

COELOM A TĚLNÍ DUTINY

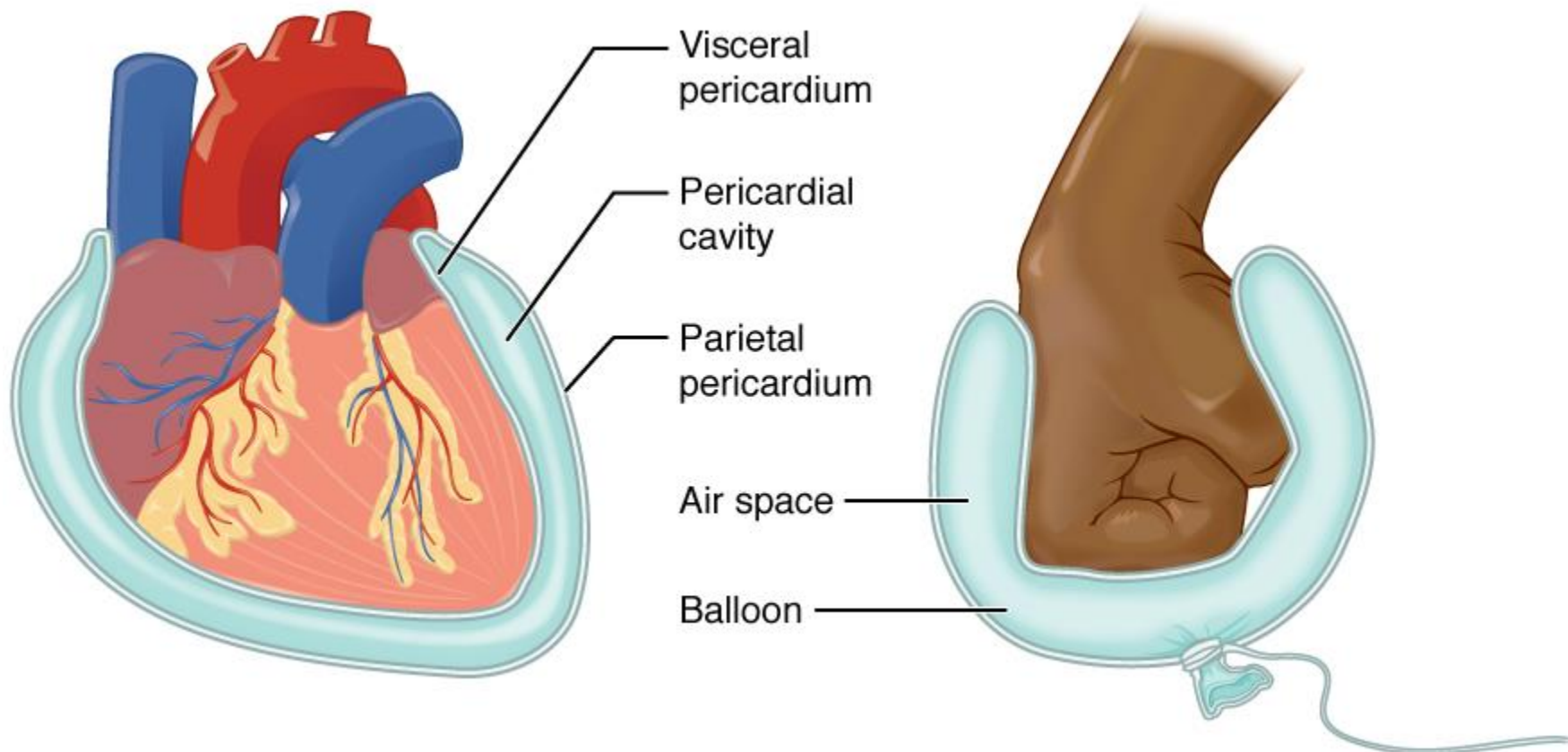
LEBKA A PÁTEŘ

Petr Vaňhara

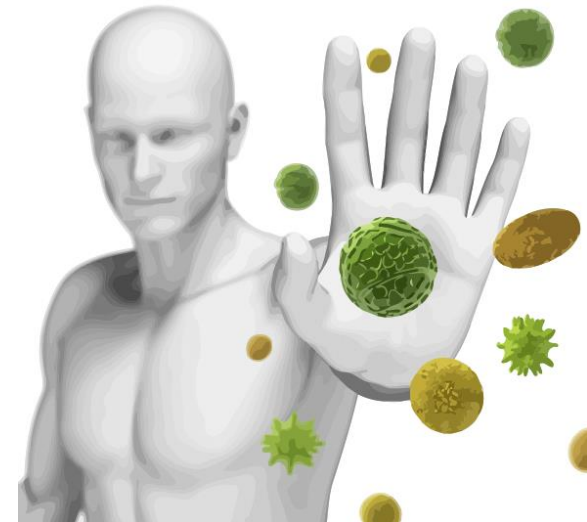
**Proč je docela dobrá věc
mít nějakou tělní dutinu**



Proč je docela dobrá věc mít nějakou tělní dutinu

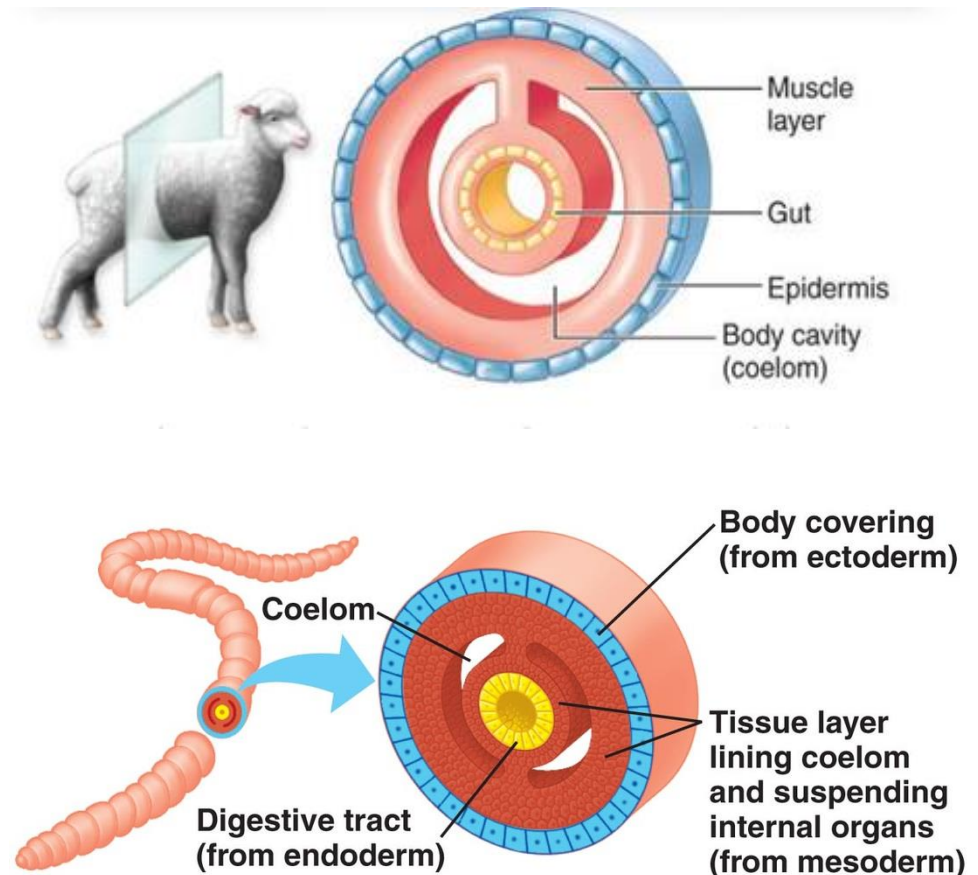
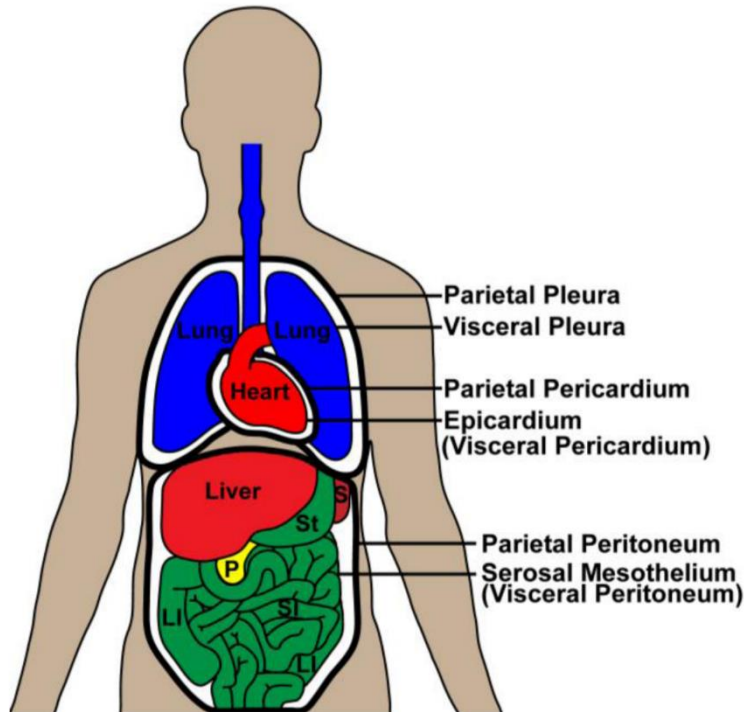


Proč je docela dobrá věc mít nějakou tělní dutinu



COELOM

- Coelom je „pravá tělní dutina“
- Rozestup nesegmentovaného laterálního **mezodermu** (u obratlovců)
- Významná evoluční novinka
- Epiteliální výstelka mezodermálního původu - **coelomový epitel**
- **Coelomová tekutina**



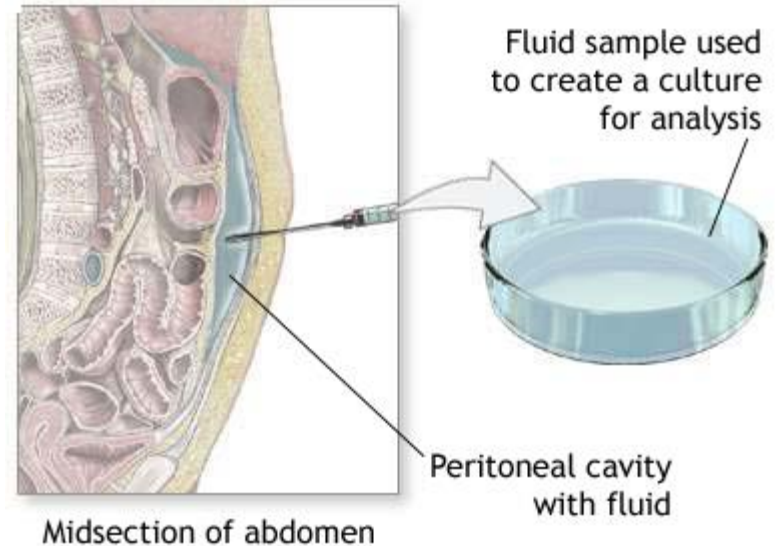
Tekutina v tělních dutinách

- Normálně jen minimum tekutiny (50 ml)
- Ultrafiltrát plazmy
- Proteiny (3g/l)
- Leukocyty (lymfocyty, PMN, makrofágy)
- Přítomnost erytrocytů a zvýšený objem tekutiny jsou **důležitými indikátory mnoha onemocnění**

Ascites



Paracentéza

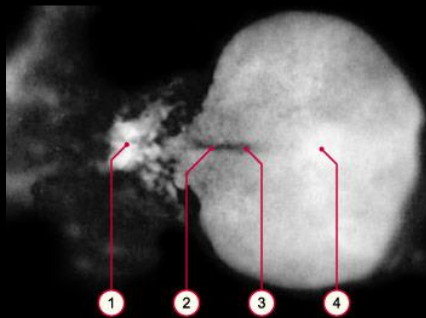


VÝVOJ TĚLNÍCH DUTIN

- **Raná embryogeneze**
- Bilaminární → trilaminární zárodečný terčik
- Cefalokaudální a laterální **flexe embrya**

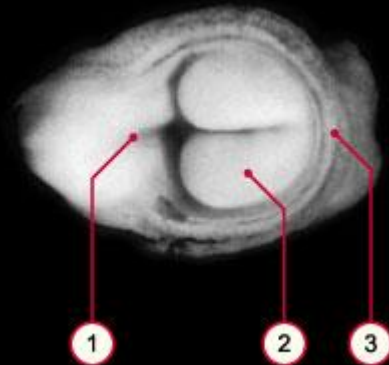
<http://www.embryology.ch/anglais/iperiodeembry/carnegie03.html#st710>

19. den
0,4 mm
Carnegie stage 7



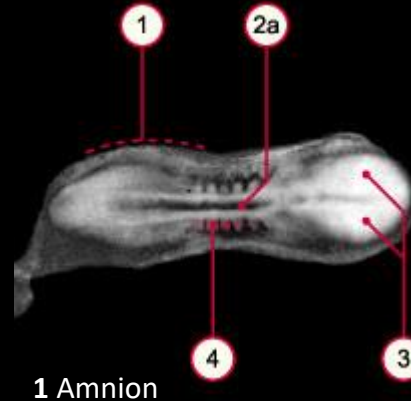
- 1 Žloutkový váček
- 2 Primitivní proužek
- 3 Primitivní uzel
- 4 Zárodečný terčik

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



- 1 Primitivní proužek
- 2 Neurální valy
- 3 Amnion

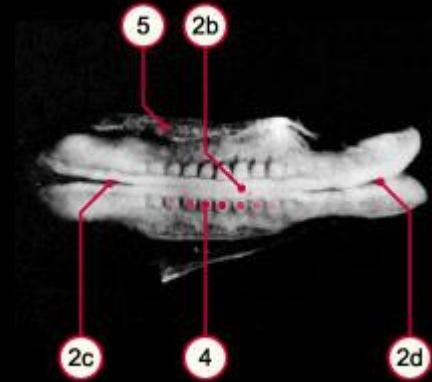
Dorsálně



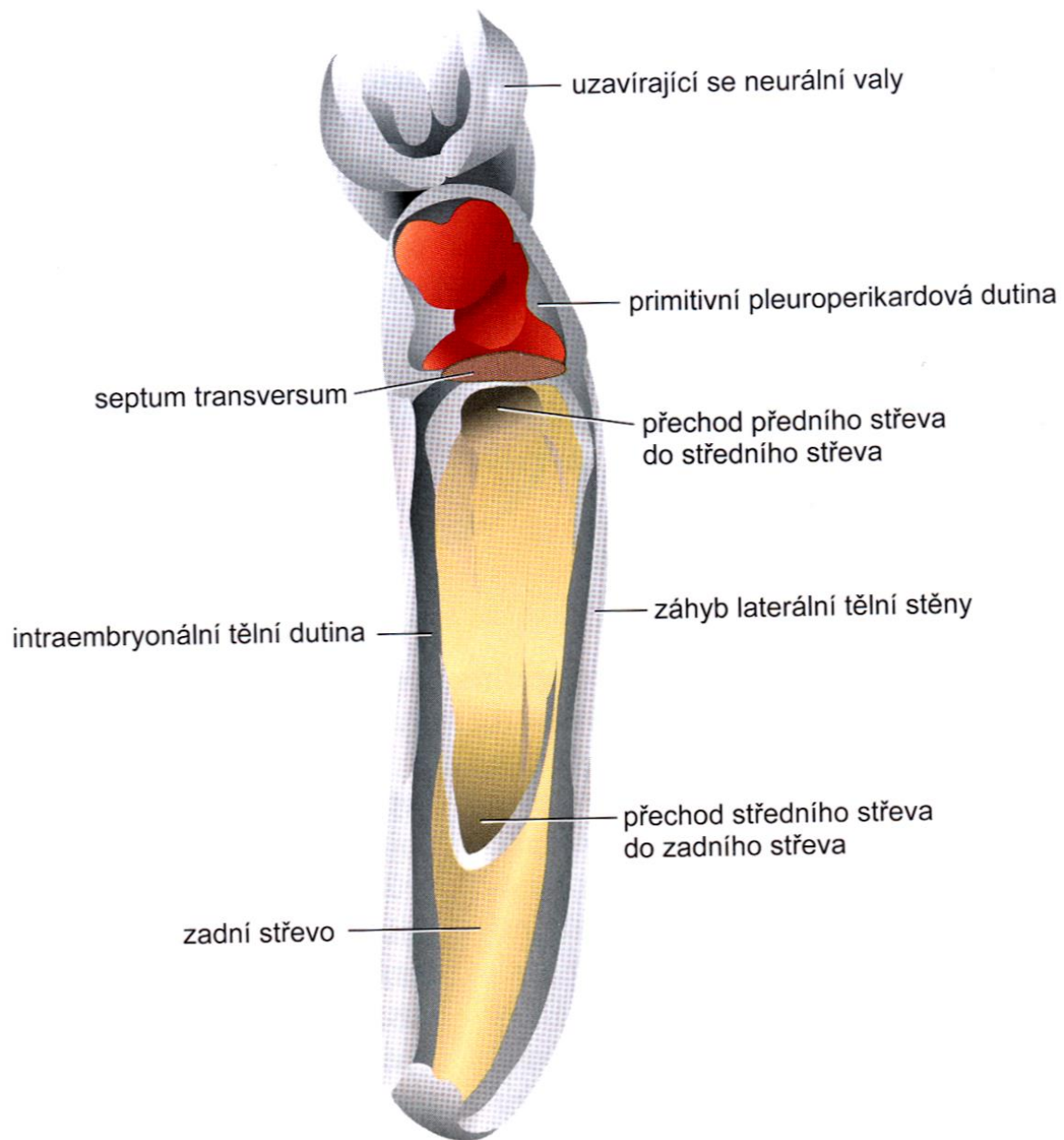
- 1 Amnion
- 2a Neurální brázda
- 2b Neurální trubice
- 2c Kaudální neuropor
- 2d Rostrální neuropor

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

Ventrálně

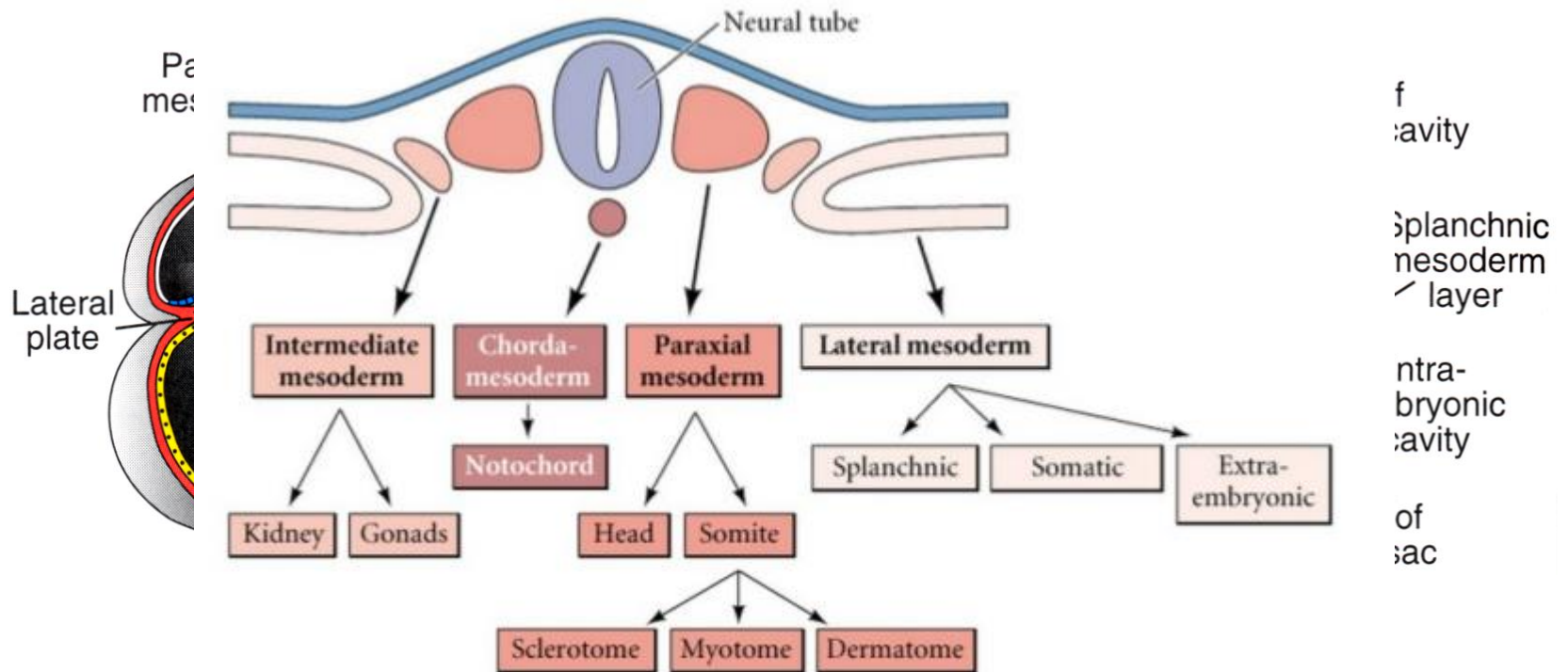


- 3 Neurální valy
- 4 Somity
- 5 Žloutkový váček



VÝVOJ TĚLNÍCH DUTIN

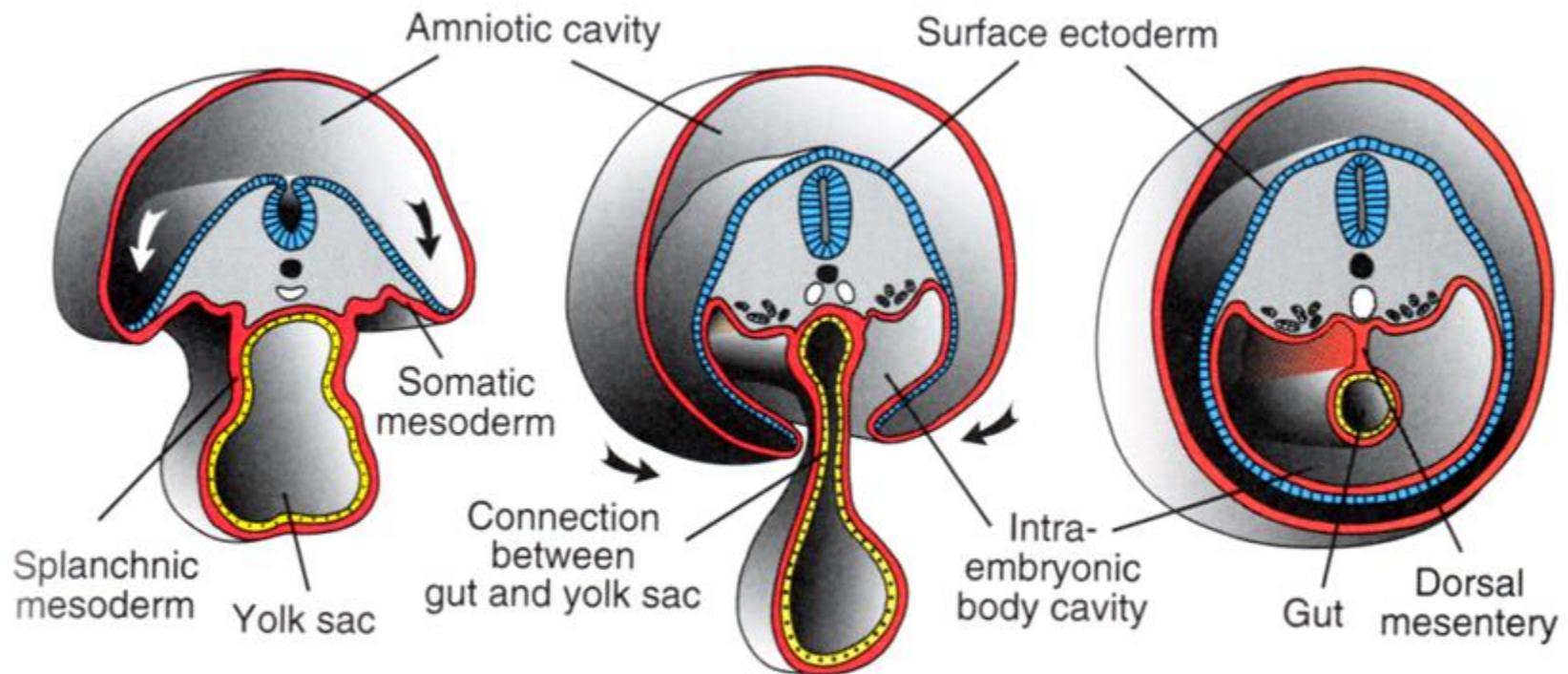
- 3. týden vývoje
- intraembryonální **mezoderm**
 - paraxiální → somity
 - intermediální → nefrotomy, atd.
 - laterální → IE a EE somatopleura a splanchnopleura → IE a EE coelom



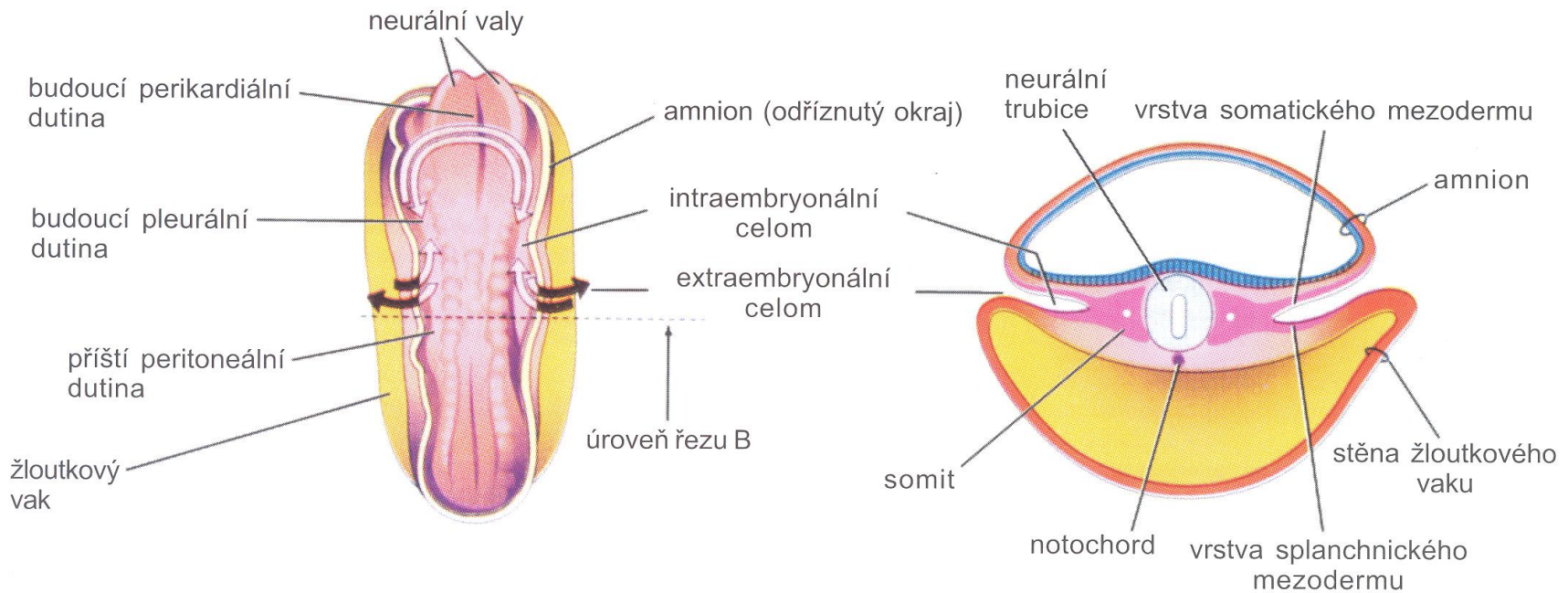
VÝVOJ TĚLNÍCH DUTIN

- 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**

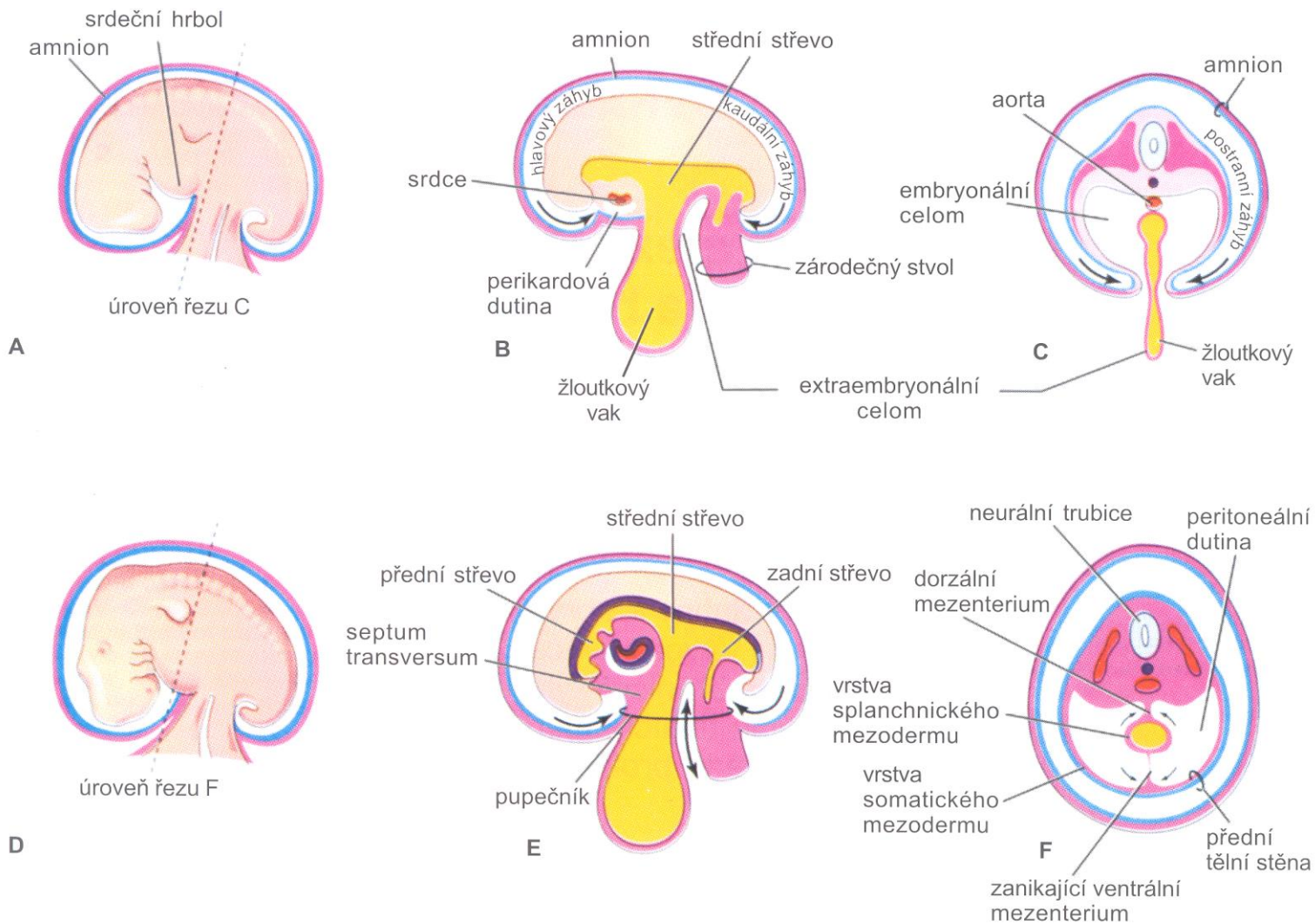
→ perikardová, pleurální a peritoneální dutina



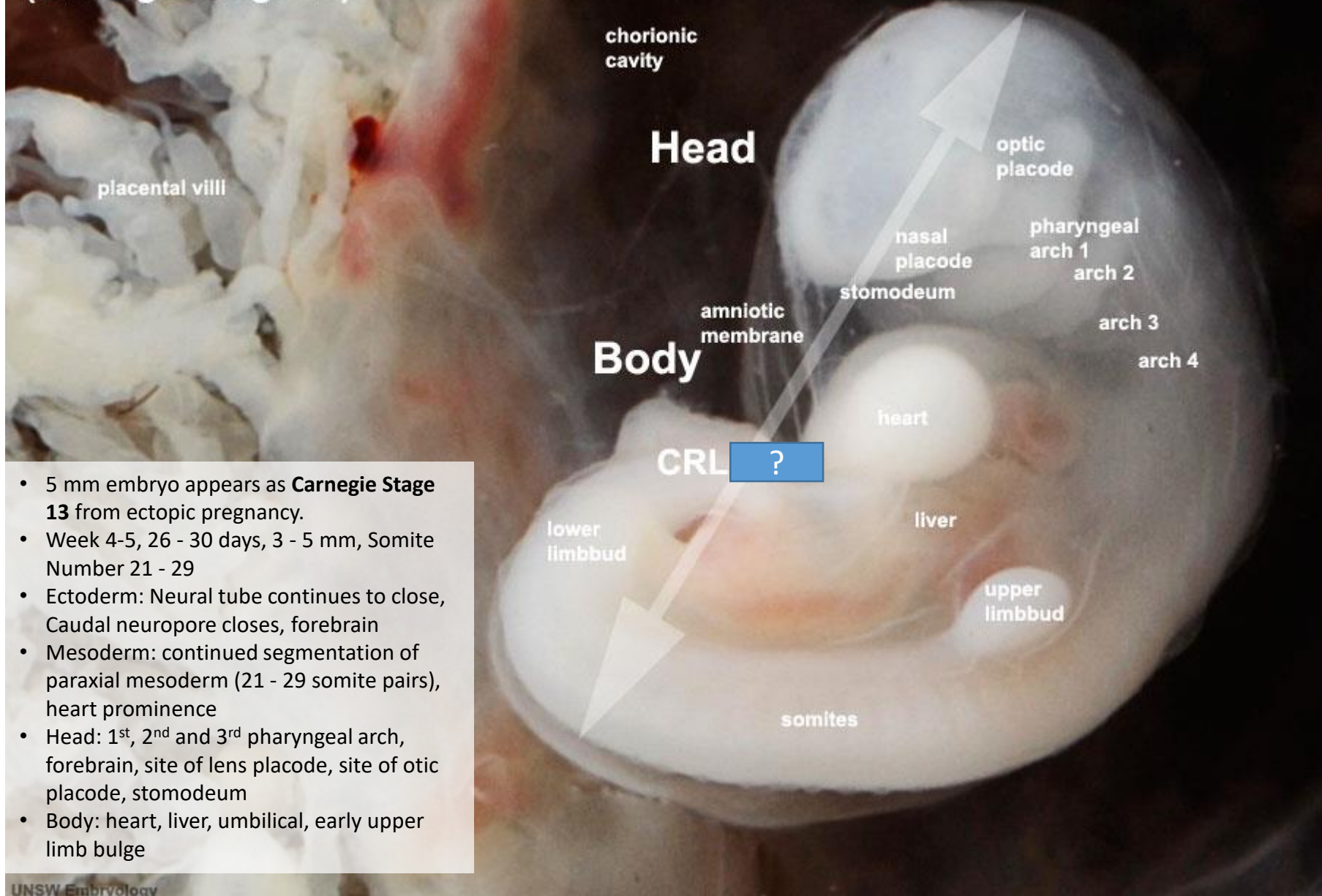
Den 22 (Carnegie 8)



Den 28 (Carnegie 10)



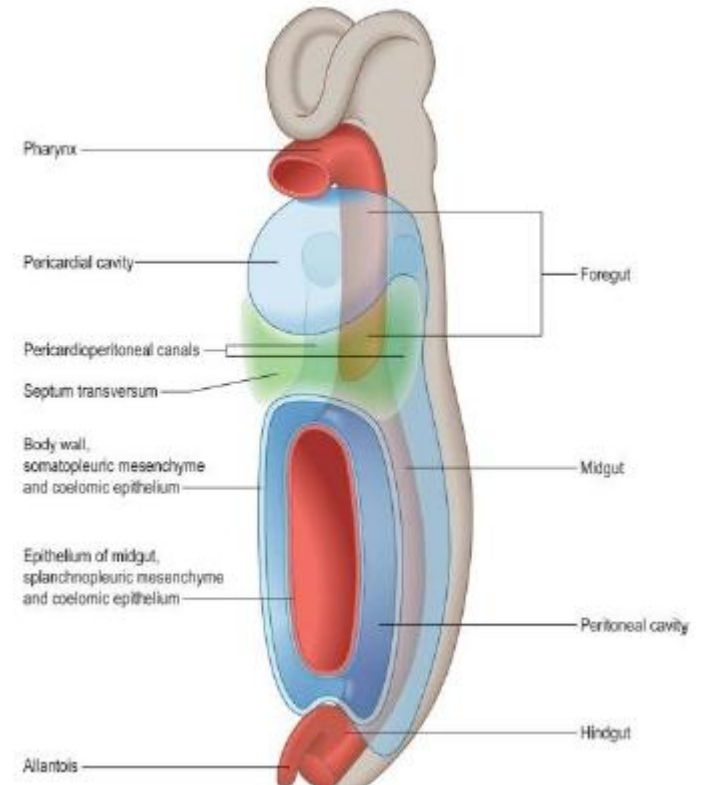
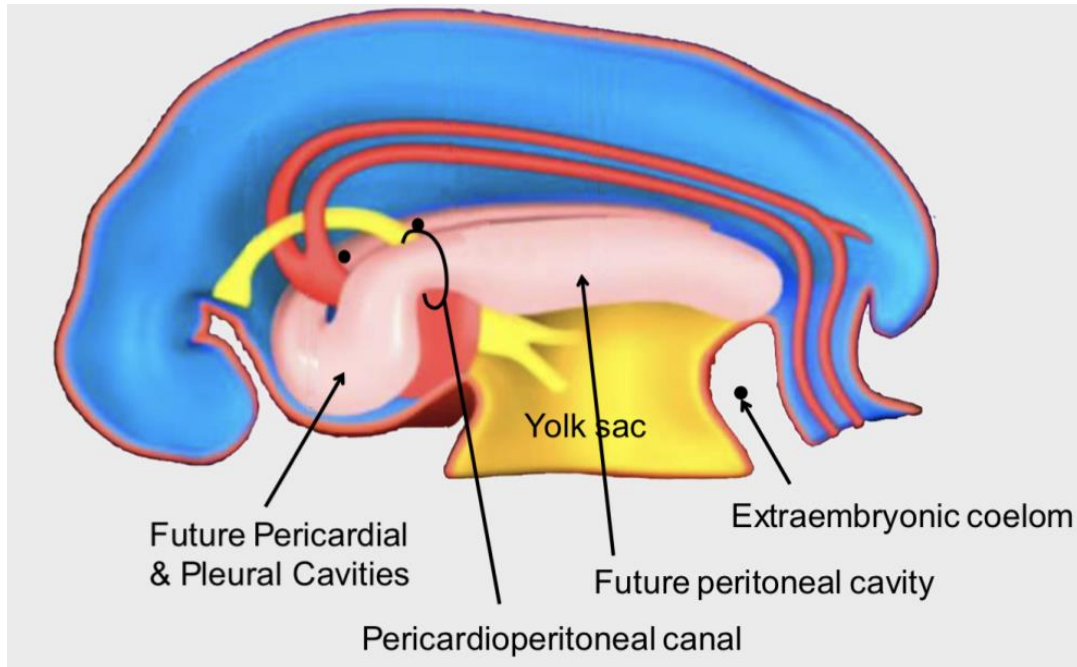
Human Embryo Week 4 (Carnegie Stage 13)



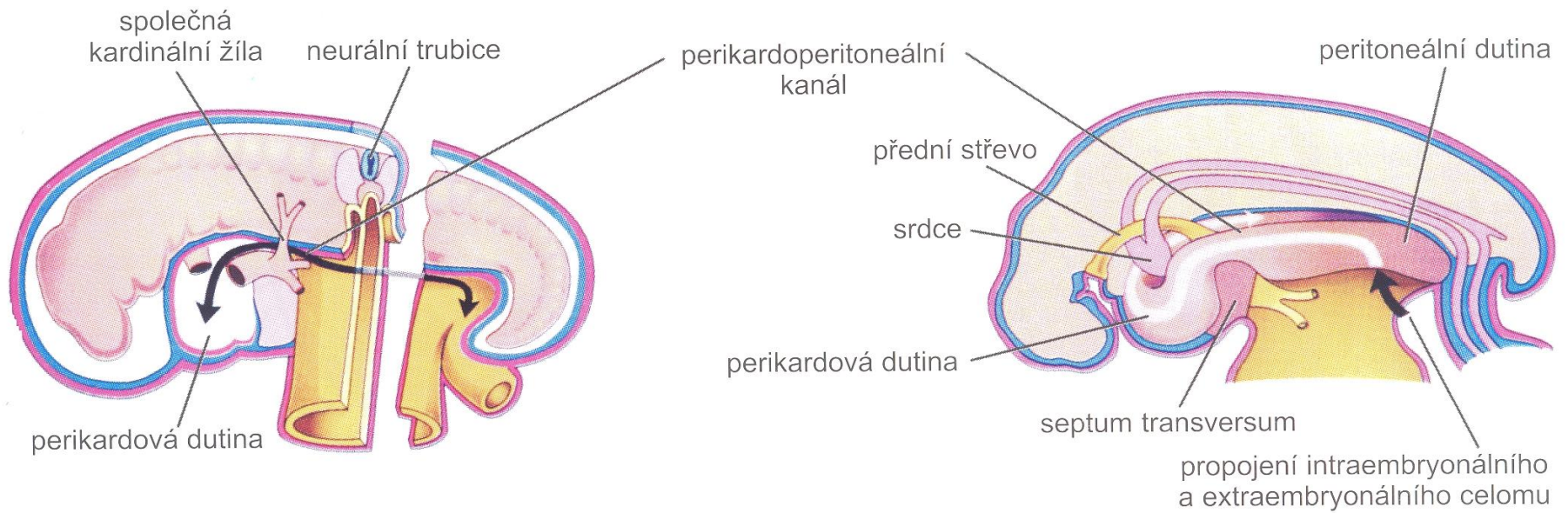
- 5 mm embryo appears as **Carnegie Stage 13** from ectopic pregnancy.
- Week 4-5, 26 - 30 days, 3 - 5 mm, Somite Number 21 - 29
- Ectoderm: Neural tube continues to close, Caudal neuropore closes, forebrain
- Mesoderm: continued segmentation of paraxial mesoderm (21 - 29 somite pairs), heart prominence
- 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

4.-7. týden Společná tělní dutina

- perikardová dutina
- peritoneální dutina
- perikardoperitoneální kanály

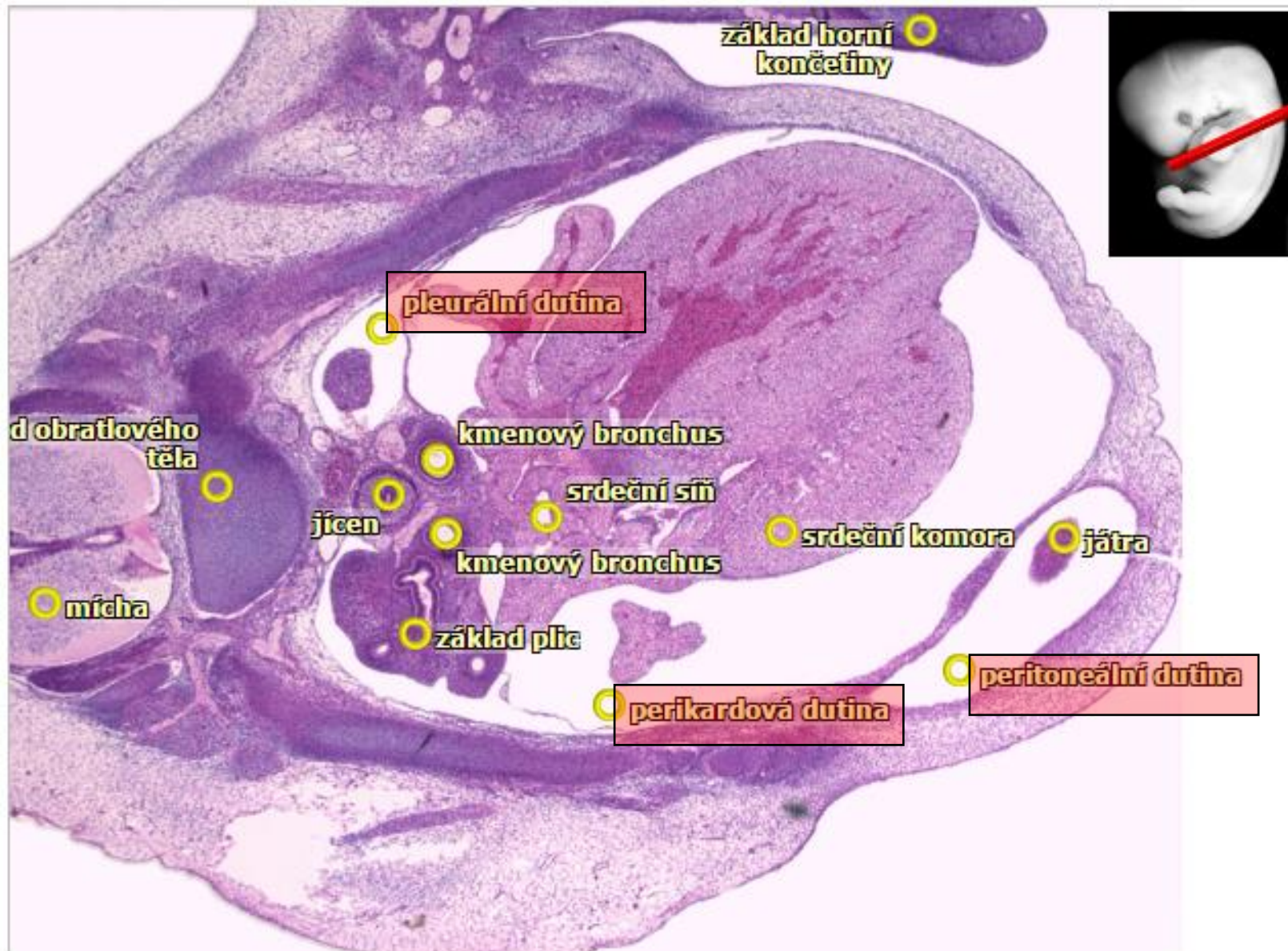


ROZDĚLENÍ SPOLEČNÉ TĚLNÍ DUTINY EMBRYA



ROZDĚLENÍ SPOLEČNÉ TĚLNÍ DUTINY EMBRYA

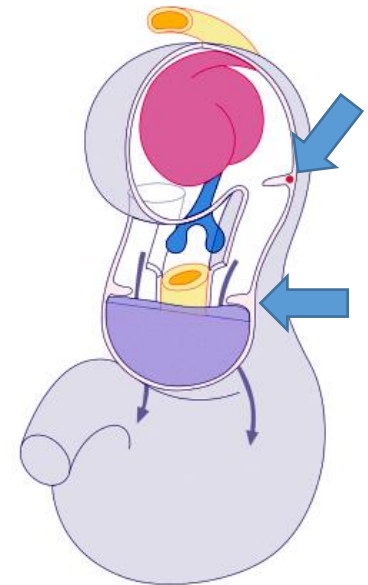
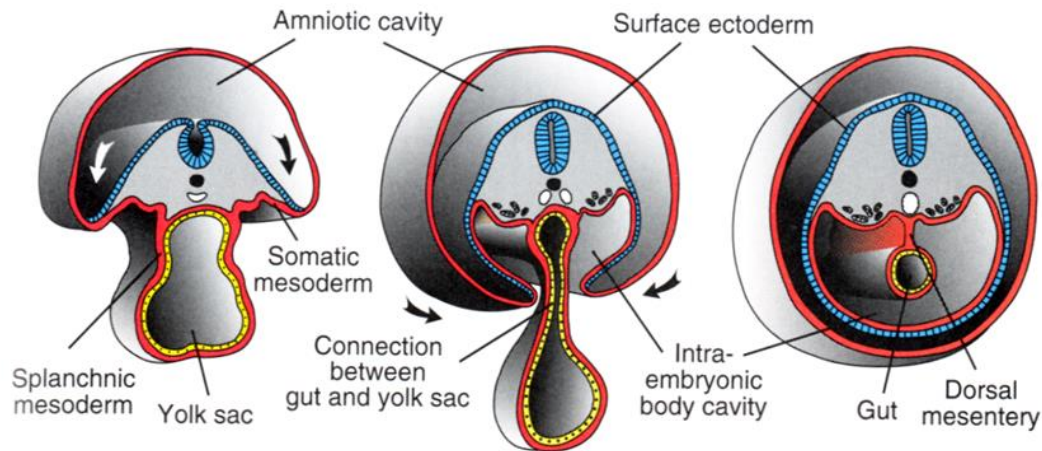
2-4 Zárodek člověka (7. týden) – šikmý řez, HE, zvětšení 25x



ROZDĚLENÍ SPOLEČNÉ TĚLNÍ DUTINY EMBRYA

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

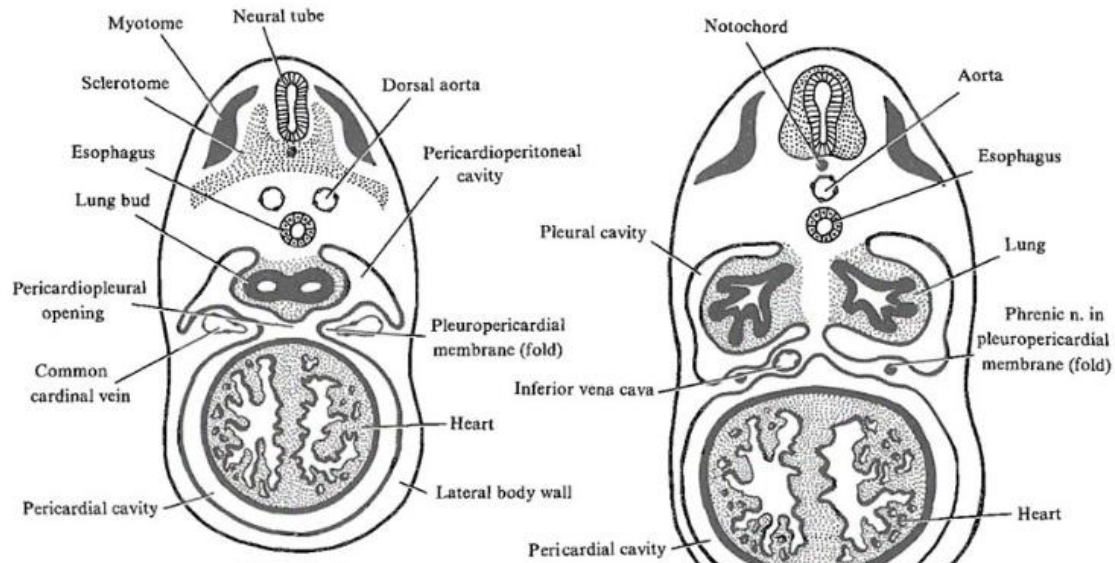
- z plíce pleuropericardiacae (kraniálně)
- v 7. týdnu srůst s mezenchymem ventrálně od jícnu → mediastinum (c.t)

PLEUROPERITONEÁLNÍ MEMBRÁNY

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

PLEUROPERIKARDIÁLNÍ MEMBRÁNY

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

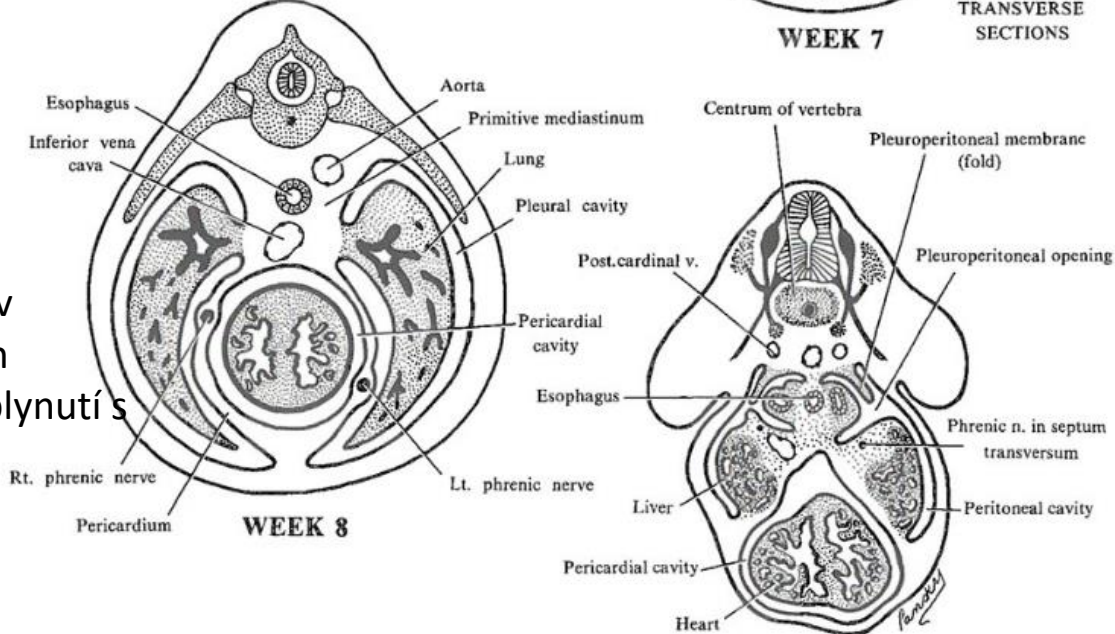


WEEK 5

WEEK 7
TRANSVERSE SECTIONS

PLEUROPERITONEÁLNÍ MEMBRÁNY

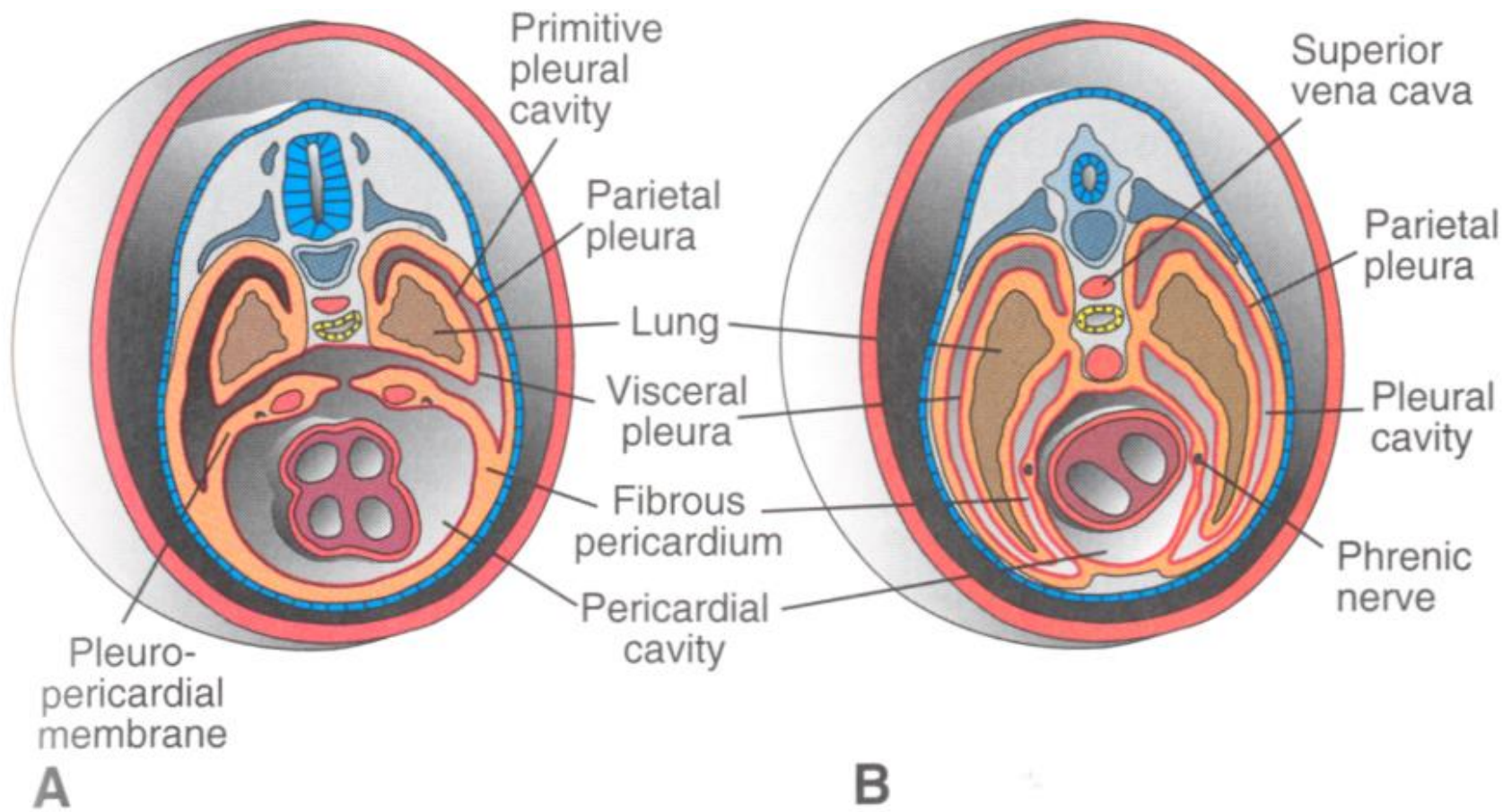
- z pliace pleuroperitoneales (kaudálně) v důsledku expanze plic a pleurálních dutin
- v 6. týdnu ventromediální rozšíření a splnutí s dorsálním mezenteriem jícnu a septum transversum



WEEK 8

Handwritten signature: *Parviz*

ROZDĚLENÍ SPOLEČNÉ TĚLNÍ DUTINY EMBRYA



BRÁNICE

Pleuroperitoneální řasy → dolní úseky pleuroperitoneálních kanálů



①

②

③

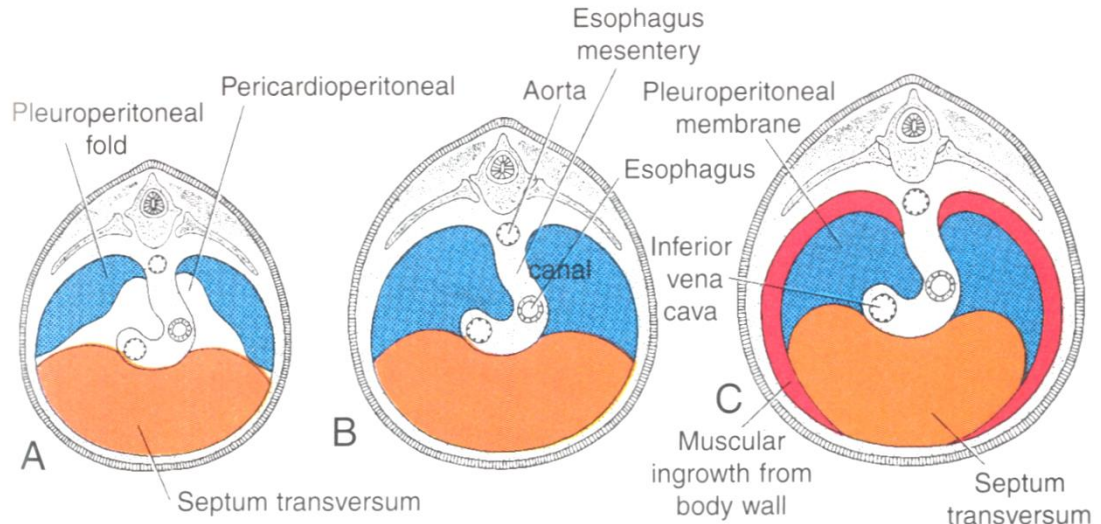
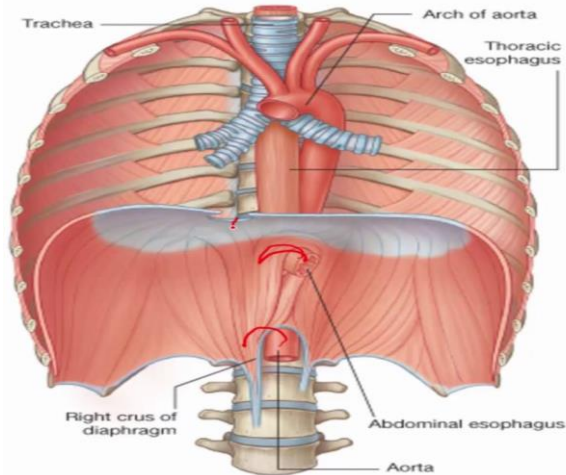
Pleuroperitoneální membrány + septum transversum + dorzální mesenterium jícnu



Mezenchym tělní stěny

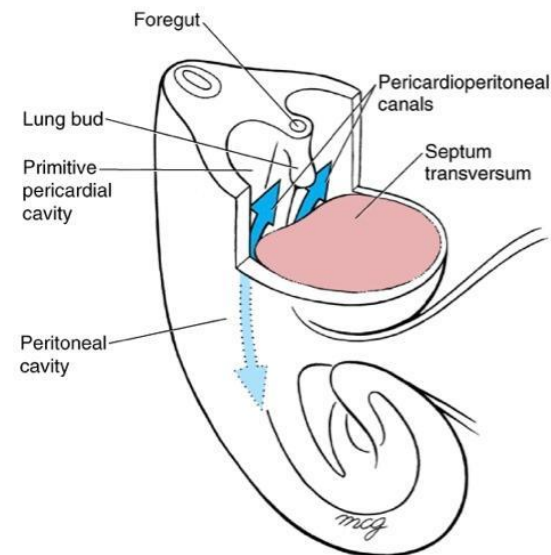
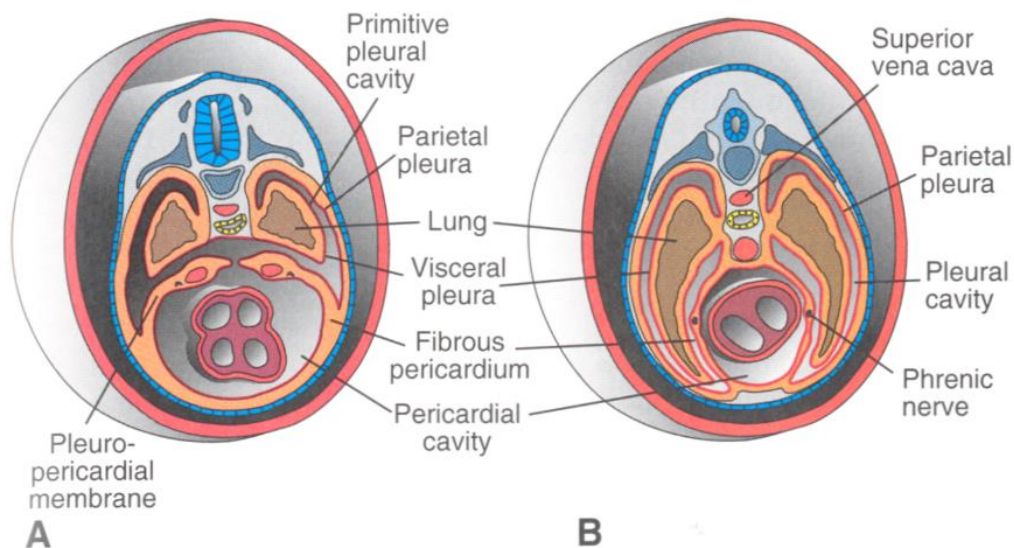
+ myoblasty cervikálních somitů

④



SEPTUM TRANSVERSUM A VÝVOJ HRUDNÍ DUTINY

- mezodermální ploténka oddělující hrudní a břišní dutinu v úrovni stvolu žloutkového vaku
→ centrum tendineum
- neúplná separace → perikardoperitoneální kanály → pleuroperikardové a pleuroperitoneální řasy s v. cardinalis communis a n. phrenicus (3., 4., 5. spinálního segment, **C3-C5**)
- sestup septum transversum v důsledku růstu dorsální části zárodku (páteř)
→ úroveň hrudních somitů → úroveň 1. lumbálního obratle (3. měsíc)



SEPTUM TRANSVERSUM A VÝVOJ HRUDNÍ DUTINY

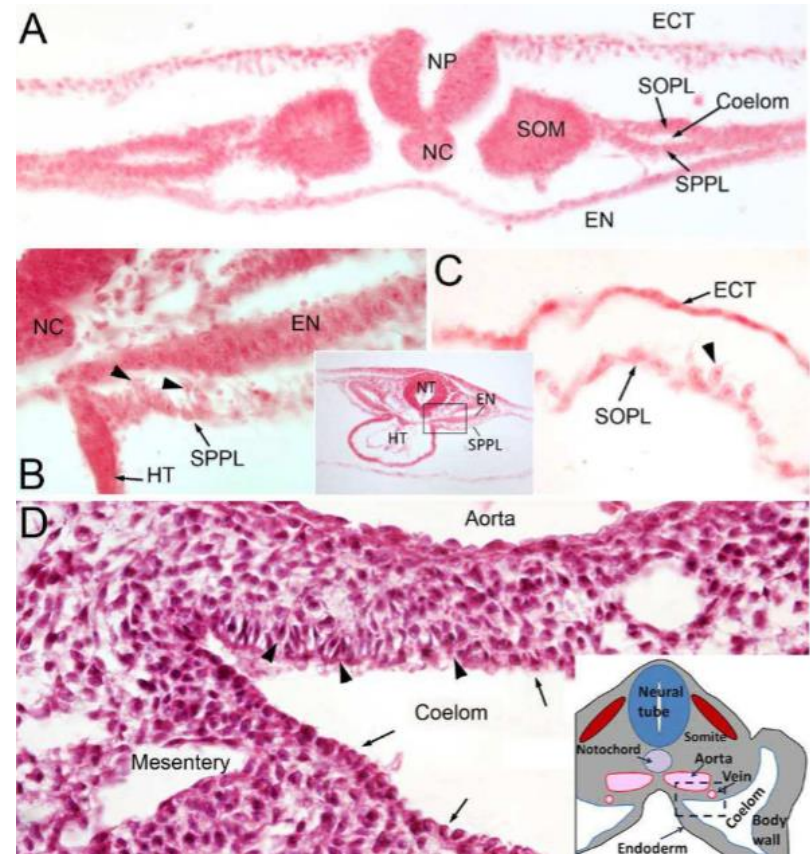
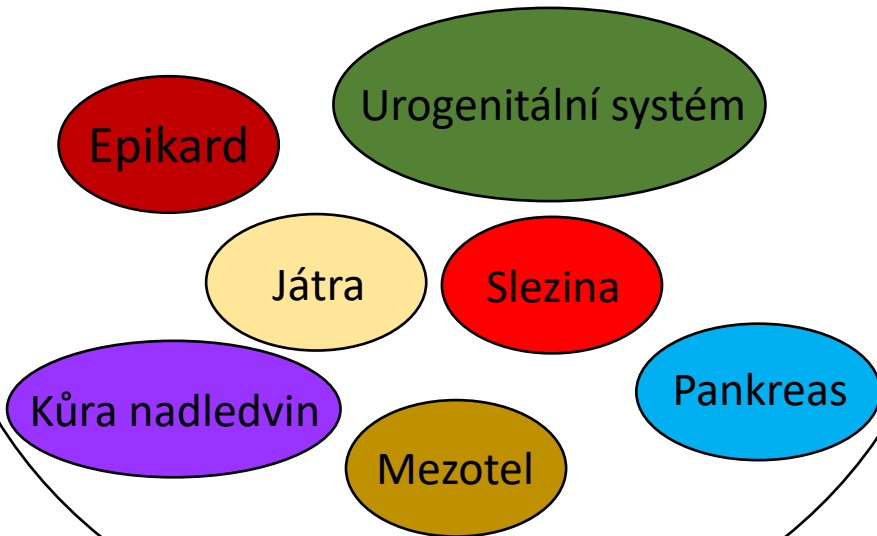
Klíčová fakta:

- vývoj coelomu v laterálním a kardiogenním mezodermu
- intra a extraembryonální mezoderm
- flexe: společná dutina tvořená perikardovou a peritoneální dutinou komunikujícími perikardoperitoneálními kanály
- rozdělení společné dutiny:
 - pleuroperikardiální membrány
 - pleuroperitonální membrány, septum transversum, dorzální mezogastrium: bránice
- definitivní anatomická poloha a inervace bránice

COELOMOVÝ EPITEL A BUŇKY Z NĚJ ODVOZENÉ

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

CEDCs



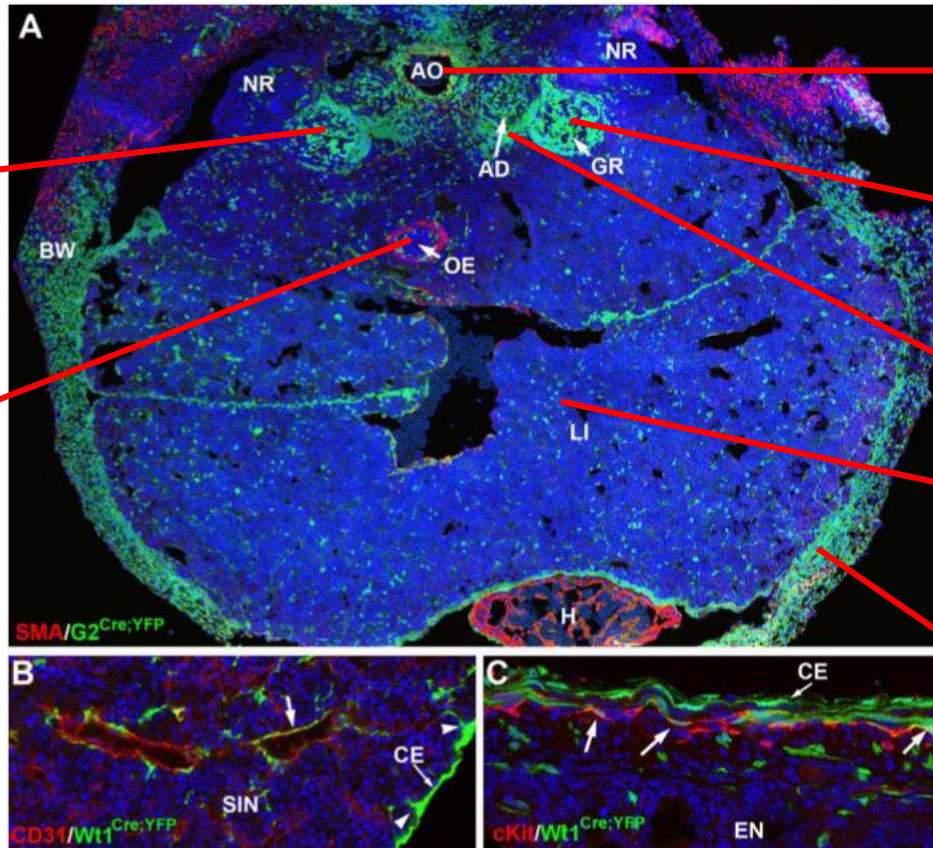
CEDCs SE PODÍLEJÍ NA MORFOGENEZI ORGÁNŮ

E13.5 = human Day 44

G2-GATA4

Plica mesonephridica

Jícen



Aorta

Plica genitalis

Nadledvina

Játra

Tělní stěna



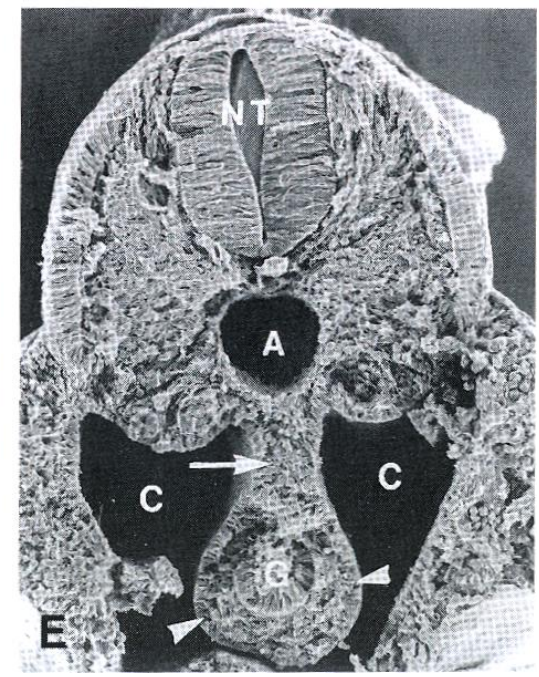
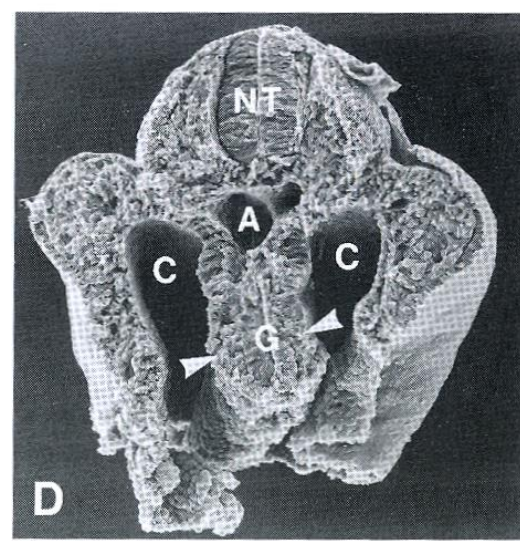
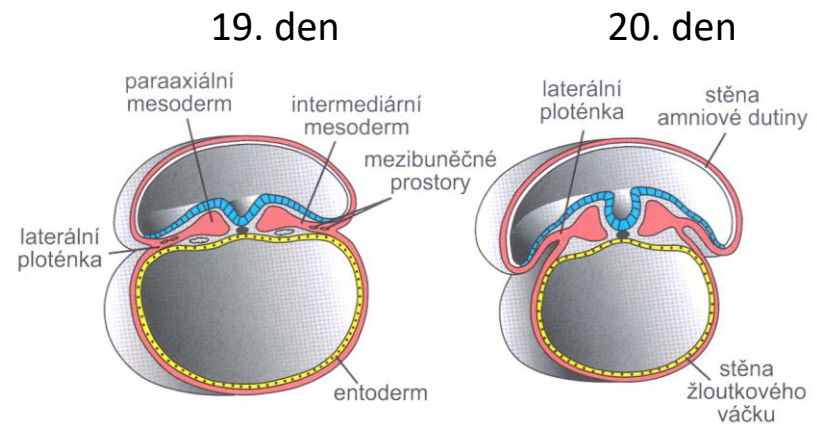
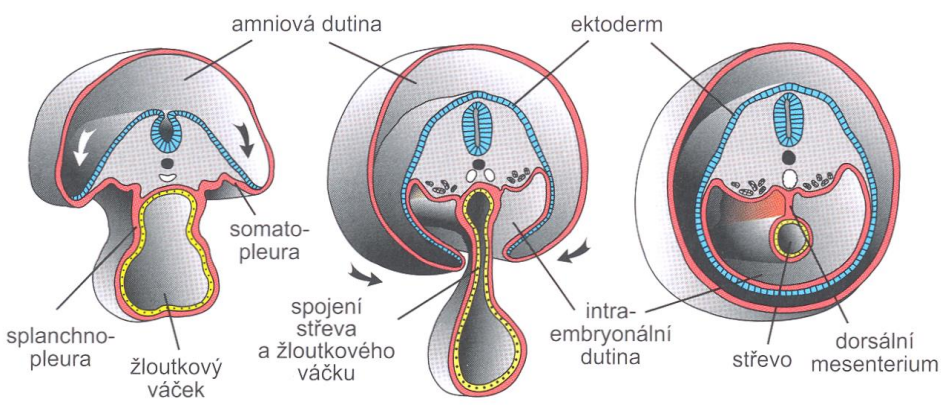
E16.5
(human day 58)

newborn



ABNORMALITY VÝVOJE TĚLNÍ STĚNY

- defekt samotné tělní stěny
- abnormální uložení a funkce orgánů



- **OMFALOKÉLA**

- selhání repozice fyziologické umbilikální hernie v 10. týdnu (1:4000) nebo porucha přestavby primitivního pupečníku (zárodečného stvolu) nebo selhání uzávěru břišní stěny (selhání migrace buněk laterálního mezodermu)
- střeva, játra, žaludek, slezina, močový měchýř
- na povrchu amniový ektoderm
- časté další vady (CVS, defekty neurální trubice)
- chromozomální aberace
- α -fetoprotein \uparrow

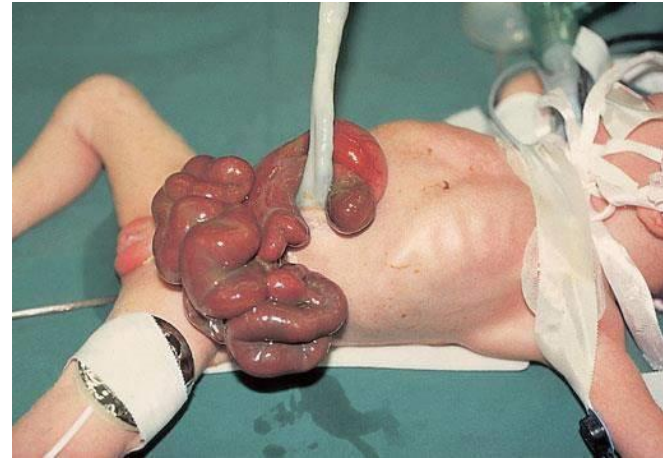


ABNORMALITY VÝVOJE TĚLNÍ STĚNY



- **GASTROSCHISIS (laparoschisis)**

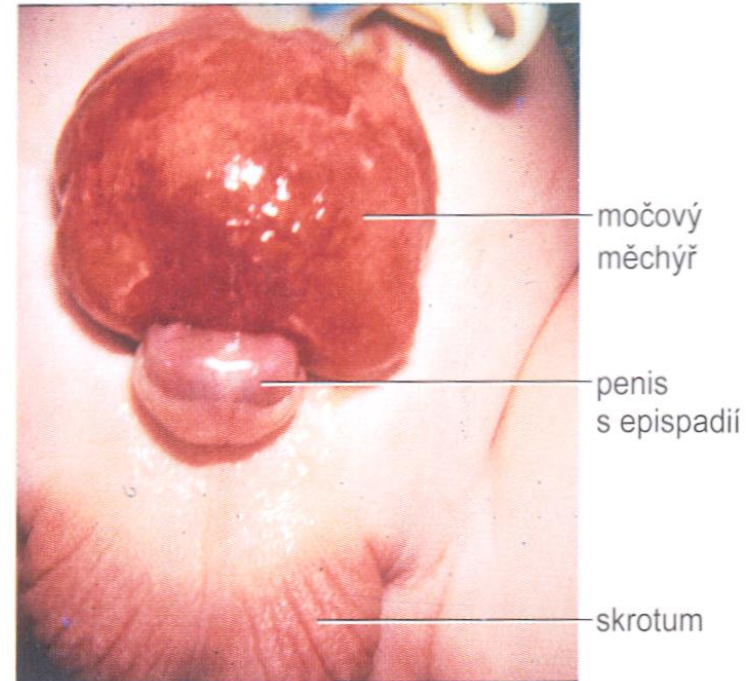
- 1:10000
- výhřez orgánů do amniové dutiny → volvulus
- laterálně od pupku
- chybí krytí amniovým ektodermem → macerace amniovou tekutinou
- α -fetoprotein \uparrow



ABNORMALITY VÝVOJE TĚLNÍ STĚNY



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



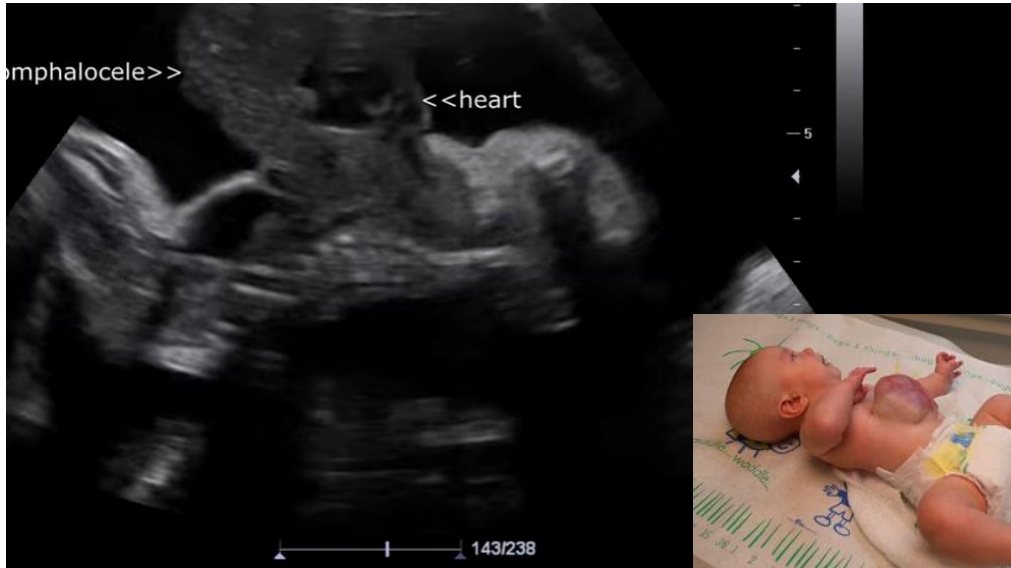
- **ROZŠTĚP HRUDNÍ KOSTI**

- nesrůstají mezodermální valy (→ sternální lišty) v mediální čáře
- supraumbilikálně

- **ectopia cordis**

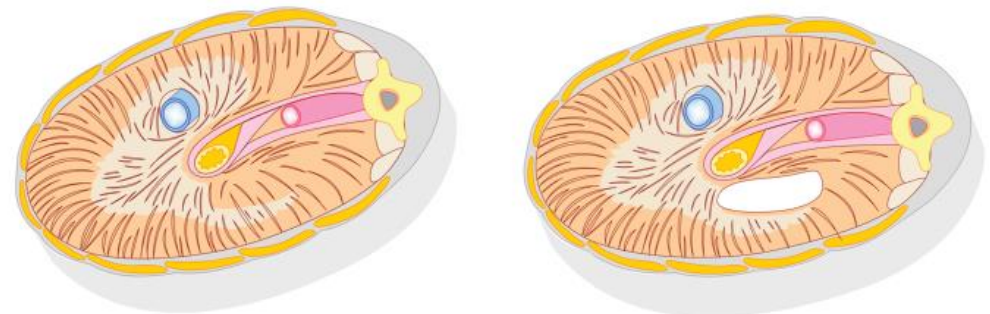
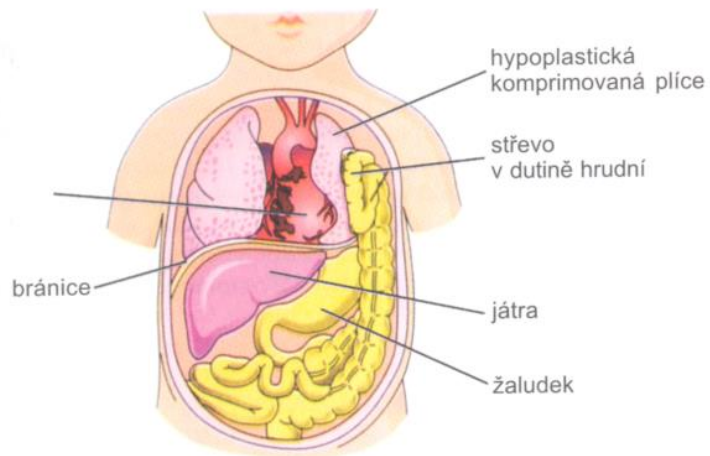
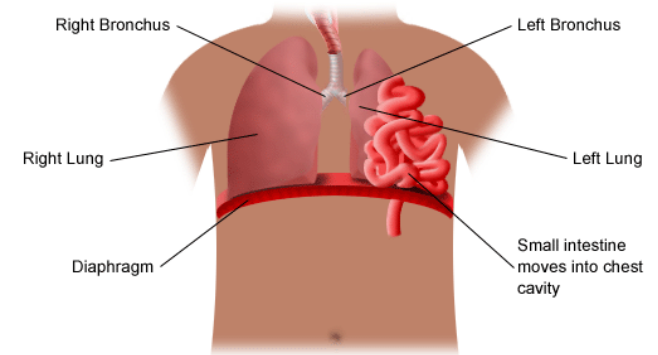
- **Cantrellova pentalogie**

- rozštěp sterna, ectopia cordis, omfalokéla, brániční hernie, vady CVS
- polyhydramnion
- kraniofaciální defekty, urogenitální malformace, abnormality končetin...



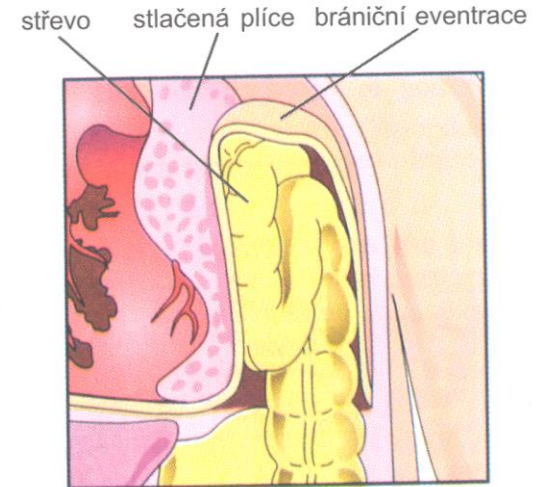
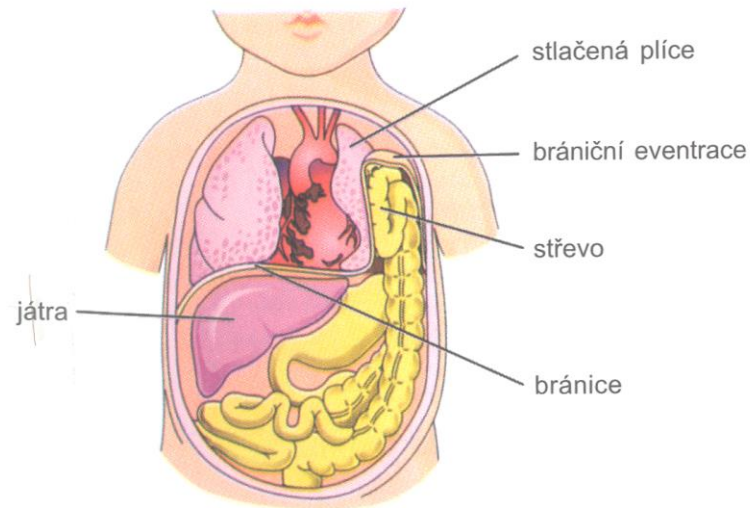
- **VROZENÁ BRÁNIČNÍ KÝLA**

- 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



- **BRÁNIČNÍ EVENTRACE**

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



- **AKCESORNÍ BRÁNICE**

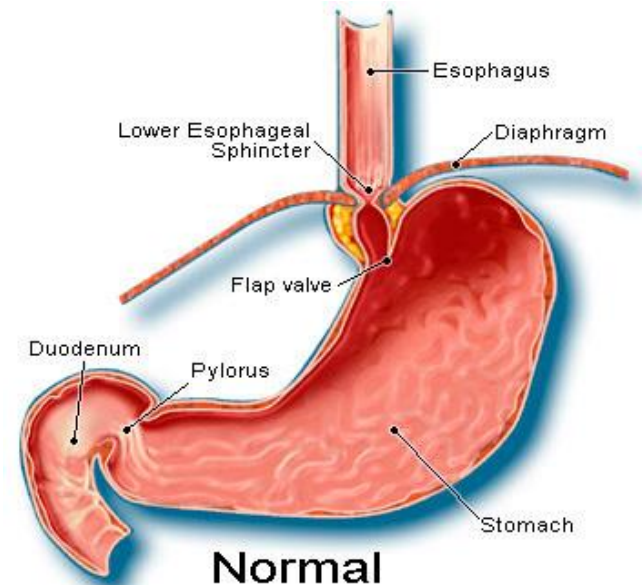
- velmi vzácně
- hypoplazie plic

- **PARASTERNÁLNÍ KÝLA**

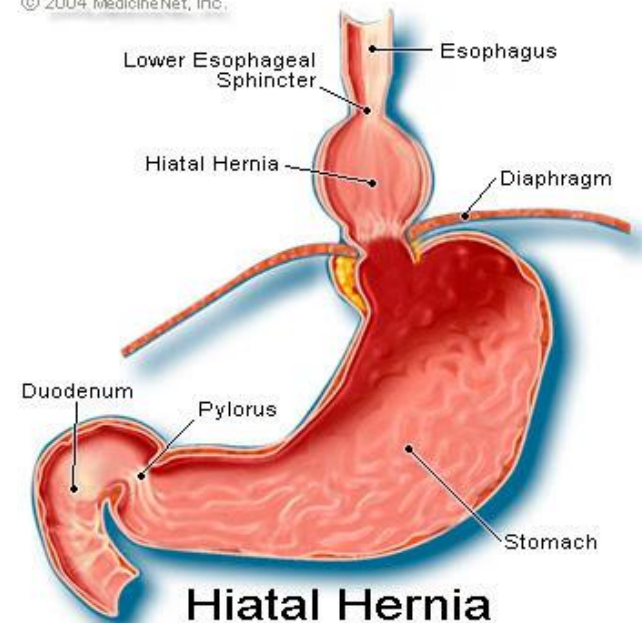
- sternokostální oblast (foramen singulare Morgagni)
- porucha vývoje svalových vláken
- výhřez střeva do perikardové dutiny nebo naopak
- časté další abnormality (omfalokéla, atd.)

- **VROZENÁ HIÁTOVÁ HERNIE**

- v důsledku zkráceného jícnu



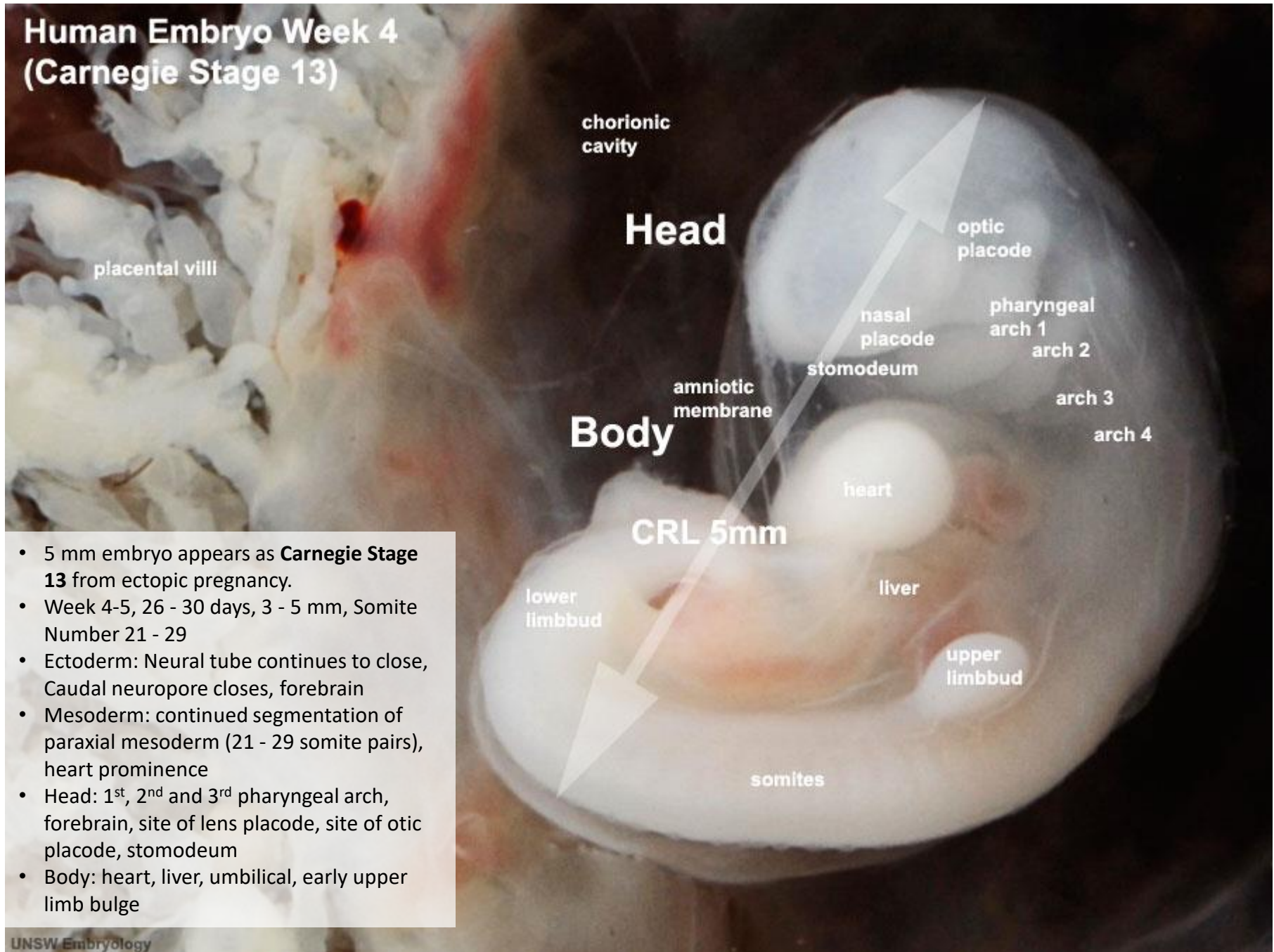
© 2004 MedicineNet, Inc.



VÝVOJ LEBKY



Human Embryo Week 4 (Carnegie Stage 13)



- 5 mm 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

LEBKA

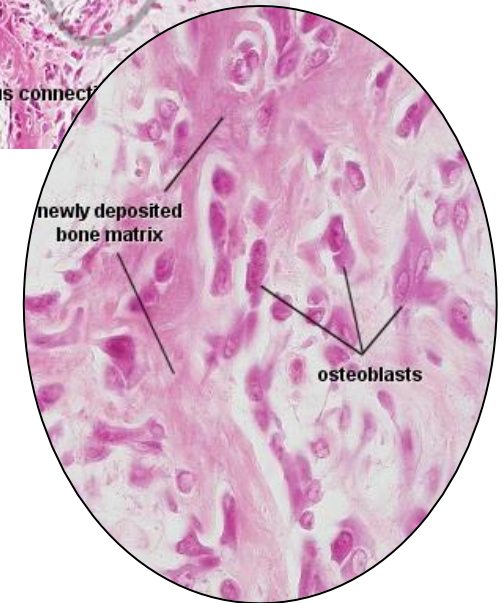
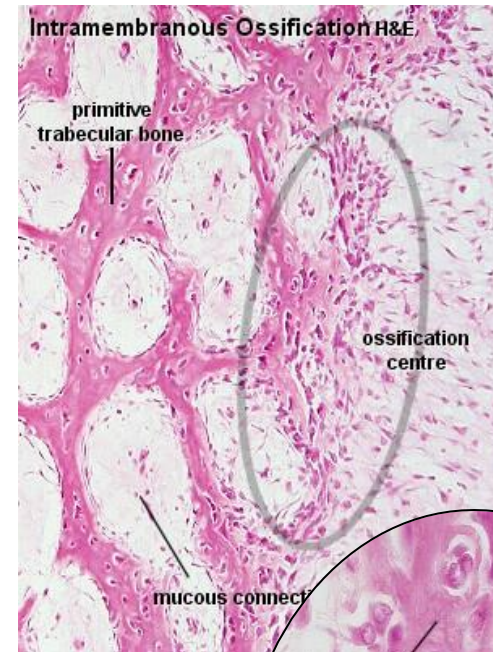
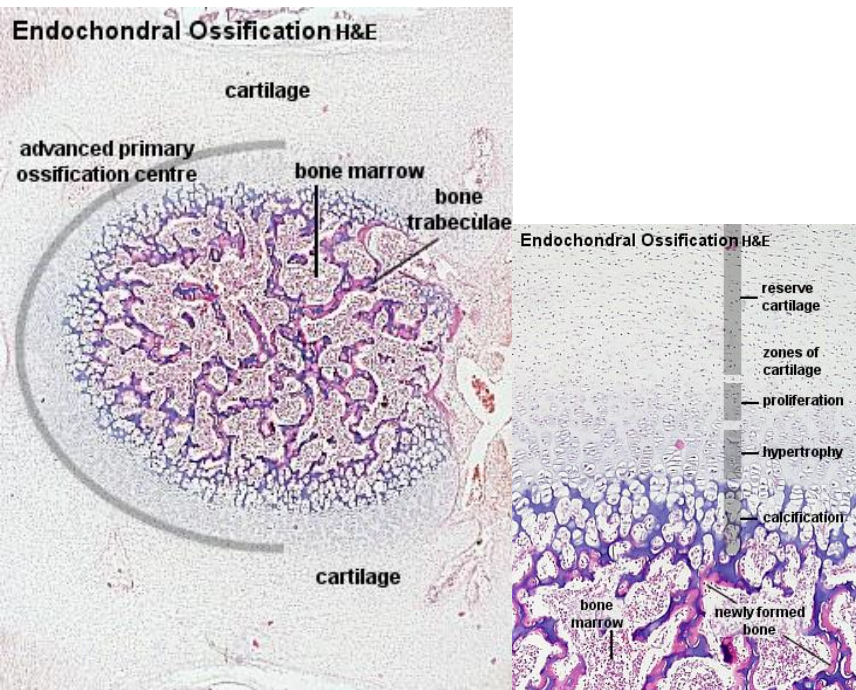
- Unikátní anatomie (složitá morfologické struktury, biomechanické vlastnosti)
- Komplexní embryonální původ (mezenchym, fayngový apartát, neurální lišta)
- Složitá osfikace (enchondrální, desmogenní)



VÝVOJ LEBKY

Histogenetická stádia

- blastémové – nediferencované, proliferující buňky
- chrupavkové – diferencované buňky, složitá morfologie
- kostěné – definitivní



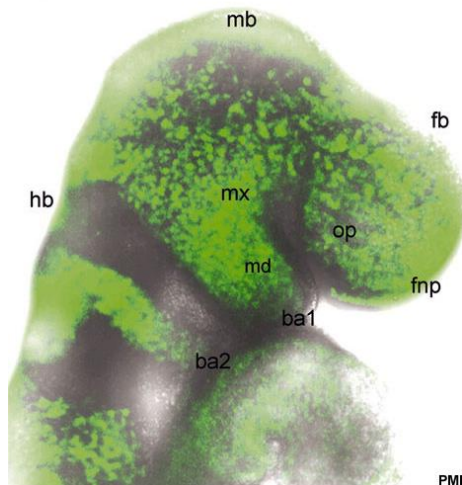
- Blastémovým stadiem procházejí všechny kosti lebky a některé z nich přímo osifikují **desmogenní osifikací v kosti (krycí kosti)**.
- Chrupavkovým stadiem procházejí jen některé (chondrokranium, primordiální kranium) **osifikující pak enchondrálně – kosti náhradní**.

- **neurokranium** (pouzdro kolem mozku a smyslových orgánů)
- **splanchnokranium** (viscerokranium) – obličejový skelet včetně čelistí, patra a jazyky

lebeční kosti:

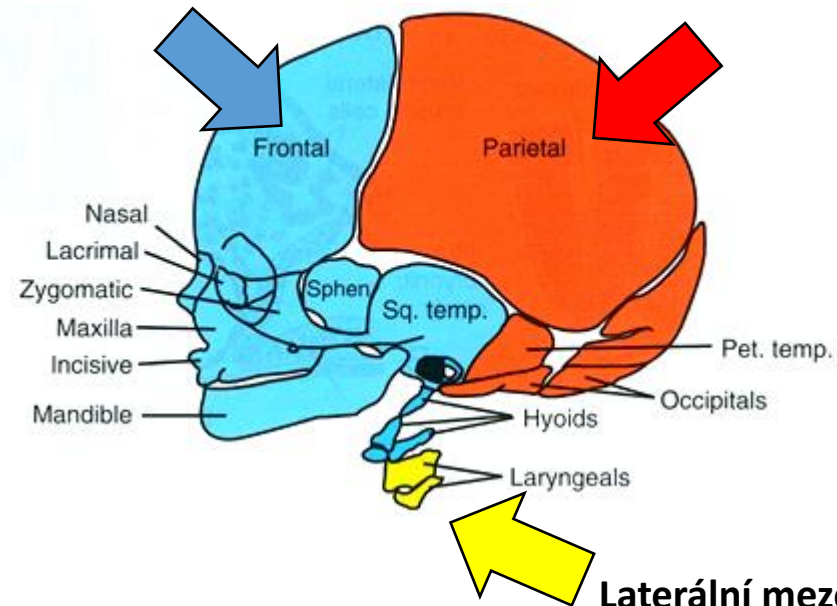
- z hlavového mezenchymu (část z buněk neurální lišty – mezenchym žaberních oblouků a frontálního valu)
- část z paraaxiálního mezodermu (rozpadem kraniálních prvosegmentů a 1. okcipitálního)

Migrace buněk neurální lišty



PMID16938878

Buňky neurální lišty

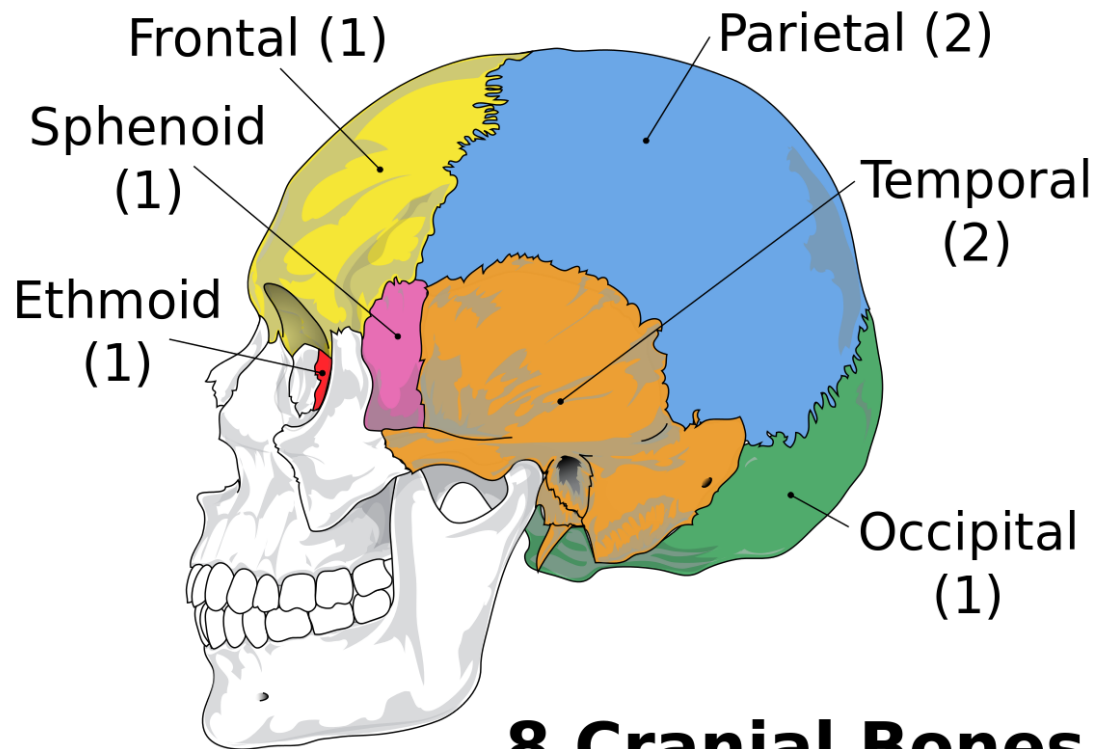


Paraaxiální mezoderm

Laterální mezoderm

VÝVOJ LEBKY - NEUROKRANIUM

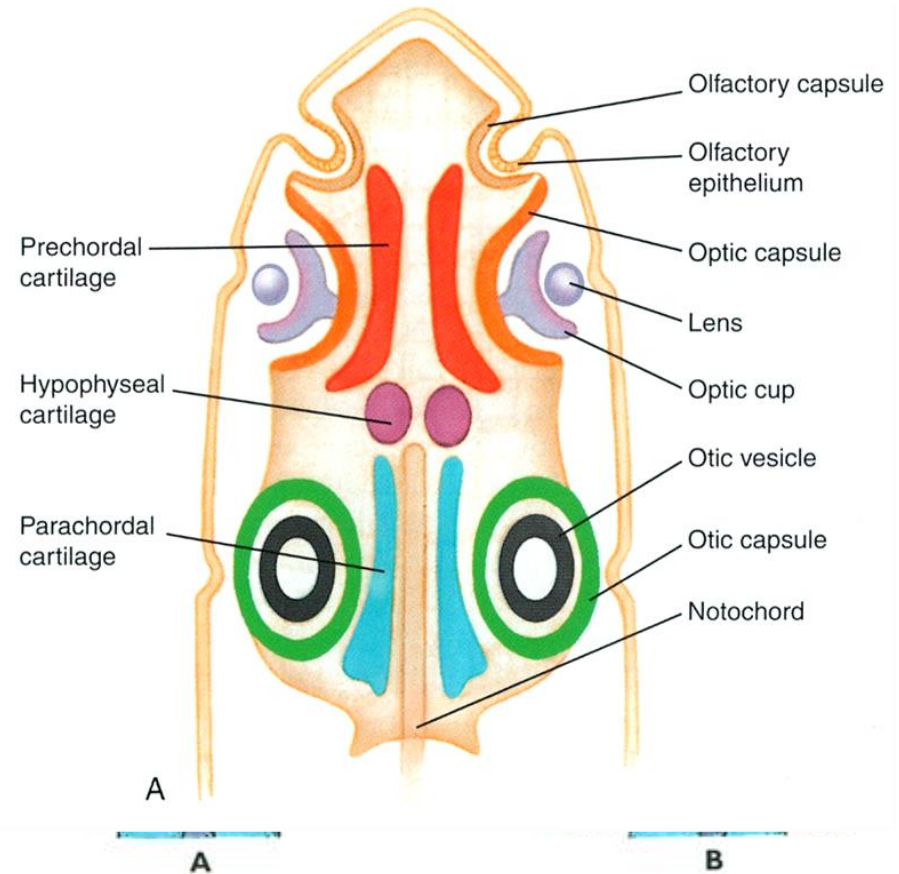
- **chondrokranium** (baze lebni)
 - role chorda dorsalis (organizátor)
 - několik samostatných chondrifikačních center v mezenchymovém blastému v oblasti budoucí baze lebni
 - chrupavková pouzdra kolem základů smyslových orgánů
- **desmokraniium** (klenba lebni)



8 Cranial Bones

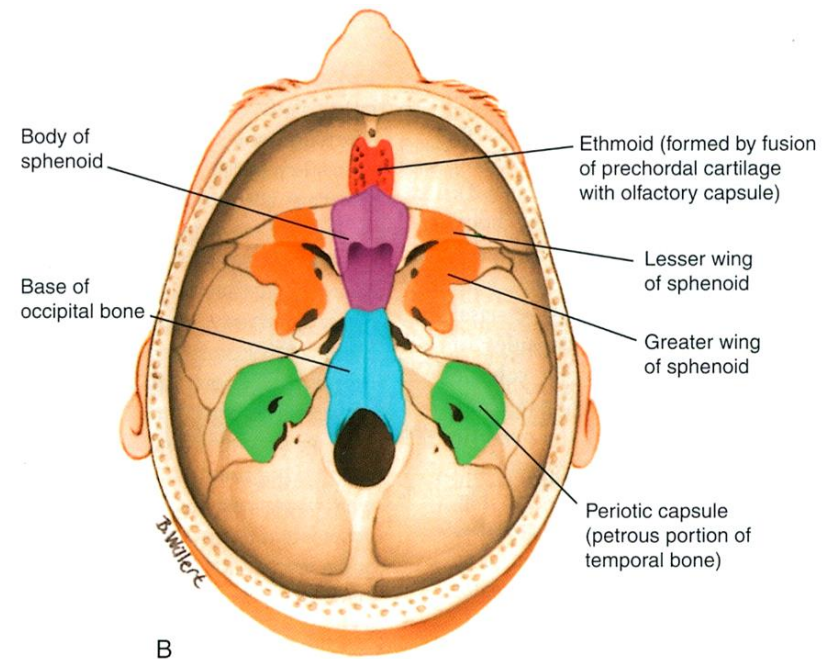
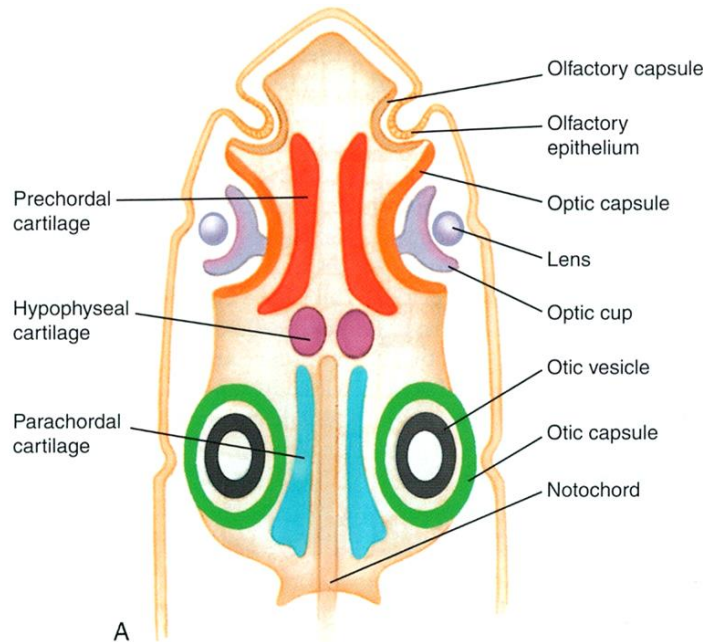
Chondrokranium

- párové chrupavkové ploténky (**parachordalia**) srostou v ploténku parachordovou, před chordou párové chrupavkové trámce, **trabeculae cranii**, srostou v ploténku trabekulární
- mezi trabekulární a parachordovou ploténkou se vytvoří párové hypofýzové chrupavky obkružující základ hypofýzy
- všechny chrupavky srostou v jednotnou **bazální ploténku** - základ těla kosti klínové a kosti týlní
- bazální ploténka pokračuje dopředu jako **processus ethmoidalis**
- laterálně od ní vznikají kolem sluchových váčků chrupavkové obaly – **capsulae oticae**, které s ní rovněž srůstají - základ větší části těla kosti spánkové
- chondrifikace postupuje odzadu dopředu a postupuje do krajiny nosní, kde vytvoří chrupavkové nosní pouzdro – **capsula nasalis** (septum nasi se diferencuje z trabekulární ploténky)



Obr. 74. Schéma vývoje neurokrania: A — u ryb; B — u savců; a — trabecula cranii; b — sfenolaterální chrupavka; c — hypofýzární vkleslina; d — infundibulum; e — trabekulární ploténka; f — hypofýzární chrupavka; g — pólová (hypofýzární) chrupavka; h — arteria carotis interna; ch — chorda dorsalis; i — parachordální chrupavky (parachordalia); j — capsula otica

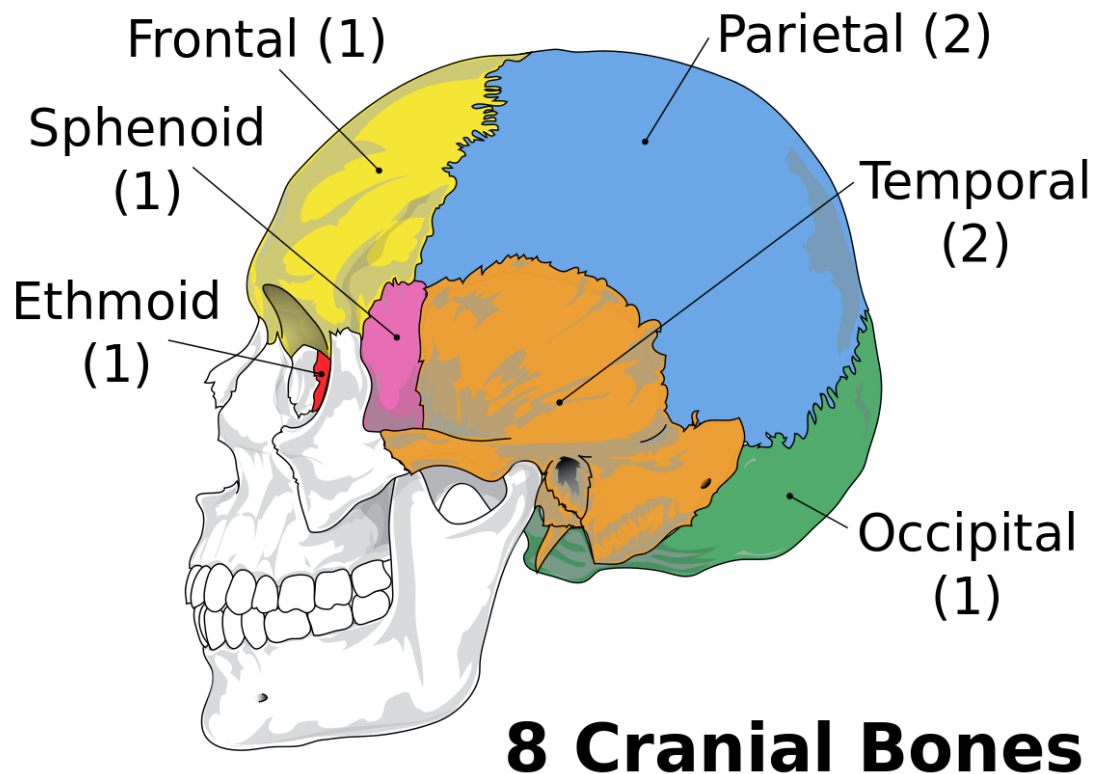
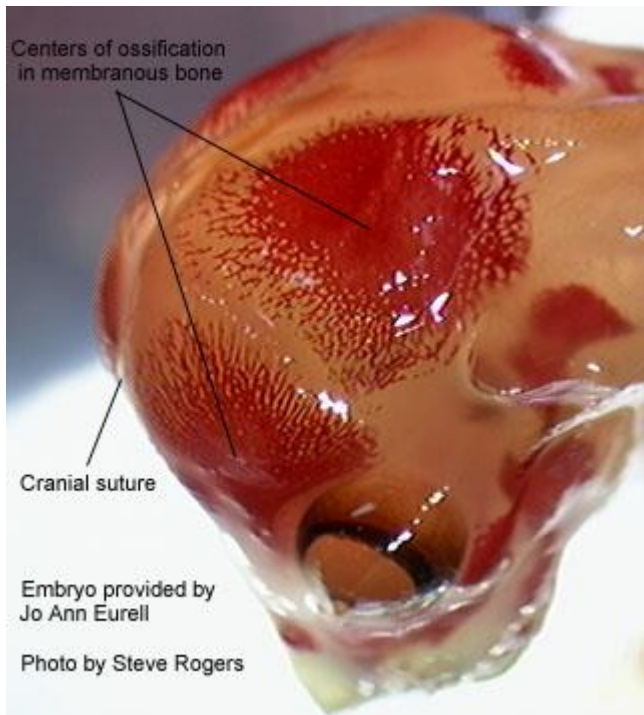
Chondrokranium



- **regio occipitalis** - od bazální ploténky vzhůru **párové výběžky**, které obemykají mozkový kmen a nad ním se spojí v **tectum posterius**, které se směrem dopředu rozšiřuje v **lamina parietalis**. Tectum a lamina parietalis jsou jedinými chrupavčitě preformovanými částmi budoucí klenby lební a odpovídají dolní části squama occipitalis. Mezi tectum posterius a zadním okrajem bazální ploténky zůstává široký otvor – **foramen occipitale magnum**
- **regio otica** - capsula otica, zakládá se nezávisle na bazální ploténce, s kterou později srůstá a poskytuje základ pro pars petrosa ossis temporalis
- **orbitotemporální krajina** - vývoj všech částí kosti klínové (fossa hypophysealis a sella turcica, malá a velká křídla) a ohraničováním otvorů pro vstup nervů a cév.
- **ethmoidální krajina** - z bazální ploténky dopředu vertikální ploténka - septum interorbitale a septum nasi, po stranách samostatně ploténka paranasální - srostou s okrajem nosního septa → capsula nasi

VÝVOJ LEBKY - DESMOKRANIUM

- Zbytek mozku je kryt kostmi, které vznikají **desmogenní osifikací** a označují se jako **kosti krycí**.
- Krycí lebeční kosti vznikají buď:
 - celé osifikací desmogenní (kosti temenní, čelní, slzné, radličná)
 - nebo se kombinují s kostěnými částmi vytvořenými chondrogenní osifikací (horní část šupiny kosti týlní, šupiny kostí spánkových)



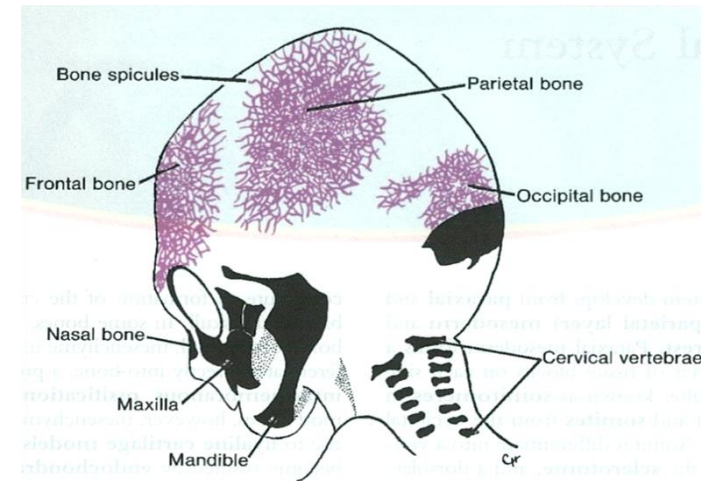
VÝVOJ LEBKY - SPLANCHNOKRANIUM

- Osifikací desmogenní z mezenchymového blastému žaberních oblouků - většina kostí (horní čelist, kosti lícní, patrové, dolní čelist s výjimkou krčku a hlavice)
- Chondrogenní osifikací - část kostí, chrupavky vznikají diferenciací uvnitř žaberních oblouků

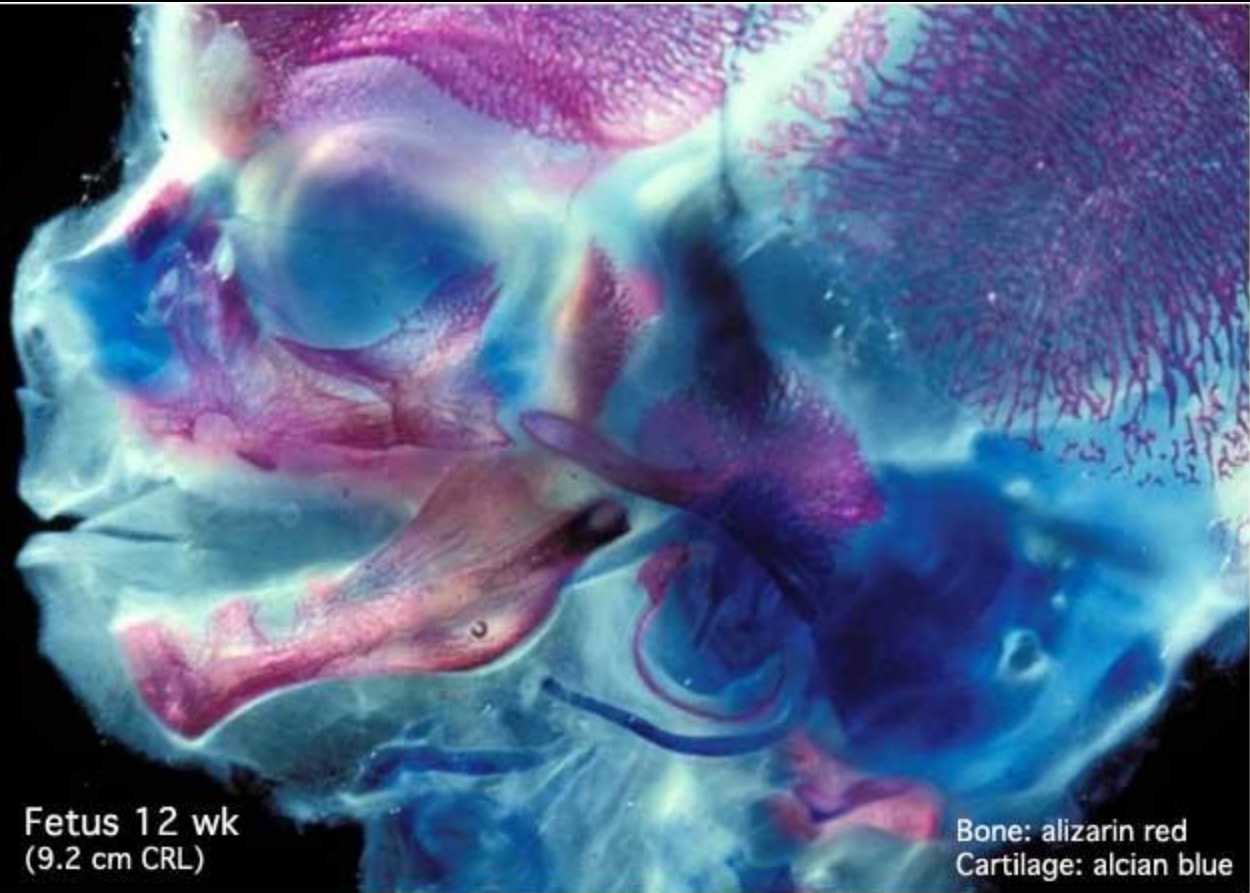
Z 1. oblouku - 3 chrupavky:

základ pro kladívko a kovadlinku a Meckelova chrupavka (chrupavka sama zaniká až na malou část pro krček, hlavici, processus condylaris a processus coronoideus mandibuly).

Z 2. oblouku - chrupavkový základ pro třmínek a Reichertova chrupavka (processus styloideus, cornu minus a horní část těla ossis hyoidei)



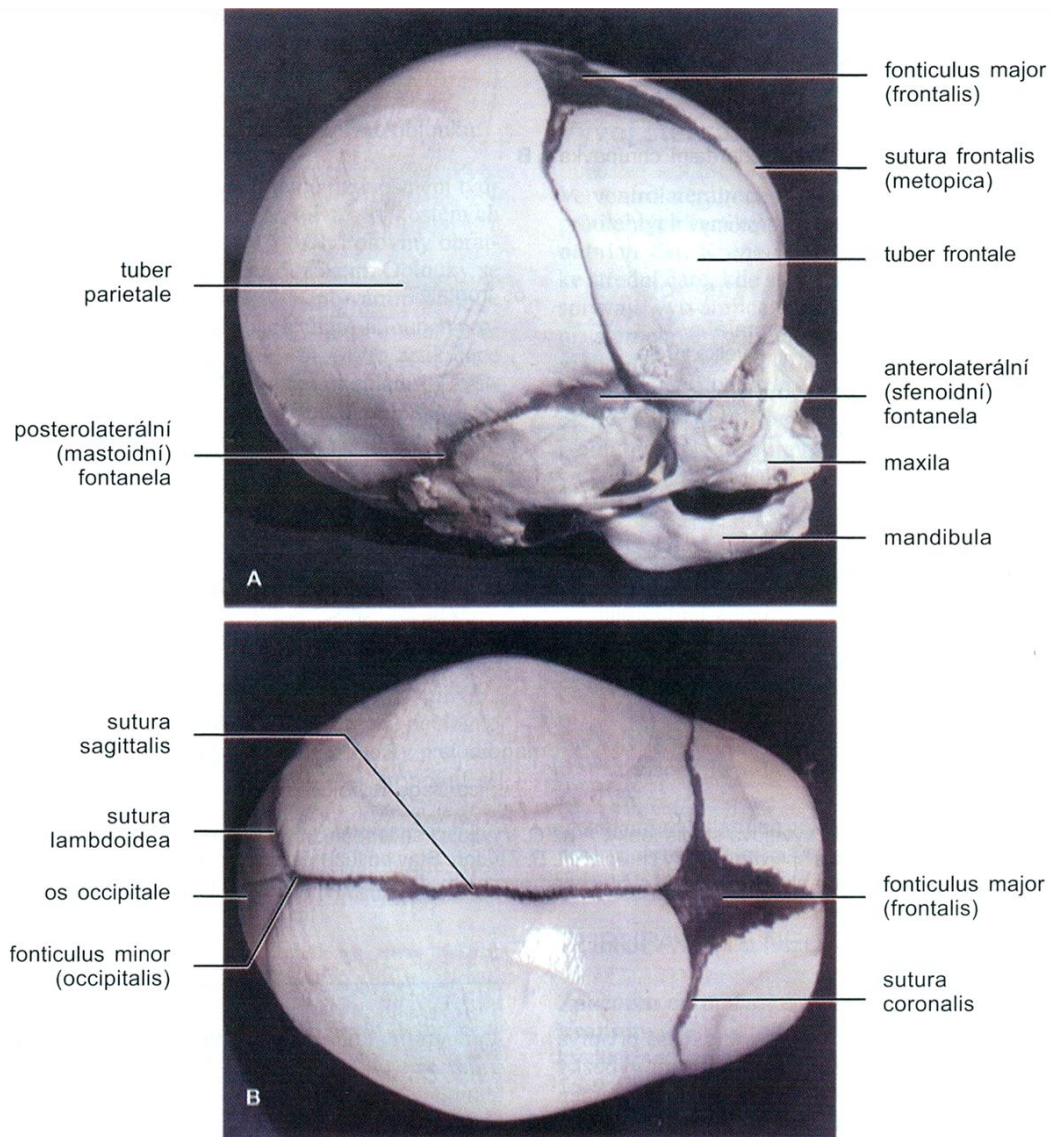
- V průběhu osifikace zůstávají lebeční kosti od sebe odděleny
- kosti baze lební jsou až do porodu spojeny chrupavkou (**synchondroza**), která je po dokončení osifikace nahrazena kostí (**synostóza**)
- Kosti klenby lebeční jsou spojeny švy, které vznikají poměrně pozdě, což umožňuje růst mozku. Po dobu 1. roku jsou jejich okraje spojeny vazivovými membránami zvanými fontikuly (fontanely) (nepárový velký a malý fontikulus a párové fonticulus mastoideus a sphenoidalis).



Fetus 12 wk
(9.2 cm CRL)

Bone: alizarin red
Cartilage: alcian blue

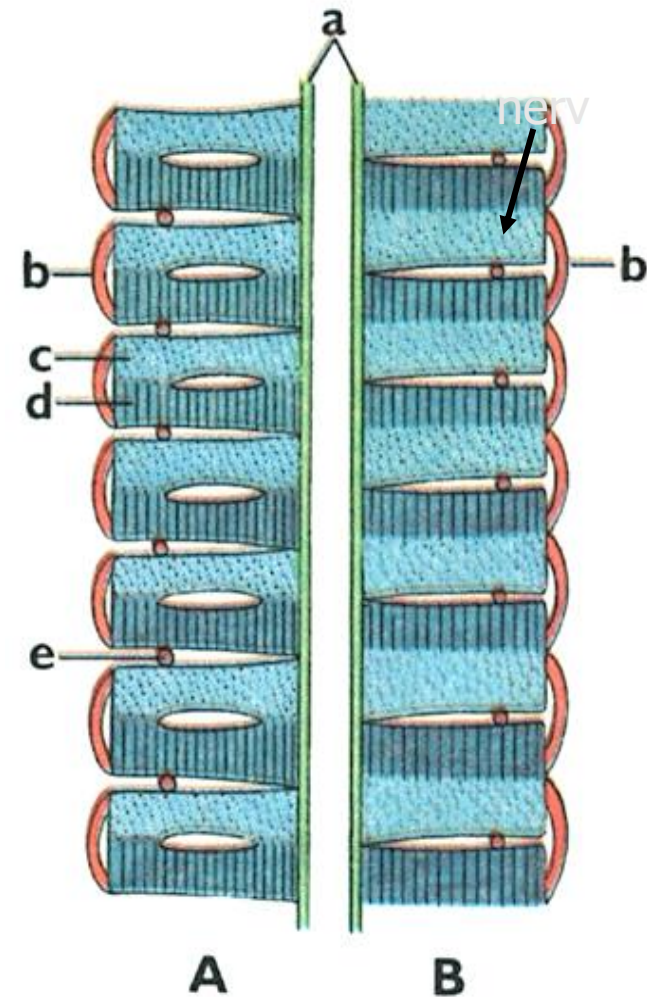
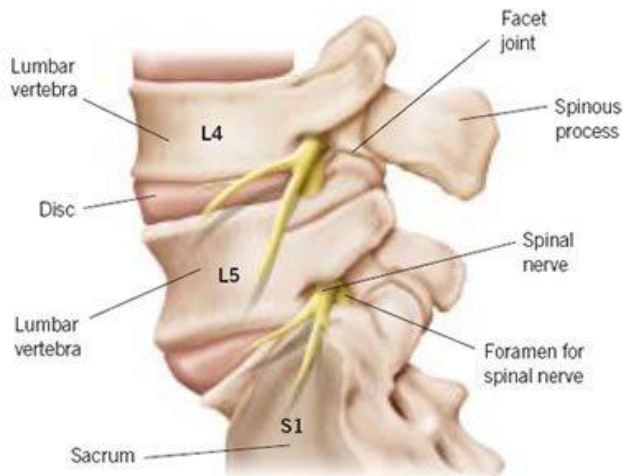
VÝVOJ LEBKY – SUTURY A FONTANELY



Obr. 15-10. Fotografie fetální lebky zobrazující kosti, fontanely a spojovací švy. *A*, Pohled ze strany. *B*, Pohled shora. Zadní a anterolaterální fontanely vymizí v důsledku růstu přilehlých kostí během 2 až 3 měsíců po narození, avšak ve formě švů přetrvávají i několik let. Posterolaterální fontanely zaniknou podobným způsobem koncem prvního roku a přední fontanela (fonticulus frontalis) v závěru roku druhého. Frontální, čili metopická, sutura je obvykle obliterována až v osmém roce. Ostatní švy vymizí v dospělosti, avšak doba, kdy se jednotlivé sutury uzavřou, je velice variabilní.

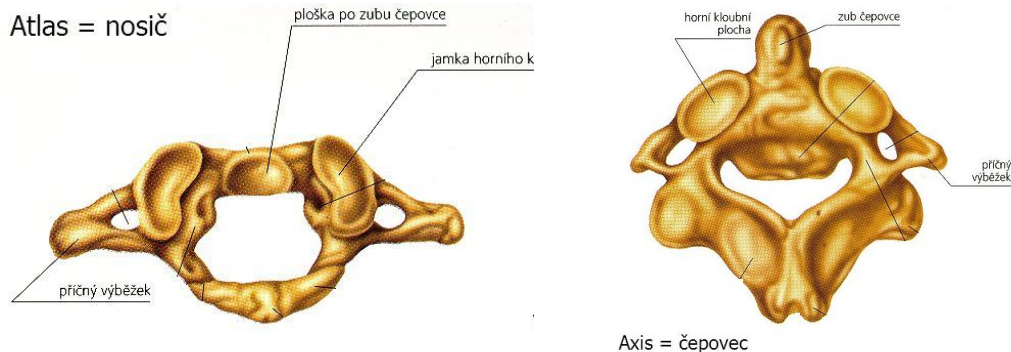
VÝVOJ PÁTEŘE

- pravostranný a levostranný **sklerotom** se spojí a obklopí chordu - úseky pocházející z jednotlivých sklerotomů jsou odděleny řidšími vrstvami, jimiž probíhají **intersegmentární arterie**
- materiál každého sklerotomu se diferencuje ve dvě části – **kaudální** (mezenchym zahuštěn) a **kraniální** (mezenchym řídký). Kaudální kondenzovaný úsek se spojí s kraniální řídkí částí následujícího sklerotomu - základ pro tělo obratle.
- tímto způsobem je zajištěno, že konce svalů vzniklých z myotomů se upínají na sousední obratle.
- materiál chorda dorsalis v místech těl obratlů vymizí, naopak mezi obratli expanduje a dá základ pro **nucleus pulposus** meziobratlové ploténky.



VÝVOJ OBRATLŮ

- Ze základu pro tělo obratle vyrůstají dva páry výběžků: dozadu processus neurales (neurapofýzy) - základ pro arcus vertebrae a ventrolaterálně processus costales (pleurapofýzy).
- Ve 4. týdnu začíná chondrifikace: 3 páry chondrifikačních center (jeden pár v tělech obratlů po stranách chordy a po jednom páru v neurapofýzách a pleurapofýzách). V tělech obratlů je pak chorda nahrazena chrupavkou.
- Na arcus vertebrae další výběžky – processus transversus, p. articularis superior a inferior, p. laminaris, který dá vznik p. spinosus. Odlišný je vývoj výběžků u prvních dvou krčních obratlů.



- Processus costales se u hrudních obratlů prodlužují ventrálním směrem a tvoří základ žeber.
- Jejich ventrální konce srůstají a vytvoří **sternální lištu** (párový základ těla sterna). Manubrium vzniká ze samostatného základu (interklavikulární blastém související původně se základem klavikuly). Základ manubria srůstá se sternálními lištami.
- Processus costales krčních a bederních obratlů jsou krátké a srůstají s processus transversis. V sakrální oblasti srůstají processus costales s těly obratlů a s processus transversis, splynulé základy na obou stranách srůstají v jednotnou **ala sacralis**. Processus articulares rovněž srůstají.

OSIFIKACE PÁTEŘE

- Enchondrální, začíná asi v 9. týdnu a je ukončena kolem 25. roku života
- Primární osifikační centra - 3 (nepárové pro tělo a párové pro oblouk).
- Osifikace oblouku je dovršena v 1 roce života, oblouk je s tělem stále spojen chrupavkou - umožnění růstu obratle do šířky při zvětšování míchy, chrupavka vymizí v průběhu 4.-6. roku.
- V pubertě 5 sekundárních osifikačních center, osifikace je dokončena v 25 letech.
- Žebra osifikují z centra, které je uloženo v angulus costae a osifikace se šíří dorzálně i ventrálně a končí v určité vzdálenosti od sternu – zůstávají zachovány chrupavčité konce žeber.
- Osifikačních center ve sternu je více, zakládají se zvláště v základu manubria a postupně v kraniokaudálním směru několik v základu těla.



DĚKUJI ZA POZORNOST!

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