

NÃO COPIE! A AULA ESTARÁ TODA NO SITE

tinyurl.com/medicinaUSP2014

LABORATÓRIO DE EMBRIOLOGIA MOLECULAR DE VERTEBRADOS
Departamento de Biologia Celular e do Desenvolvimento - USP

Linhas de pesquisa	Morfogênese do cristalino	Caracterização de proteínas da família Scratch
	Recursos para o Laboratório	
Aulas de Graduação		Fisiologia USP Embriologia Clínica Medicina USP Odontologia USP Veternária USP Disciplina UFABC Biologia do Desenvolvimento (Maga e Felipe)
PALESTRAS dadas pela equipe do laboratório		Semana Temática Bio-USP2010 Internacionalização para PÓS 2011 Atas de Biologia do Desenvolvimento UNIFAL 2011 Semana Temática Bio-USP 2011 Hora na embriogênese Semana Temática Bio-USP 2011 Hora na evolução Semana Temática Bio-USP 2011 Hora, Pádua e Proibidos

ireneyan@usp.br

MEDICINA USP
Gestação e Dobramento Embrionário
Cardiogenese (arquivo em pdf 6,1 Mbytes). Recomendado que clique no botão direito do mouse e escolha a opção "salvar em cache".

Links para filmes:
<http://tinyurl.com/MedUSP1>
<http://tinyurl.com/MedUSP2>
[Circulação Fetal](#)
[Tubulação de Fallot](#)
 Outros filmes de cardiogenese (vê para a seção Sistema Cardiovascular. Também está nesta página os filmes de dobramento céfalo-caudal e lateral)

OS FILMES TAMBÉM ESTARÃO DISPONÍVEIS NO YOUTUBE

www.youtube.com/user/ireneyan1

YouTube
Irene
Home Videos Playlists Channels Discussion About

PLAYLISTS
Liked videos

RECOMMENDATIONS
Add channels
Popular on YouTube
Music
Sports
Gaming

Popular channels on YouTube
[Katy PerryVEVO](#)
[RihannaVEVO](#)
[Pussycat Dolls](#)
[Halsey](#)
[Jenny Holm](#)
[David Byrne](#)

Cardiopatas congênitas e malformações extracardíacas

Rev. paul. pediatr. vol.31 no.2 São Paulo June 2013

Malformações são detectadas em aproximadamente **3 a 5% dos recém-nascidos⁽¹⁾**, sendo **graves em 1 a cada 33 nascidos vivos⁽²⁾**. São a principal causa de morte na primeira infância em países desenvolvidos, sendo responsáveis por um quinto da mortalidade⁽³⁾. No Brasil, em 2008, corresponderam a aproximadamente **19% da mortalidade em menores de um ano**, perfazendo a segunda principal causa de óbito nessa faixa etária⁽⁴⁾.

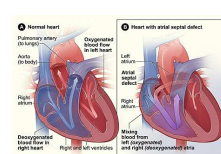
Malformações cardíacas congênitas diagnosticadas:

8 em cada 1000 (0,8%)

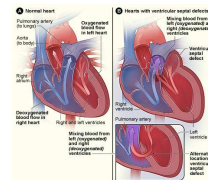
Brasil: 190 755 799 (censo 2010) = 1.526.046 casos

Grande São Paulo: 19 822 572 = 158.580 casos

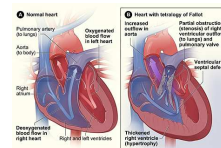
13 docentes na Disciplina de Cardio na FMUSP...



Defeito do septo atrial



Defeito do Septo Ventricular
12/10.000



Tetralogia de Fallot
9,6/10.000

http://www.ncbi.nlm.nih.gov/health/idi/Diseases/chd/chd_types.html

Que células originam o coração?



Mesoderma Lateral
Crista neural



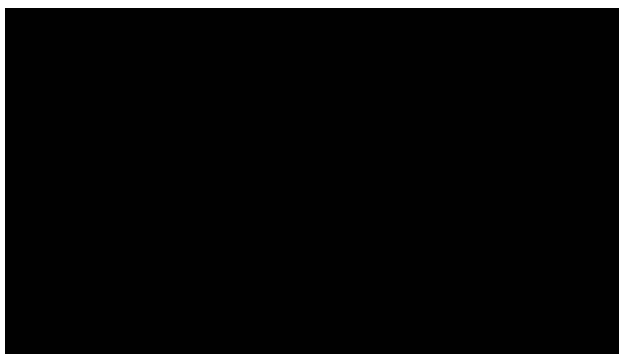
Clivagens no embrião humano
Zigoto até Eclosão do blastocisto



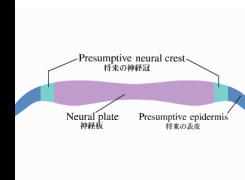
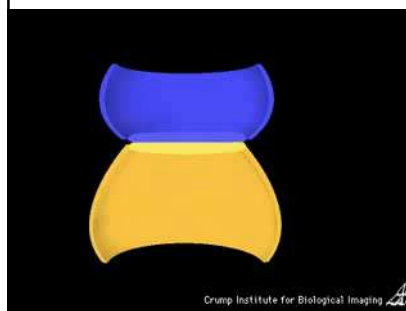
blastoCISTO>> blastoDISCO
Definição da Massa Celular Interna e o Trofoblasto



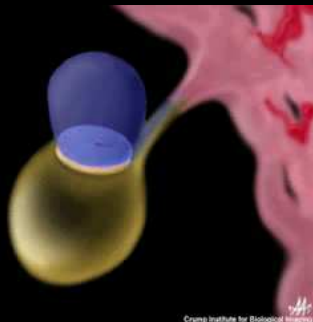
GASTRULAÇÃO: formação dos 3 folhetos germinativos



Durante a neurulação forma-se o tubo neural e AS CRISTAS NEURAIS



Concomitante ao fechamento do tubo neural ocorre o DOBRAMENTO CEFALO-CAUDAL

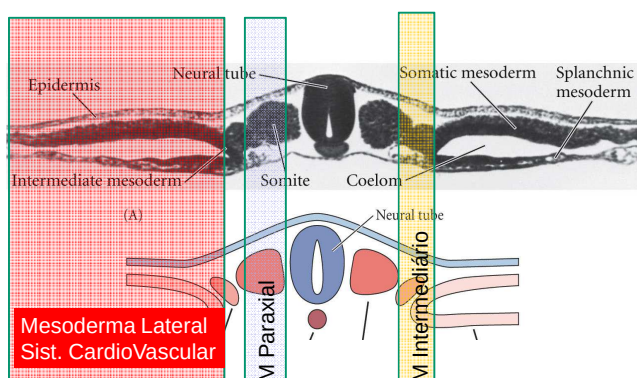


filme

O Dobramento LATERAL une estruturas laterais centro-ventralmente



O Mesoderma pode ser subdividido de acordo com a sua posição no embrião (corte transversal de uma gástrula).



Mesoderma Lateral
Sist. CardioVascular

M Paraxial

M Intermediário



CARDIOGÊNESE PROBLEMAS:

1. Como integrar o coração com a circulação?
2. Como posicionar o influxo cefálico e efluxo caudal
3. Como dividir a grande e pequena circulação?
4. Circulação fetal é diferente do neonato

VASCULOGÊNESE
19 dias

O coração começa como um vaso modificado



Bomba central
integrada aos vasos

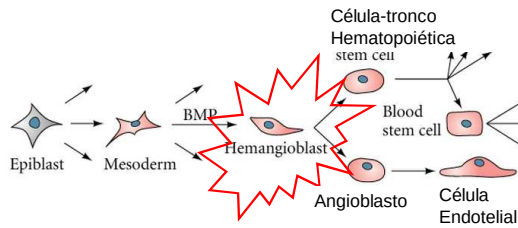


Os vasos e os elementos do sangue embrionários são formados por **HEMANGIOBLASTOS**

Hema= Sangue

Angio=Vasos

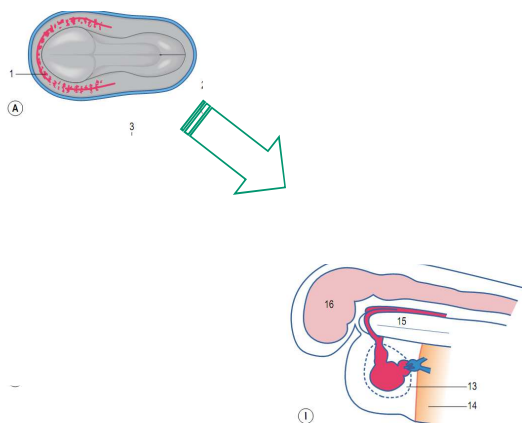
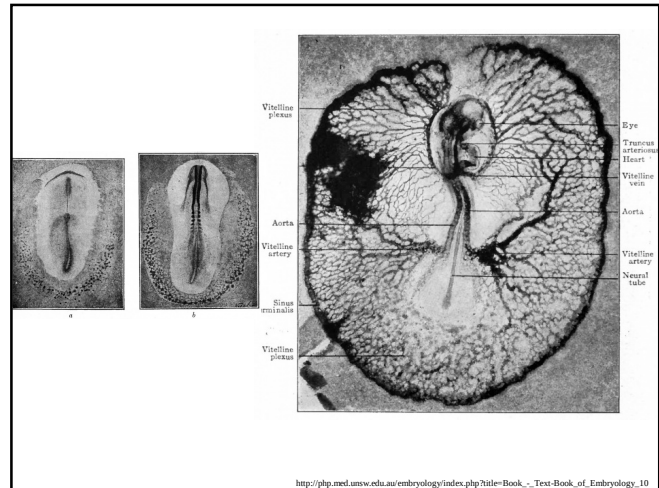
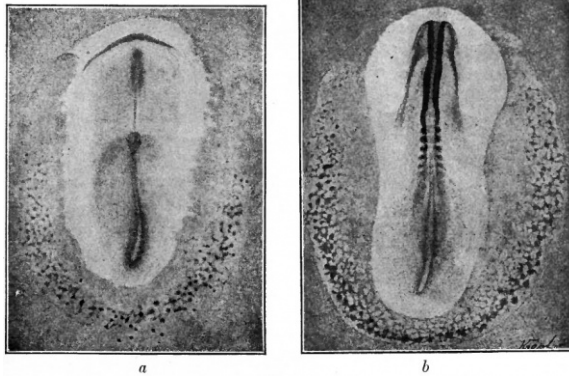
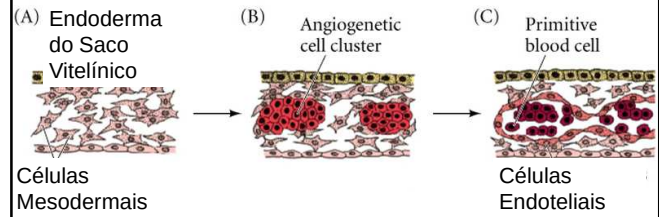
Blasto=célula-tronco



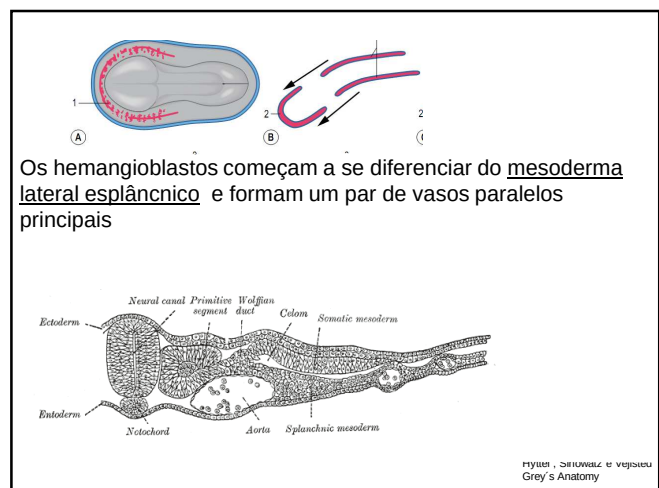
© 2000 Sinauer Associates, Inc.

VASCULOGENÊSE

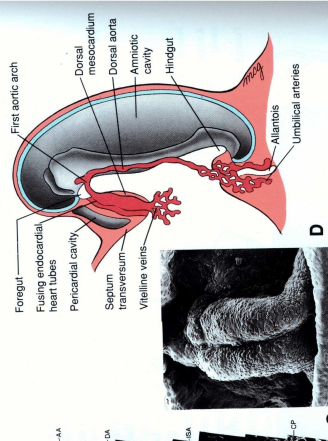
Formação da rede capilar primária



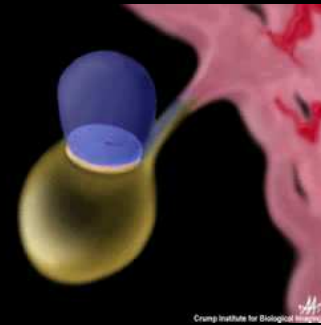
Hyttel, Sinowatz e Vejsted



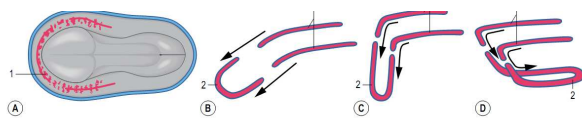
Formam-se dois vasos paralelos.



Concomitante ao fechamento do tubo neural ocorre o DOBRAMENTO CEFALO-CAUDAL que confere tridimensionalidade ao embrião



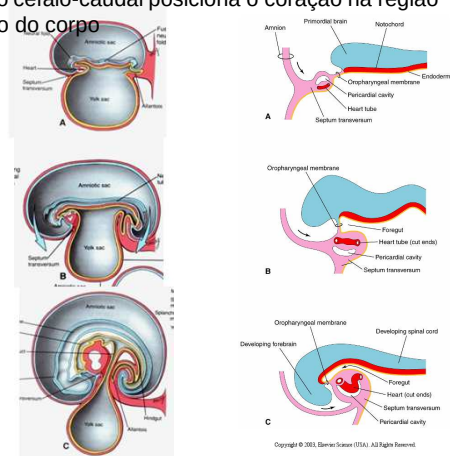
filme



O dobramento céfalo caudal posiciona a "ferradura" na região ventral.

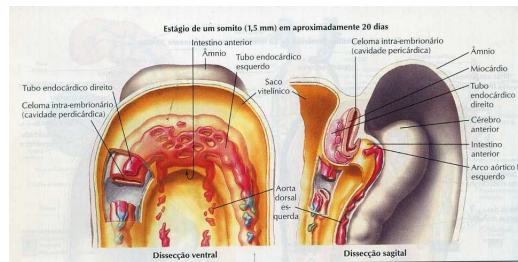
Gray's Anatomy

O dobramento cefalo-caudal posiciona o coração na região medial do eixo do corpo



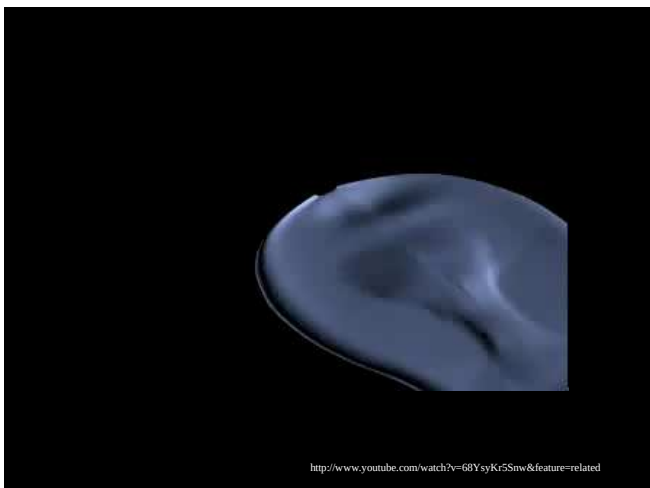
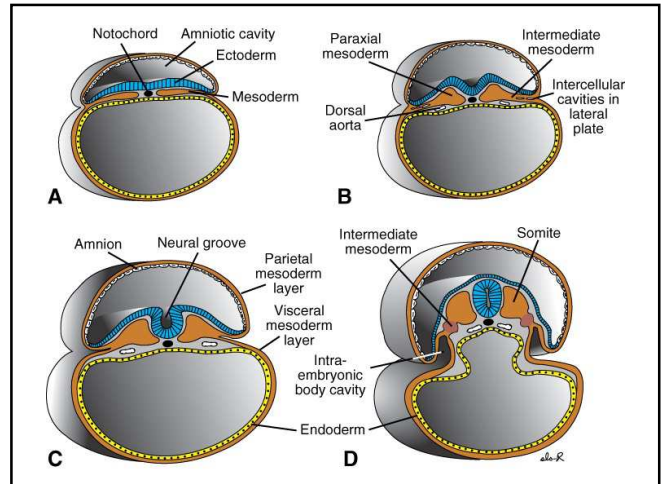
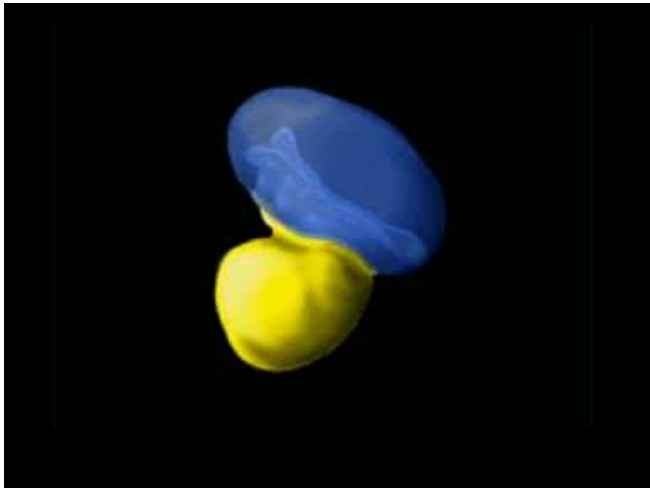
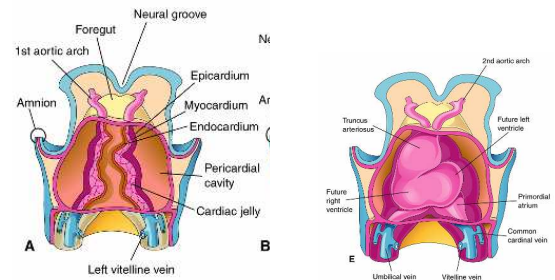
Hyttel, Sinowatz e Vejsted

Lembre-se que os vasos ainda estão em formação também



Netter

Como que dois tubos viram um coração central?

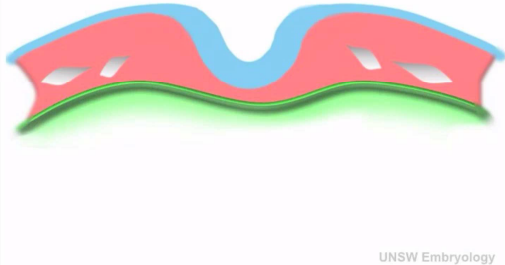


<http://www.youtube.com/watch?v=68YsyKz5Smw&feature=related>

Effects of Embryo Folding on the Cardiac Crescent - Folding in the Transverse Plane

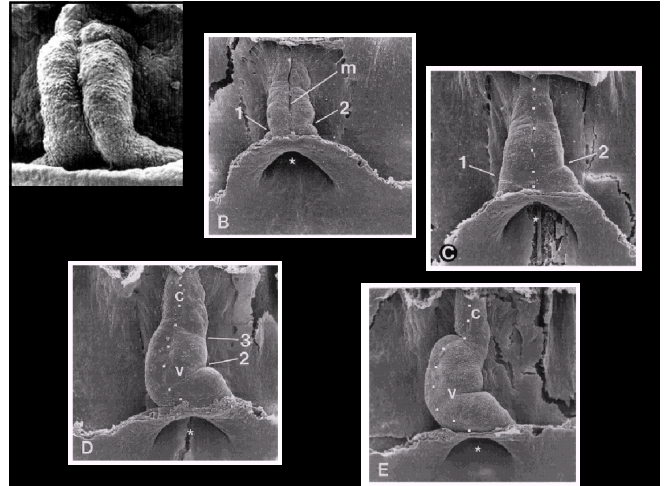
O dobramento lateral do embrião aproxima ventro-medialmente os tubos cardíacos

Folding and Fusion of the Heart Tubes



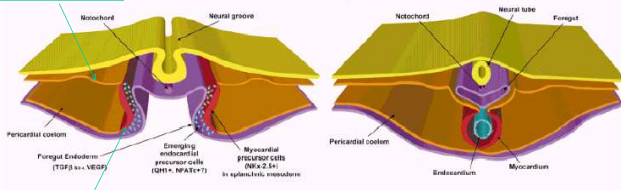
UNSW Embryology

https://embryology.med.unsw.edu.au/embryology/index.php/Advanced_-_Heart_Tubes



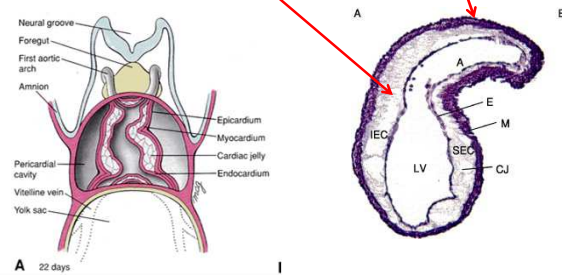
No 22d, o tubo cardíaco é revestido pelo mesoderma esplâncnico

M.somático



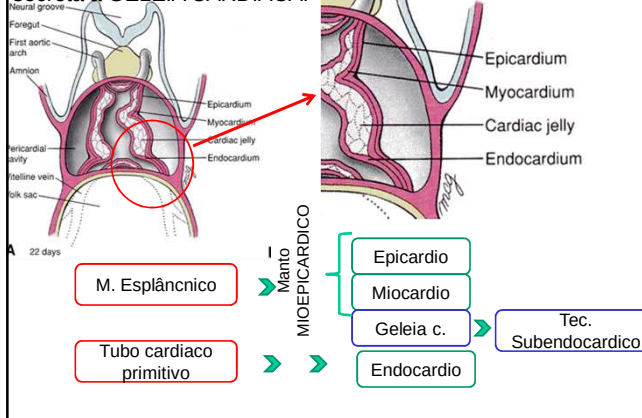
M.Esplâncnico

O Mesoderma esplâncnico se diferencia em MIOEPICÁRDIO e secreta a GELEIA CARDÍACA.

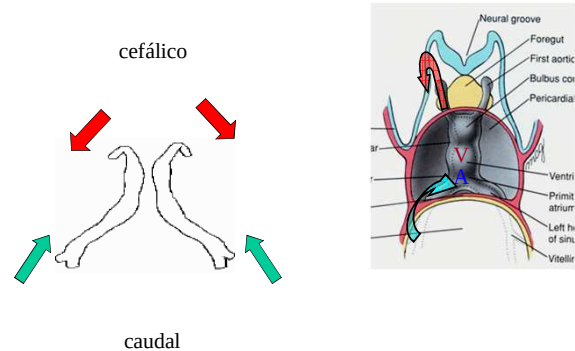


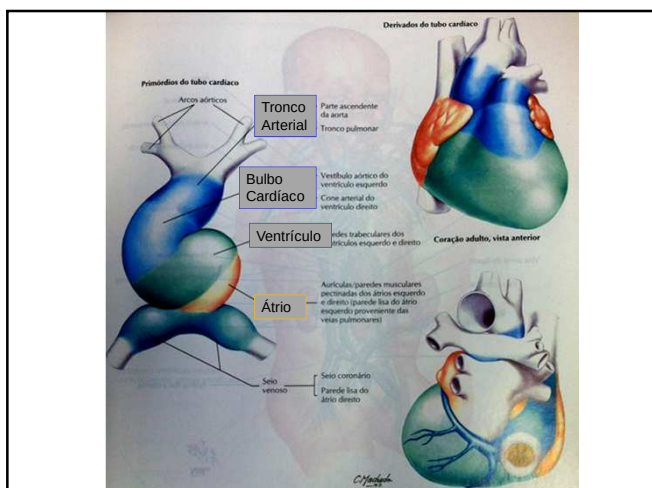
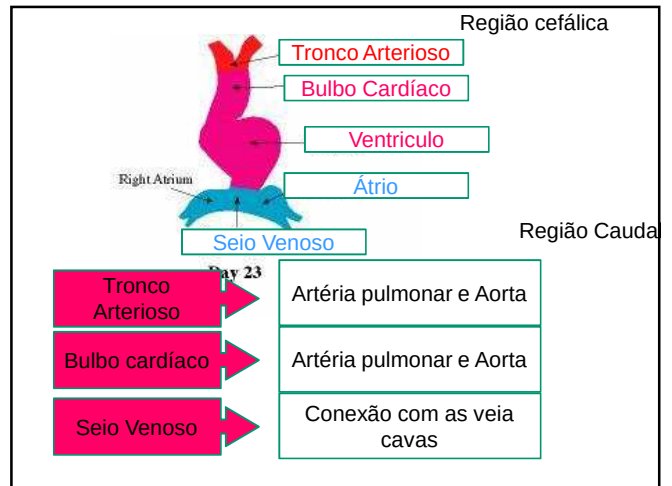
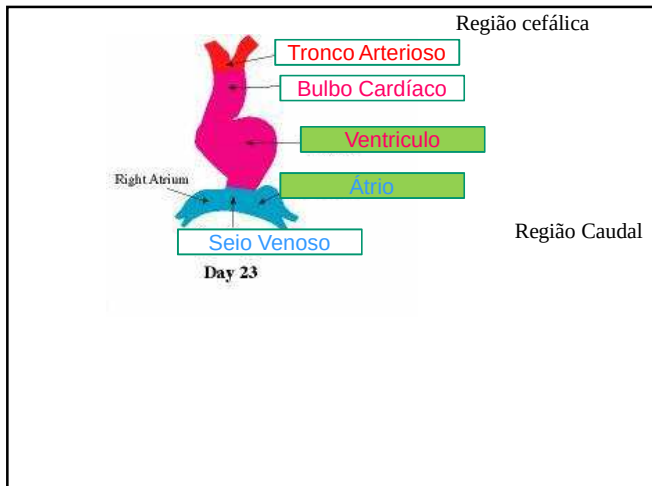
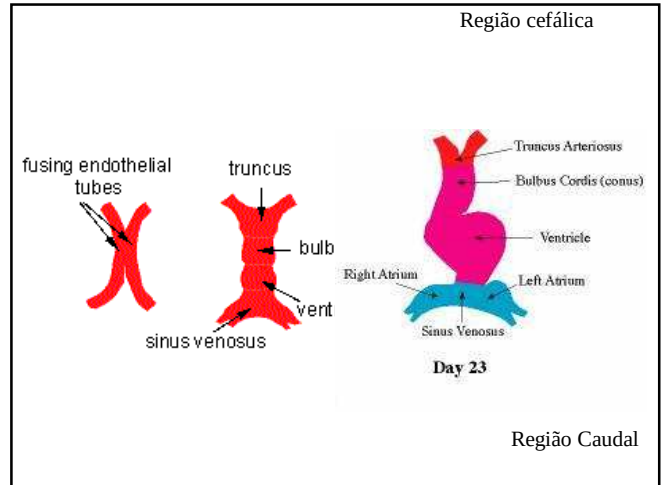
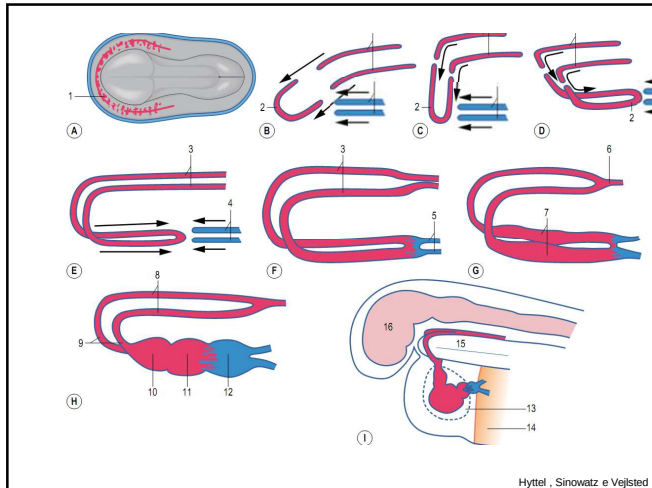
Int Rev of Cytol. Volume 243, 2005, Pages 287-335

O Mesoderma esplâncnico se diferencia em MIOEPICÁRDIO e secreta a GELEIA CARDÍACA.



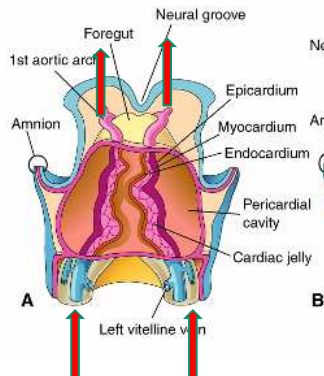
Os vasos precusores do coração se fundem na região mediana formando o TUBO CARDÍACO



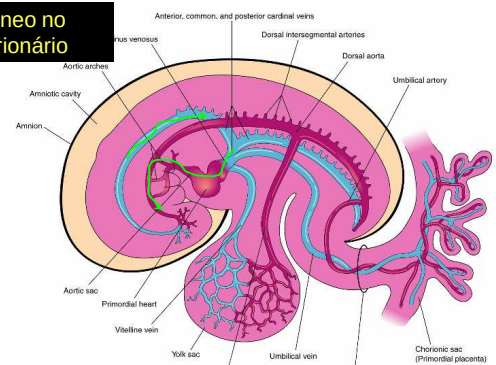


O INFLUXO de sangue (futuro átrio) é CAUDAL

O EFLUXO de sangue (futuro ventrículo) é cefálico



Fluxo sanguíneo no coração embrionário



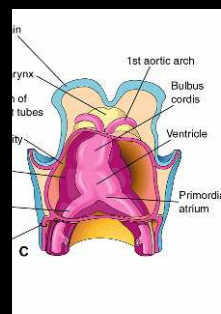
Fluxo Arterial: Posterior -> anterior

Fluxo Venoso: Anterior -> posterior

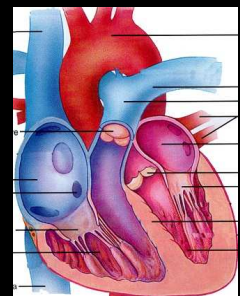
OU SEJA...

NESTE MOMENTO, no embrião, a circulação cardíaca é diferente do adulto.

TUBO CARDÍACO



CORAÇÃO de neonato



O ácido retinóico é responsável pela definição da parte CAUDAL do tubo cardíaco. Em outras palavras, seu excesso resulta na EXPANSÃO CAUDAL do tubo cardíaco.

Caso uma paciente grávida seja exposta a níveis altos de ácido retinóico no primeiro trimestre, o que poderia acontecer com coração do seu feto?

- a) Nada;
- b) Hipertrofia cardíaca
- c) Cardia bifida (defeito na fusão dos tubos)
- d) Hipertrofia Ventricular
- e) Hipertrofia Atrial

O ácido retinóico é responsável pela definição da parte CAUDAL do tubo cardíaco. Em outras palavras, seu excesso resulta na EXPANSÃO CAUDAL do tubo cardíaco.

Caso uma paciente grávida seja exposta a níveis altos de ácido retinóico no primeiro trimestre, o que poderia acontecer com coração do seu feto?

- a) Nada;
- b) Hipertrofia cardíaca
- c) Cardia bifida (defeito na fusão dos tubos)
- d) Hipertrofia Ventricular
- e) Hipertrofia Atrial

CARDIOGÊNESE PROBLEMAS:

1. Como integrar o coração com a circulação?

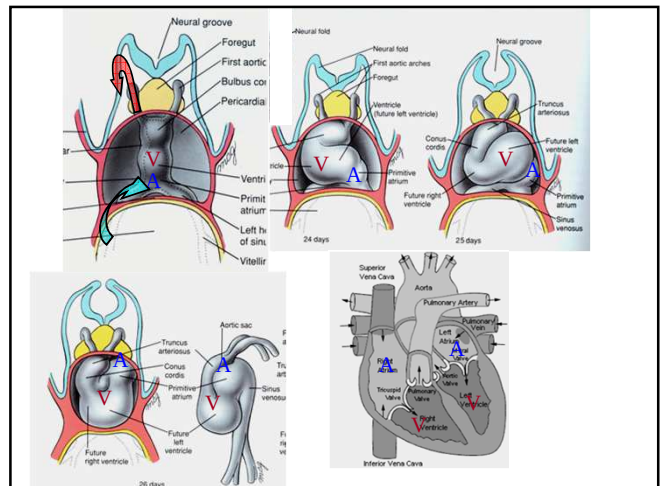
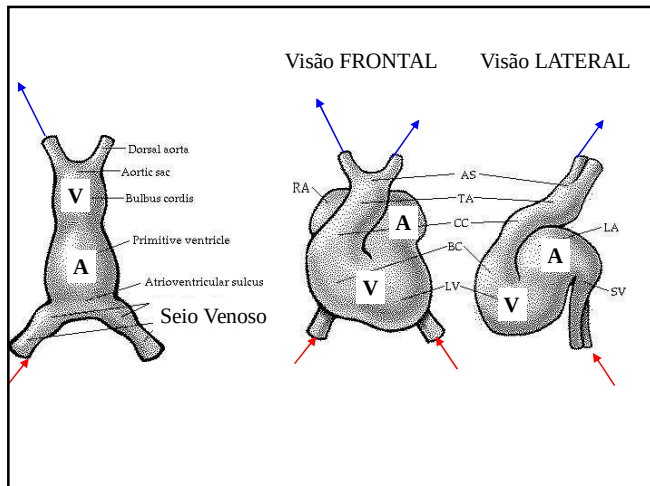
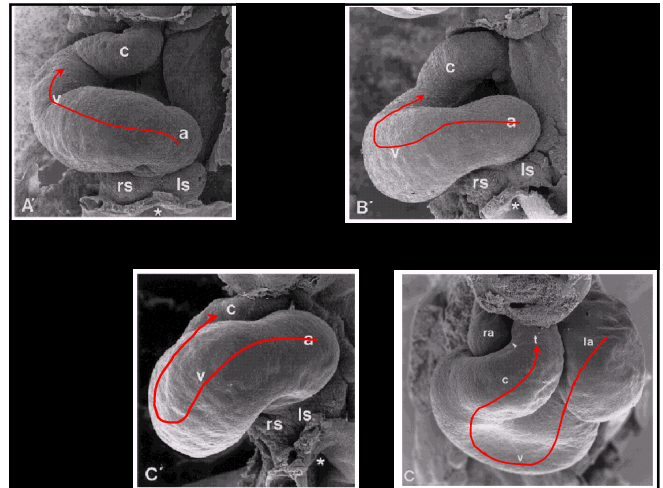
VASCULOGENESE

2. Como posicionar o influxo cefálico e efluxo caudal

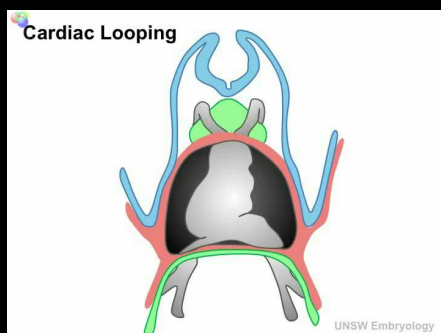
DOBRAMENTO CARDÍACO
23 -28 dias

3. Como dividir a grande e pequena circulação?

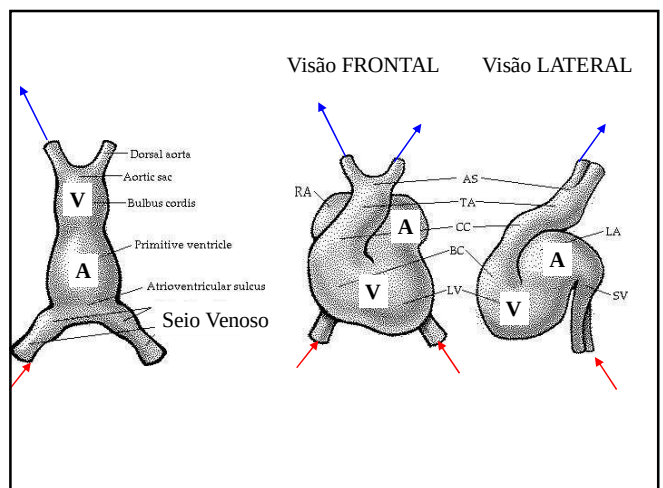
4. Circulação fetal é diferente do neonato

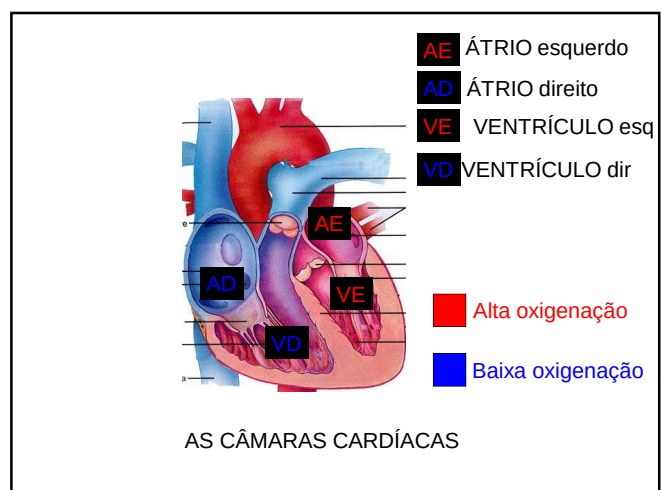
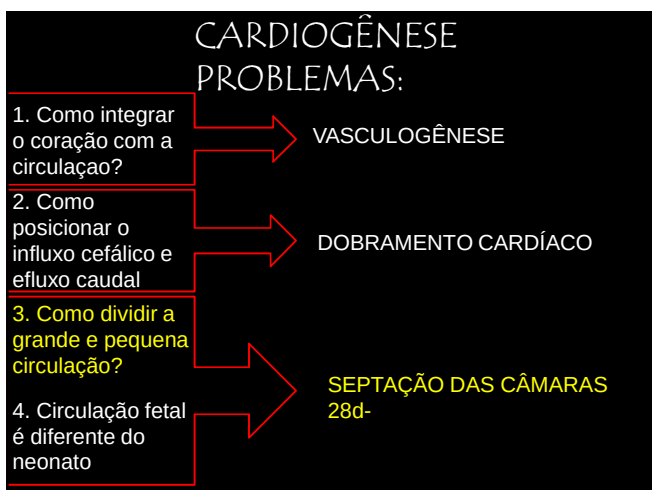
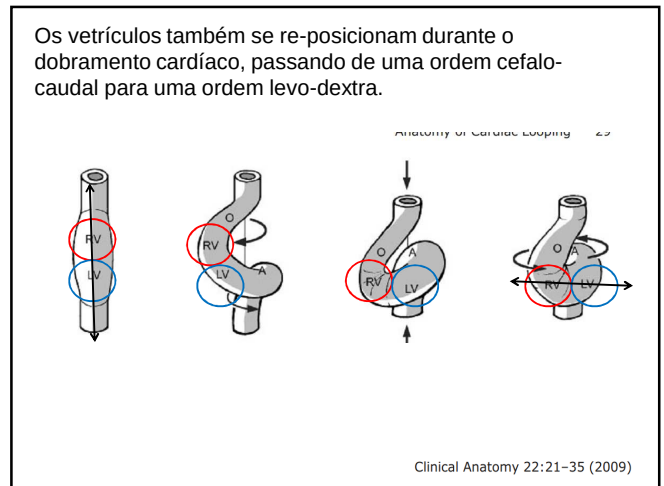
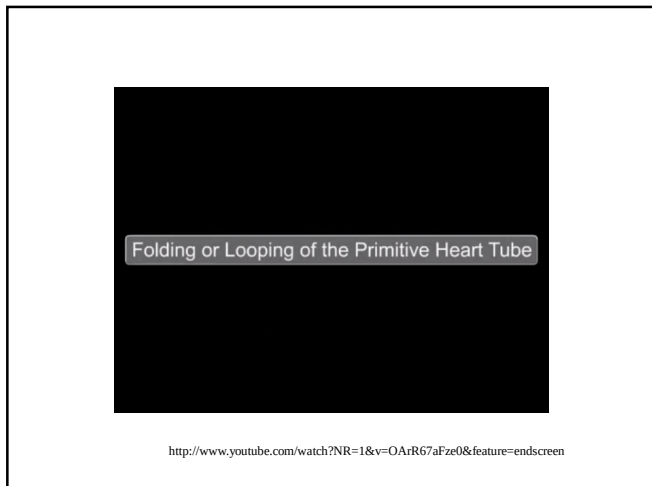
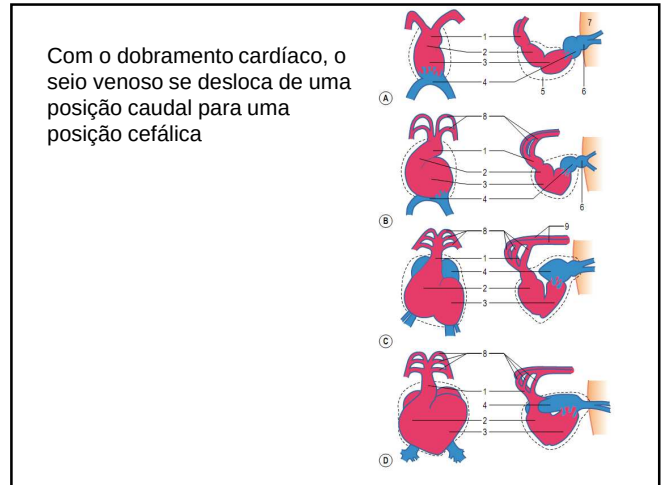
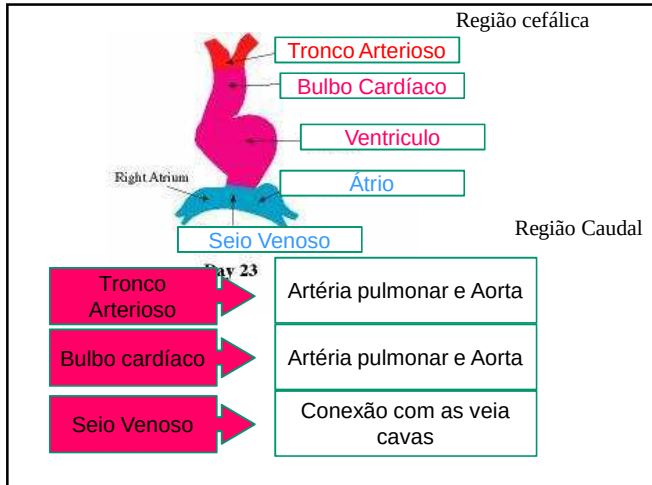


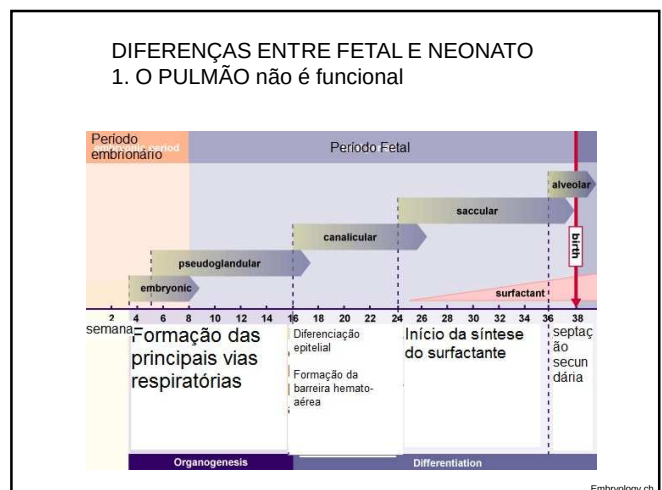
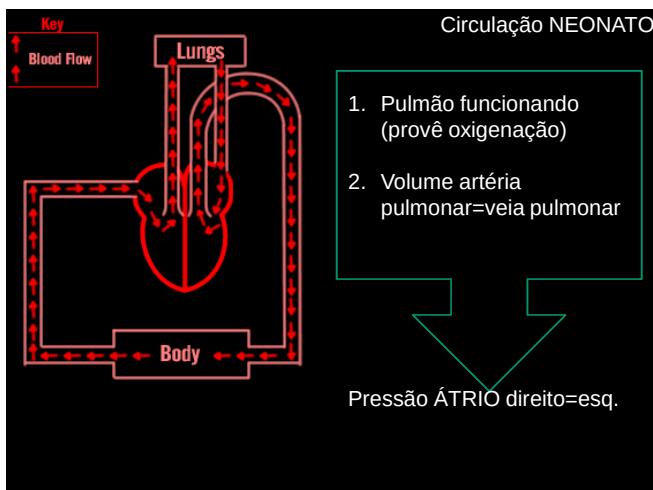
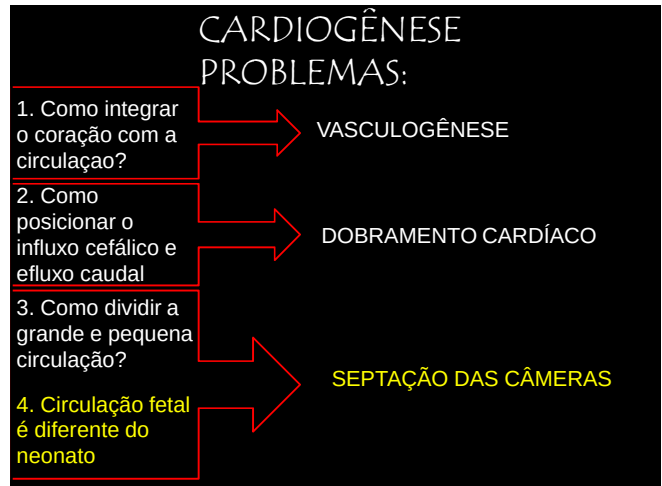
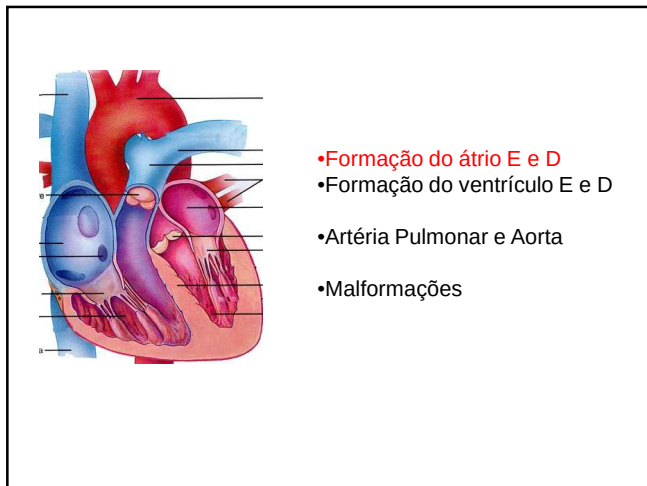
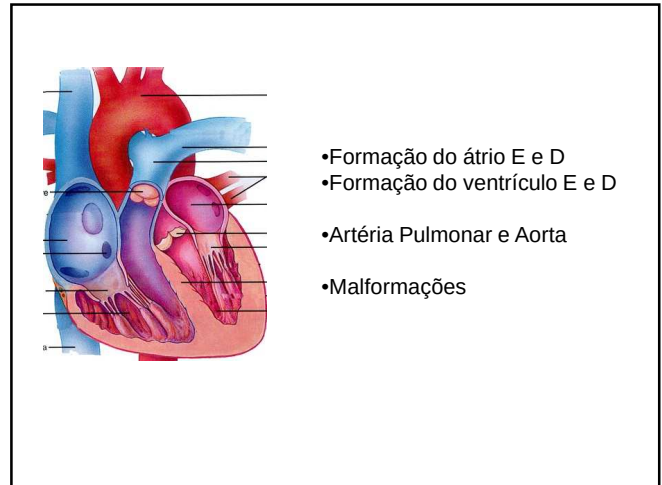
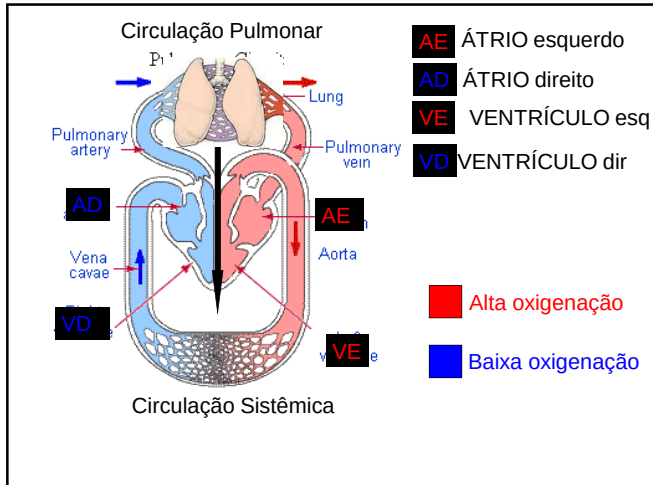
Após o DOBRAMENTO CARDÍACO, o ÁTRIO se posiciona anteriormente e dorsalmente ao VENTRÍCULO



http://php.med.unsw.edu.au/embryology/index.php?title=Intermediate_-_Heart_Tube_Looping







DIFERENÇAS ENTRE FETAL E NEONATO

1.O PULMÃO não é funcional

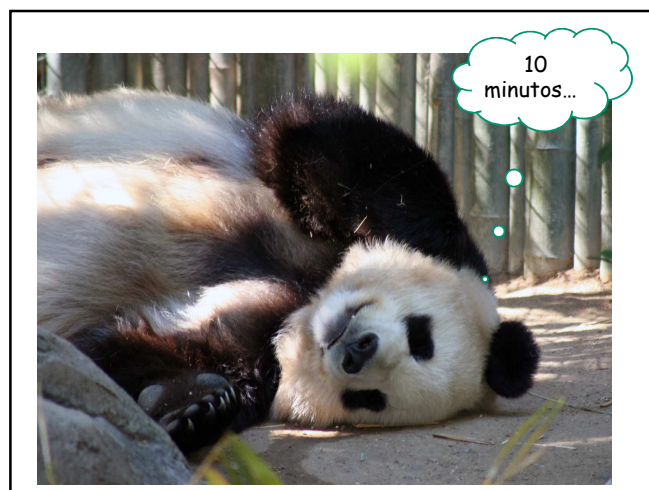
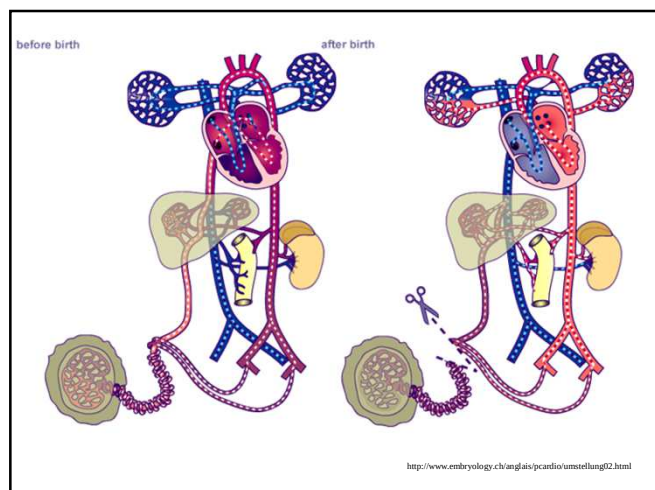
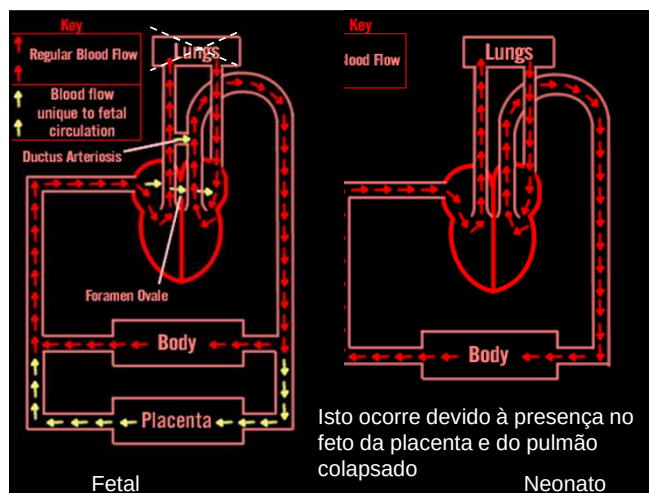
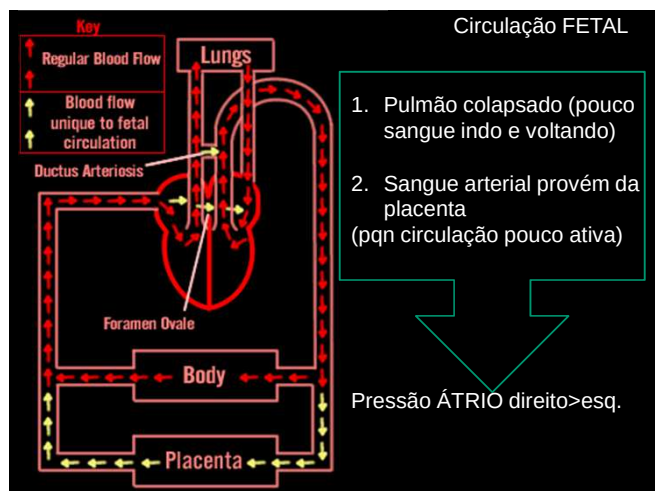
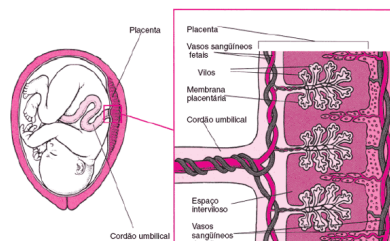
- a) Não oxigena
- b) Está colapsado. Recebe MENOS sangue

DIFERENÇAS ENTRE FETAL E NEONATO

1.O PULMÃO não é funcional

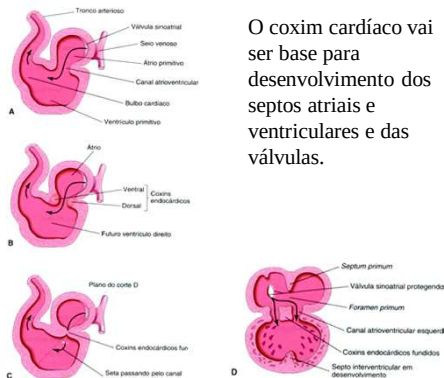
- a) Não oxigena
- b) Está colapsado. Recebe MENOS sangue

2. A PLACENTA



Formação do COXIM ENDOCARDÍACO no “coração do coração”

Visão lateral



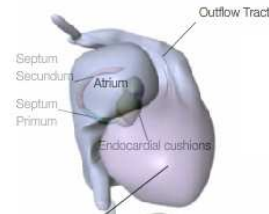
O coxim cardíaco vai ser base para desenvolvimento dos septos atriais e ventriculares e das válvulas.

Formação do COXIM ENDOCARDÍACO no “coração do coração”

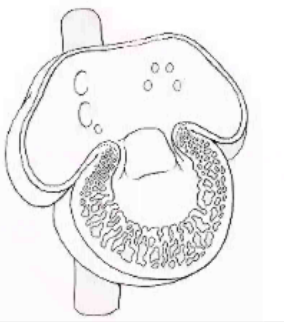
Visão ventral do coxim endocárdico



Visão lateral do coxim endocárdico



FORMAÇÃO DO SEPTO ATRIAL

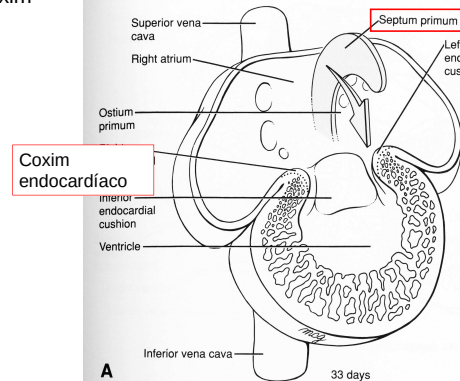


1. Formação do Septum primum, que se aproxima do coxim cardíaco
2. Aparecimento dos foramen primum e secundum
3. Formação do Septum secundum com foramen oval

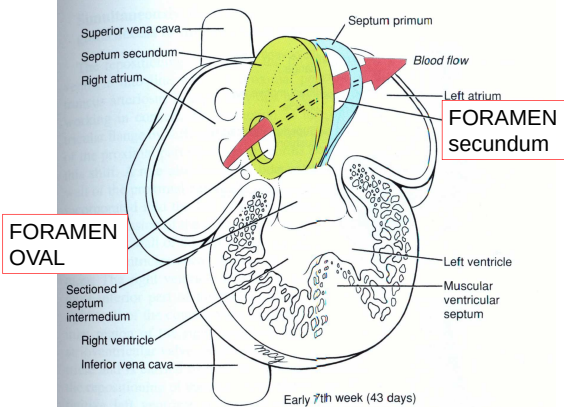
2 septos: Primum (esquerdo) e Secundum (direito)
3 buracos: foramen primum, secundum e oval

FORMAÇÃO DO SEPTO ATRIAL

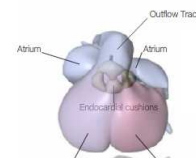
O septum primum se forma no dorso do coração e funde com o coxim



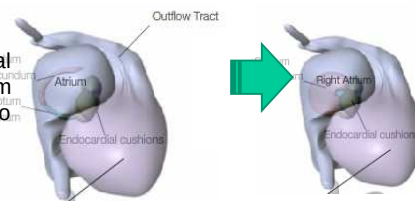
FORMAÇÃO DO SEPTO ATRIAL

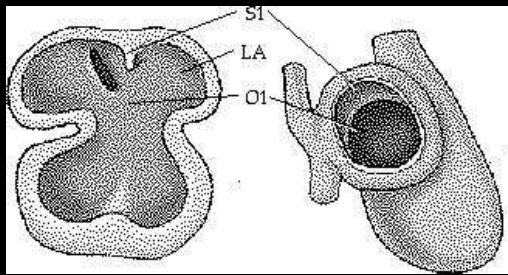


Visão ventral do coxim endocárdico

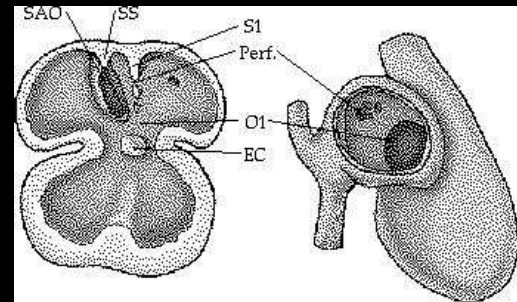


Visão lateral Dir do coxim endocárdico

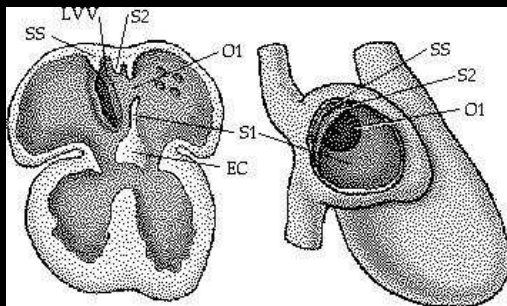




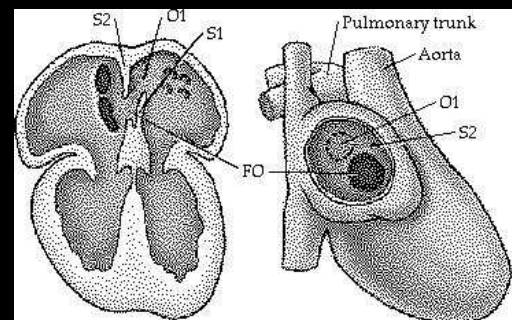
Formação do Septum primum, que se aproxima do coxim cardíaco



Aparecimento dos foramen primum e secundum
Obs: o foramen primum é uma estrutura transitória



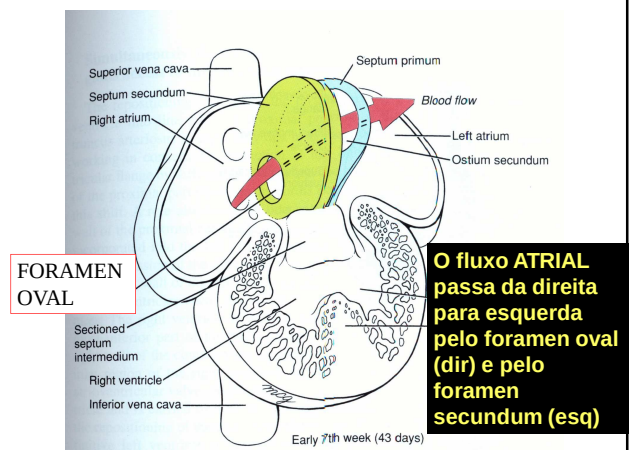
Formação do Septum secundum com foramen oval

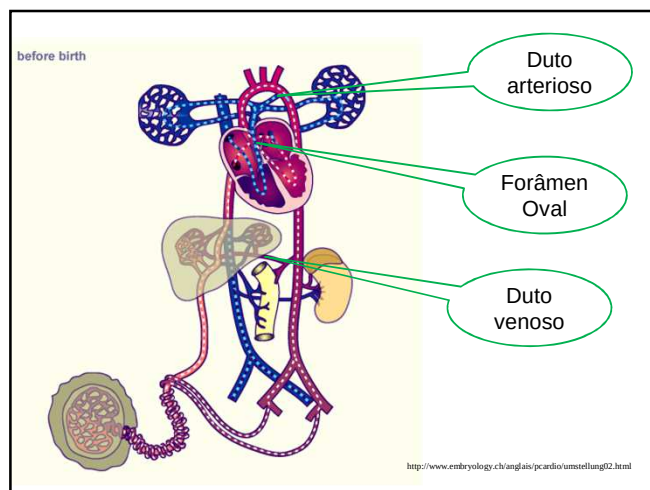
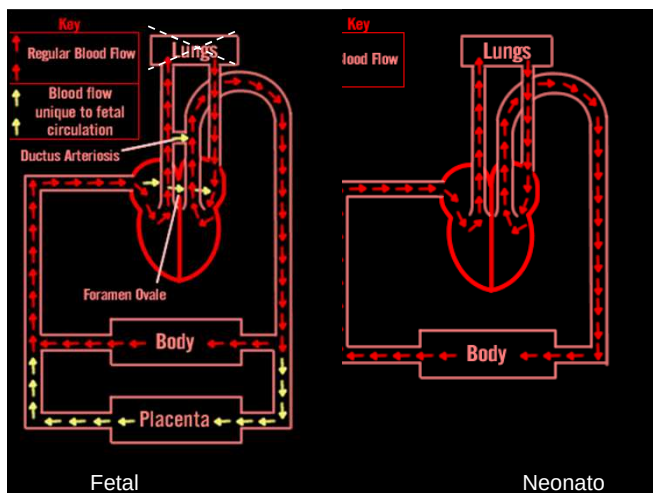
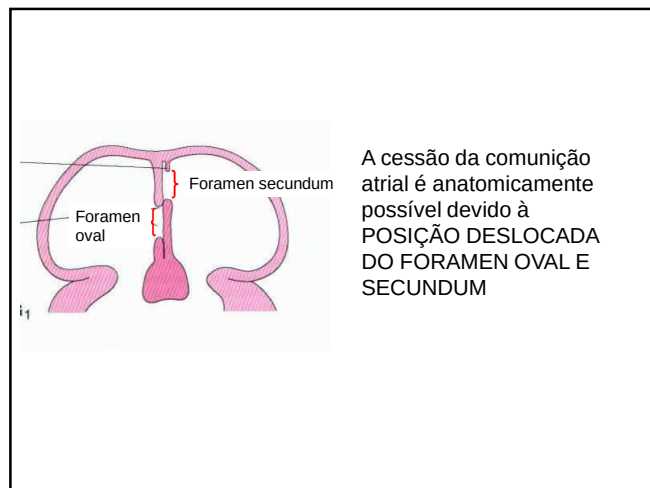
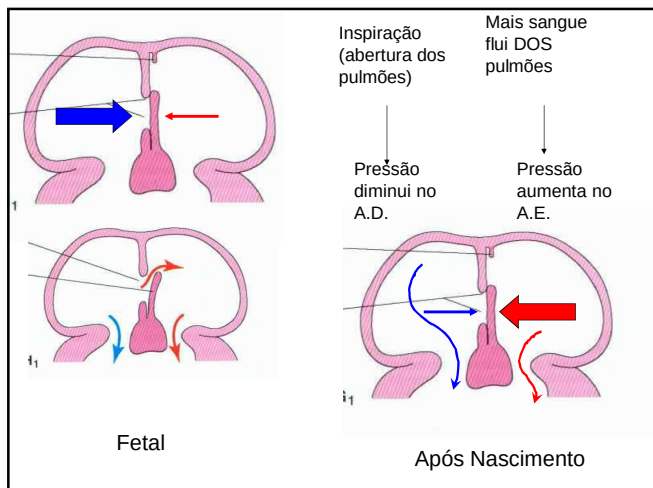
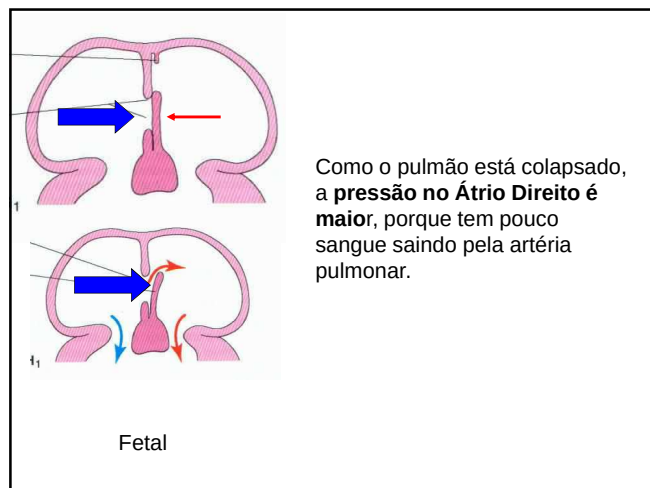
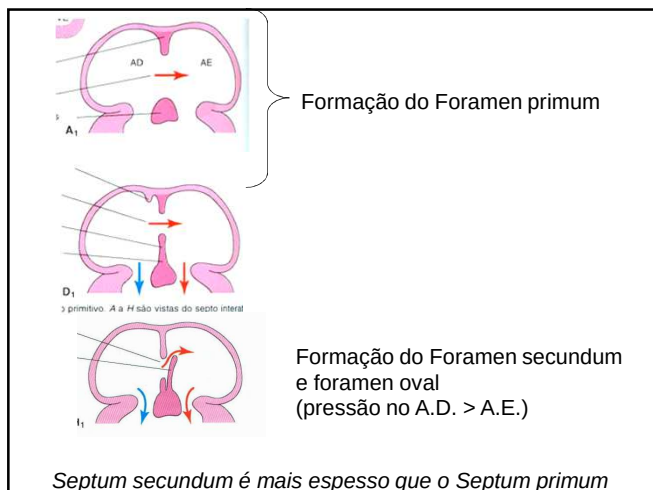


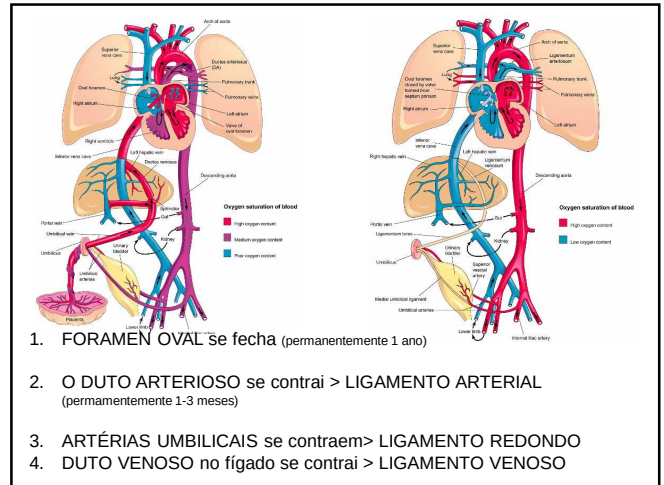
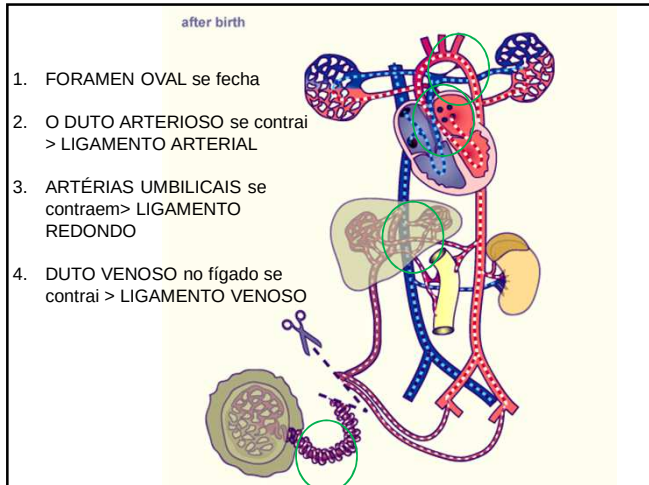
Formação do Septum secundum (mais espesso que o primum) com foramen oval

Formation of the Interatrial Septum

<http://www.youtube.com/watch?NR=1&v=OArR67aFze0&feature=endscreen>







Ao fazer um exame intrauterino fetal, você constata que o coração está com

hipertrofia acentuada no átrio e ventrículo direitos, e o lado esquerdo cardíaco subdesenvolvido.

Você diagnostica que isto é causado por uma redução no fluxo sanguíneo para o átrio esquerdo. Possivelmente porque:

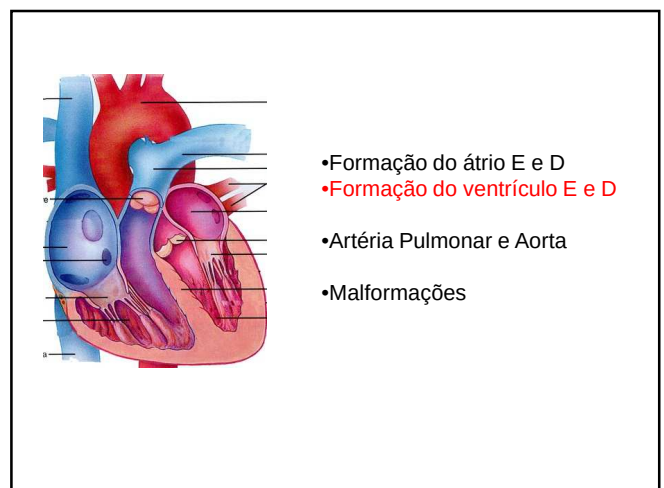
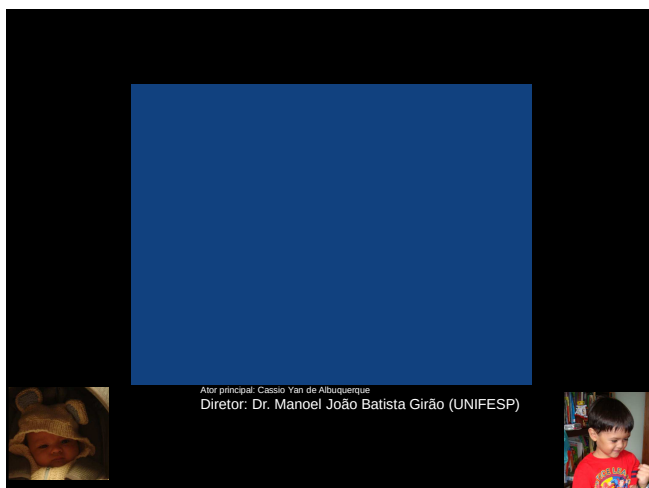
- a) O septo atrial está ausente.
- b) Ocorreu fusão prematura do septum primum e secundum.
- c) O septo secundum não se formou.
- d) Os coxins endocárdicos não se fundiram.
- e) O foramen oval continua aberto.

Ao fazer um exame intrauterino fetal, você constata que o coração está com

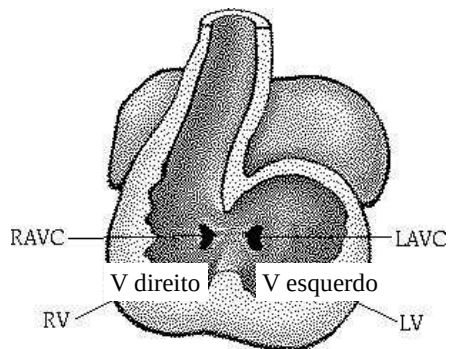
hipertrofia acentuada no átrio e ventrículo direitos, e o lado esquerdo cardíaco subdesenvolvido.

Você diagnostica que isto é causado por uma redução no fluxo sanguíneo para o átrio esquerdo. Possivelmente porque:

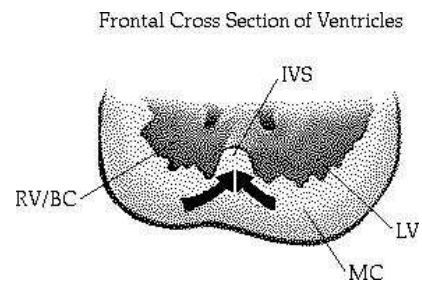
- a) O septo atrial está ausente.
- b) Ocorreu fusão prematura do septum primum e secundum.
- c) O septo secundum não se formou.
- d) Os coxins endocárdicos não se fundiram.
- e) O foramen oval continua aberto.



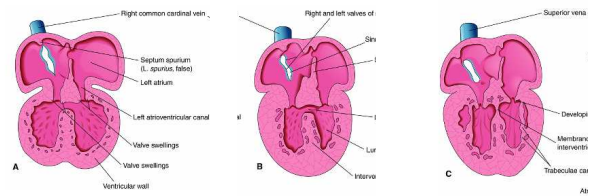
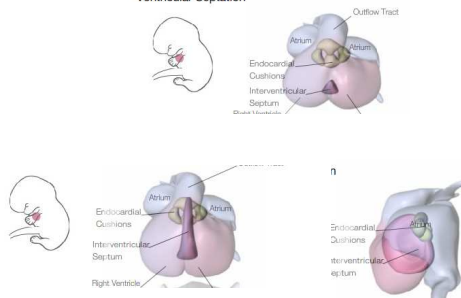
O SEPTO VENTRICULAR surge da parede caudal entre os ventrículos



Formação do SEPTO INTERVENTRICULAR



Ventricular Septation

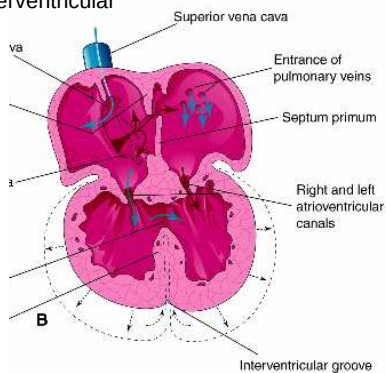


5 semanas

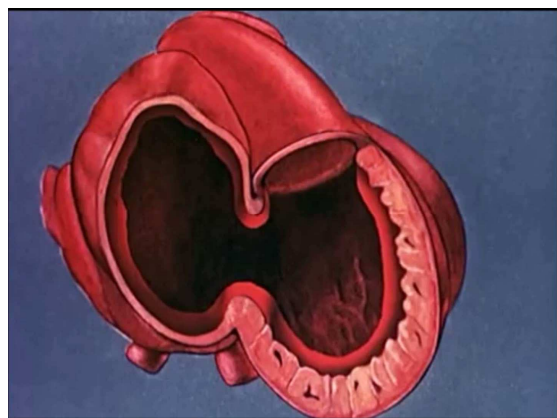
6 semanas

7 semanas

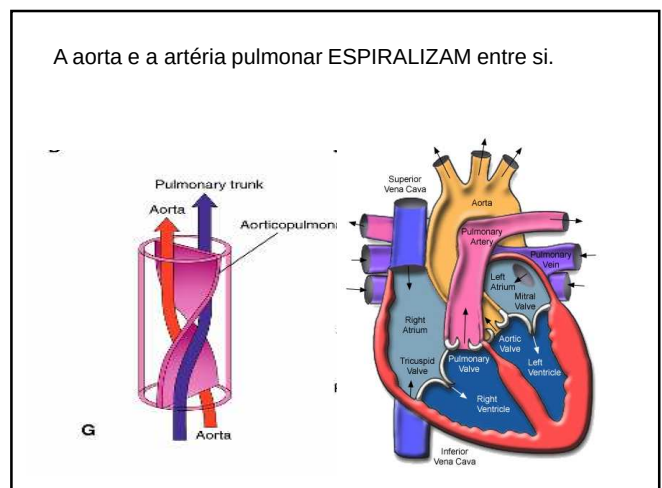
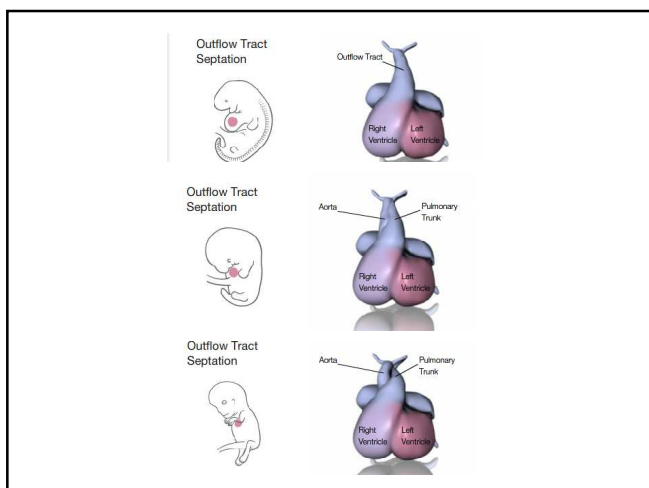
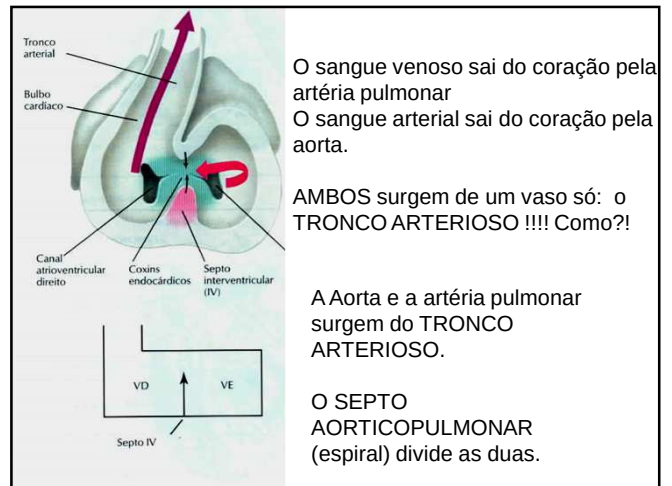
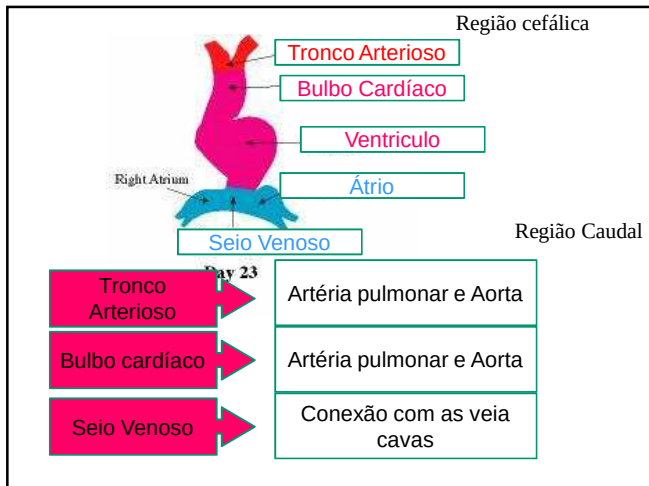
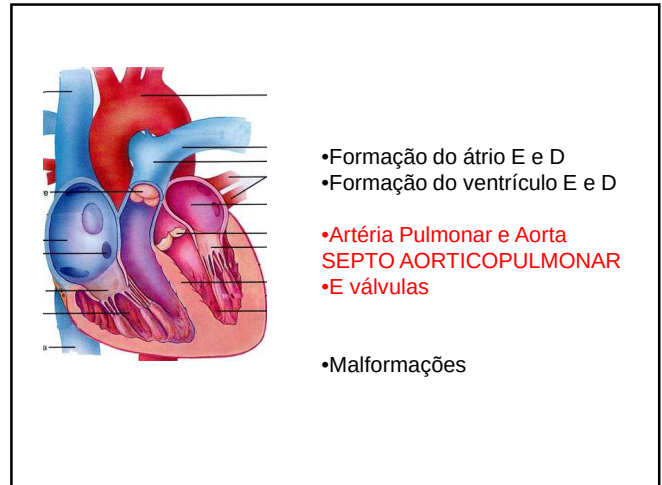
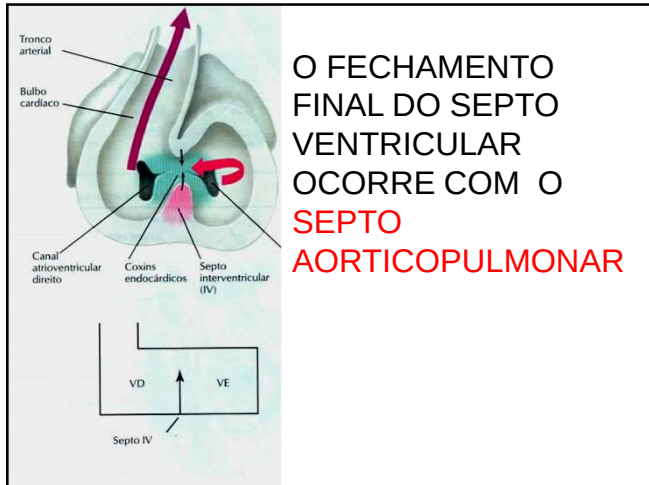
O septo interventricular MUSCULAR deixa um forâmen interventricular

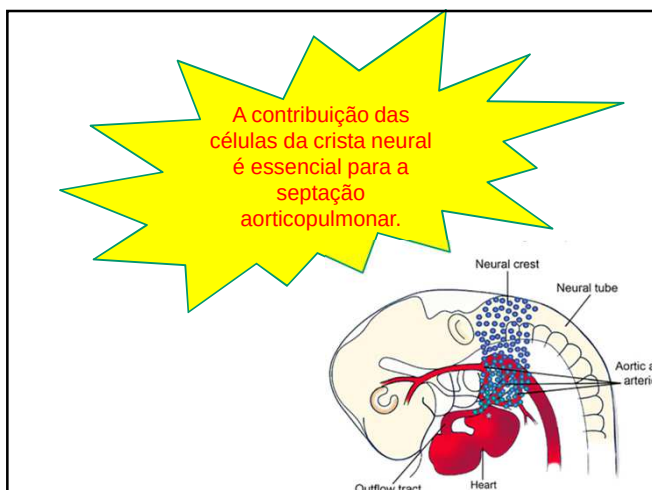
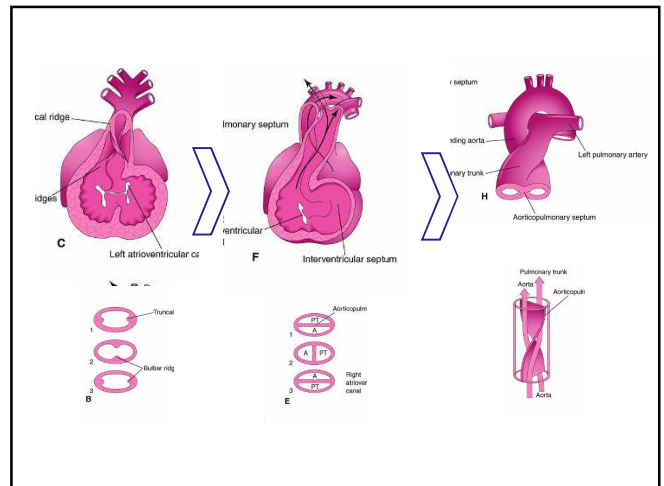
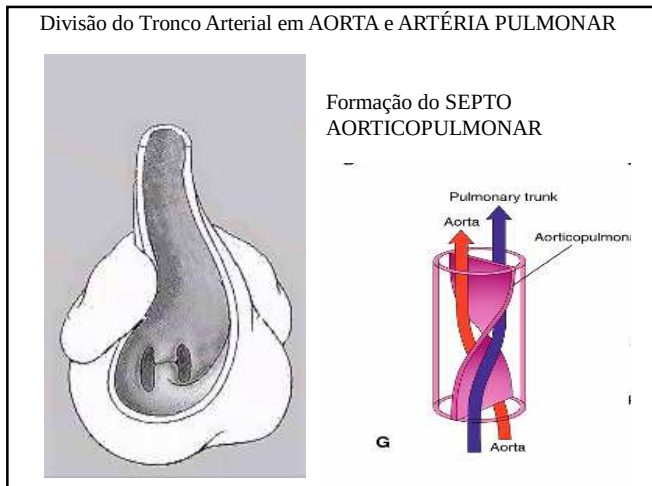
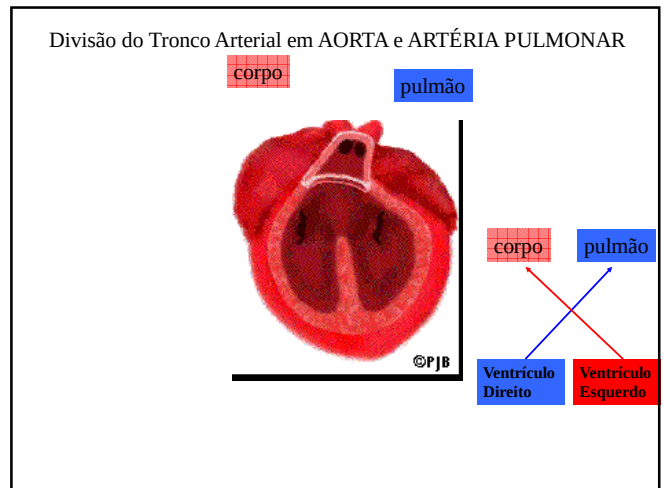
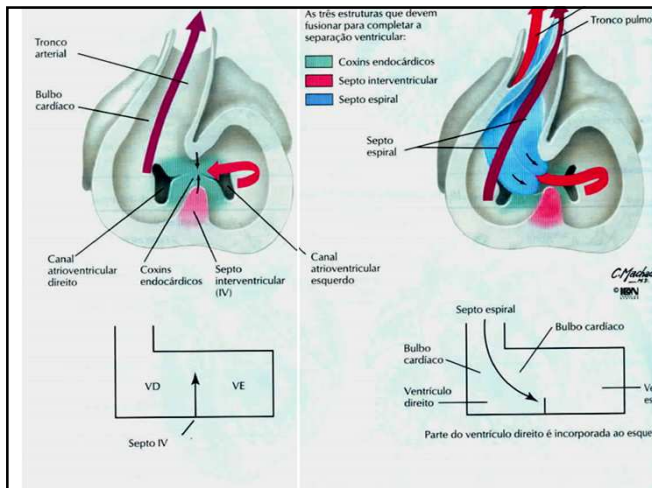


USA). All Rights Reserved.



<http://www.youtube.com/watch?v=5DIUk9IXUaI>

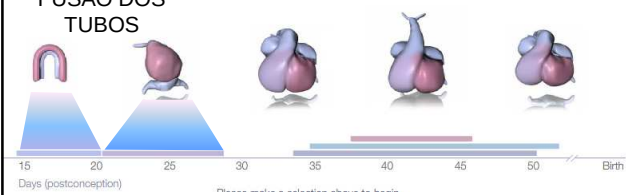






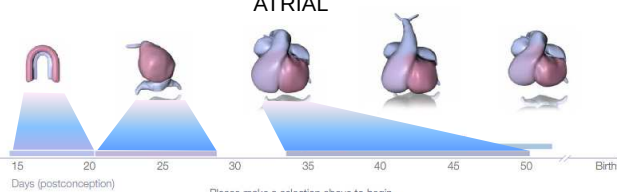
<http://www.youtube.com/watch?v=uwswhoKfkmM>

CAMPO CARDÍACO E FUSÃO DOS TUBOS



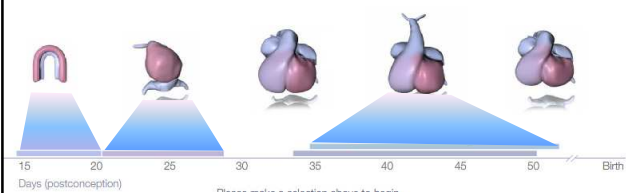
http://pie.med.utoronto.ca/hbg/HTBG_content/HTBG_heartEmbryologyApp.html

SEPTAÇÃO ATRIAL



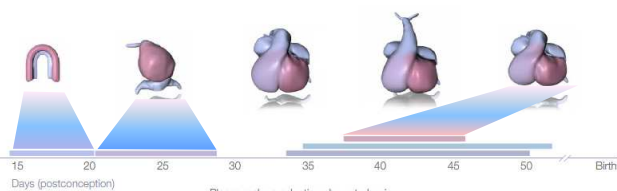
http://pie.med.utoronto.ca/hbg/HTBG_content/HTBG_heartEmbryologyApp.html

SEPTAÇÃO AORTICOPULMONAR

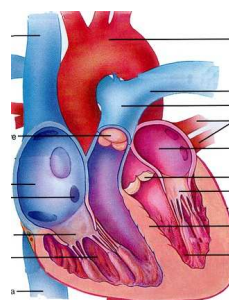


http://pie.med.utoronto.ca/hbg/HTBG_content/HTBG_heartEmbryologyApp.html

SEPTAÇÃO VENTRICULAR



http://pie.med.utoronto.ca/hbg/HTBG_content/HTBG_heartEmbryologyApp.html



- Formação do átrio E e D
- Circulação Fetal
- Formação do ventrículo E e D
- Artéria Pulmonar e Aorta
- SEPTO AORTICOPULMONAR

• Malformações

Defeito do septo atrial

Defeito do Septo Ventricular
12/10.000

Tetralogia de Fallot
9,6/10.000

http://www.nlm.nih.gov/health/dci/Diseases/chd/chd_types.html

Defeito do septo atrial

http://www.nlm.nih.gov/health/dci/Diseases/chd/chd_types.html

Defeito do Septo Ventricular
12/10.000

http://www.nlm.nih.gov/health/dci/Diseases/chd/chd_types.html

Tetralogia de Fallot : QUATRO alterações
9,6/10.000

http://www.nlm.nih.gov/health/dci/Diseases/chd/chd_types.html

1. Defeito Sept Ventricular

Mistura de sangue VE e VD

2. Aorta Cavalgada

Mistura de sangue VE e VD

3. Estenose da Art. Pulmonar

Aumento da Pressão VD

4. Hipertrofia do VD

http://www.nlm.nih.gov/health/dci/Diseases/chd/chd_types.html

<http://www.youtube.com/watch?v=yePivAlbR4A>

1. Defeito Sept Ventricular

2. Aorta Cavalgada

3. Estenose da Art. Pulmonar

Causa embriológica:

Defeito de septação do bulbo cardíaco

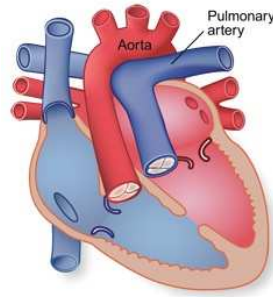
1. Septação Ventricular incompleta

2. Divisão desigual da Aorta e Artéria Pulmonar

http://www.nhlbi.nih.gov/health/doc/Diseases/chd/ichd_types.html

Transposição das grandes artérias (0,24/1000 na Suécia)....

[Acta Paediatr. 1996 Jul;85\(7\):825-31.](#)



Consequência?

O que aconteceu?

Uma criança nasce com graves defeitos craniofaciais e transposição dos grandes vasos. Que estrutura/evento embrionária(o) pode ter contribuído para ambas as anomalias?

- a) Mesoderma lateral > Fusão dos tubos cardíacos.
- b) Coxim endocárdico > Septo atrial
- c) Coxim endocárdico > Válvulas atrioventriculares
- d) Tubo neural > Crista neural

Uma criança nasce com graves defeitos craniofaciais e transposição dos grandes vasos. Que estrutura/evento embrionária(o) pode ter contribuído para ambas as anomalias?

- a) Mesoderma lateral > Fusão dos tubos cardíacos.
- b) Coxim endocárdico > Septo atrial
- c) Coxim endocárdico > Válvulas atrioventriculares
- d) **Tubo neural > Crista neural**