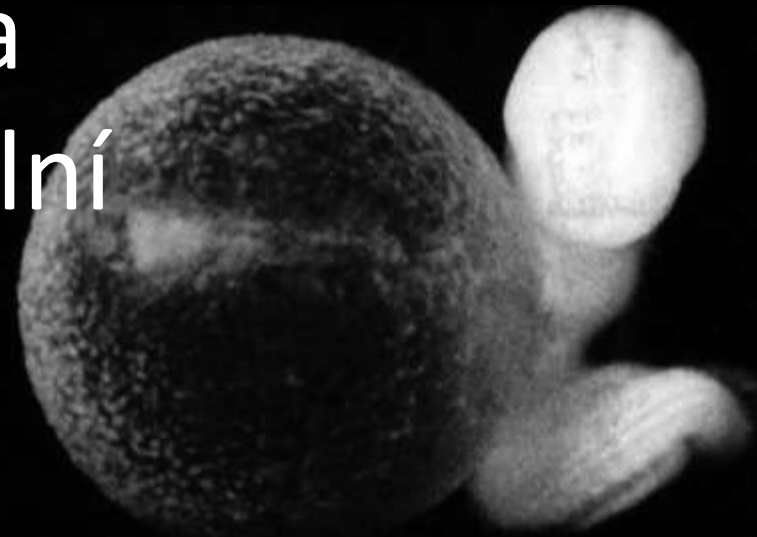




Předvánoční výběr z embryologie

Carnegie stádia embryonálního vývoje

Jak správně popsat a klasifikovat embryonální vývoj?



No. 5923



1 mm

No. 5923



No. 6097



1 mm

No. 6097

Andrew Carnegie (1835-1909)



Carnegie Institute of Science



- Carnegieho ocelárny v Pittsburgu
- prodej JP Morganovi – US Steel
- filantrop
- 1902 - Carnegie Institute in Washington
→ Department of Embryology





Franklin Mall

- začátek 20. století
- stáří embrya a jeho velikost nejsou vhodné pro vývojovou klasifikaci



George Streeter

- 1942 „horizonty“



Jan Florian

- 1927 první na světě popsal nejmladší, fixačně dobře zachovaný lidský zárodek



and far more than a woman of her age should have attempted; but she would not and, indeed, could not ease up; there is no respite for a farmer in war-time. In the last year, when her head man was away ill for months, she still managed to carry on. It wore her out. She had served her generation in so many ways to the utmost of her powers, that when illness struck her, she was left with too little strength to fight for herself.

So this great-hearted woman became a war casualty, laying down her life for her country in the Battle of the Home Front.

G. L. ELLES.

Prof. Jan Florian

It is with feelings of deep regret that we have to record the death at the hands of the Gestapo of the distinguished Czech embryologist, Prof. Jan Florian, dean of the Medical Faculty in the Masaryk University, Brno, on May 7, 1942. By his researches on early human embryos, Prof. Florian had established for himself an international reputation as an embryologist and had made many friends among the anatomists in England and other allied countries.

The following notice is contributed by his teacher and friend, Prof. F. K. Studnička, of the Charles University, Prague.

During the first year of their occupation of Bohemia and Moravia, the Germans closed all the universities and colleges, seven in number, and subjected their staffs to the harshest treatment. Many of them were sent to concentration camps and died there; others were executed. The Masaryk University at Brno was especially brutally treated. The institutes were looted and some twenty members of the staff were murdered, among them Jan Florian.

Florian was born in Brno in 1897. He served as a conscript in the Austrian Army throughout the First World War, and in 1919, when the Masaryk University was founded, he was among its first medical students. In 1923 he graduated M.D. and became assistant in the Institute of Histology and Embryology. In 1928, he was admitted *Docent*, and in 1933 was appointed professor of histology and embryology in the Comenius University, Bratislava. Eventually he returned to Brno as professor in succession to me.

Early in his career, Florian became interested in embryology, and with the help of Dr. O. Bittmann succeeded in forming a fine collection of well-preserved human developmental material. He devoted himself to the study of the early stages in his collection and, in papers published between 1927 and 1930, added much to our knowledge of early human development. We need only mention here his work on embryos Bi I (1927) and TF (1928) and his redescription of the Fetzer embryo, with Fetzer (1930), and the Beneke embryo, with Beneke (1930-31).

In the years succeeding 1930, Florian, with the aid of grants from the Rockefeller Foundation, was enabled to spend several long periods of study-leave at University College, London, where as honorary research assistant he continued his investigations. He participated actively in the meetings of the Anatomical Society and contributed several valuable papers to its *Journal*, and he also collaborated with Prof. J. P. Hill in the description of an early human embryo (1931) and in a study of early embryonic stages of *Tarsius*. He was co-author, with Prof. Frankenberger, of a text-book of embryology, the

first to be published in the Czech language, and author of a popular work entitled "From Protozoon to Man" (also in Czech).

Florian was an excellent mathematician, and utilizing the principles of projective geometry, he perfected a method of graphic reconstruction which has proved of great value in the interpretation of serial sections of embryos in which the sectional plane is oblique to the median plane of the embryo. He also designed an improved type of micro-manipulator.

In 1938, Florian was elected a member of the Institut International d'Embryologie, an honour he greatly appreciated. In 1939, he was appointed dean of the Medical Faculty in the Masaryk University, but he had barely assumed the duties of the office when, in November of that year, the universities were closed by the Nazis. Florian for a while tried to carry on with his work, and at the same time was active in alleviating the hardships of the families of those who had been persecuted. Eventually in October 1941 he himself was imprisoned by the Gestapo, at first in Brno, but at the end of January 1942 he was deported to the notorious concentration camp of Mauthausen, near Linz. There he was kept in solitary confinement, tortured and finally shot on May 7, along with seventy-six other prisoners.

Such was the end of an ardent and noble-hearted patriot and a gifted man of science. His death at the early age of forty-five is an irreparable loss to his beloved country and to the science he did so much to advance.

F. K. STUDNIČKA.

Mr. J. H. Driberg

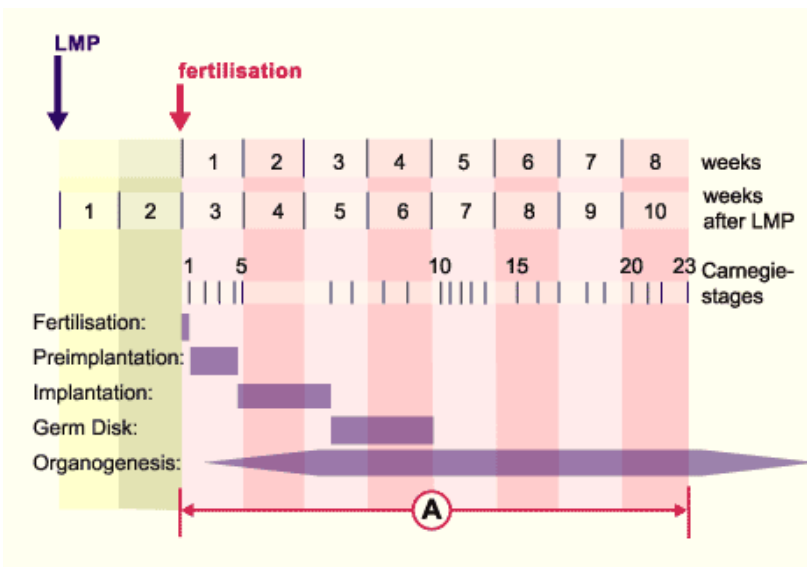
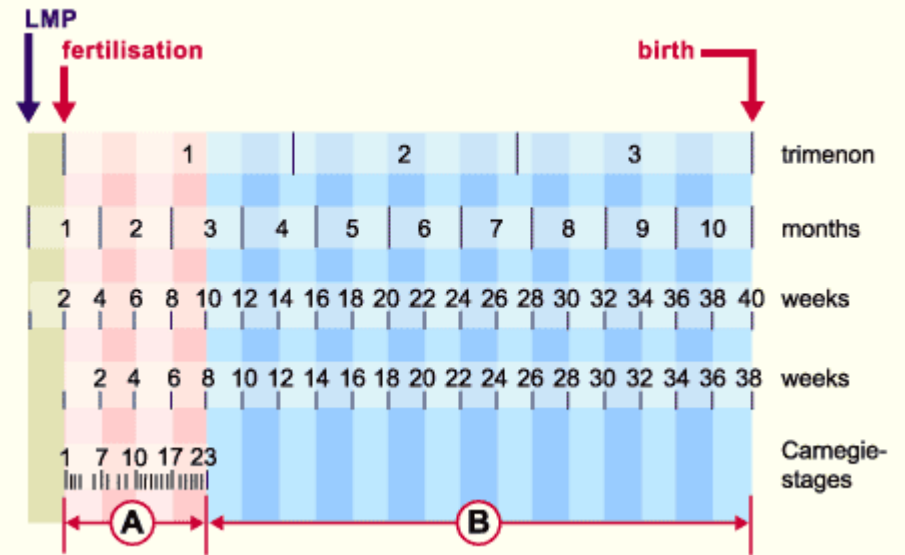
THE death of Mr. Jack Herbert Driberg on February 5 will come as a shock to his many friends and admirers. Born in April 1888, he was educated at Lancing College and Hertford College, Oxford, and in 1912 joined the Uganda Administration, spending nine years in it before he was transferred to the Sudan Political Service, from which he was invalided on pension in 1925. In 1923 he had written his well-known book, "The Lango: A Nilotic Tribe of Uganda", and thus established his claim as an anthropologist, and, after a training in the London School of Economics, was appointed to a lectureship in the School of Archaeology and Anthropology in Cambridge. He held this post until the outbreak of the War in 1939, when he resigned and volunteered for war-work and was posted to the Near East; at the time of his death he was concerned with Middle East affairs in the Ministry of Information.

Driberg was a man of exceptional ability, and on the sound foundation of Greats at Oxford, developed a keen sense of the right word and turn of phrase which made his "People of the Small Arrow" (1930) and "Ngato, the Lion Cub" (1933), to mention only two of his works, such delightful reading. As a teacher he was inspiring, and devoted much time to helping his students. His appreciation of the value of anthropology to administrators in the Colonial Service, gained by his experience in Uganda and the Sudan, did much to inspire Colonial probationers who attended his lectures and talked with him in his rooms with the practical value of the science in relation to their future work, and seeds were sown in successive generations of probationers which to-day are bearing fruit.

He was a good linguist and spoke a number of African languages, and this, coupled with his magnificent physical strength and power of endurance,

Carnegie stádia

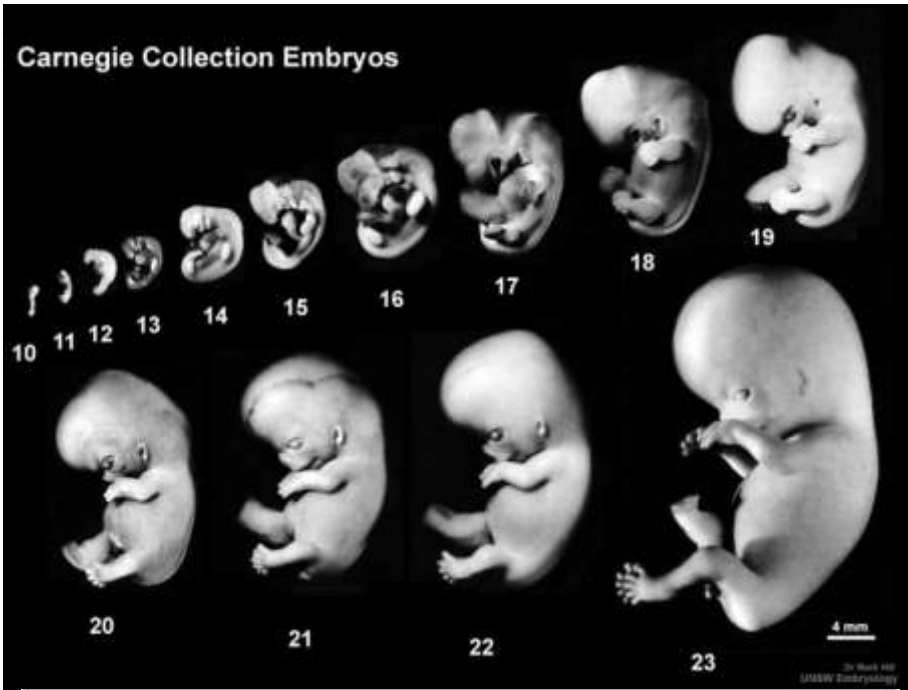
- 23 stádií embryonálního vývoje (do 8. týdne)
- stáří embrya na základě vnější a vnitřní morfologie a velikosti
- O'Rahilly and Müller (1987) – embryonální nebo Carnegie stádia



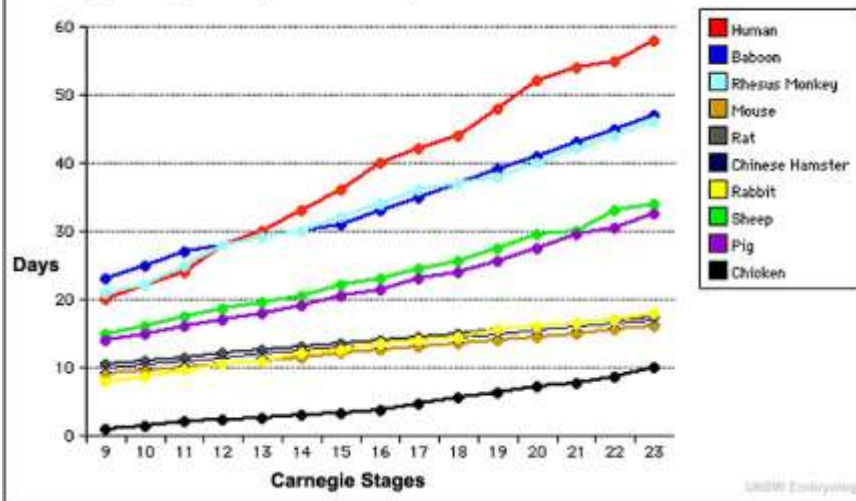
https://embryology.med.unsw.edu.au/embryology/index.php/Main_Page



Carnegie stádia



Carnegie Stages - Species Comparison



Věk (Dny)	Carnegie stadium	Počet somitů (mm)*	Délka	Zevní charakteristika+
20 - 21	9	1 - 3	1,5 - 3,0	<i>Ploché zárodečný terčík, Hluboká neurální brázdíčka. Přítomny 1 - 3 páry somitů. Zřetelný hlavový záhyb.</i>
22 - 23	10	4 - 12	2,0 - 3,5	<i>Embryo rovné, či lehce zahnuté. Neurální trubice vytvořena v oblasti somitů, avšak široce otevřená v místě neuroporů. Je viditelný 1. a 2. pár faryngových oblouků.</i>
24 - 25	11	13 - 20	2,5 - 4,5	<i>Embryo ohnuté díky hlavovému a kaudálnímu záhybu. Přední neuroporus se uzavírá. Očkové plakody a oční víčky jsou vytvořeny.</i>
26 - 27	12	21 - 29	3,0 - 5,0	<i>Objevují se pupeny horních končetin. Přední neuroporus uzavřen. Dolní neuroporus se uzavírá. Viditelné jsou tři páry faryngových oblouků. Srdeční hrbol zřetelný. Ušní jamky jsou přítomny.</i>
28 - 30	13	30 - 35	4,0 - 6,0	<i>Embryo je ohnuté do tvaru C. Kaudální neuroporus uzavřen. Horní končetinové pupeny mají tvar ploutví. Vyvinuty 4 páry faryngových oblouků. Objevují se pupeny dolních končetin. Očkové víčky přítomny. Čočkové plakody distinktní. Vyvinut zdužený ocas.</i>
31 - 32	14	++	5,0 - 7,0	<i>Horní končetiny mají tvar pádel. Přítomny očkové a čichové jamky. Vyvinuty oční pohárky.</i>
33 - 36	15		7,0 - 9,0	<i>Vyvinuty dlouhé ploténky a digitální paprsky. Přítomny jsou očkové víčky a výrazné čichové jamky. Dolní končetiny tvaru pádel. Jsou viditelné cervikální sinusy.</i>
37 - 40	16		8,0 - 11,0	<i>Vyvinuty plantární ploténky. V retině viditelný pigment. Vysvětlují se aurikulární hrbolečky.</i>
41 - 43	17		11,0 - 14,0	<i>Zřetelné digitální paprsky v dlaňových ploténkách. Aurikulární hrbolečky vytvářejí obrysy boltce. Trup se začíná napřimovat. Mozkové víčky jsou zřetelné.</i>
44 - 46	18		13,0 - 17,0	<i>Digitální paprsky zřetelné i v plantárních ploténkách. Viditelná loketní krajina. Formují se oční víčka. Mezi digitálními paprsky rukou se vytvářejí zátezy. Zřetelné prsní bradavky.</i>
47 - 48	19		16,0 - 18,0	<i>Končetiny směřují ventrálně. Trup se prodlužuje a dále napřimuje. Zřetelná herniace středního střeva.</i>
49 - 51	20		18,0 - 22,0	<i>Horní končetiny delší, ohnuté v loktech. Prsty zřetelné, ale spojené blanami. Zátezy mezi digitálními paprsky chodidel. Objevuje se cévní pletěň skalpu.</i>
52 - 53	21		22,0 - 24,0	<i>Nohy a ruce se k sobě přibližují. Prsty rukou delší a volné, na nohou ještě propojené blanami. Ocas je vyvinut, ale otupen.</i>
54 - 55	22		23,0 - 28,0	<i>Prsty nohou delší a volné. Oční víčka a ušní boltce více vyvinuty.</i>
56	23		27,0 - 31,0	<i>Hlava je více zakulacená a má lidský charakter. Zevní genitálie dosud obojpolhvní. Na pupočníku stále patrný hrbol podmíněný fyziologickou herniací střeva. Ocas již vymizel.</i>

* Délky zárodku udány v obvyklém rozsahu. Ve stadiích 9 a 10 je méně největší délka (GL), v následujících stadiích pak délka temenokostřní (CRL) (obc. 5-23).

+ Podle Nishimura et al. (1974), O'Rahilly a Müller (1987) a Shiota (1991).

++ V tomto a následujících stadiích lze počet somitů stanovit jen s obtížemi, a proto přestává být užitečným kritériem.

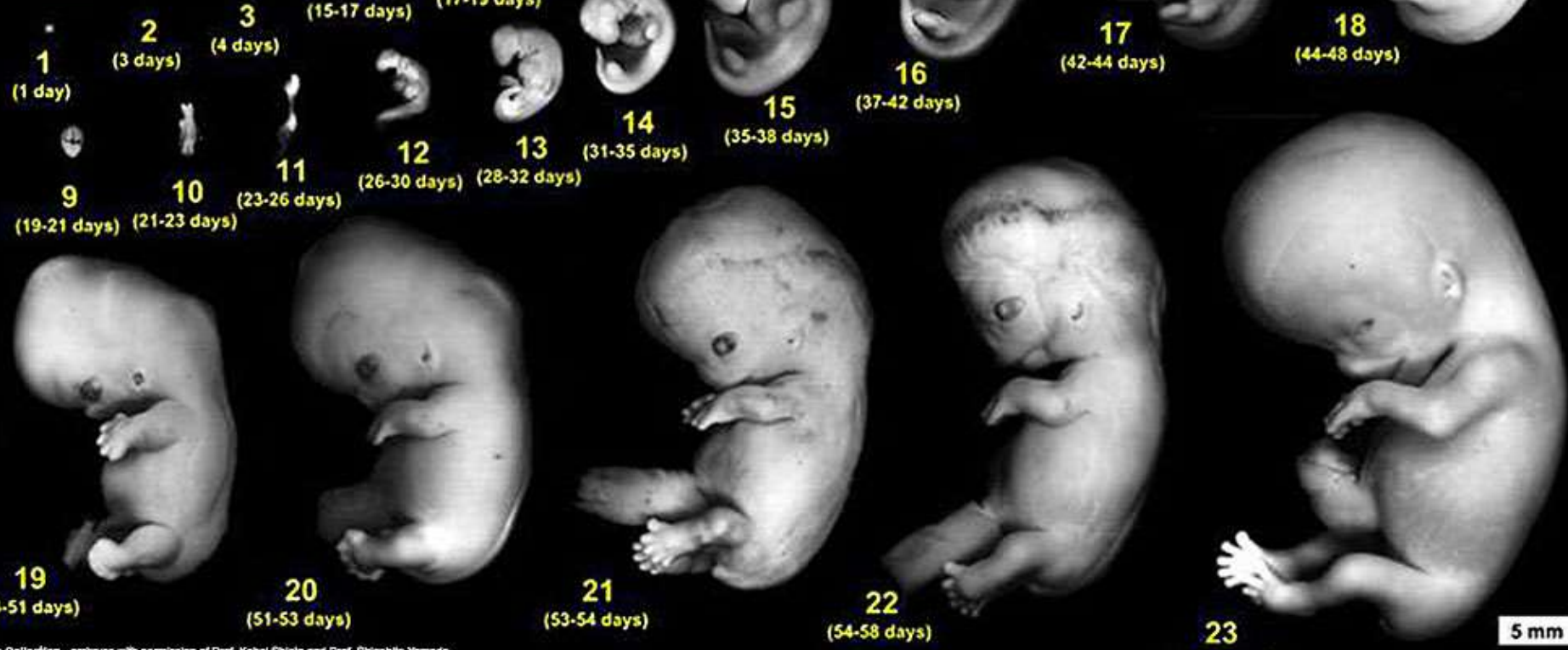


Human Embryo - Carnegie Stages

Dr Mark Hill, School of Medical Science, UNSW AUSTRALA
<https://embryology.med.unsw.edu.au>



Stage 1 Zygote
(1 day, not to scale)



1
(1 day)

2
(3 days)

3
(4 days)

7
(15-17 days)

8
(17-19 days)

14
(31-35 days)

15
(35-38 days)

16
(37-42 days)

17
(42-44 days)

18
(44-48 days)

9
(19-21 days)

10
(21-23 days)

11
(23-26 days)

12
(26-30 days)

13
(28-32 days)

19
(48-51 days)

20
(51-53 days)

21
(53-54 days)

22
(54-58 days)

23

5 mm

Kyoto Collection - embryos with permission of Prof. Kohji Shiota and Prof. Shigehito Yamada.

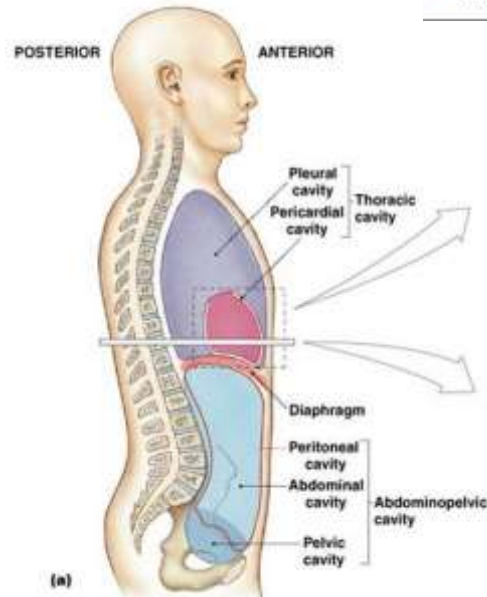
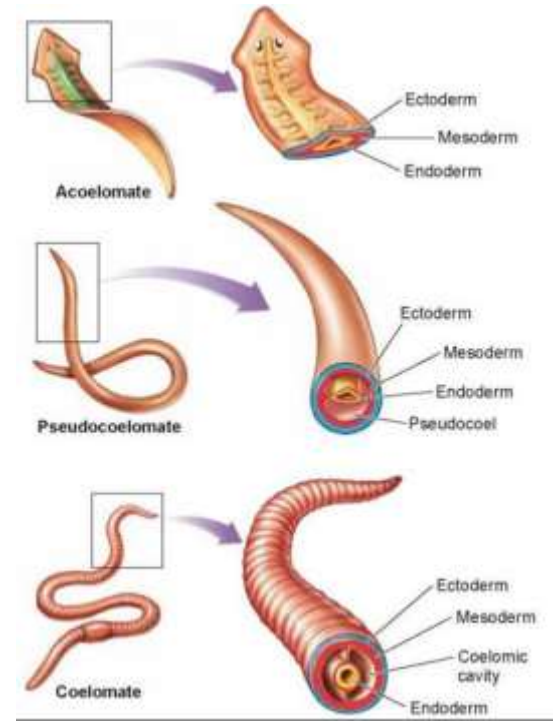
VÝVOJ A VYBRANÉ VÝVOJOVÉ ABNORMALITY COELOMU

COELOM

- tělní dutina vzniklá rozestupem nesegmentovaného laterálního mezodermu
- významná evoluční novinka
- mezotel
- coelomová tekutina

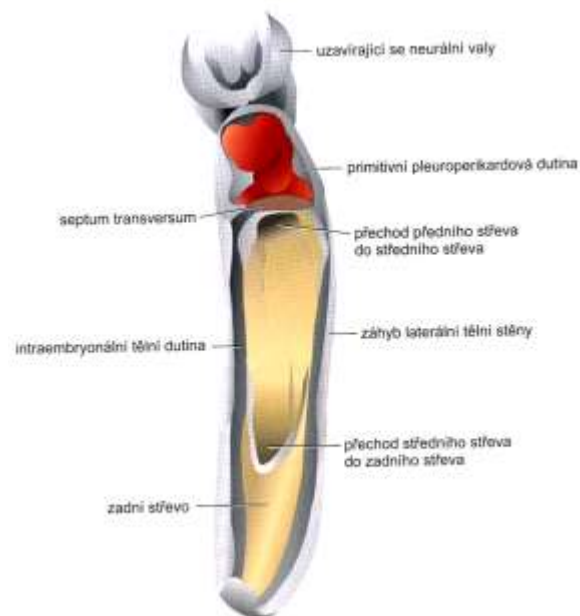
funkce u obratlovců:

- mechanická ochrana vnitřních orgánů
- pohyb a expanze vnitřních orgánů, lubrikace
- imunitní odpověď
- difuzní bariéra



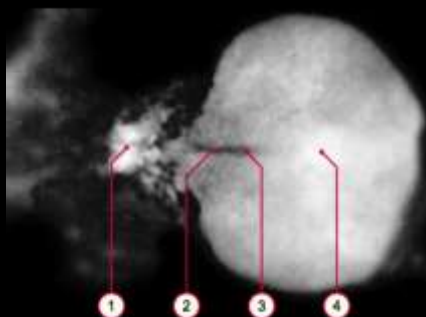
COELOM

- bilaminární → trilaminární zárodečný terčik
- cefalokaudální a laterální flexe embrya



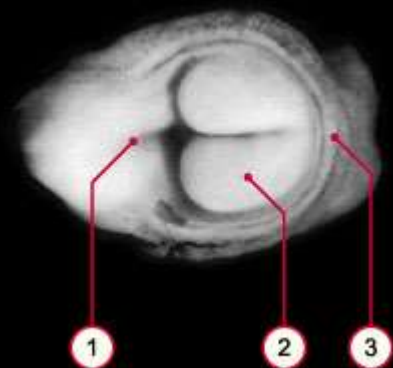
<http://www.embryology.ch/anglais/iperiodembry/carnegie03.html#st710>

19. den
0,4 mm
Carnegie stage 7



- 1 Žloutkový váček
- 2 Primitivní proužek
- 3 Primitivní uzel
- 4 Zárodečný terčik

25. den
1,5-2,5 mm
Carnegie stage 9

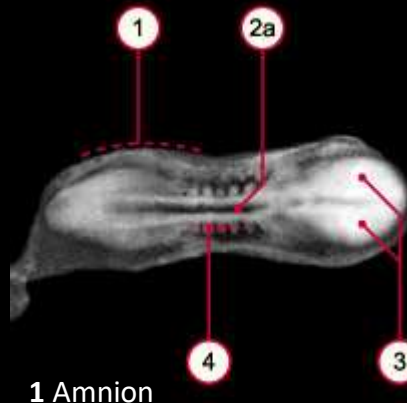


- 1 Primitivní proužek
- 2 Neurální valy
- 3 Amnion

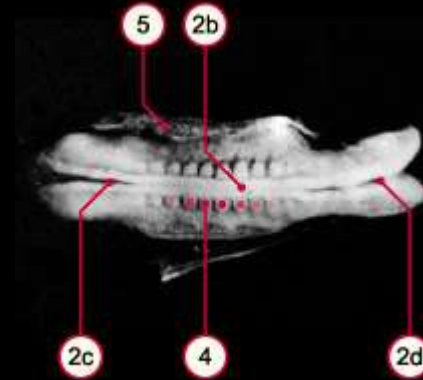
28. den
2-3,5 mm
Carnegie stage 10

Dorsálně

Ventrálně



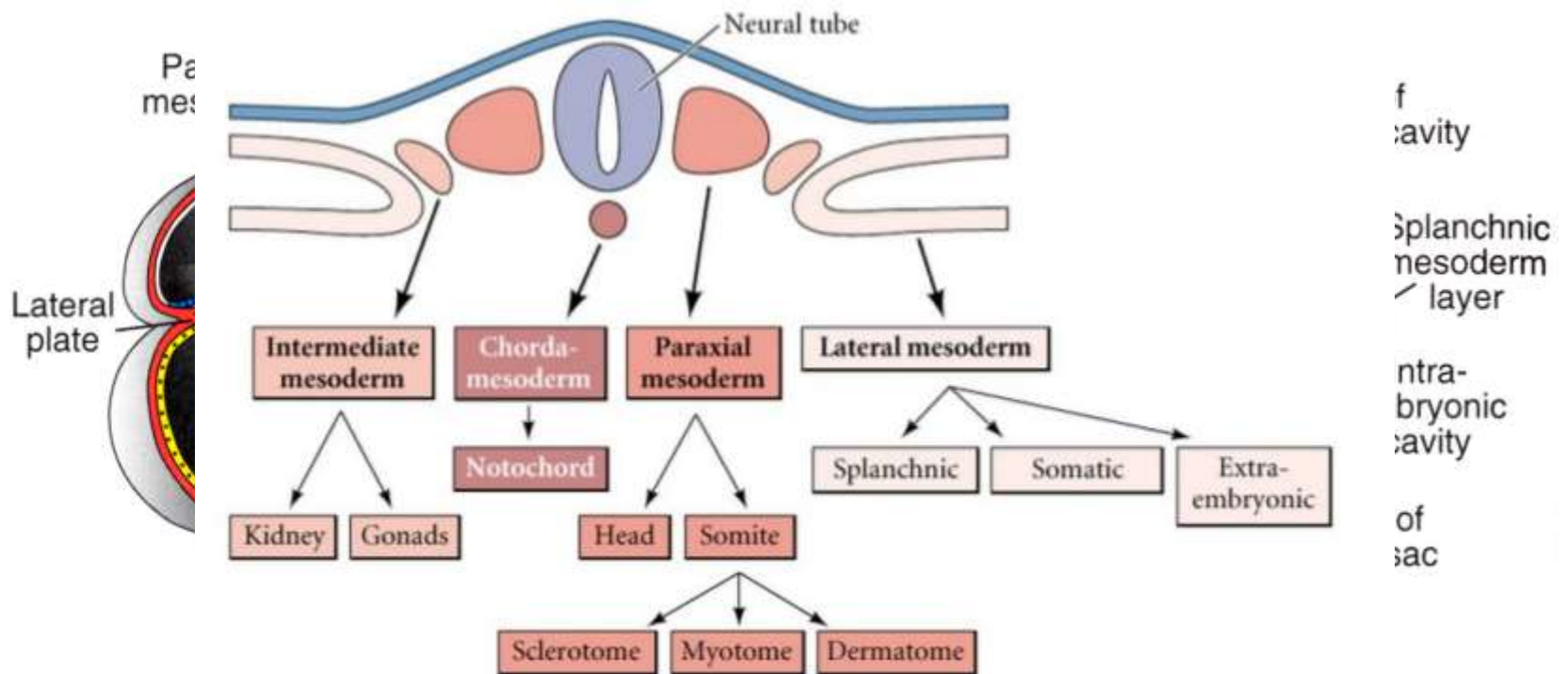
- 1 Amnion
- 2a Neurální brázda
- 2b Neurální trubice
- 2c Kaudální neuropor
- 2d Rostrální neuropor
- 3 Somity
- 4 Somity



- 2c Kaudální neuropor
- 2b Neurální trubice
- 3 Neurální valy
- 4 Somity
- 5 Žloutkový váček

COELOM

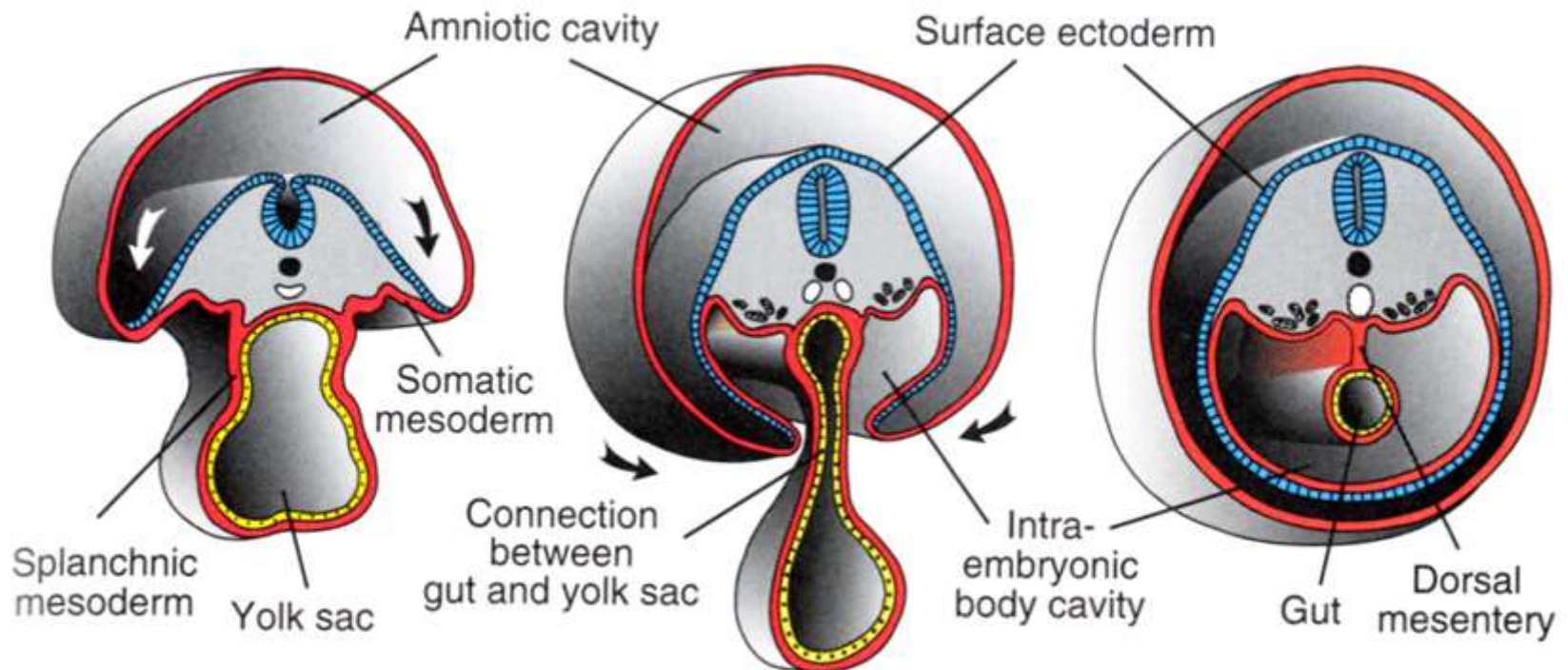
- 3. týden vývoje
- intraembryonální **mezoderm**
 - paraxiální → somity
 - intermediální → nefrotomy, atd.
 - laterální → IE a EE somatopleura a splanchnopleura → IE a EE coelom



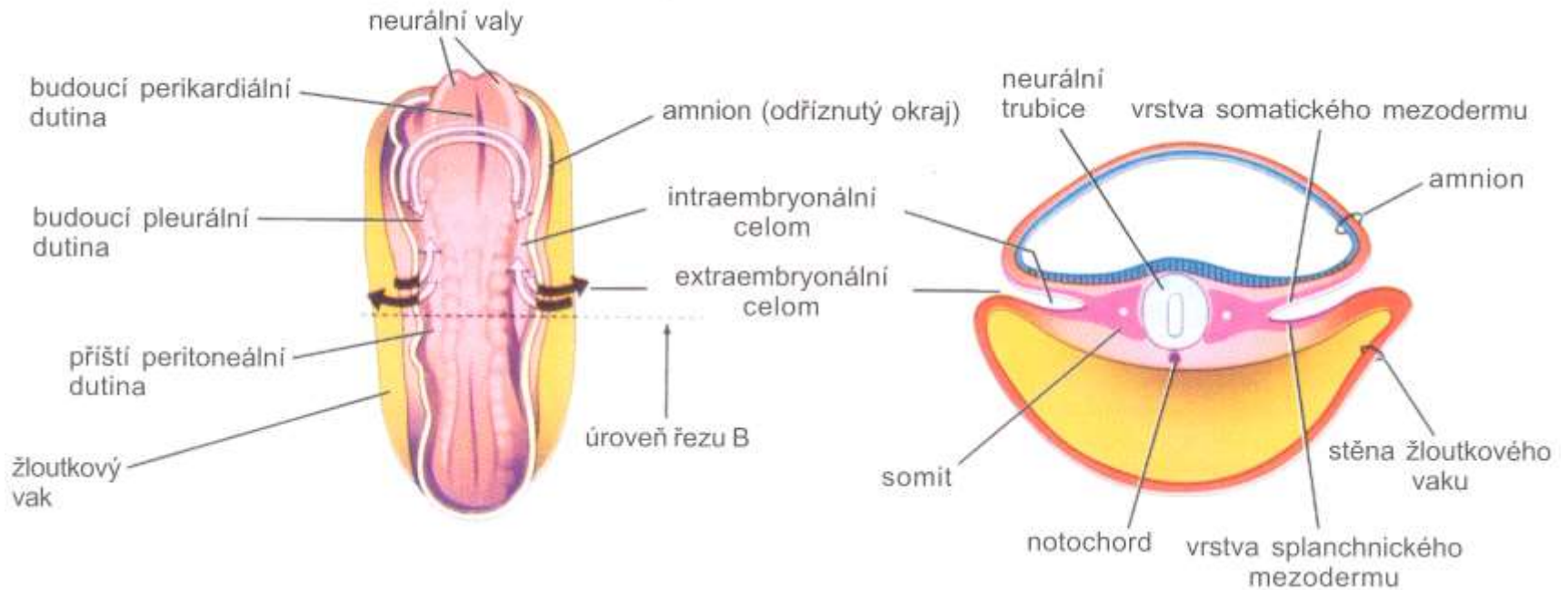
COELOM

- dehiscence kardiogenního a laterálního mezodermu
- IE a EE coelom komunikují
- po cefalokaudální a laterální flexi embrya je tato komunikace zracena s výjimkou malé oblasti v *d. omphaloentericus*
- zánikem ventrálního mezogastria se vytváří velká **společná intraembryonální dutina**

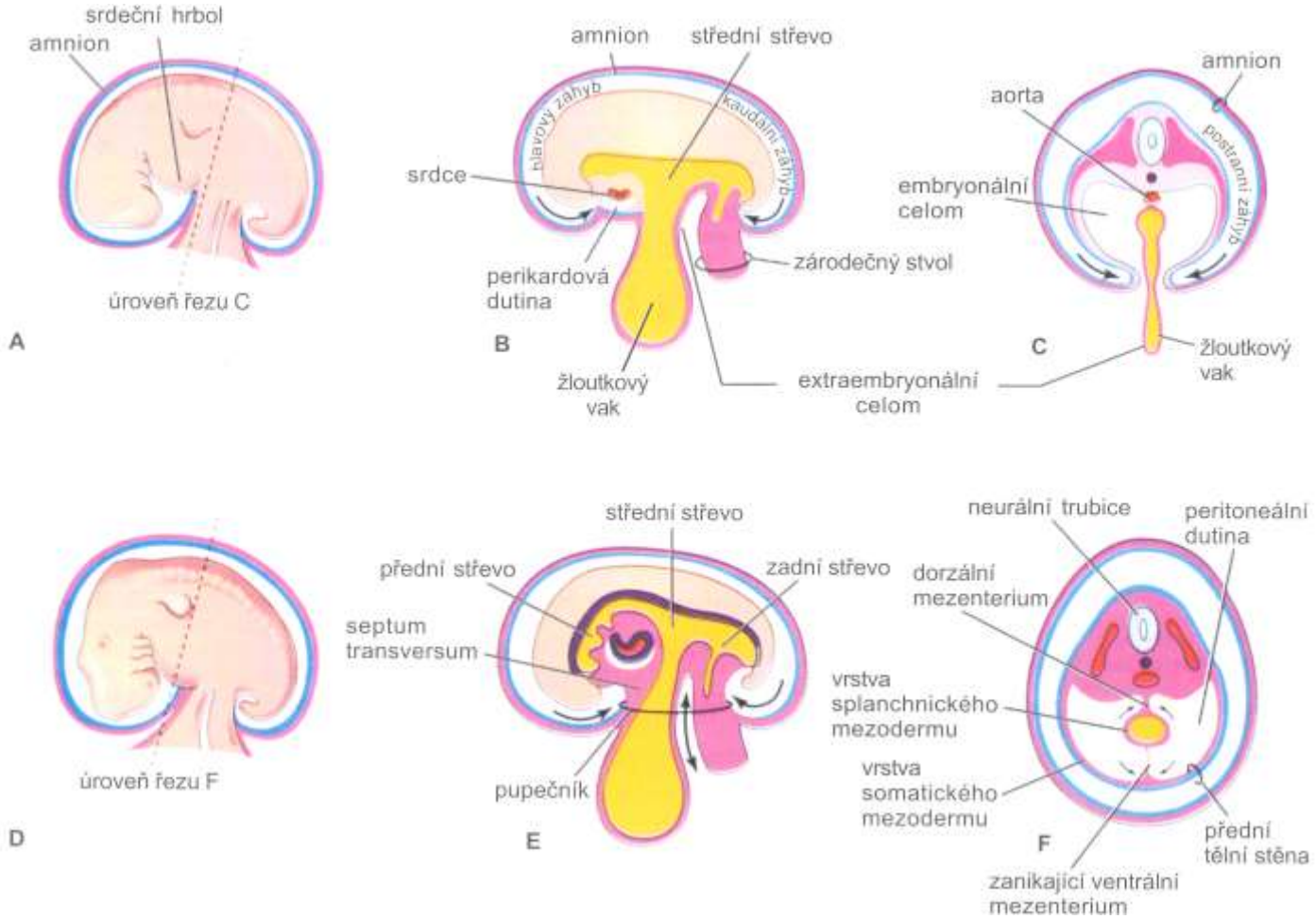
→ perikardová, pleurální a peritoneální dutina



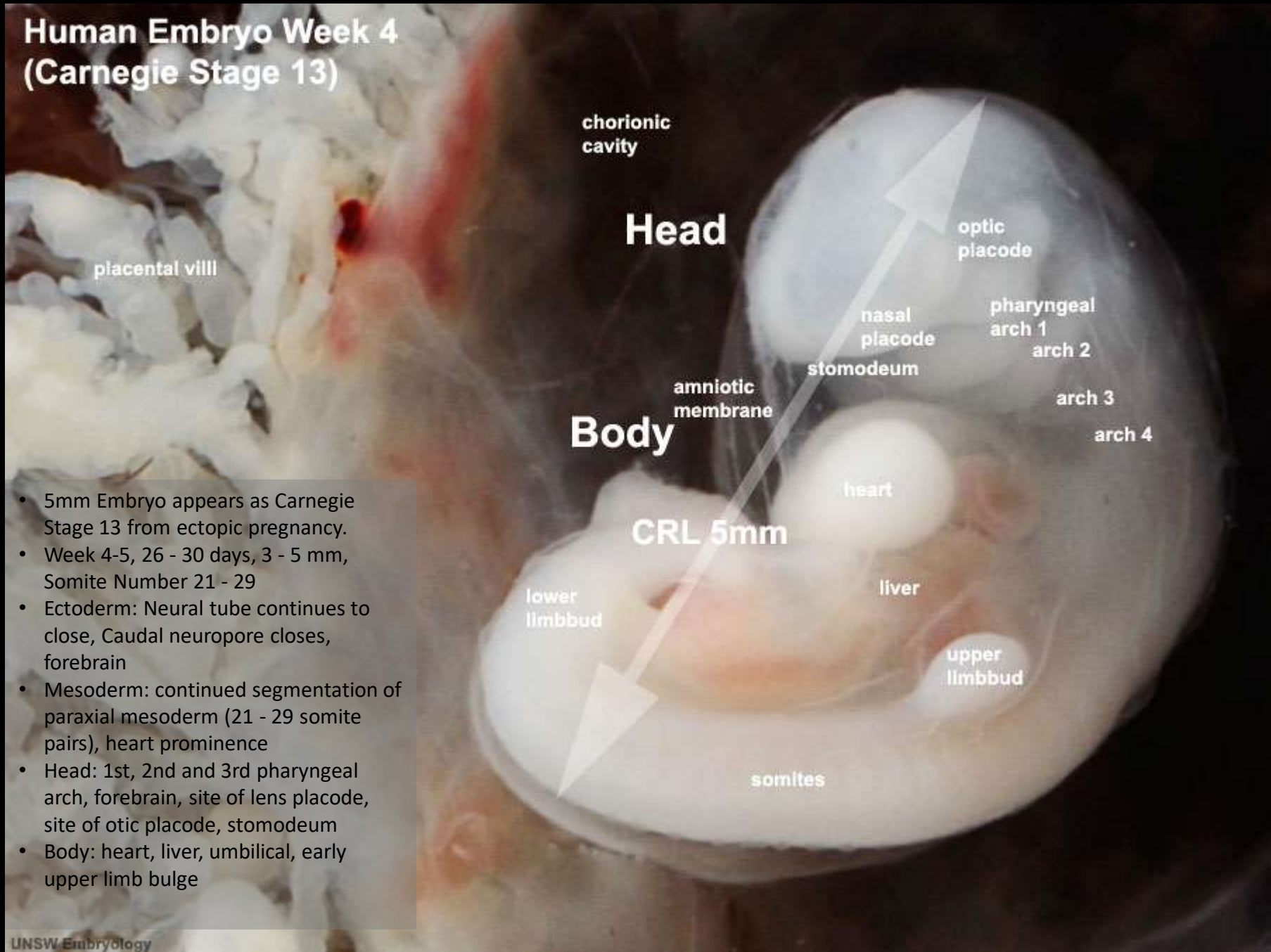
Den 22



Den 28



Human Embryo Week 4 (Carnegie Stage 13)



- 5mm Embryo appears as Carnegie Stage 13 from ectopic pregnancy.
- Week 4-5, 26 - 30 days, 3 - 5 mm, Somite Number 21 - 29
- Ectoderm: Neural tube continues to close, Caudal neuropore closes, forebrain
- Mesoderm: continued segmentation of paraxial mesoderm (21 - 29 somite pairs), heart prominence
- Head: 1st, 2nd and 3rd pharyngeal arch, forebrain, site of lens placode, site of otic placode, stomodeum
- Body: heart, liver, umbilical, early upper limb bulge

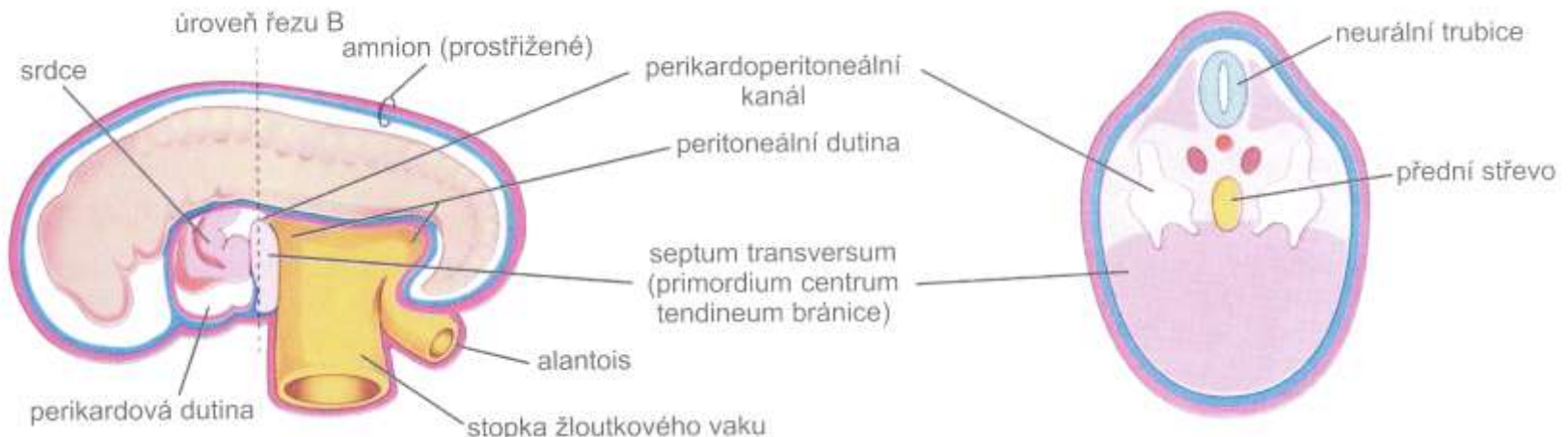
ROZDĚLENÍ SPOLEČNÉ TĚLNÍ DUTINY EMBRYA

4.-7. týden

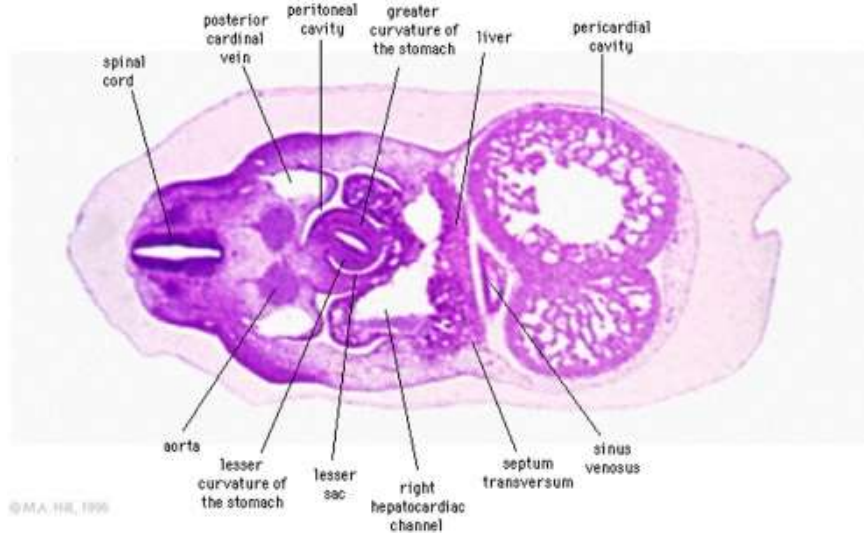
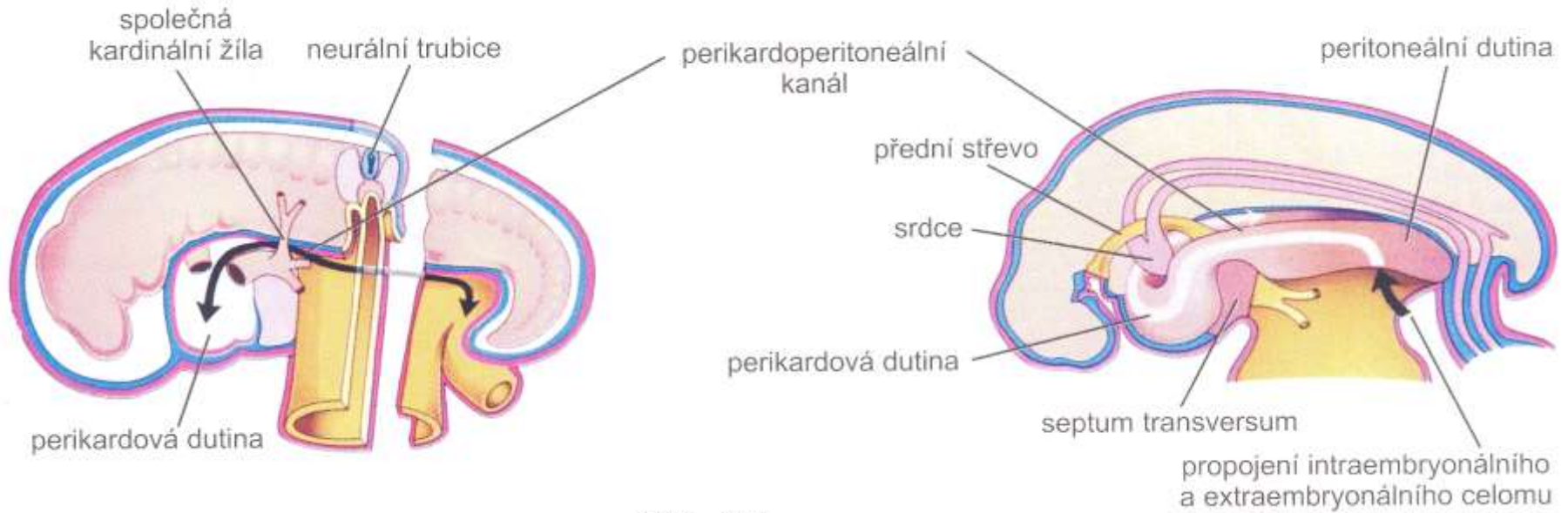
- perikardová dutina
- peritoneální dutina
- perikardoperitoneální kanály

- septum transversum

- komunikace peritoneální dutiny s EE coleomem v umbilikální oblasti
- ztráta spojení 10. týden → repozice střeva

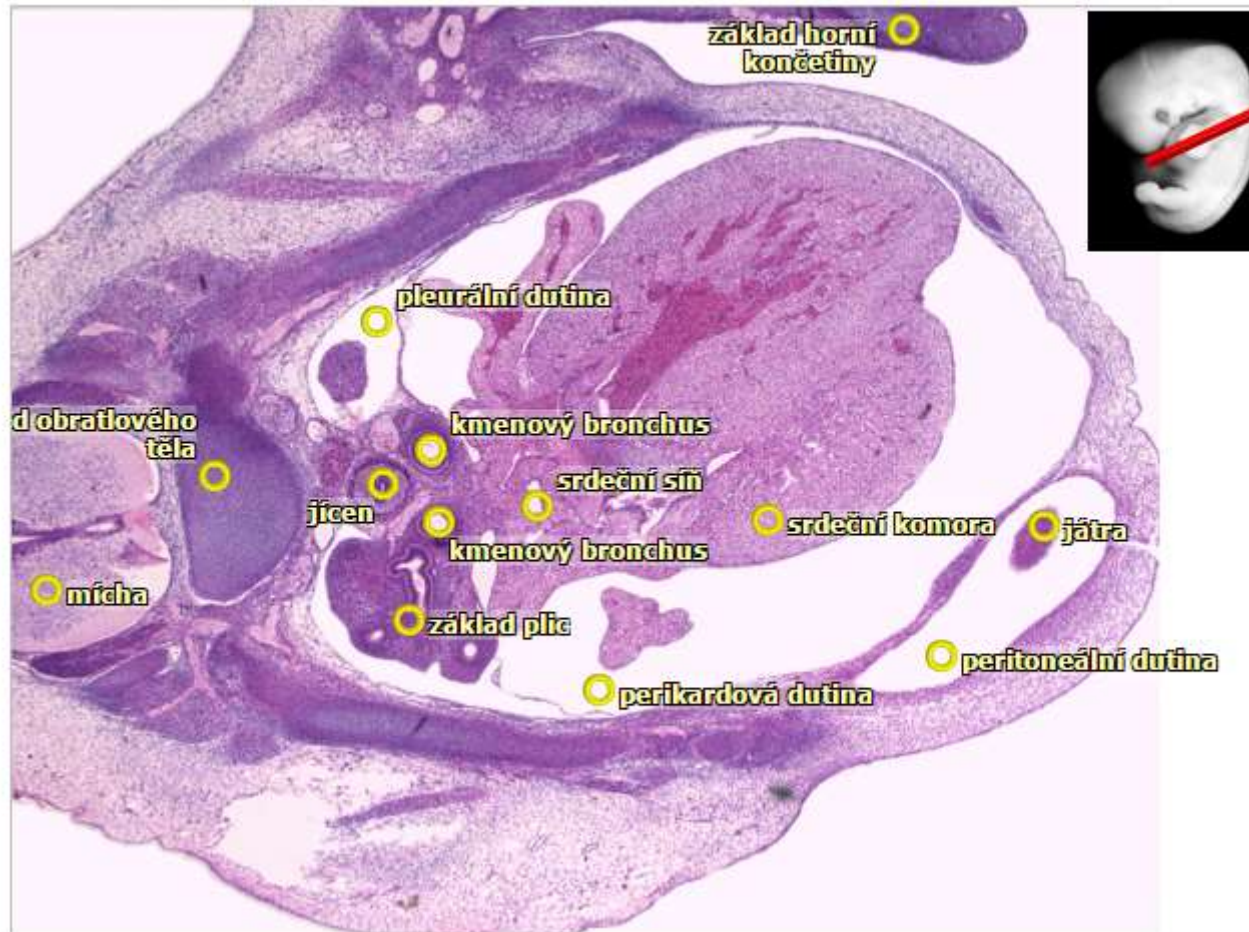


ROZDĚLENÍ SPOLEČNÉ TĚLNÍ DUTINY EMBRYA



ROZDĚLENÍ SPOLEČNÉ TĚLNÍ DUTINY EMBRYA

2-4 Zárodek člověka (7. týden) – šikmý řez, HE, zvětšení 25x

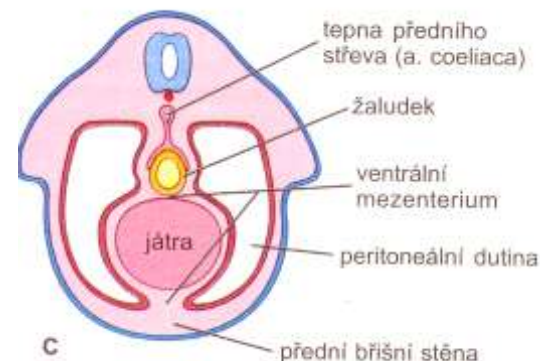


MEZENTERIA

- duplikatura (zdvojená vrstva) viscerálního listu peritonea
- připojení orgánů, cévní (t. coeliacus, a. mesenterica sup. et inf.) a nervové zásobení
- ventrální mezenterium – dělí peritoneální dutinu, postupně zaniká

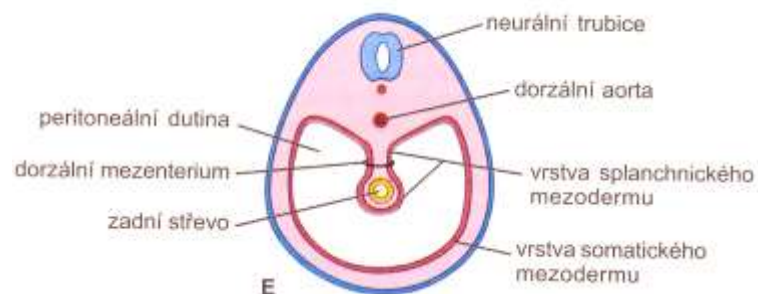
PLEUROPERIKARDIÁLNÍ MEMBRÁNY

- z plíce pleuropericardiacae (kraniálně)
- v 7. týdnu srůst s mezenchymem ventrálně od jícnu → mediastinum (c.t)



PLEUROPERITONEÁLNÍ MEMBRÁNY

- z plíce pleuroperitoneales (kaudálně) v důsledku expanze plic a pleurálních dutin
- v 6. týdnu ventromediální rozšíření a splynutí s dorsálním mezenteriem jícnu a septum transversum



VÝVOJ BRÁNIC

Pleuroperitoneální řasy → dolní úseky pleuroperitoneálních kanálů



①

Pleuroperitoneální membrány → septum transversum a mesenterium jícnu

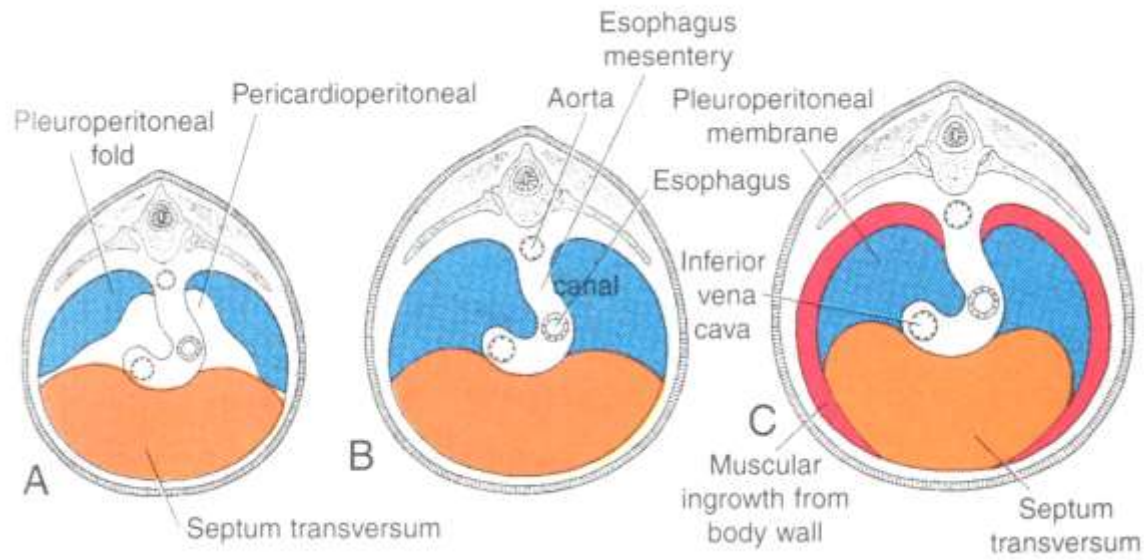
②

③



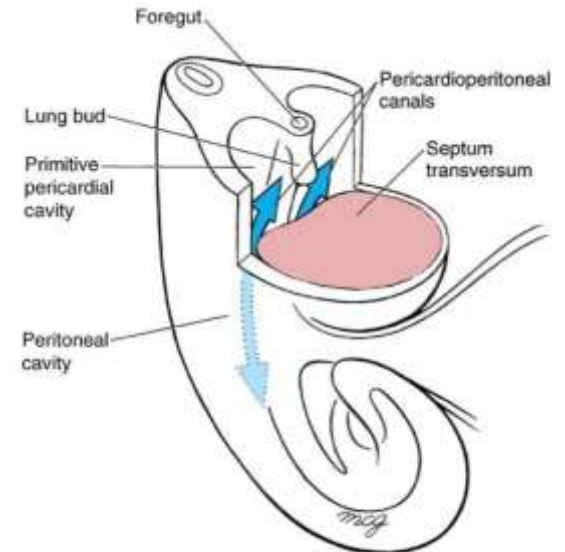
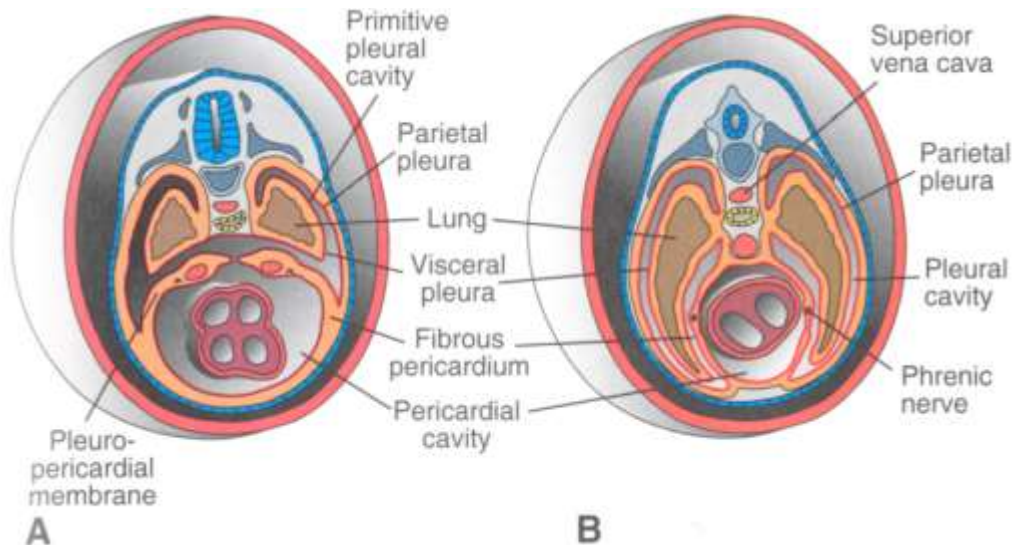
Mezenchym tělní stěny + myoblasty cervikálních somitů

④



SEPTUM TRANSVERSUM A VÝVOJ HRUDNÍ DUTINY

- mezodermální ploténka oddělující hrudní a břišní dutinu v úrovni stvolu žloutkového váčku
→ centrum tendineum
- neúplná separace → perikardoperitoneální kanály → pleuroperikardové a pleuroperitoneální řasy s v. cardinalis communis a n. phrenicus (3., 4., 5. spinálního segment)
- sestup septum transversum v důsledku růstu dorsální části zárodku (páteř)
→ úroveň hrudních somitů → úroveň 1. lumbálního obratle (3. měsíc)



COELOMOVÝ EPITEL

a buňky z něj odvozené

- **CEDC** - velmi aktivní a plastická buněčná populace tvořící primitivní splanchnopleuru a somatopleuru
- nezbytný pro viscerální morfogenezi

CEDC

Epikard

Urogenitální systém

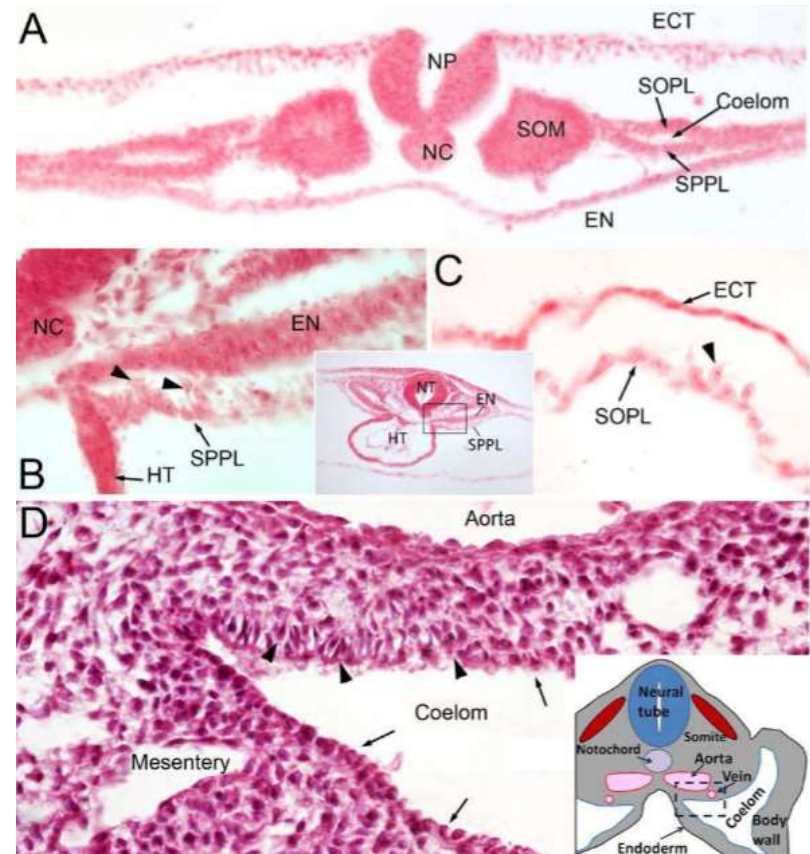
Játra

Slezina

Kůra nadledvin

Pankreas

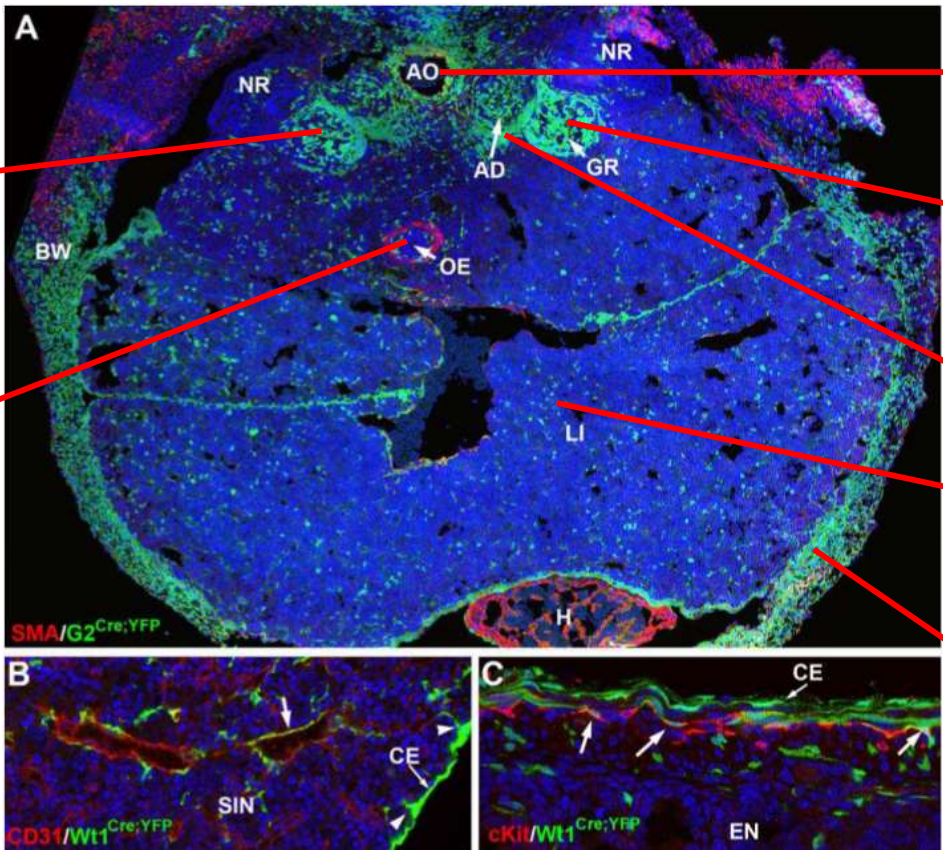
Mezotel



CEDC SE PODÍLEJÍ NA MORFOGENEZE ORGÁNŮ

E13.5 = human Day 44

G2-GATA4



Aorta

Plica genitalis

Nadledvina

Játra

Tělní stěna

Plica mesonephridica

Jícen



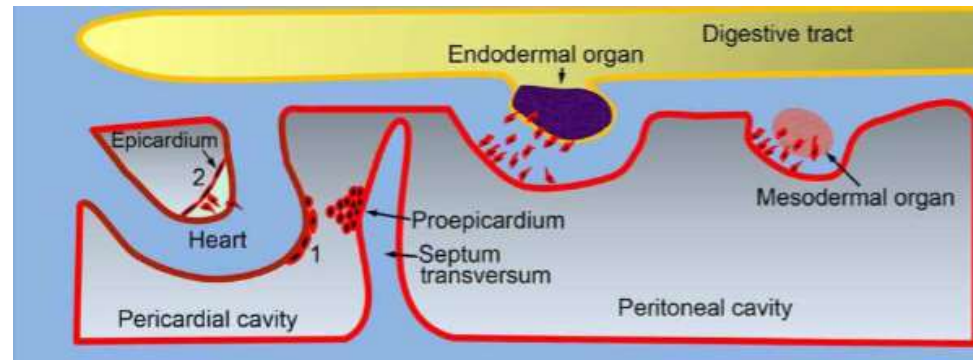
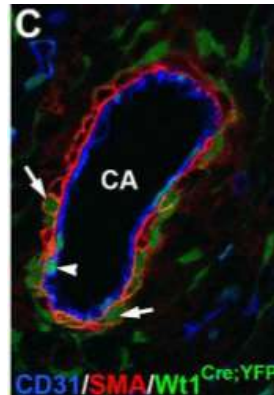
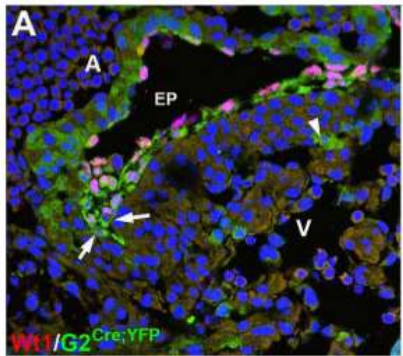
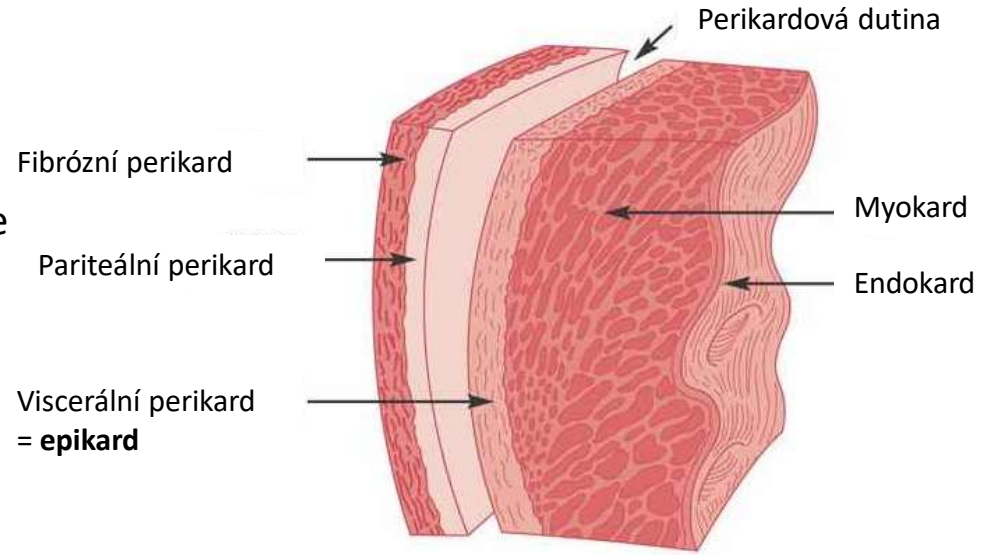
E16.5
(human day 58)

newborn



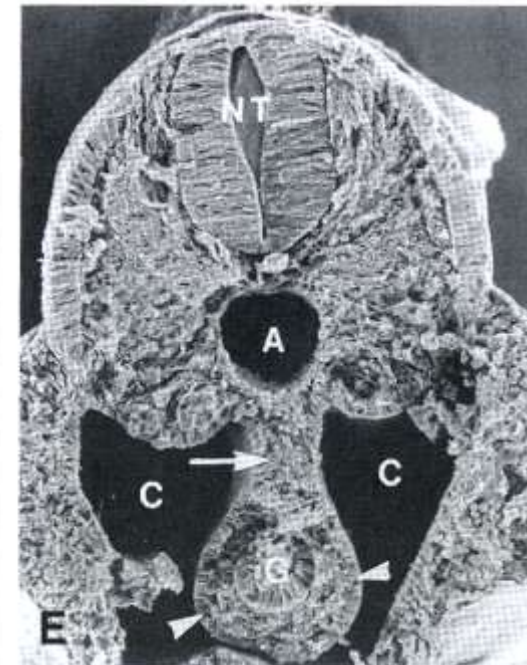
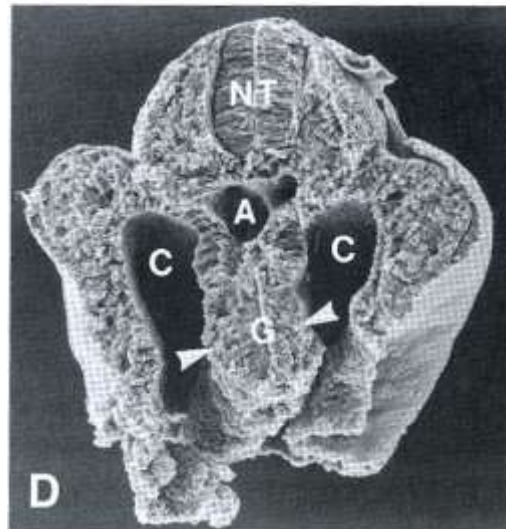
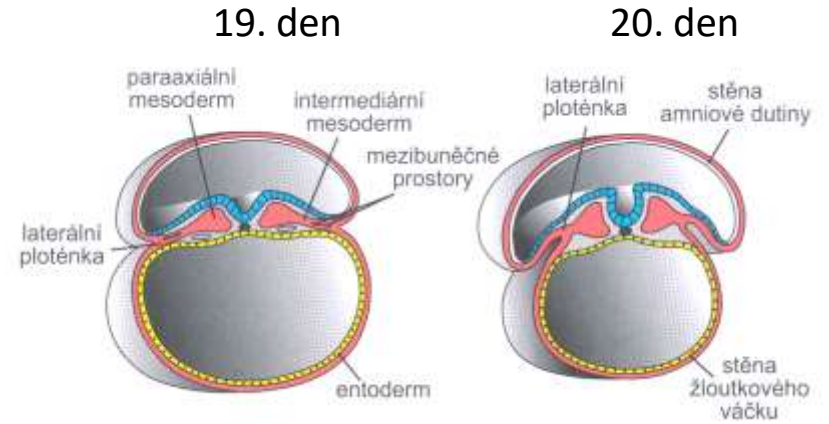
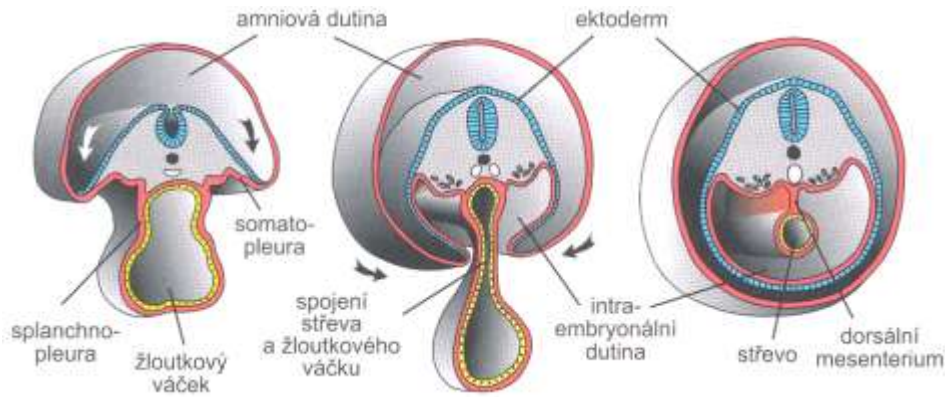
Epikardové CEDC a vývoj srdce

- Epikardium = mezotel srdce
- Zdrojem epitelových (epikardových) buněk je mimosrdeční coelomový epitel
- Epikardové buňky (EPDC)
 - vlastní epikard
 - srdeční fibroblasty
 - hladké svalové buňky koronárních cév
 - endotel



ABNORMALITY VÝVOJE TĚLNÍ STĚNY

- defekt samotné tělní stěny
- abnormální uložení a funkce orgánů



ABNORMALITY VÝVOJE TĚLNÍ STĚNY

- **ROZŠTĚP HRUDNÍ KOSTI**
 - nesrůstají mezodermální valy (→ sternální lišty) v mediální čáře
 - supraumbilikálně
 - **ectopia cordis**
 - **Cantrellova pentalogie**
 - rozštěp sternu, ectopia cordis, omfalokéla, brániční hernie, vady CVS
 - polyhydramnion
 - kraniofaciální defekty, urogenitální malformace, abnormality končetin...



ABNORMALITY VÝVOJE TĚLNÍ STĚNY

- **OMFALOKÉLA**

- selhání repozice fyziologické umbilikální hernie v 10. týdnu (1:4000)
- střeva, játra, žaludek, slezina, močový měchýř
- na povrchu amniový ektoderm
- časté další vady (CVS, defekty neurální trubice)
- chromozomální aberace



ABNORMALITY VÝVOJE TĚLNÍ STĚNY

- **GASTROSCHISIS (laparoschisis)**

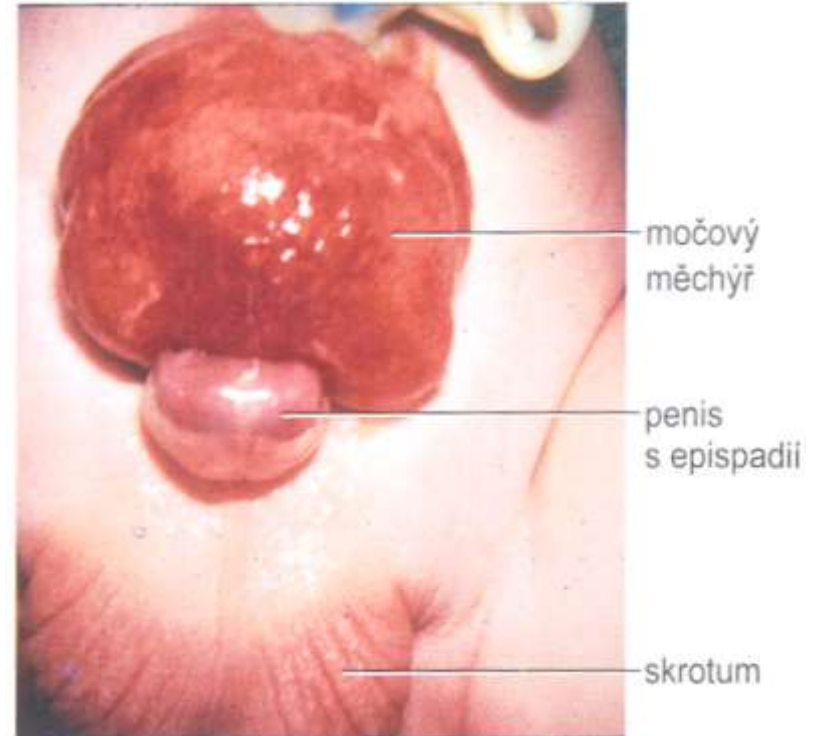
- 1:10000
- výhřez orgánů do amniové dutiny → volvulus
- laterálně od pupku
- chybí krytí amniovým ektodermem → macerace amniovou tekutinou
- α -fetoprotein \uparrow



ABNORMALITY VÝVOJE TĚLNÍ STĚNY

- **EXTROFIE MOČOVÉHO MĚCHÝŘE A KLOAKY**

- 1:10 000-50 000
- neuzavření tělní stěny v pánevní oblasti
- různý rozsah poškození (močový měchýř, konečník, epispadie, pánev...)
- pravděpodobně vývojové poruchy mezodermy v obalsti kloakové membrány

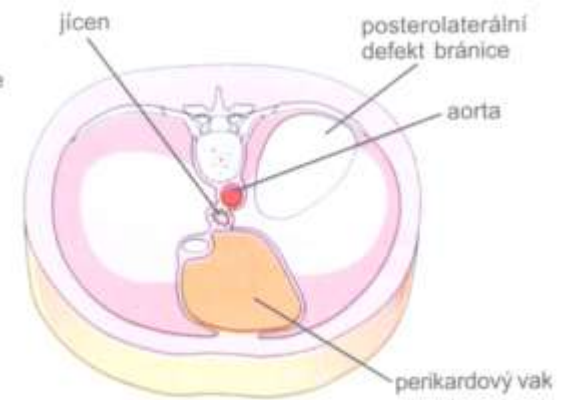
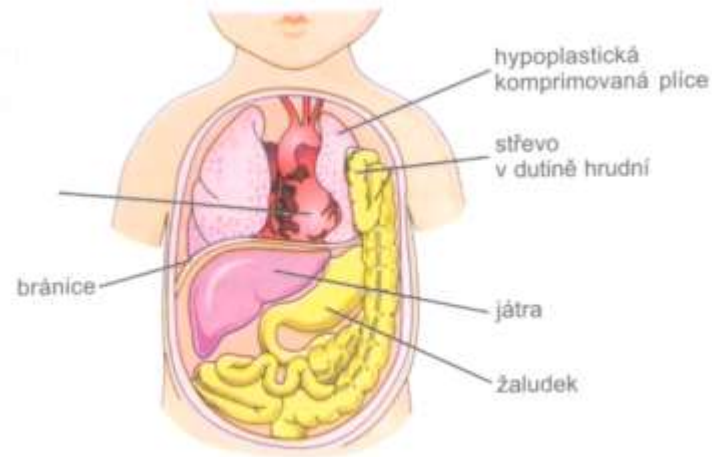
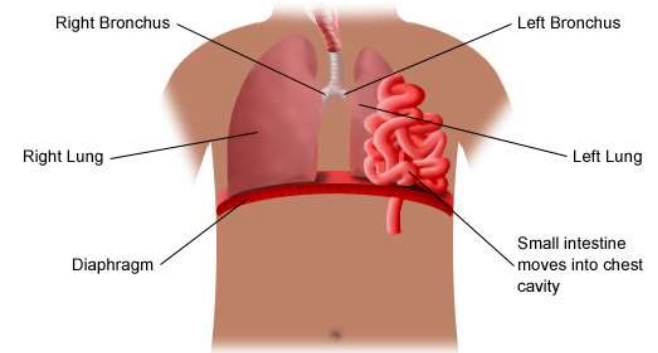


ABNORMALITY VÝVOJE BRÁNICE

- **VROZENÁ BRÁNIČNÍ KÝLA**

- 1:2000
- pleuroperitoneální membrány neuzavřou pleuroperitoneální kanál(y)
- komunikace pleurální a peritoneální dutiny
- herniace střevních kliček, jater, sleziny, žaludku do pleurální dutiny
- hypoplasie plic → respirační tíseň → vysoká mortalita

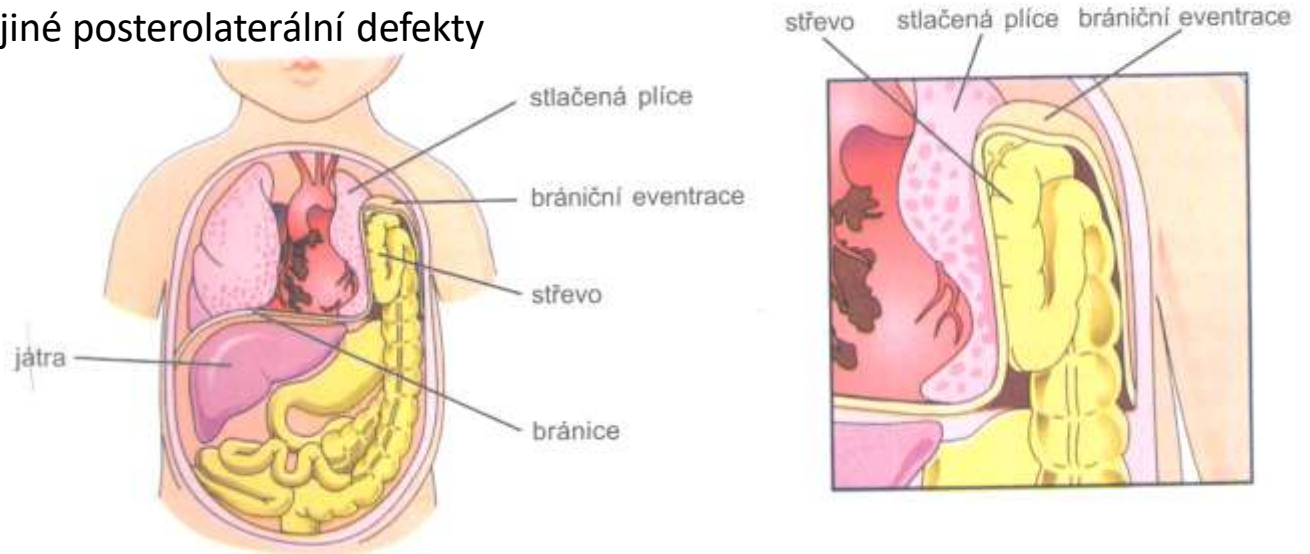
Congenital Diaphragmatic Hernia



ABNORMALITY VÝVOJE BRÁNICE

- **BRÁNIČNÍ EVENTRACE**

- defekt vývoje svalové komponenty
- podobný důsledek jako jiné posterolaterální defekty (hernie)



- **AKCESORNÍ BRÁNICE**

- velmi vzácně
- hypoplazie plic

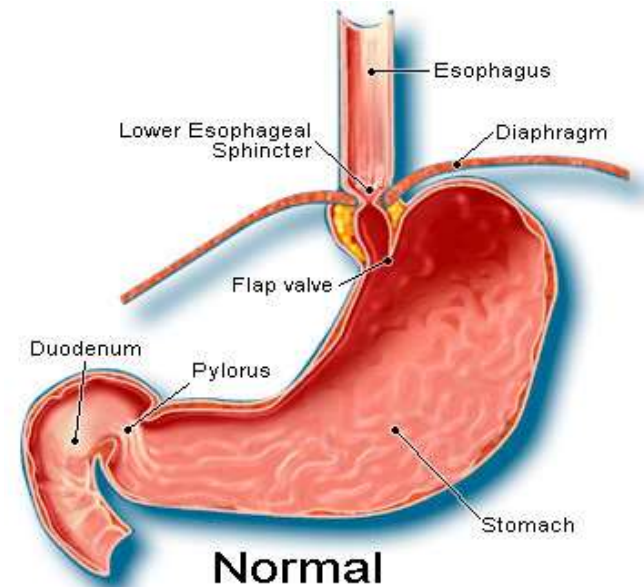
ABNORMALITY VÝVOJE BRÁNICE

- **PARASTERNÁLNÍ KÝLA**

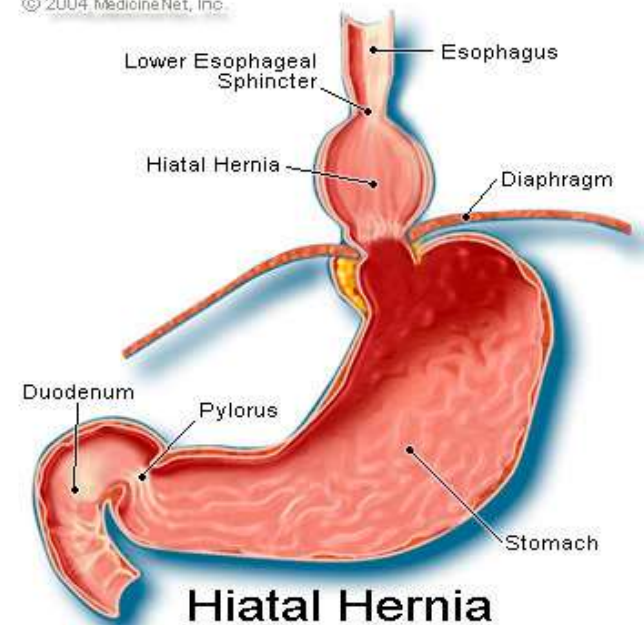
- sternokostální oblast (foramen singulare Morgagni)
- porucha vývoje svalových vláken
- výhřez střeva do perikardové dutiny nebo naopak
- časté další abnormality (omfalokéla, atd.)

- **VROZENÁ HIÁTOVÁ HERNIE**

- v důsledku zkráceného jícnu



© 2004 MedicineNet, Inc.

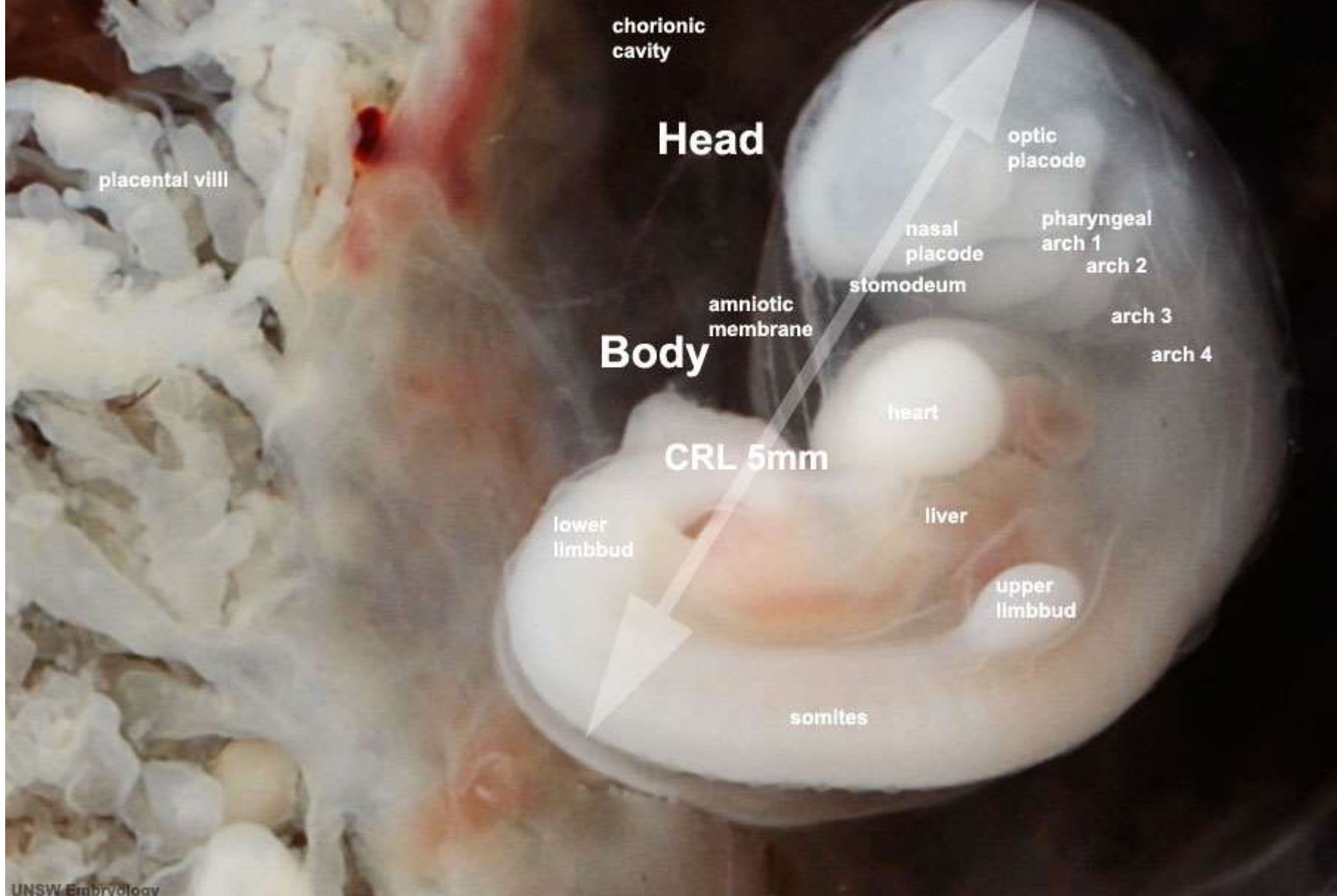


Další čtení

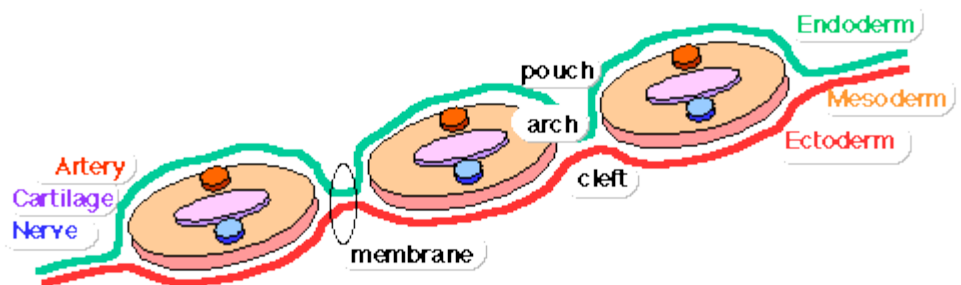
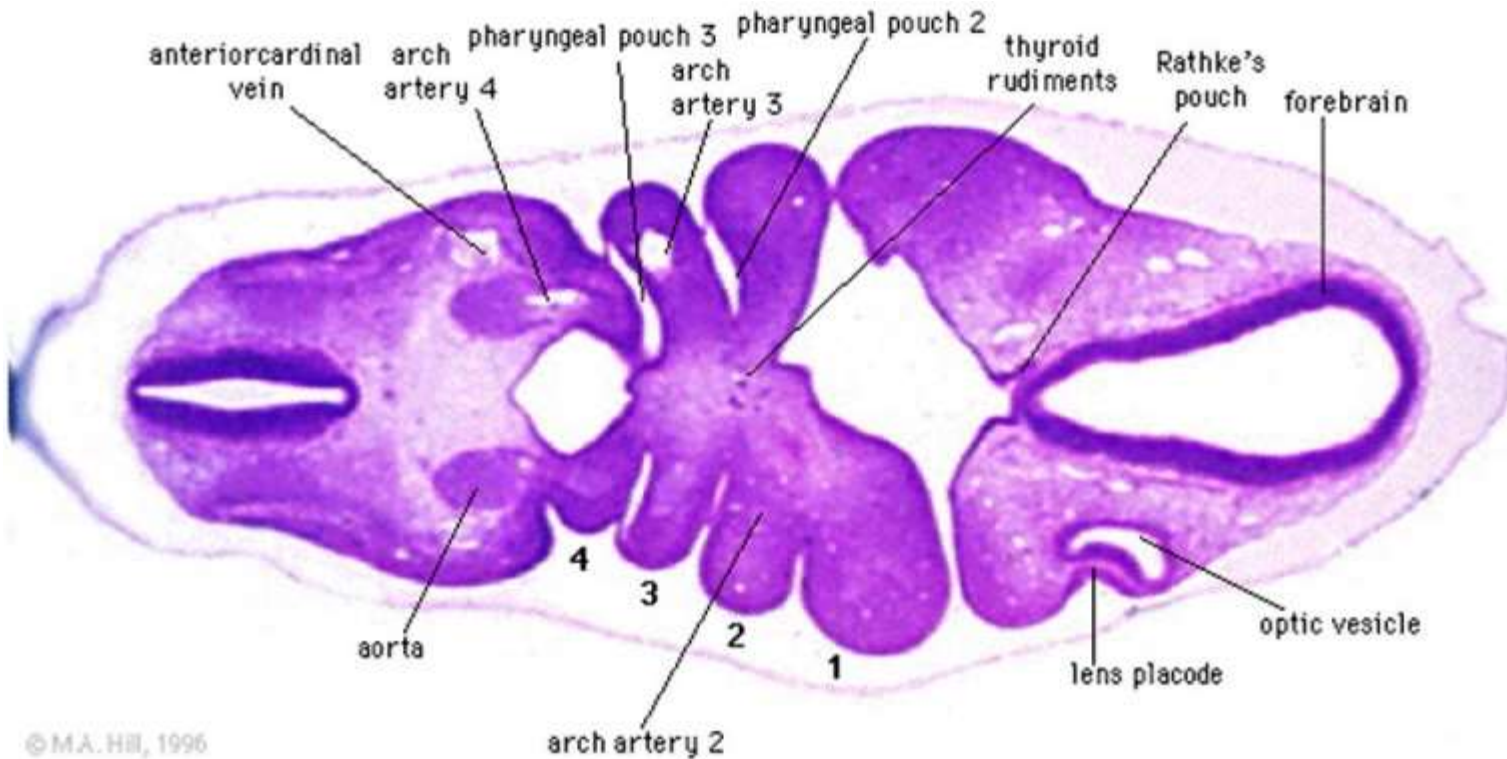


- Sadler: Langman's Medical Embryology, 10. vydání
- Ústav histologie & embryologie LF MU, www.med.muni.cz/histology
- Čech S., Horký D., Sedláčková M.: Přehled embryologie člověka, Brno, LF MU, 2011
- Moore&Persaud: Zrození člověka (Developing human), překlad R. Jelínek, 2002

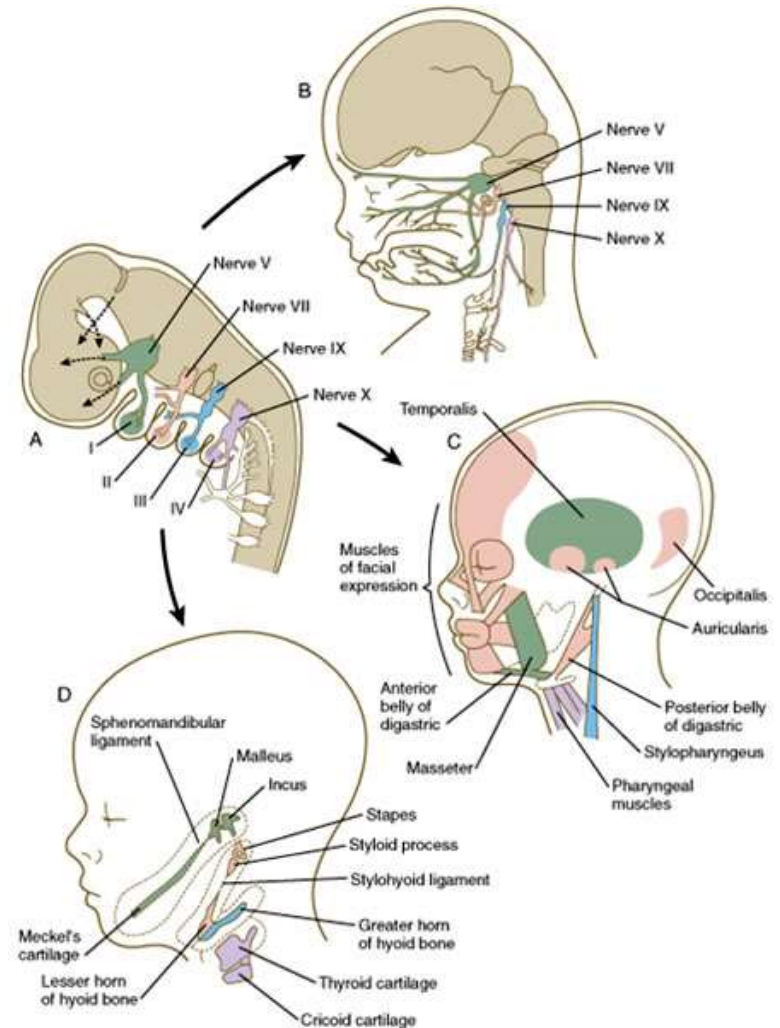
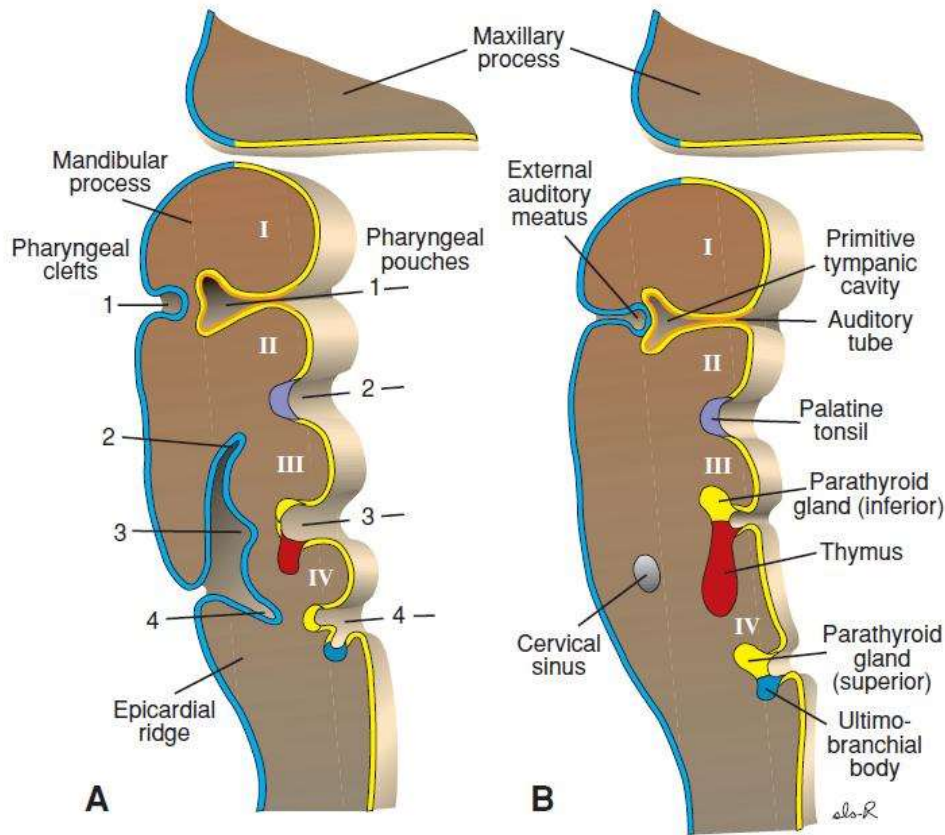
Human Embryo Week 4 (Carnegie Stage 13)



Žaberní aparát

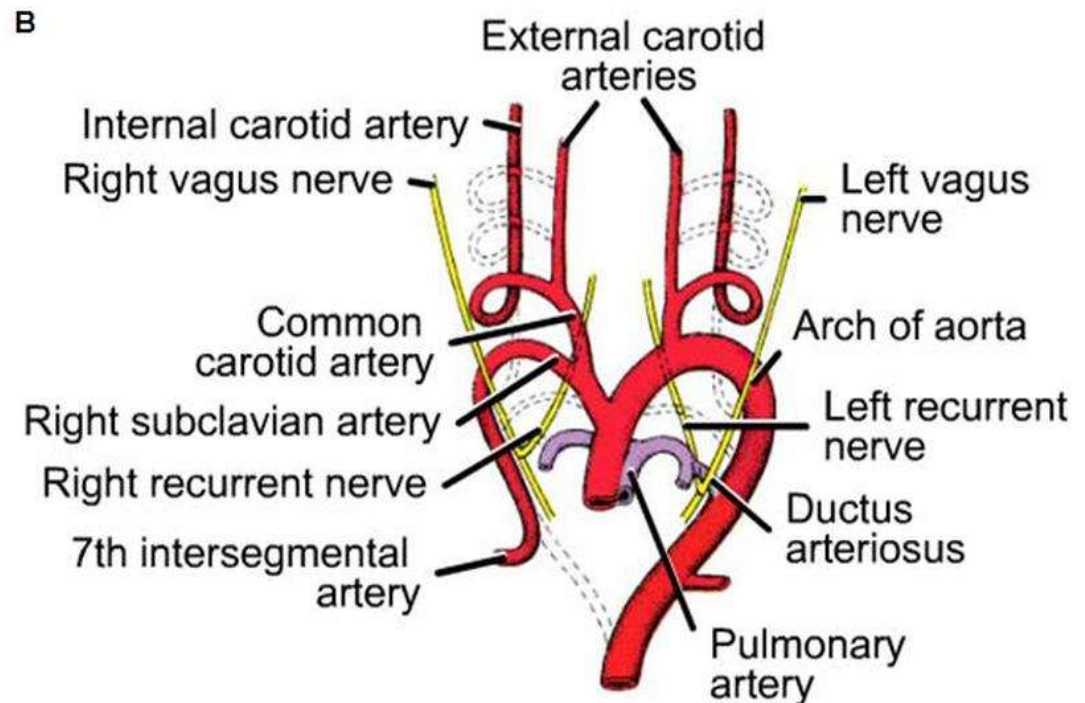
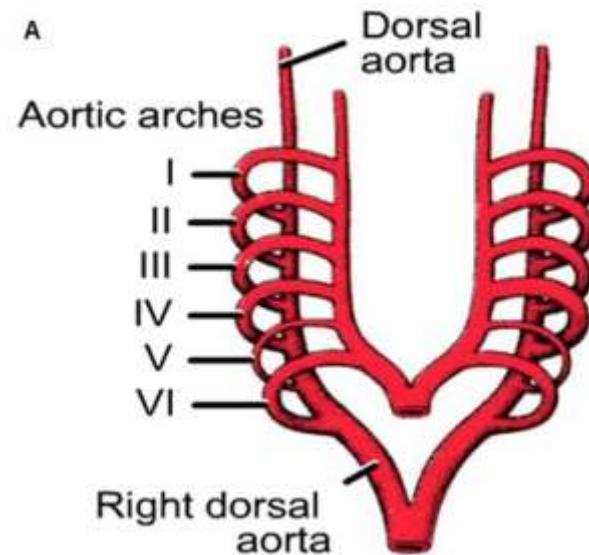


Žaberní aparát

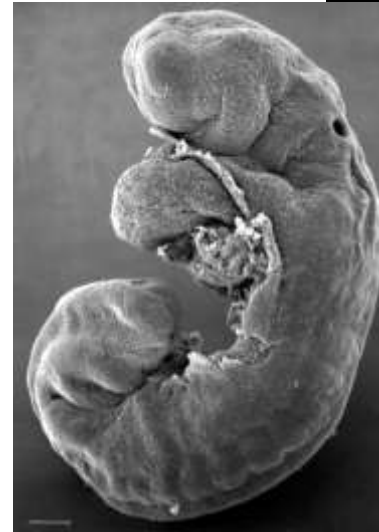
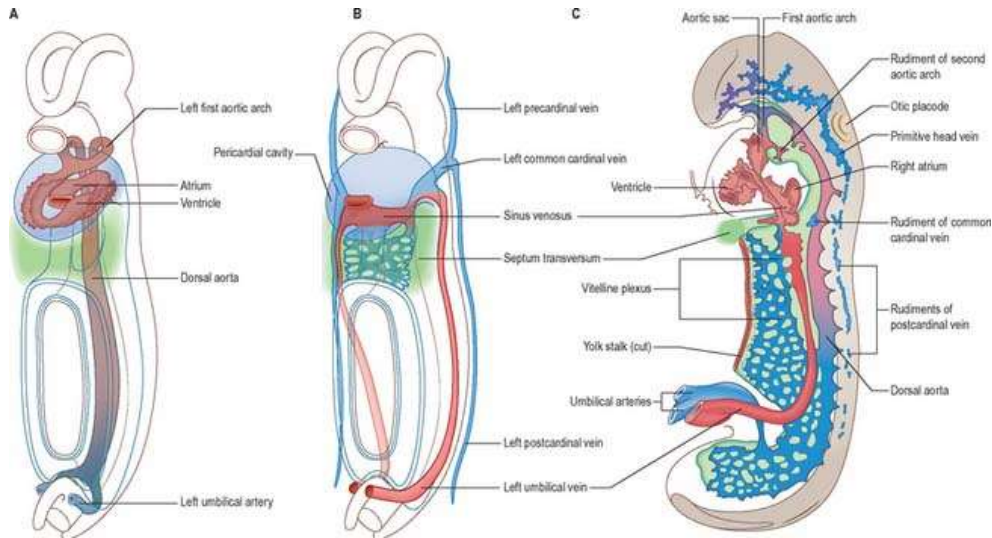


Deriváty aortálních oblouků

- 1 **a. maxillaris**
- 2 **a. stapedia** a **a. hyoidea**
- 3 **a. carotis communis**, **a. carotis externa**
- 4 pravý dává vznik proximální části **a. subclavia dextra** (distální část pochází z dorsální aorty a ze 7. intersegmentální arterie); z levého vzniká **arcus aortae**
- 5 -
- 6 vpravo z proximální části vzniká **a. pulmonalis dextra**, distální část zaniká; vlevo z proximální části vzniká **a. pulmonalis sinistra**, z distální části ductus arteriosus.



Embryonální krevní oběh



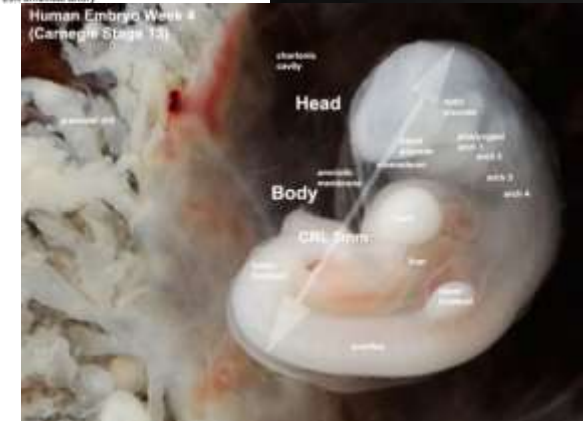
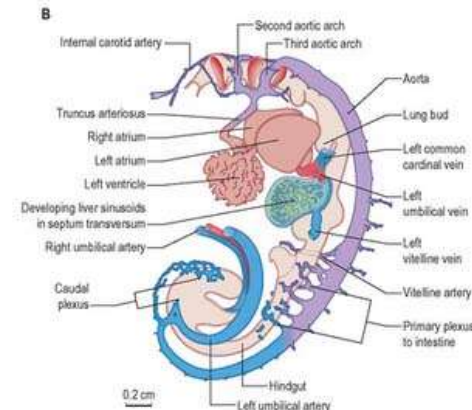
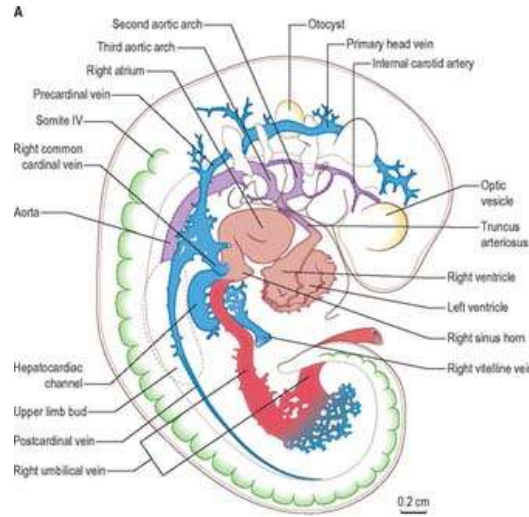
- **Carnegie stage 11**
- 4. týden (gestační 6.)
- den 23 - 26 days
- 2.5 - 4.5 mm
- počet somitů 13 – 20

- **symetrický**
- **anastomózy**
- **přestavby**
- první cévní systém vzniká mimo embryo – žloutkový oběh (13-15. den)
- základ endoteliální srdeční trubice, dorsální aorta, umbilikální a vitellinní cévy intraembryonálně (15-17. den)
- angiogeneze z angioblastů ve splachnických a somatických mezodermových tkáních
- velké cévy vznikají fúzí drobnějších cév a kapilár
- srdeční kontrakce – 4. týden

Embryonální krevní oběh

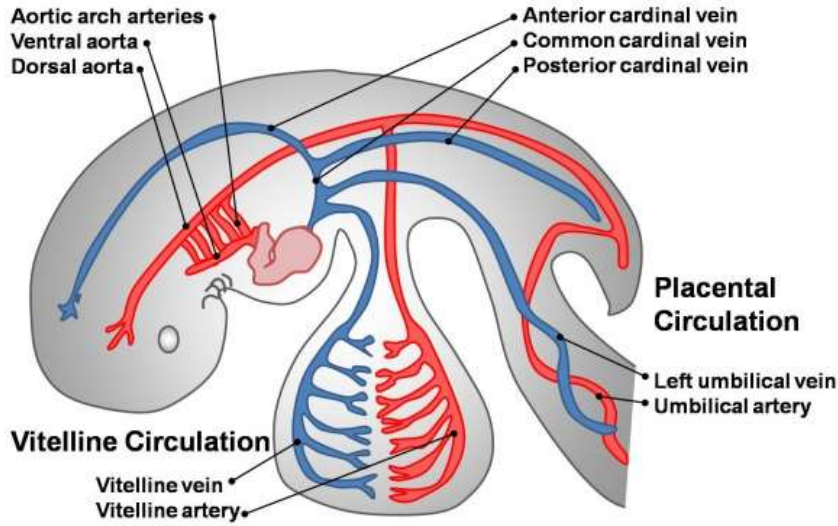
Carnegie stage 13

- 4.-5 týden (gestační 6.-7)
- den 28 - 32
- 4 - 6 mm
- počet somitů 30

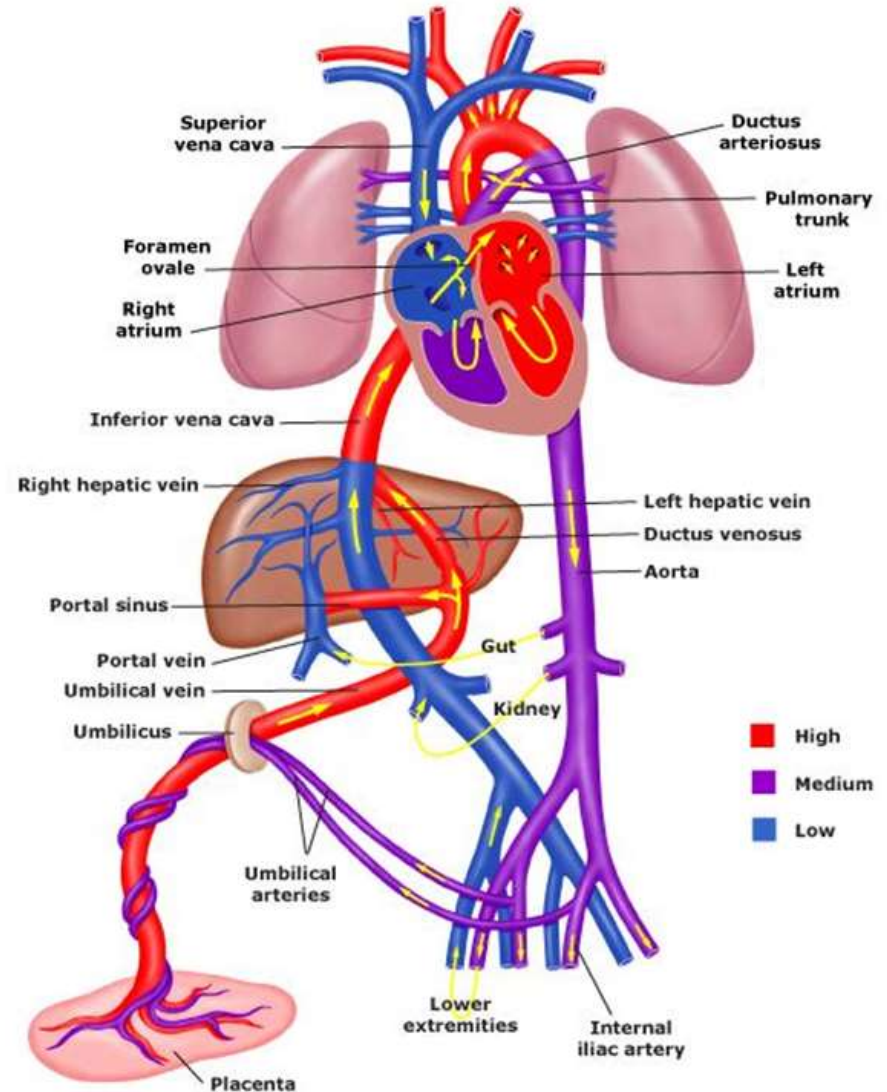


- srdeční trubice → *truncus arteriosus* → aortální oblouky (žaberní) → dvě dorsální aorty → splývají v jednu aortu dorsalis → kapiláry → párové kardinální vény (do kterých ústí pre- a postkardinální vény) → *ductus Cuvieri* → *sinus venosus*
- vitelinní oběh: dorsální aorty → *aa. omphalomesentericae* → splývají v jednu *a. omphalomesenterica* → *vv. omphalomesentericae* + *vv. umbilicales* → párový *truncus vitelloumbilicalis* → *sinus venosus*
- umbilikální oběh: dorsální aorty → *aa. umbilicales* → chorion → *vv. umbilicales* + *vv. omphalomesentericae* → párový *truncus vitelloumbilicalis* → *sinus venosus*

Fetální krevní oběh



Embryonální krevní oběh

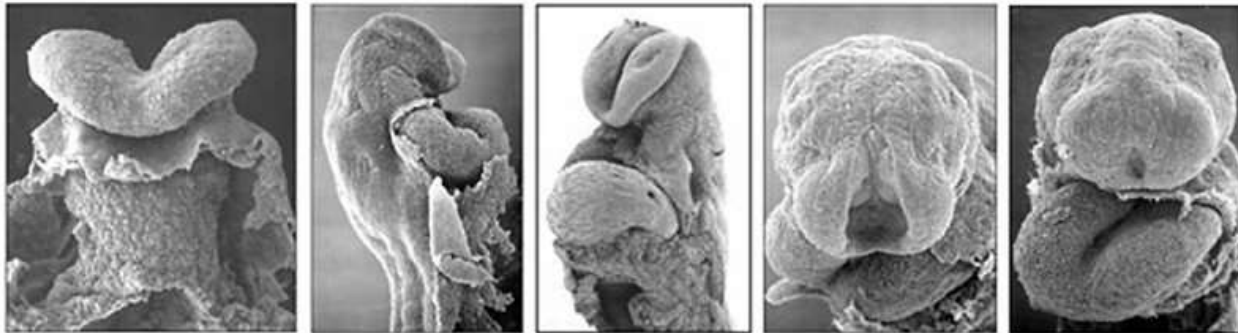


Vývoj srdce

- kardiogenní oblast splanchnického mesodermu (prechordového)
- růstem a flexí embrya → ventrálně
- srdeční trubice spojuje splanchnické (intraembryonální) cévy a cévy odvozené z extraembryonálního mezodermu

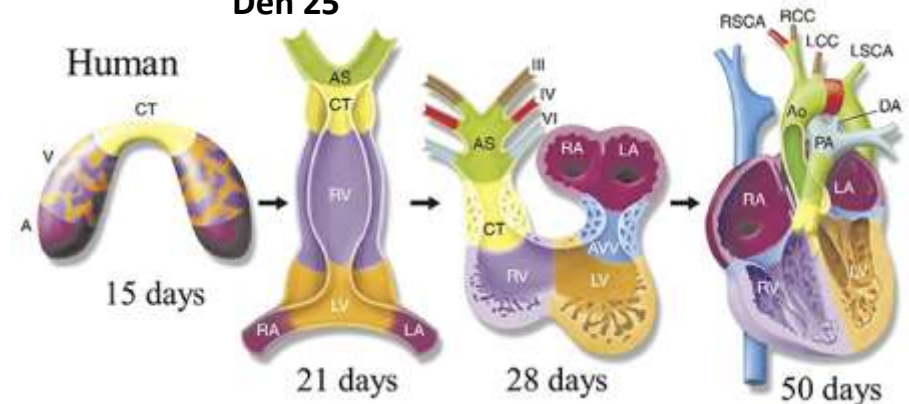


- **Týden 2-3.** párové tenkostěnné endoteliální trubice
- **Týden 3.** fúze trubic, vznik truncus arteriosus outflow, začátek kontrakcí
- **Týden 4.** prodlužování srdeční trubice, zakřivení do tvaru „S“
- **Týden 5.** začátek atriální a ventrikulární septace, atriální septum zůstává otevřené až do porodu (foramen ovale)
- **Týden 37-38.** po porodu změny tlaku uzavírají foramen ovale (zůstává fossa ovalis)



Den 10

Den 25



Děkuji za pozornost

Petr Vaňhara, PhD
Ústav histologie a embryologie LF MU

pvanhara@med.muni.cz
<http://www.med.muni.cz/histology>