αερίων

Η παράκαμψη του ήπατος

- Το οξυγονωμένο αίμα που επιστρέφει από τον πλακούντα προς το έμβρυο μέσω της ομφαλικής φλέβας, παρακάμπτει το ήπαρ μέσω του **φλεβώδη πόρου (ductus venosus)**, ώστε να φθάσει απευθείας στην κάτω κοίλη φλέβα και στον δεξιό κόλπο
- Από εκεί το οξυγονωμένο αίμα κατευθύνεται κυρίως μέσω του ωοειδούς τρήματος στον αριστερό κόλπο και στην ανιούσα αορτή (εγκέφαλο)

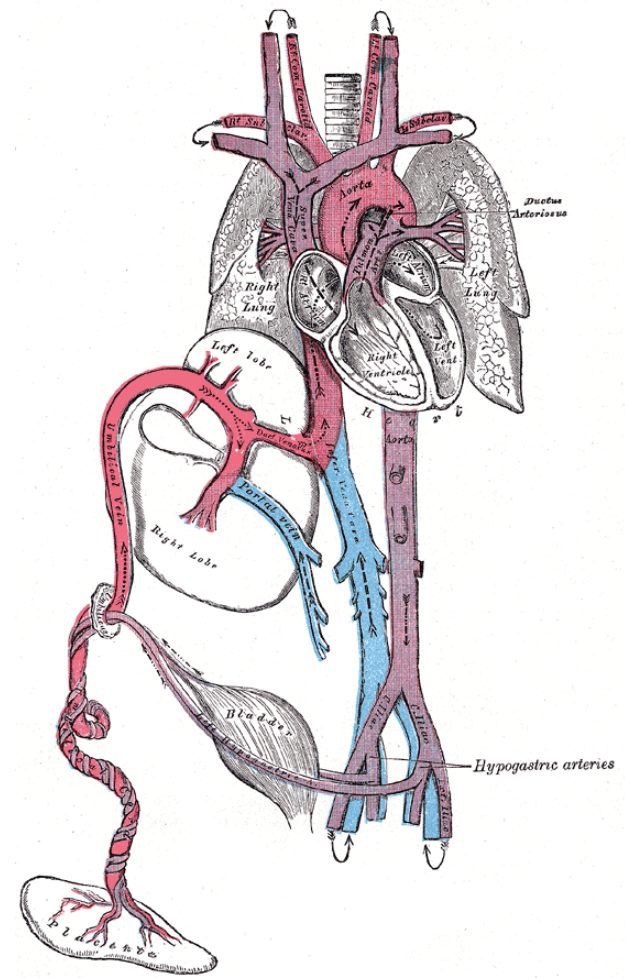


Η παράκαμψη των πνευμόνων στο έμβρυο

- Σε αντίθεση με την κυκλοφορία **μετά τον τοκετό**, που οι δύο αντλίες (δεξιά κοιλία-αριστερή κοιλία) και κυκλοφορίες (πνευμονική-συστηματική) είναι **συνδεδεμένες σε σειρά**
- Στο έμβρυο, η παράκαμψη των πνευμόνων γίνεται με **δύο συνδέσεις**:
- **Ωοειδές τρήμα** (**foramen ovale**) ενδοκαρδιακά
- **Βοτάλειος ή αρτηριακός πόρος** (**arterial duct**) εξωκαρδιακά
- Οι δύο κυκλοφορίες **στο έμβρυο** έχουν **παράλληλη σύνδεση**

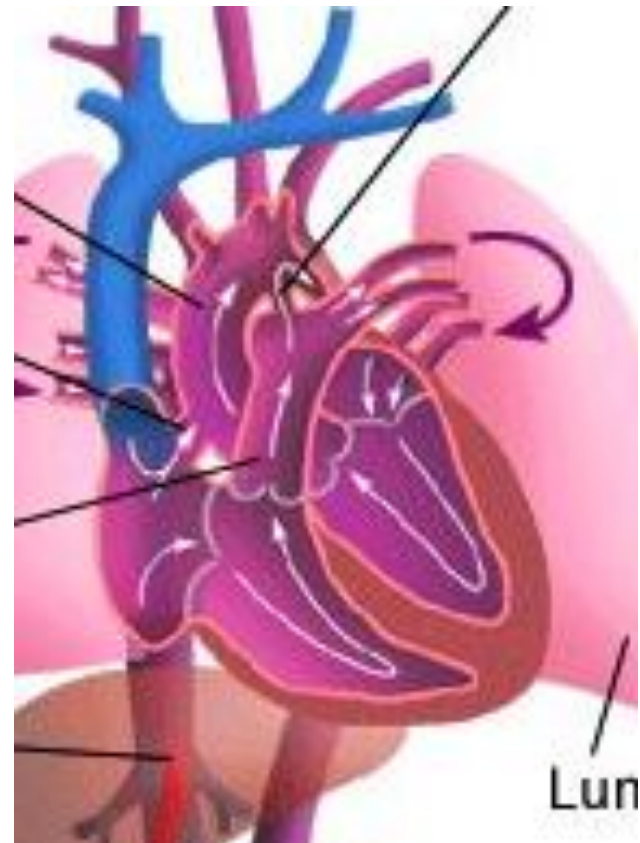
**ωοειδές τρήμα:
απαραίτητη ενδοκαρδιακή
επικοινωνία**

- Το **οξυγονωμένο αίμα** από τον μητρικό πλακούντα, φθάνει μέσω της κάτω κοίλης φλέβας στον δεξιό κόλπο
- Ο **βαλβιδικός μηχανισμός** μεταξú των δύο εφαιπτόμενων διαφραγμάτων (πρωτογενούς και δευτερογενούς),
- **επιτρέπει τη ροή του αίματος** από τον δεξιό στον αριστερό κόλπο, **δεξιο-αριστερή διαφυγή (right to left shunt)** δια μέσου του ωοειδούς τρήμα και του δευτερογενούς ελλείμματος
- Και την αιμάτωση των αριστερών κοιλοτήτων (και εγκεφάλου εμβρύου) με υψηλής περιεκτικότητας σε οξυγόνο αίμα.



Βοτάλειος Πόρος: απαραίτητη Εξωκαρδιακή επικοινωνία

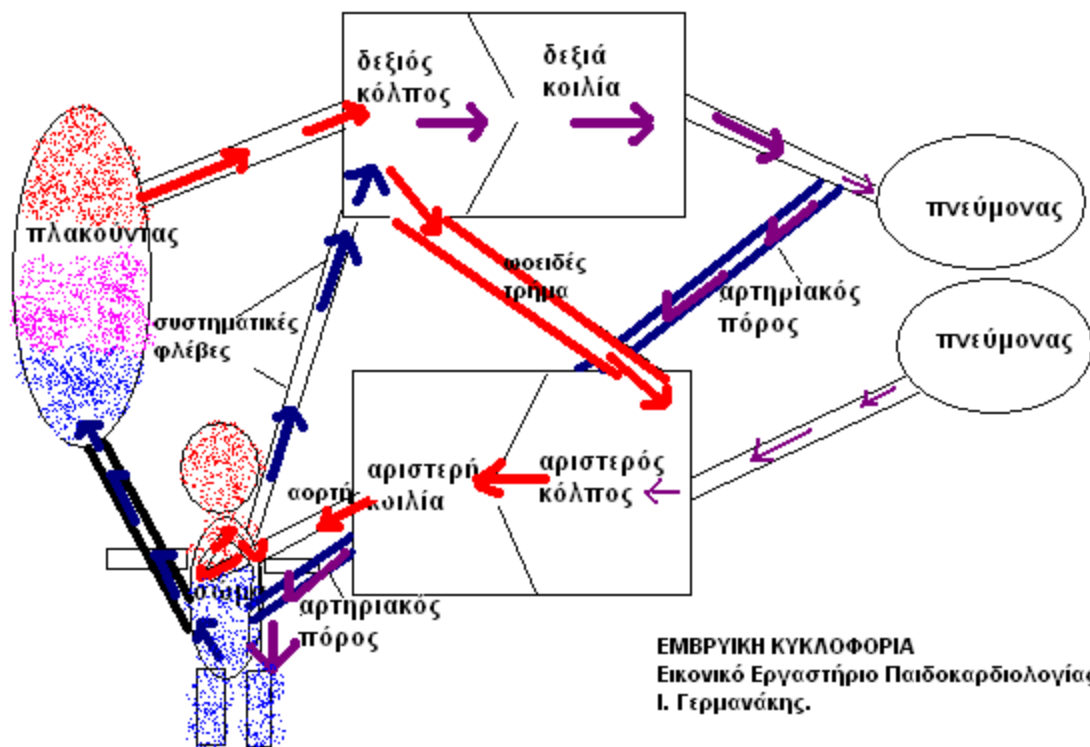
- Ο βοτάλειος πόρος (αρτηριακός πόρος)
- Συνδέει την πνευμονική αρτηρία με την αορτή
- Στο έμβρυο επιτρέπει την ροή αίματος από την δεξιά κοιλία και πνευμονική αρτηρία στην κατιούσα αορτή
- Δεξιο-αριστερή διαφυγή
- Και την αιμάτωση της κατιούσης αορτής και από την δεξιά κοιλία



Ιδιαιτερότητες εμβρυϊκής κυκλοφορίας

- **Παράλληλες συνδέσεις** δύο κυκλοφοριών
- **Υποξαιμική** κυκλοφορία ($PO_2 < 30\text{mmHg}$)
- **Υψηλότερη οξυγόνωση άνω > κάτω** ημιμόριο σώματος (εγκεφάλου > νεφρών)
- **Μειωμένη αιμάτωση πνευμόνων** (<20% ολικής καρδιακής παροχής)
- Η **δεξιά κοιλία κυρίαρχη αντλία** και για τη συστηματική κυκλοφορία (παροχή δεξιά / αριστερή κοιλία: 1.2-1.4)
- Η εμβryo-πλακουντιακή κυκλοφορία **30% της ολικής καρδιακής παροχής** του εμβρύου (μετά την 20η εβδομάδα)
- Φυσιολογική εμβρυϊκή **ταχυκαρδία**: 120-160 σφύξεις/min (>20εβδ)

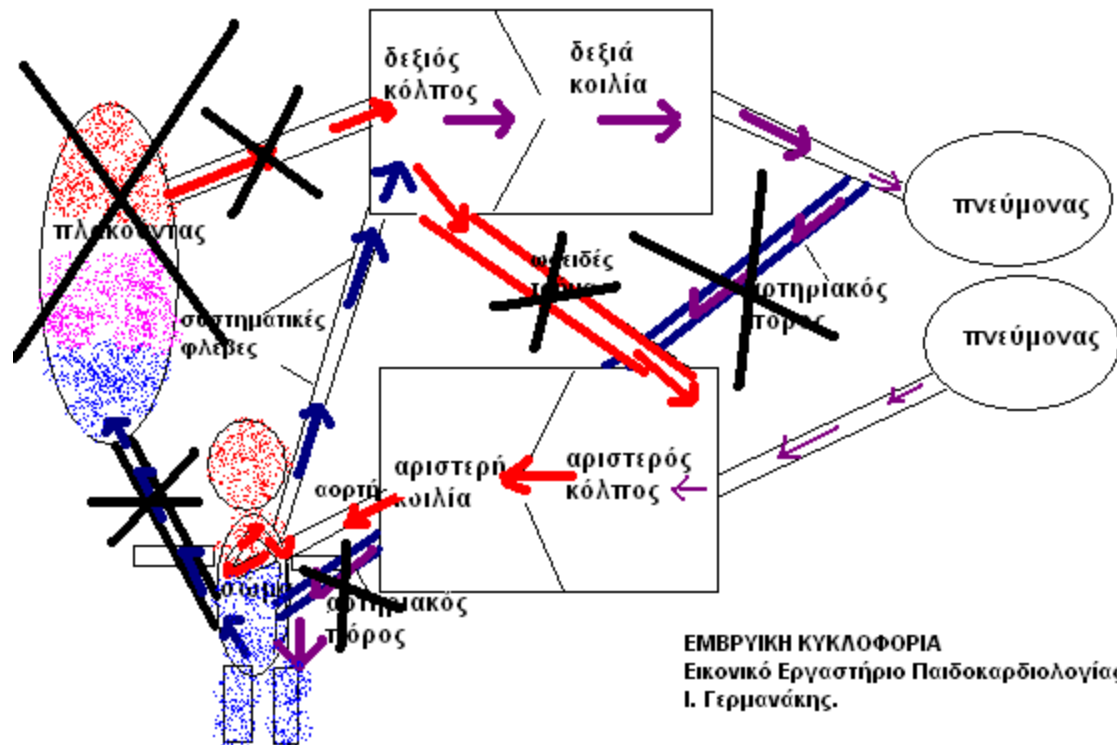
Εμβρυϊκή κυκλοφορία



Προσαρμογή στην εξωμήτρια κυκλοφορία

- Άμεσα μετά τον τοκετό:
- Αποσύνδεση της πλακουντιακής κυκλοφορίας
- Σύνδεση σε σειρά της πνευμονικής κυκλοφορίας
- Αύξηση μερικής πίεσης οξυγόνου στο αίμα
- Αύξηση πιέσεων αριστερών καρδιακών κοιλοτήτων, μείωση πιέσεων δεξιών καρδιακών κοιλοτήτων
- Κλείνουν οι ενδομήτριες συνδέσεις:
- Φλεβώδης πόρος
- Αρτηριακός πόρος (σε λίγα 24ωρα)
- Ωοειδές τρήμα (σε λίγες ημέρες)

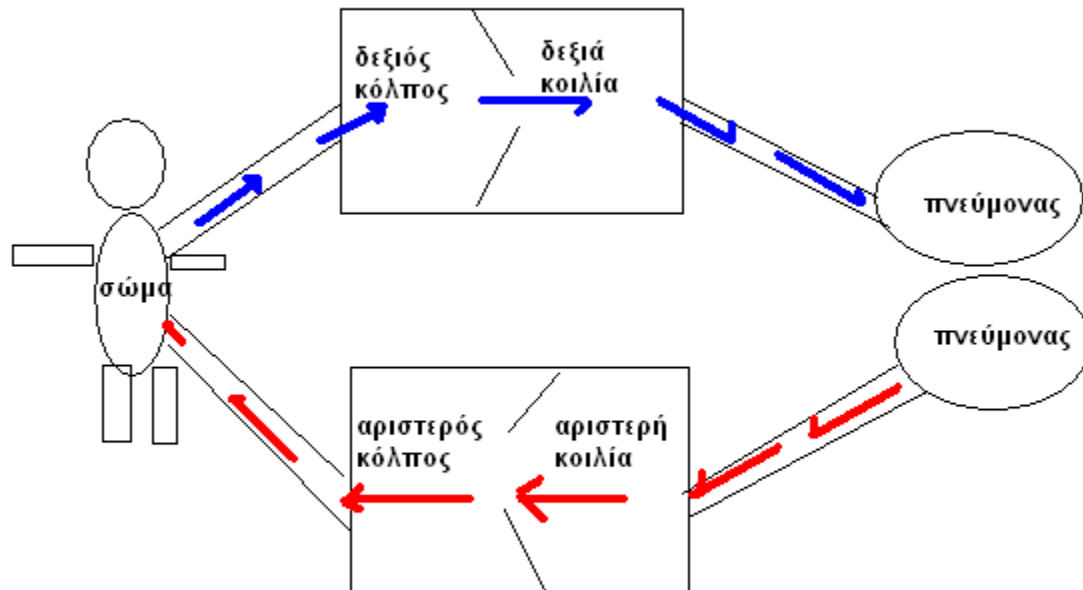
Αλλαγές μετά τον τοκετό



Μετά τον τοκετό

- Όλη η καρδιακή παροχή περνάει διαδοχικά από την πνευμονική στην συστηματική κυκλοφορία χωρίς ενδιάμεσες συνδέσεις
- ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ ΣΕ ΣΕΙΡΑ
- $Q_p/Q_s=1$ (λόγος πνευμονικής / συστηματικής καρδιακής παροχής)

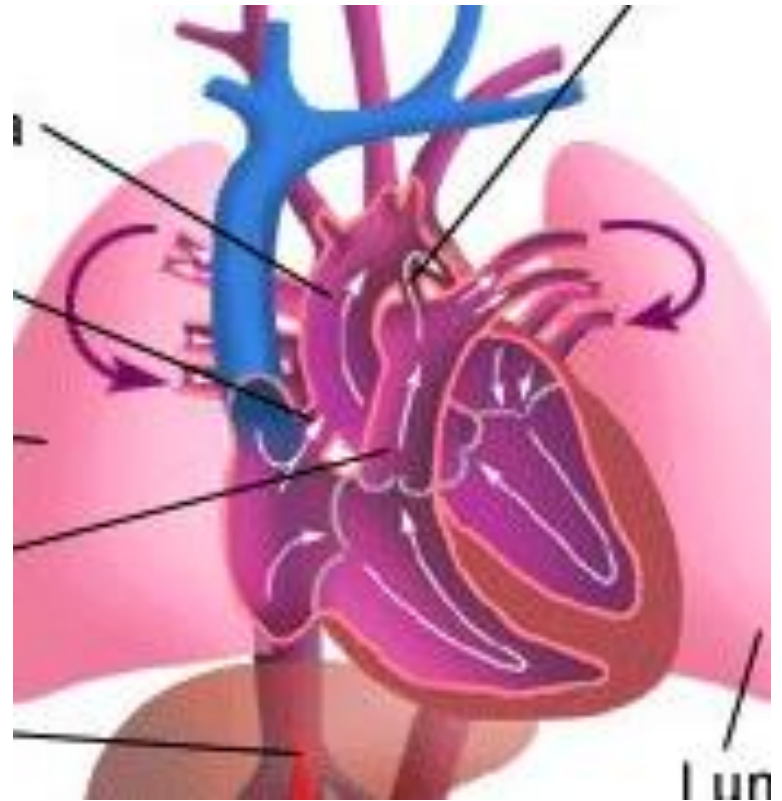
Μετά τον τοκετό κυκλοφορία



ΕΜΒΡΥΙΚΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ
Εικονικό Εργαστήριο Παιδοκαρδιολογίας
Ι. Γερμανάκης.

Εμβρυική κυκλοφορία- κυκλοφορία χωρίς πνεύμονες!

- Η εμβρυική κυκλοφορία χαρακτηρίζεται από την **παράκαμψη της κυκλοφορίας των πνευμόνων** με
- ..το ωοειδές τρήμα (κόλποι)
- ..τον βοτάλειο πόρο
- Η **δεξιά κοιλία** είναι η κύρια αντλία..
- Ενώ οι **συνδέσεις των δύο κυκλοφοριών** επιτρέπουν την ροή του αίματος στο έμβρυο ακόμα και σοβαρότατες **συγγενείς καρδιοπάθειες** με απουσία ή σοβαρή απόφραξη μιας κυκλοφορίας.



Τέλος Ενότητας



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Κρήτης**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Σημειώματα

Σημείωμα αδειοδότησης

- Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση, Όχι Παράγωγο Έργο 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

- Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:
 - που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
 - που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
 - που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο
- Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

Σημείωμα Αναφοράς

- Copyright Πανεπιστήμιο Κρήτης Ιωάννης Γερμανάκης. «Εικονικό Εργαστήριο Παιδοκαρδιολογίας. Φυσιολογία εμβρυϊκής και περιγεννητικής κυκλοφορίας». Έκδοση: 1.0. Ηράκλειο 2014. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:
<https://opencourses.uoc.gr/courses/course/view.php?id=342> .

Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες

Εικόνα 1: <Άδεια με την οποία διατίθεται: Με επισήμανση για εκ νέου χρήση>

<Σύνδεσμος: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ee/Gray502.png>>

Εικόνα 2: <Άδεια με την οποία διατίθεται: Με επισήμανση για εκ νέου χρήση>

<Σύνδεσμος: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/69/Lotus_Birth_Fetal_Circulation.png>