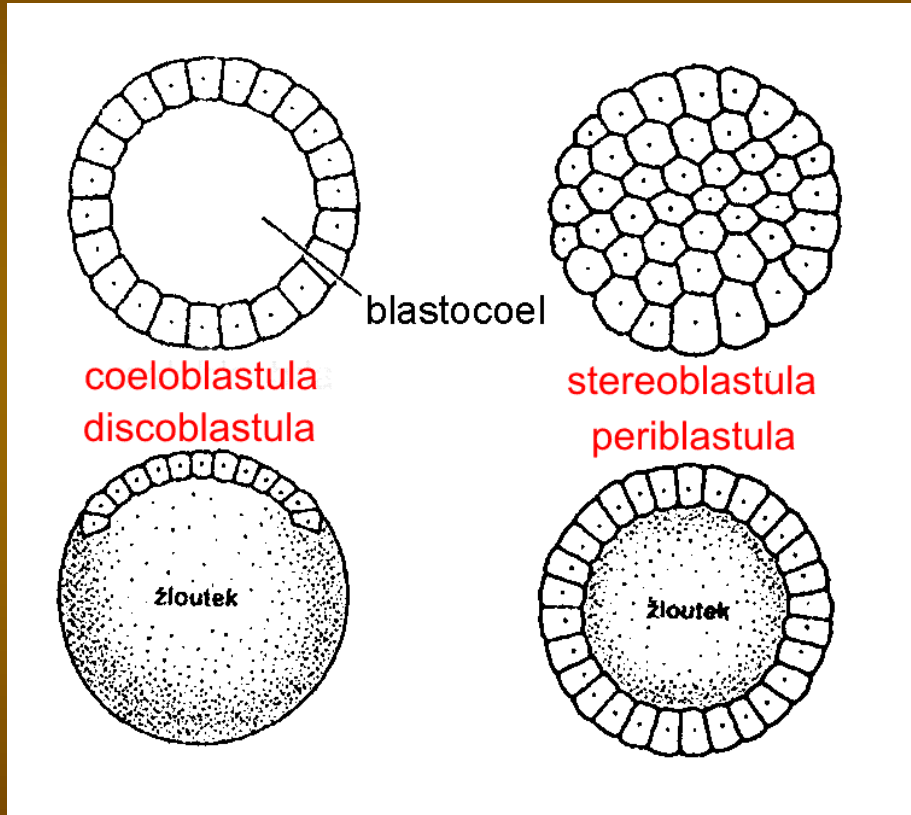


Embryonální původ orgánových soustav a tělních dutin

Stádia embryonálního vývoje:

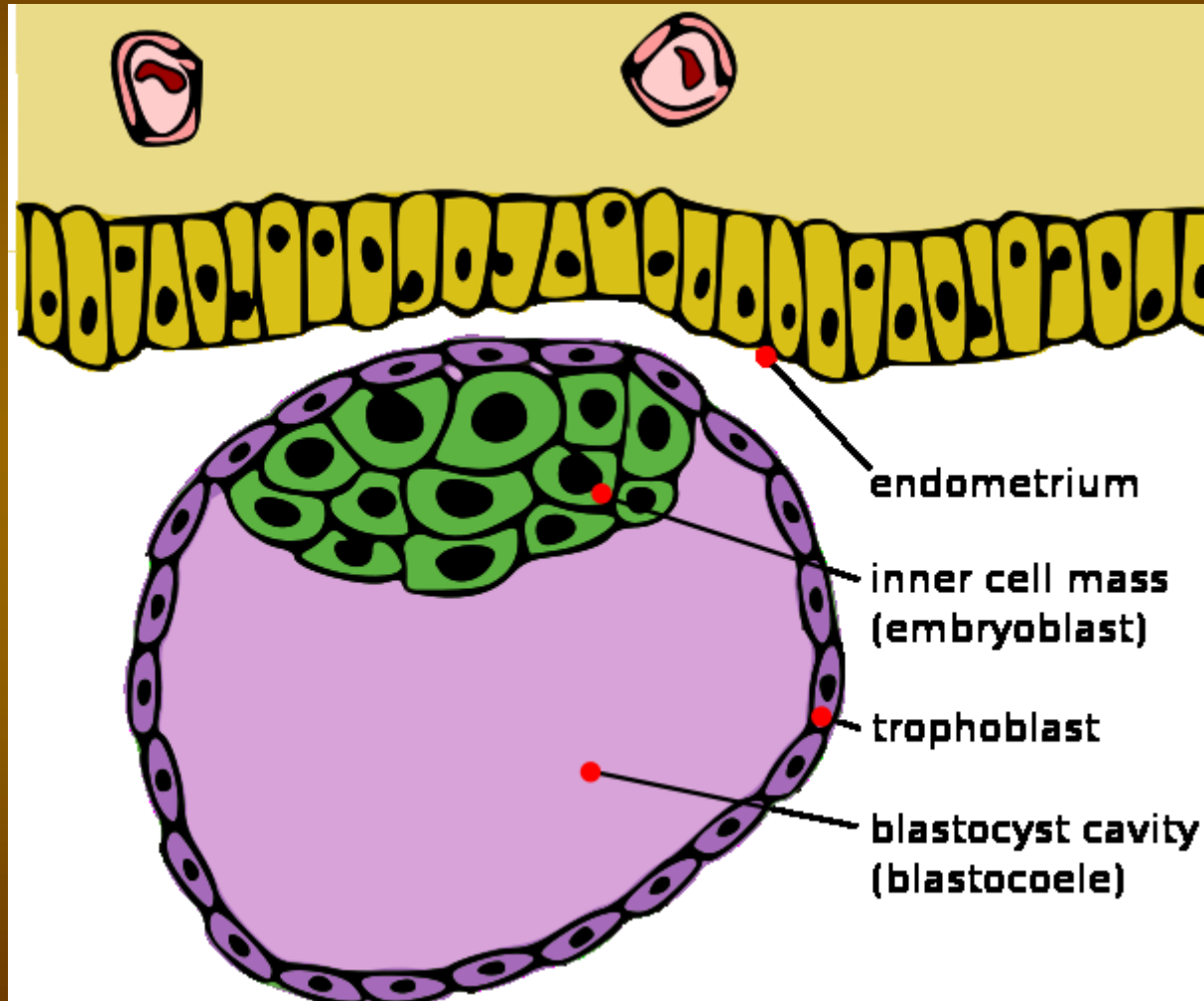
1. BLASTULA



Vznik ektodermu a primární tělní dutiny (blastocoelu)

Embryonální původ orgánových soustav a tělních dutin

Blastocysta



Embryonální původ orgánových soustav a tělních dutin

Stádia embryonálního vývoje:

2. GASTRULA

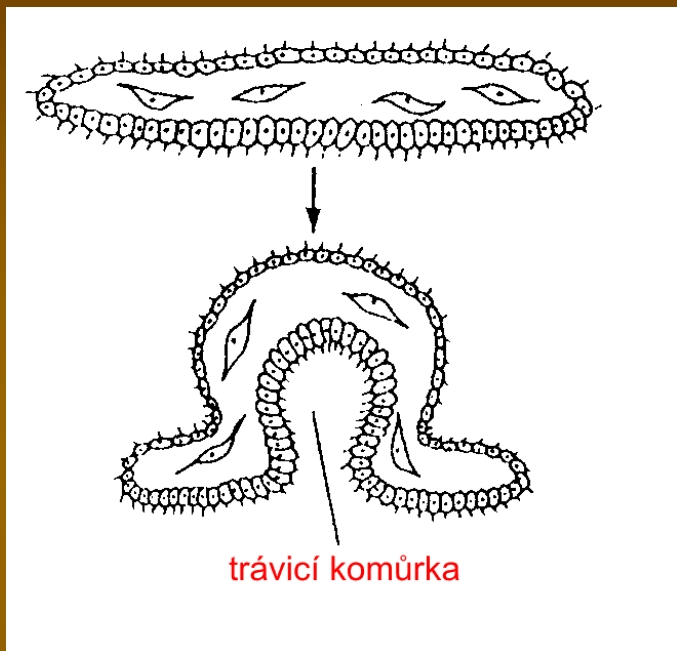


Vznik entodermu a prvoúst

Embryonální původ orgánových soustav a tělních dutin

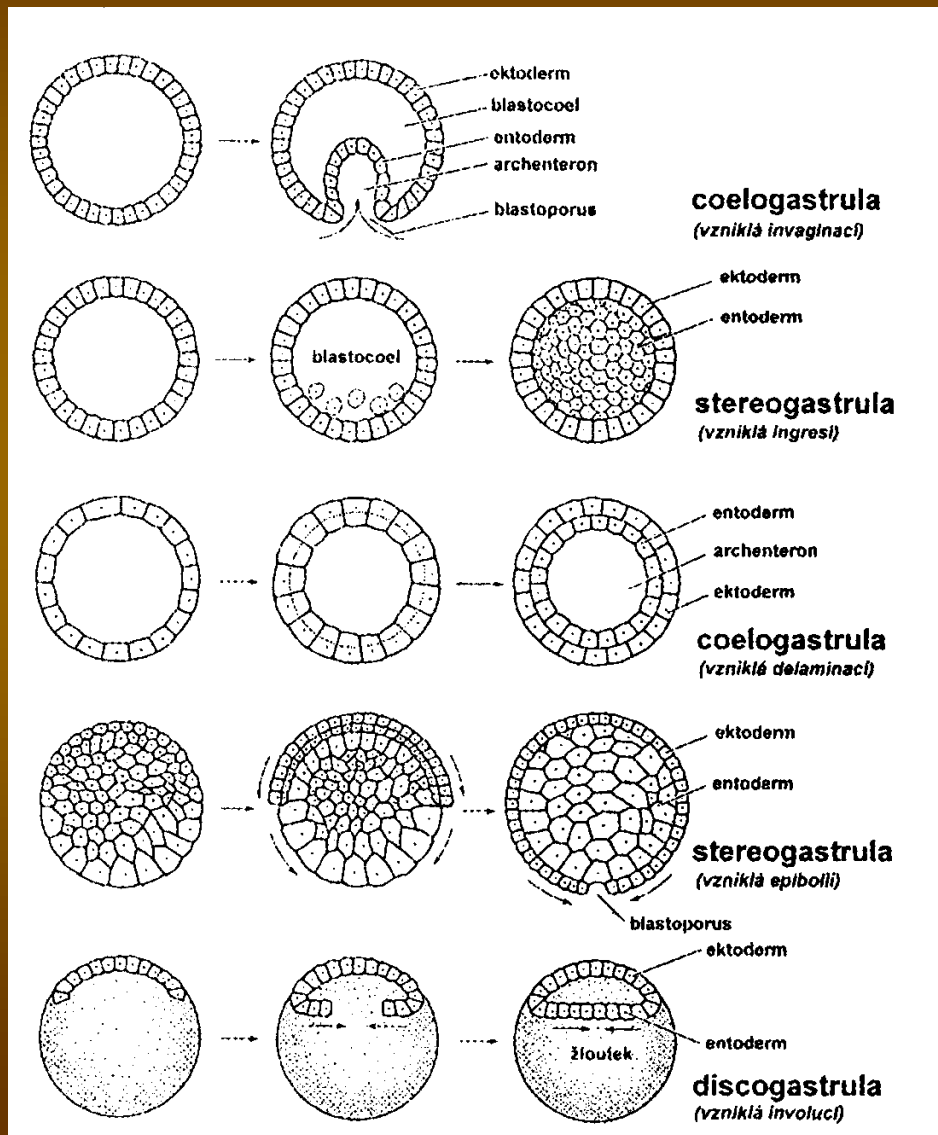
Stádia embryonálního vývoje:

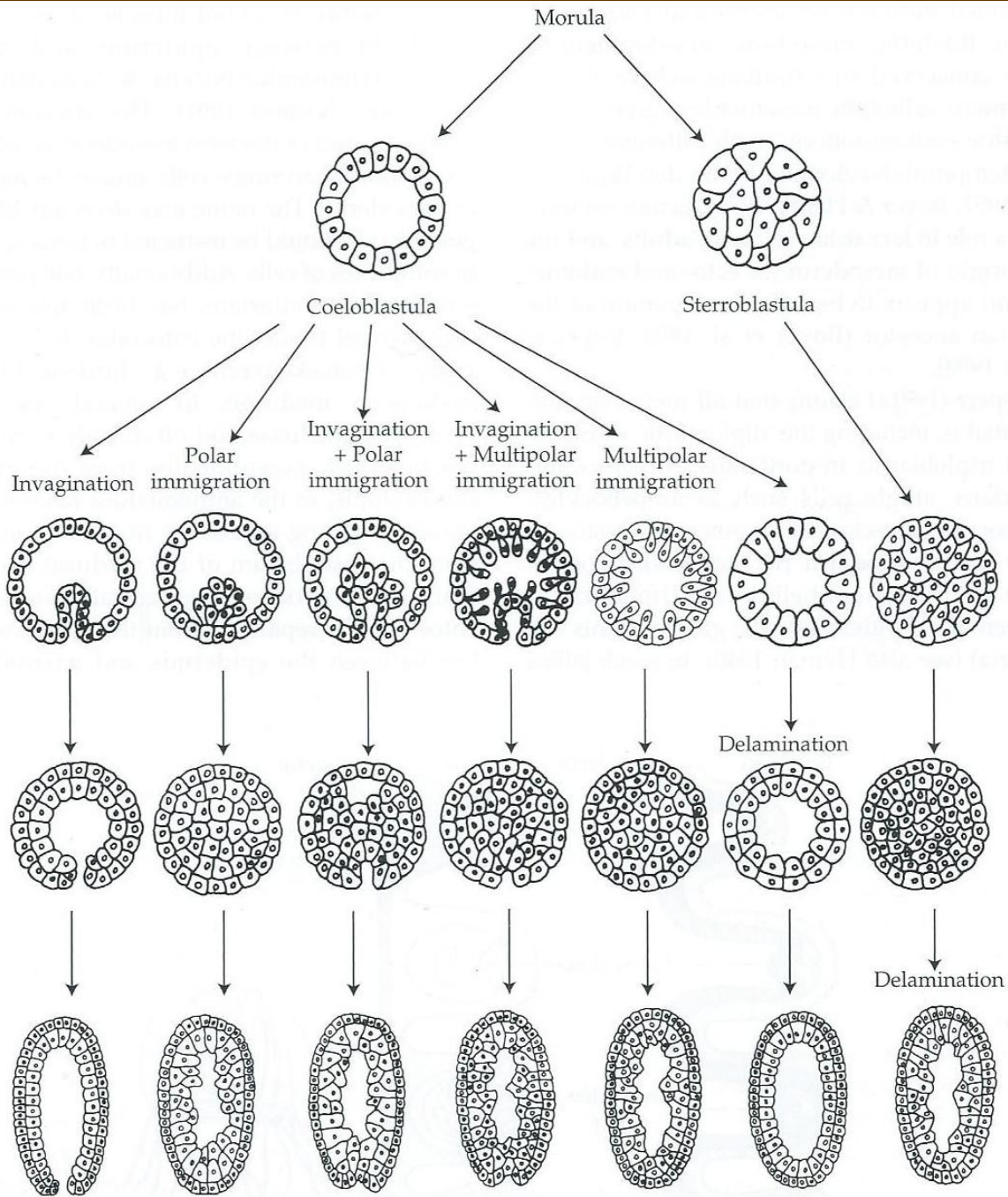
2. GASTRULA



Trichoplax (vločkovci, Placozoa)

Vznik entodermu a prvoúst





Embryonální původ orgánových soustav a tělních dutin

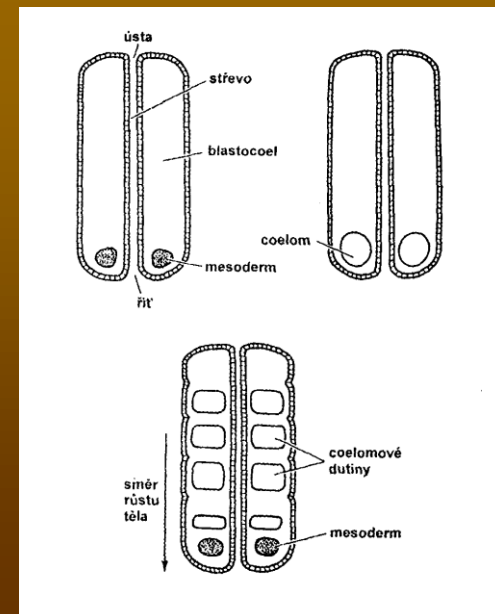
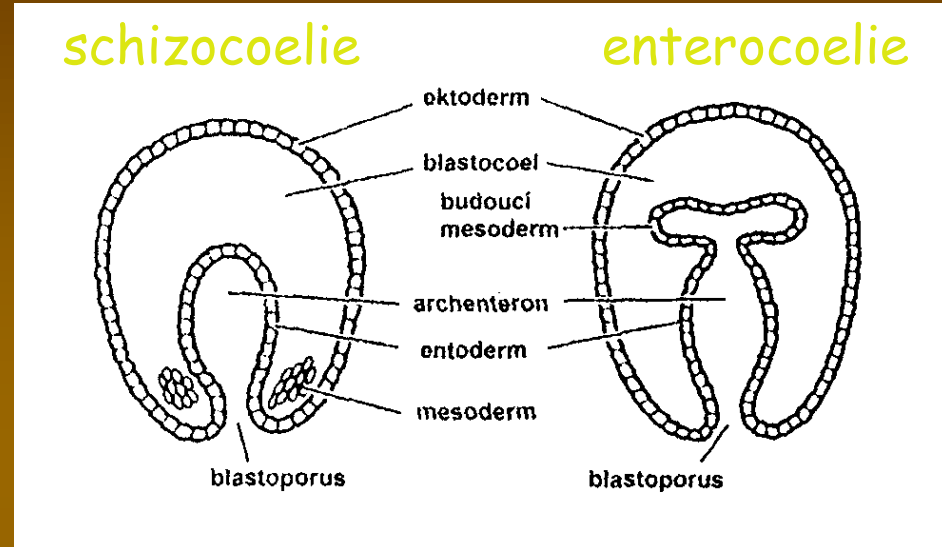
Vznik mesodermu



schizocoelie

Vlastnosti mesodermu:

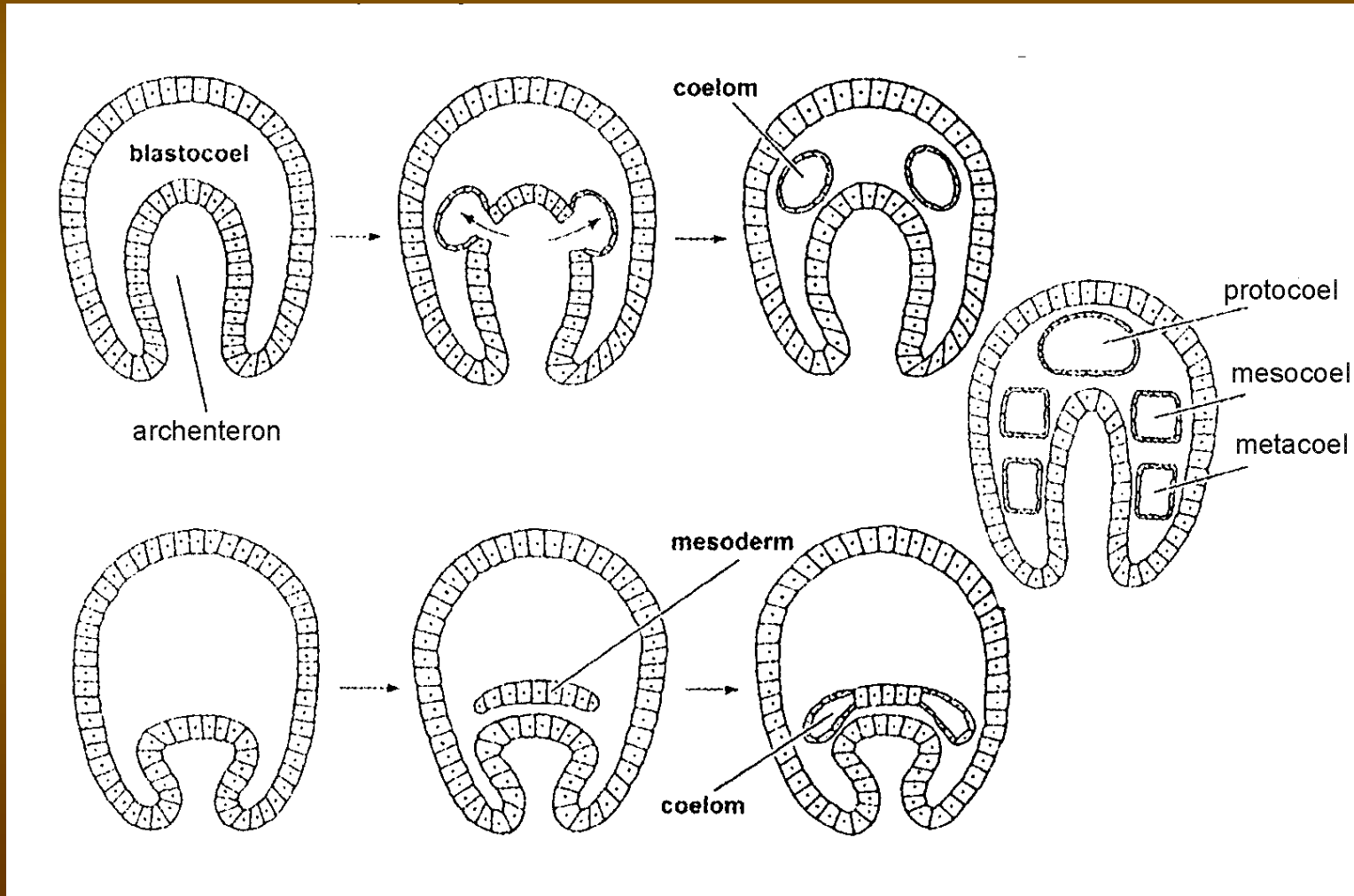
- postupná diferenciacie od rostrálního konce těla ke kaudálnímu;
- není to souvislý zárodečný list - je to z velké části série váček zvaných souborně druhotná dutina tělní (coelom).



coelomové váčky

Embryonální původ orgánových soustav a tělních dutin

Enterocoelie - vznik mesodermu u druhoústých (2 hlavní typy)



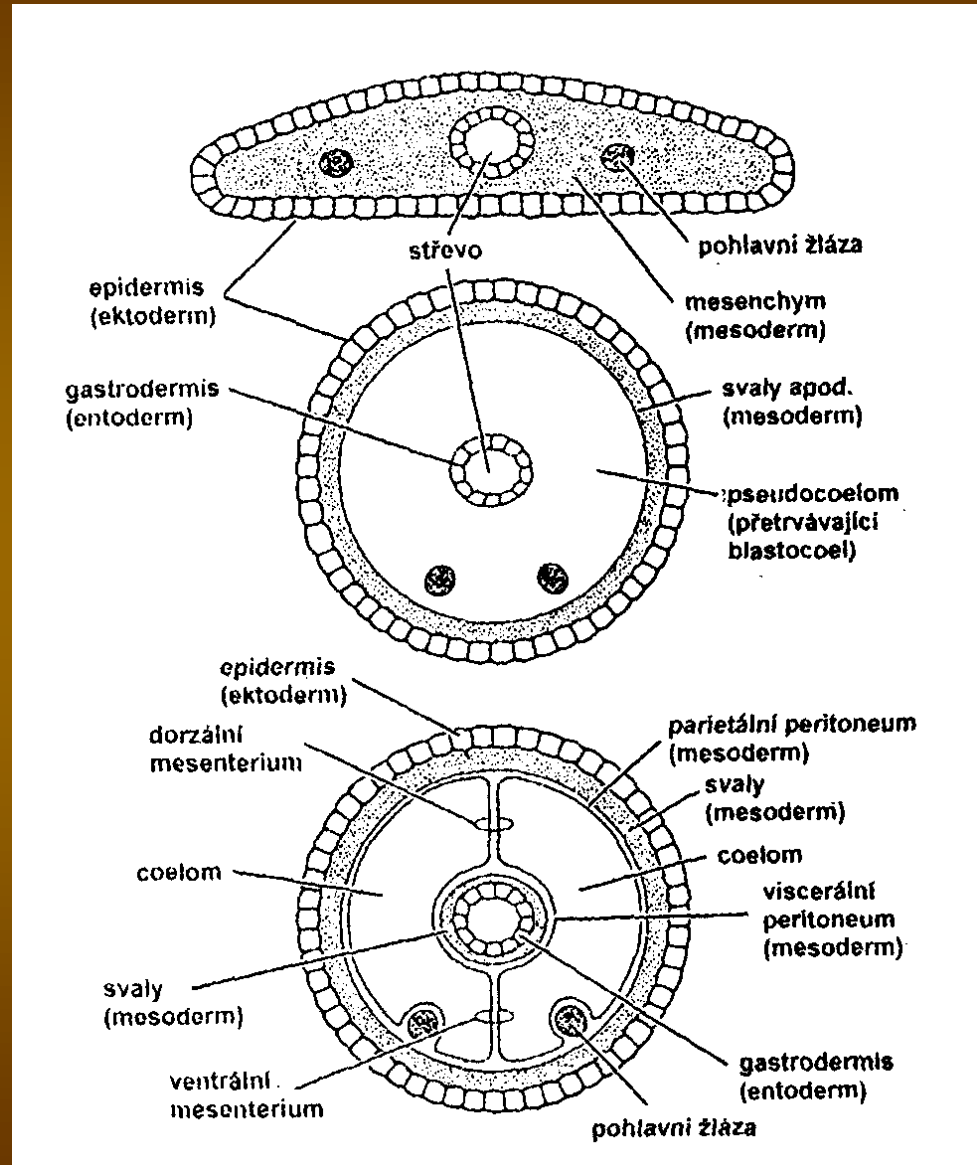
Embryonální původ orgánových soustav a tělních dutin

Dutiny tělní:

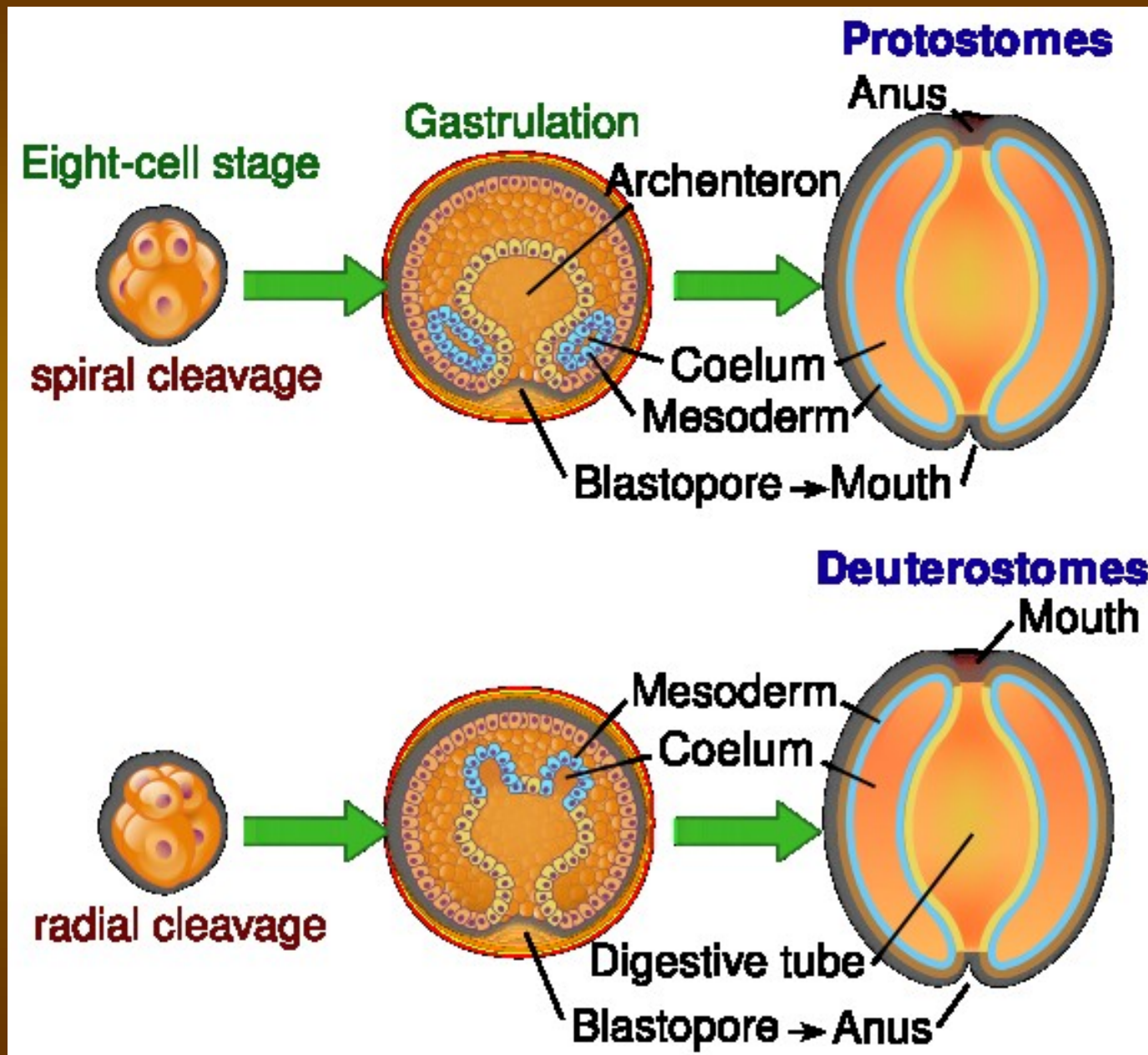
- primární dutina tělní:
BLASTOCOEL

Acoelomata, Pseudocoelomata

- druhotná dutina tělní:
COELOM



Embryonální původ orgánových soustav a tělních dutin

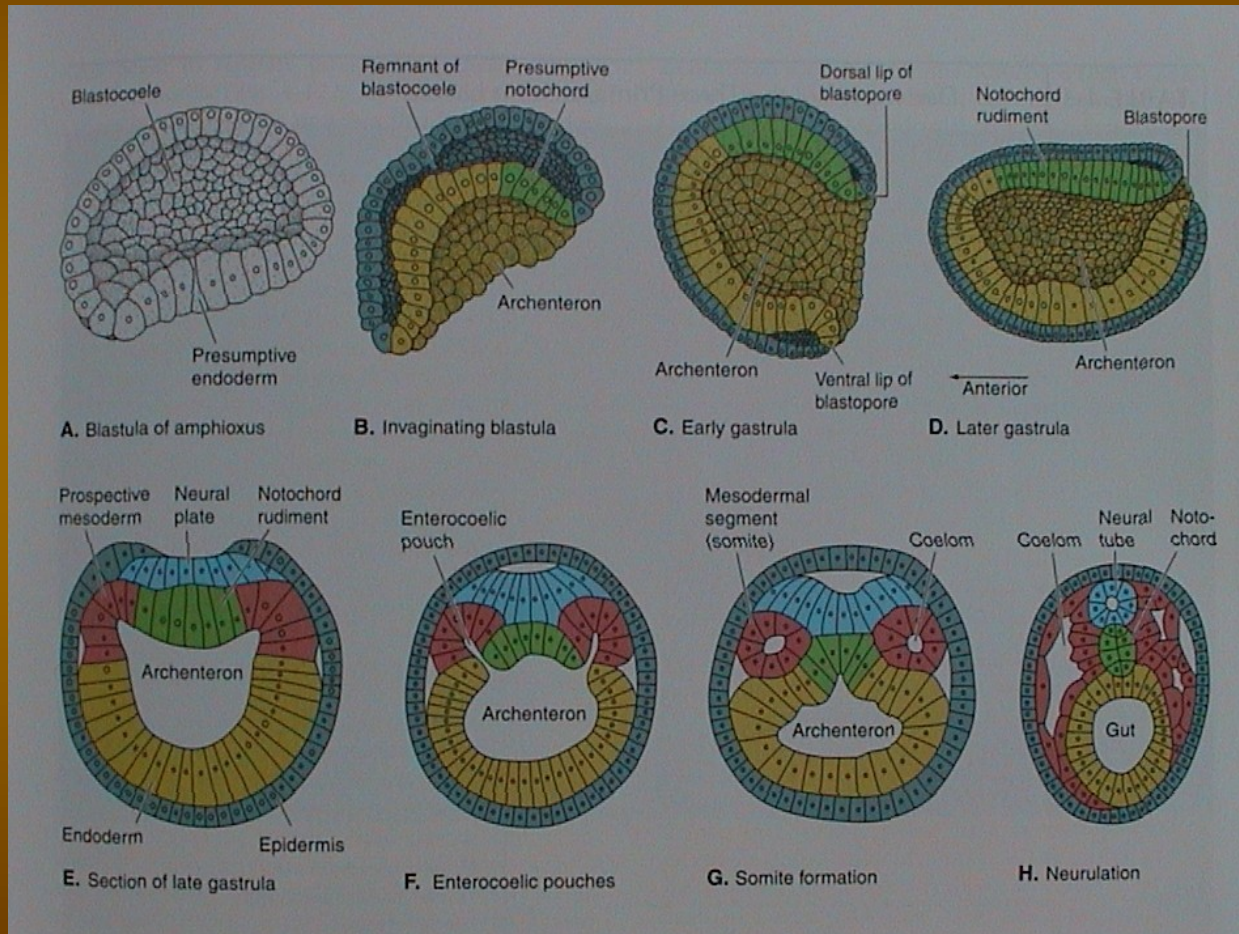


Embryonální původ orgánových soustav a tělních dutin

Stádia embryonálního vývoje:

3. NEURULA

Vývoj mesodermu u kopinatce



Indukce:

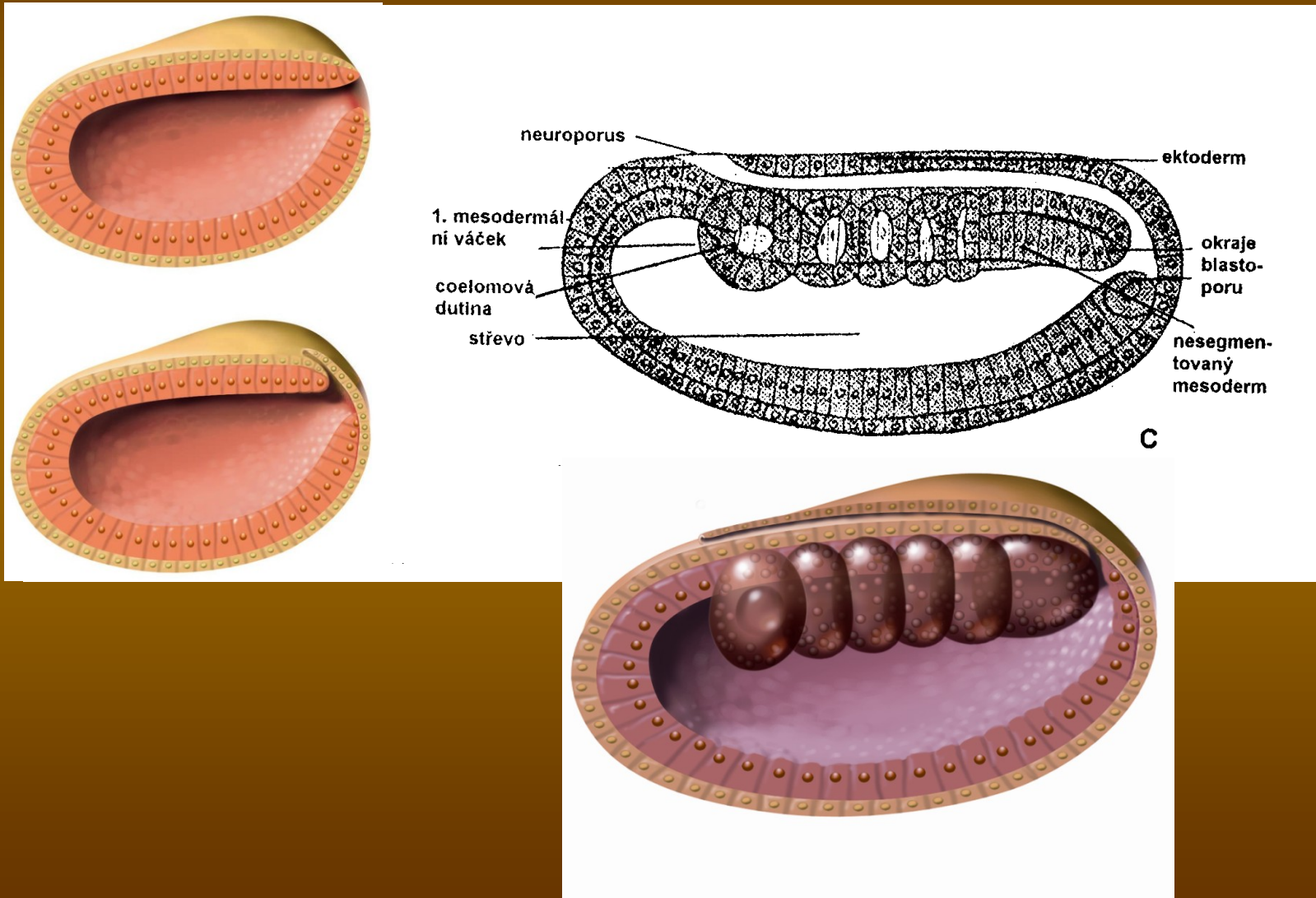
notochord
(chordomesoblast)



neurální trubice
(neuroektoblast)

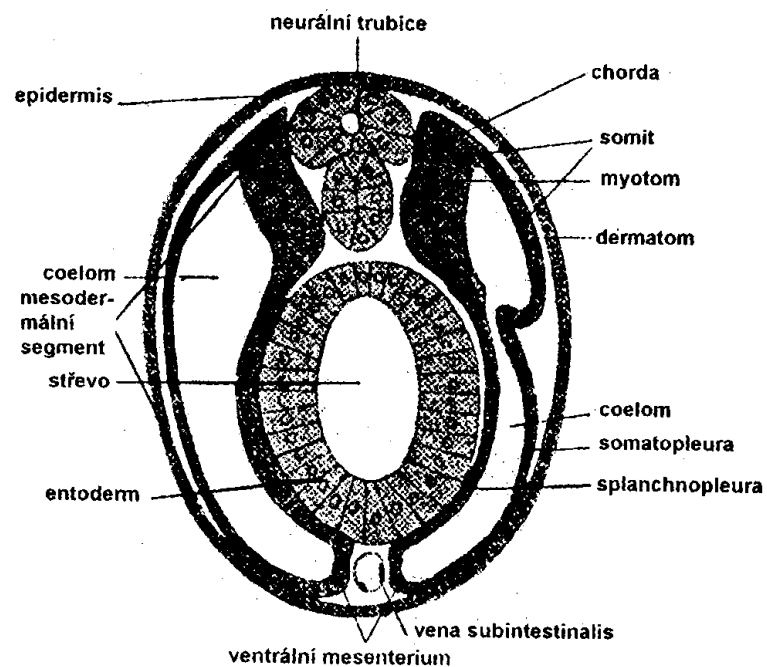
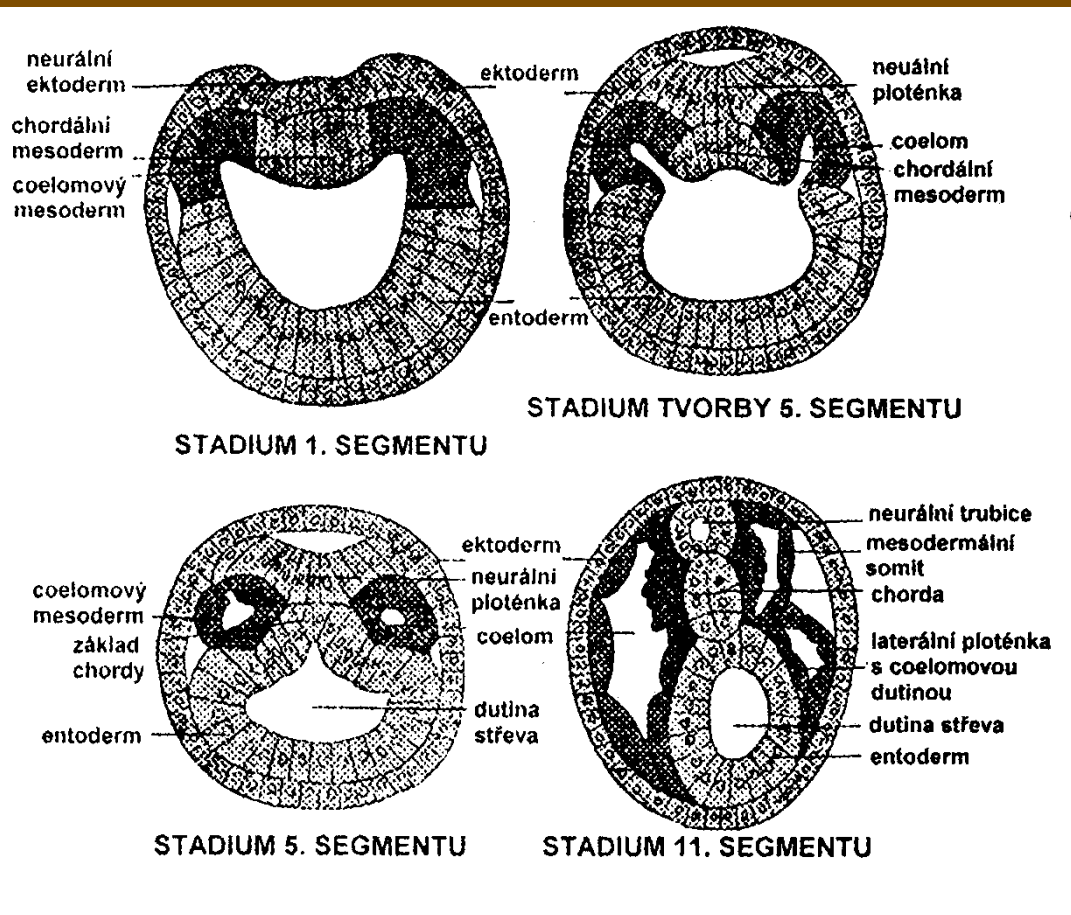
Embryonální původ orgánových soustav a tělních dutin

Vývoj mesodermu u kopinatce



Embryonální původ orgánových soustav a tělních dutin

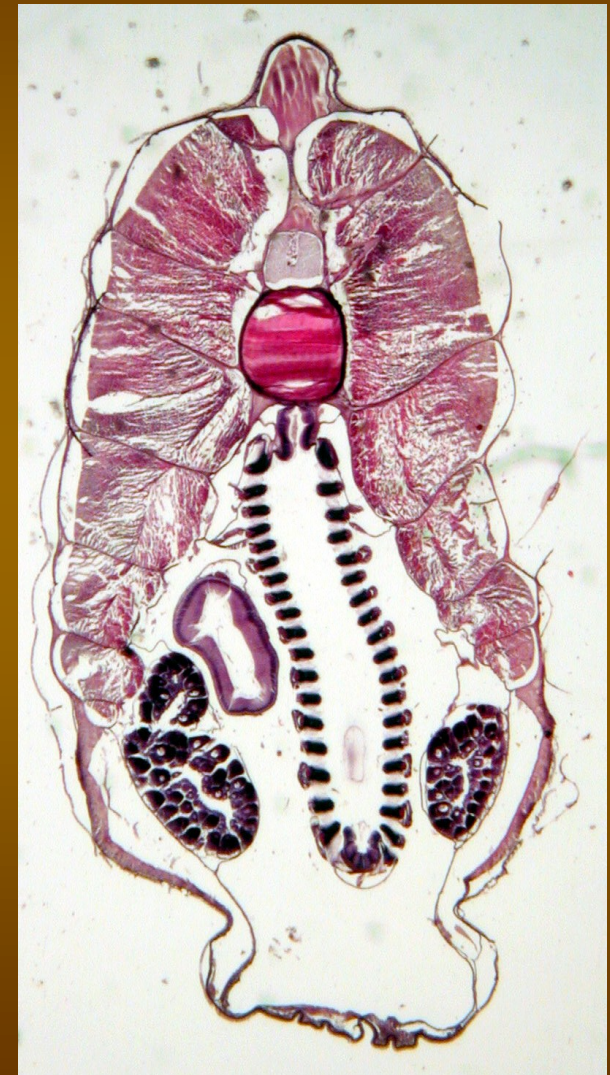
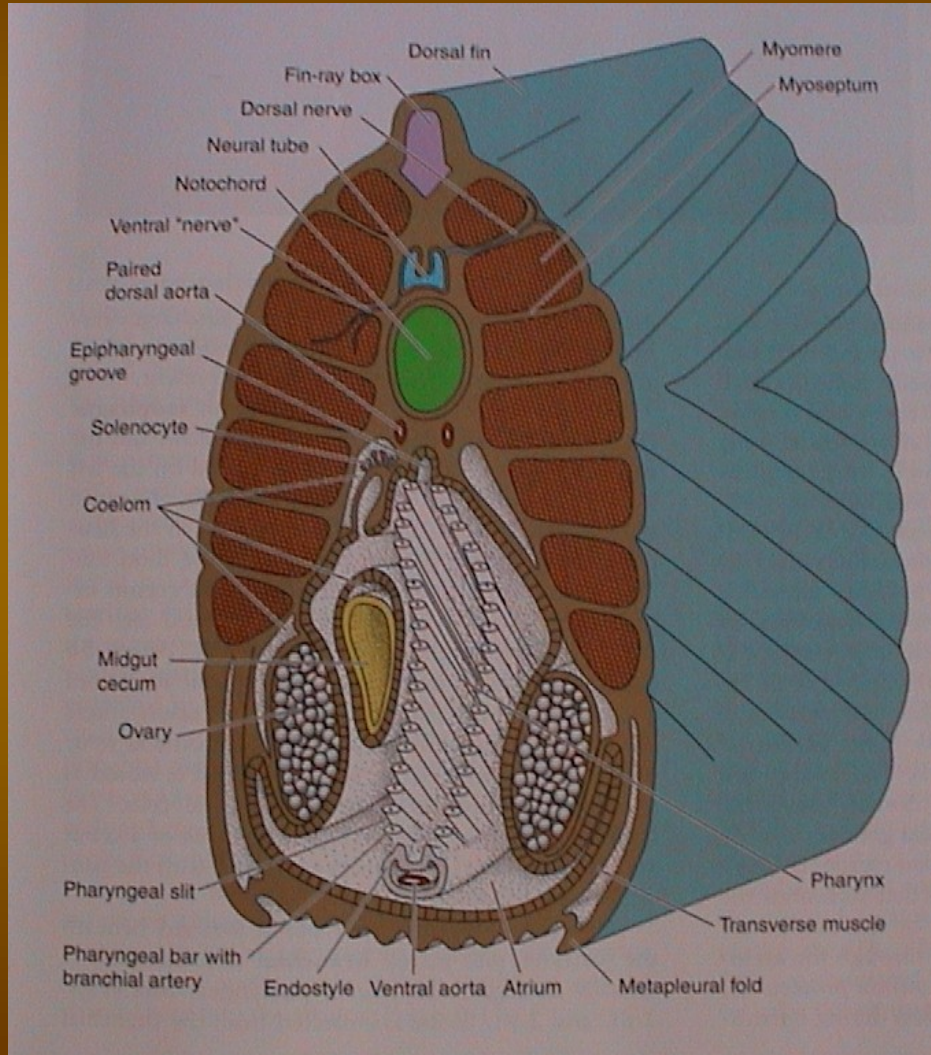
Vývoj mesodermu u kopinatce



Mezoderm = Somit + Intermediární m. + Hypoderm (Laterální ploténka)

Embryonální původ orgánových soustav a tělních dutin

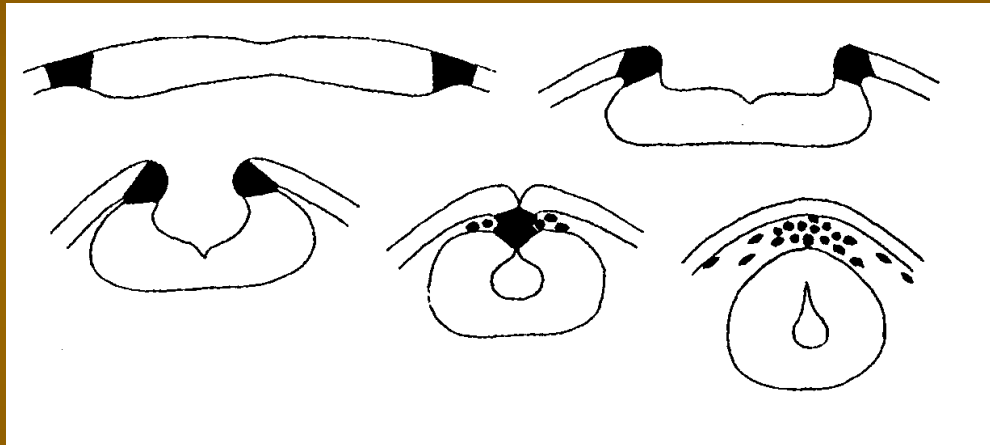
Kopínatec



Embryonální původ orgánových soustav a tělních dutin

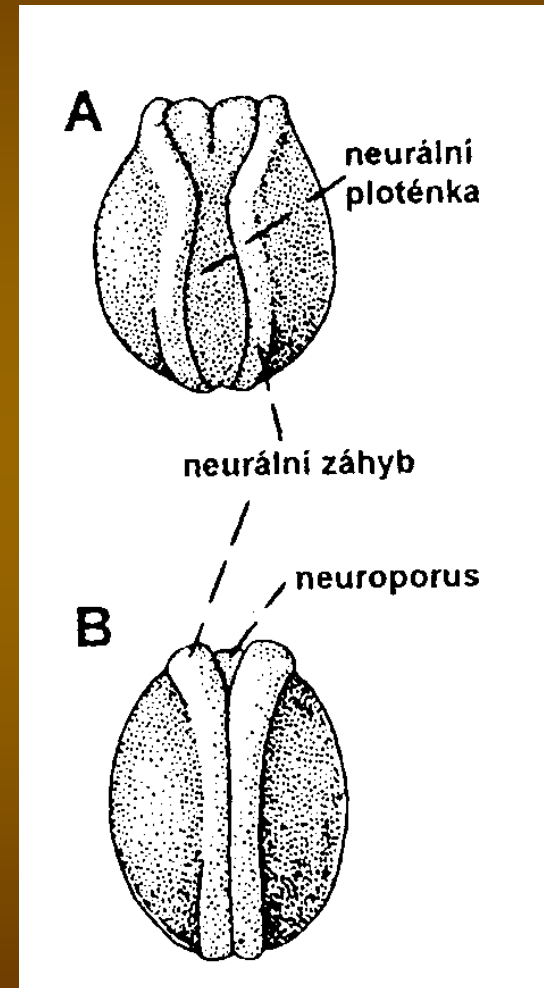
Stádia embryonálního vývoje:

3. NEURULA



Vznik nervové trubice z neurální ploténky

Vznik neurální lišty (černě) → volné mezenchymatické buňky neurální lišty

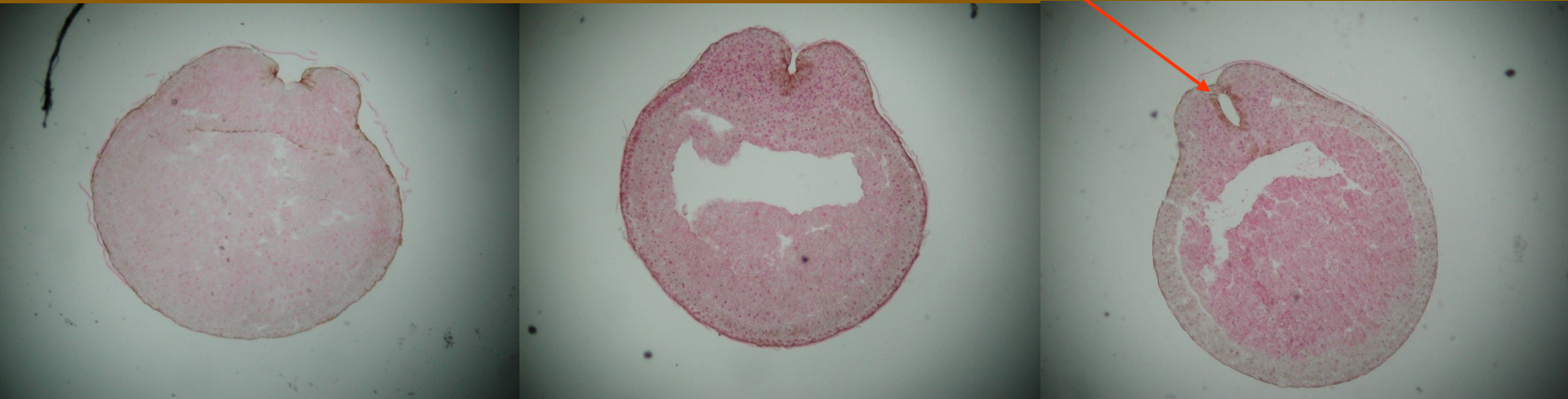


Embryonální původ orgánových soustav a tělních dutin

Stádia embryonálního vývoje:

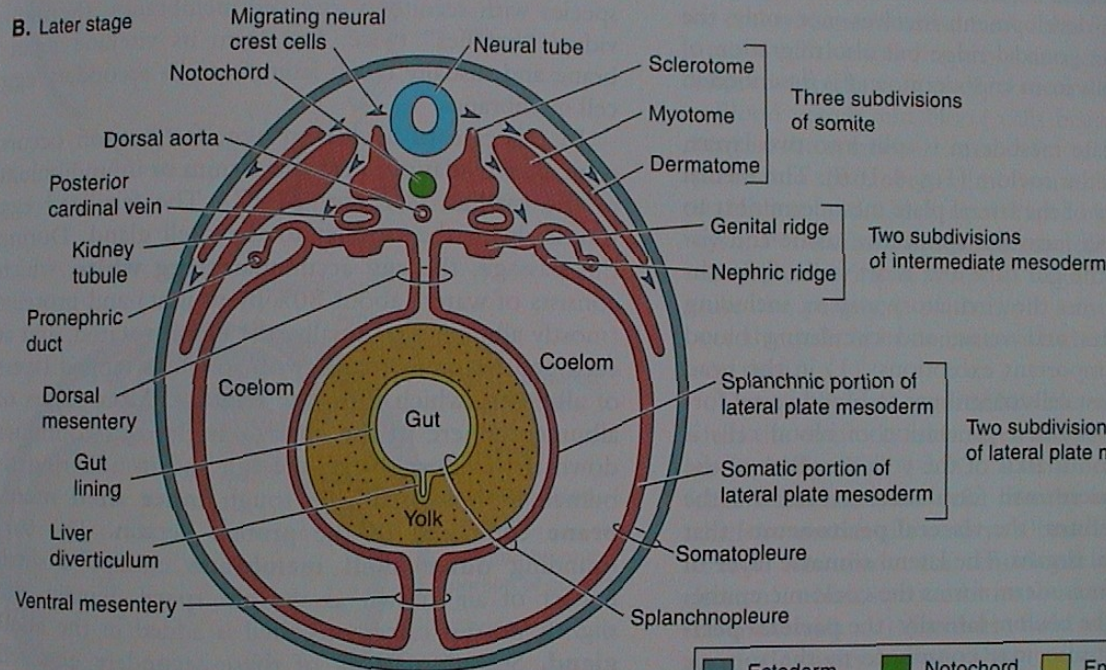
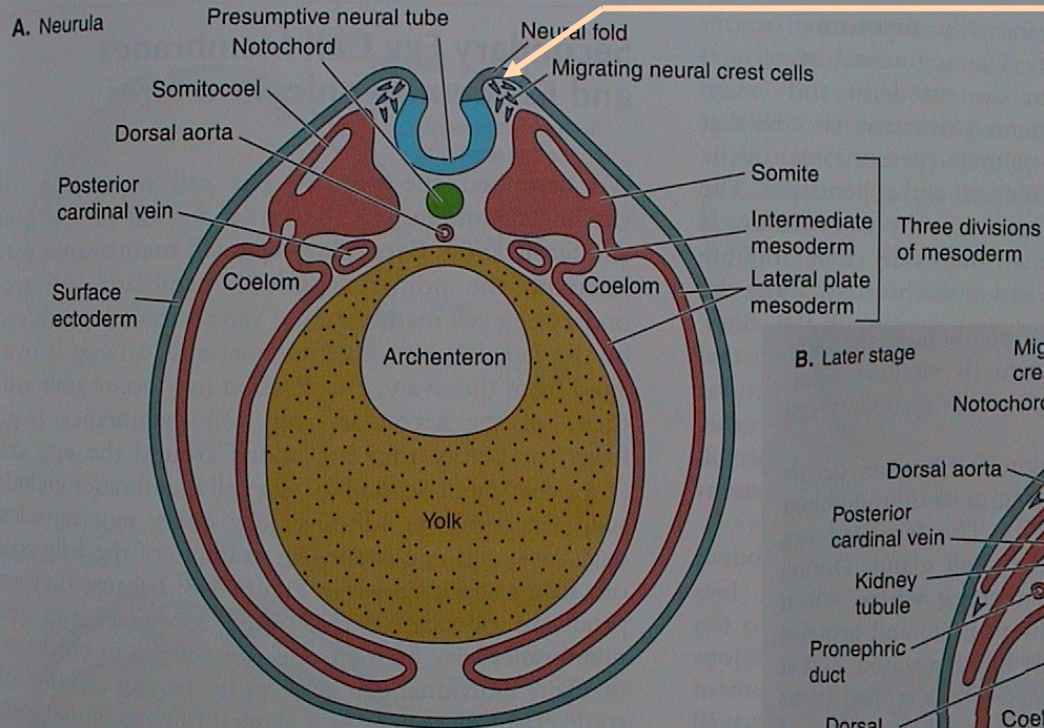
3. NEURULA

Vznik nervové trubice



Embryonální původ orgánových soustav a tělních dutin

ektoblast
 neuroektoblast
 nervová lišta
 chordomezoblast
 mezoblast
 entoblast

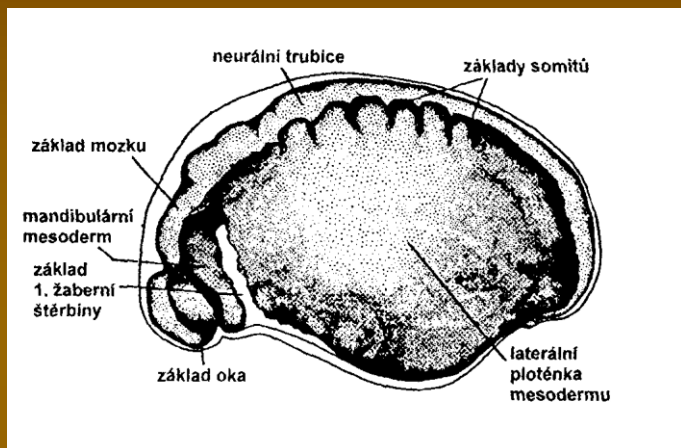


	Ectoderm		Notochord		Endoderm
	Neural tube		Mesoderm		Entoblast
	Neural crest				

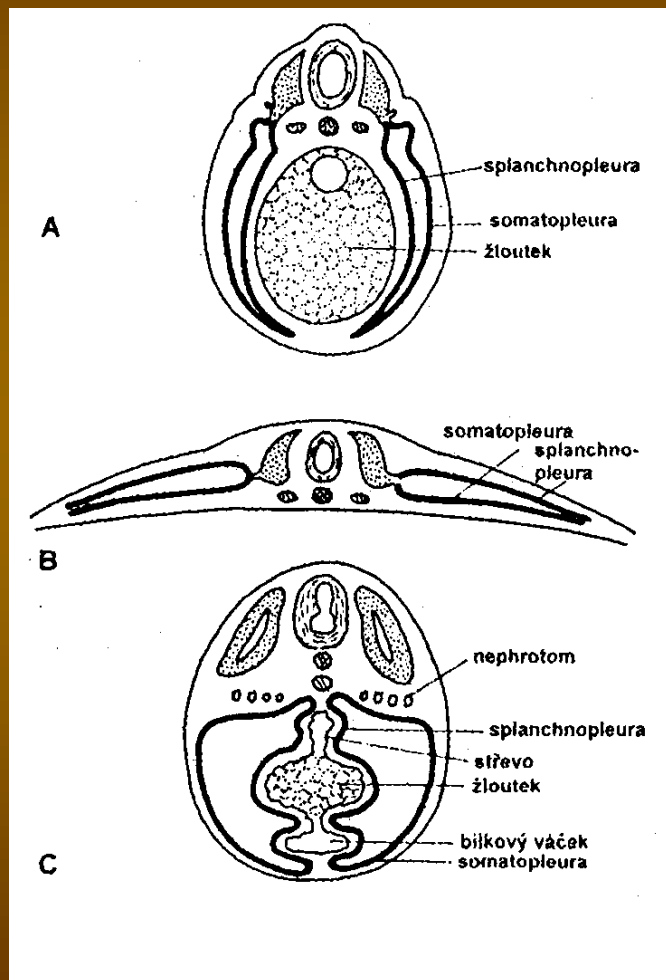
Somit:
 dermatom, sklerotom, myotom
Intermediální mesoderm
 (mesomera=nephrotom)
 močopohlavní soustava

Embryonální původ orgánových soustav a tělních dutin

Vývoj mezodermu u obratlovců



Hypoderm u obratlovců není segmentovaný - laterální ploténka



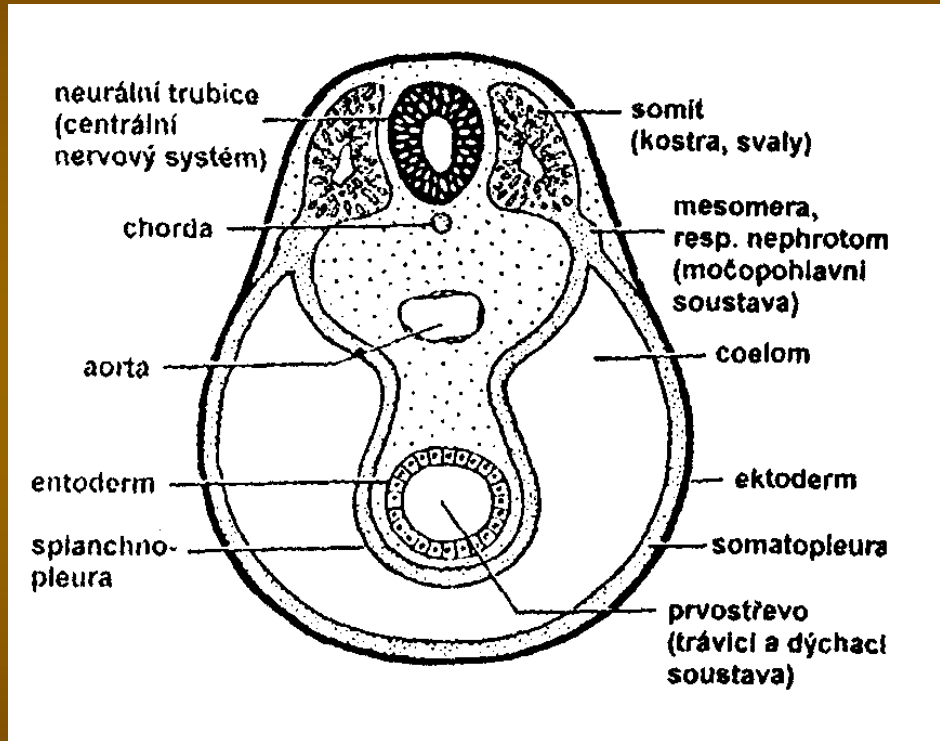
Plaz (s oligo-
lecitálním vajíčkem)

Pták (s poly-
lecitálním vajíčkem)

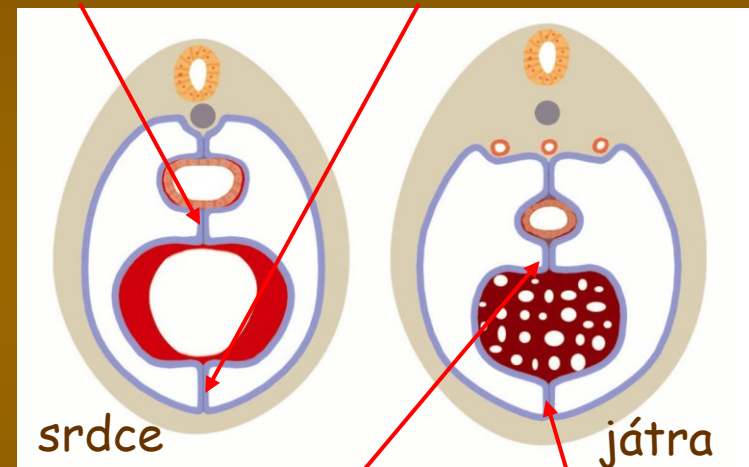
Embryonální původ orgánových soustav a tělních dutin

Diferenciace mezodermu a coelomu u obratlovců

Vznik závěsů (mezenterii): dorzální a ventrální mezenterium



dorzální a ventrální mezocardium,

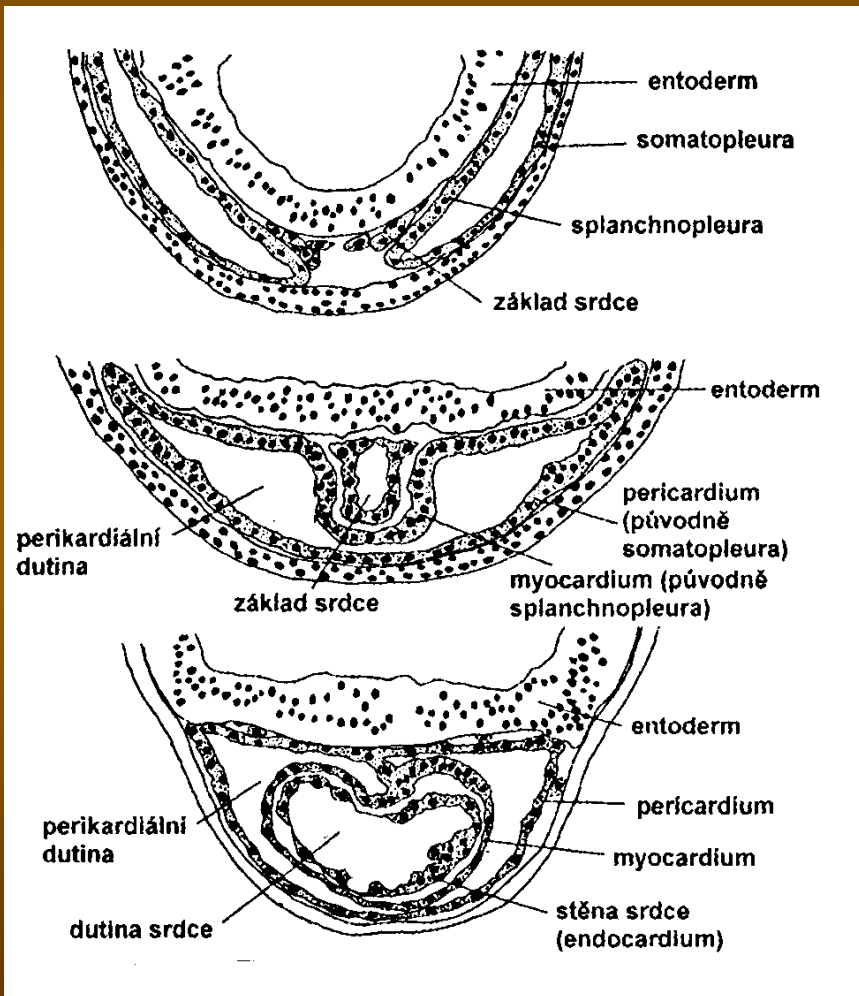


omentum minus
a ligamentum falciforme

somatopleura → parietální peritoneum - pohrudnice
splanchnopleura → viscerální peritoneum - pobřišnice

Embryonální původ orgánových soustav a tělních dutin

Vývoj perikardiální dutiny (osrdečníku)



Embryonální původ orgánových soustav a tělních dutin

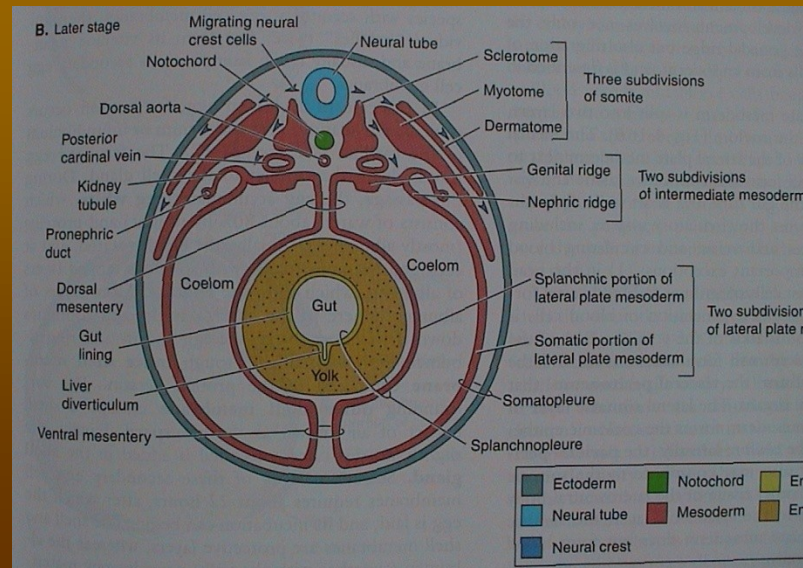
Závěsy (mezenteria):

V mediánní rovině

1. Dorzální mezenterium - závěs žaludku (omentum majus) a střev
2. Ventrální mezenterium - mizí (vyjma bahníků a ocasatých obojž.)
3. Dorzální mezocardium - závěs srdce k archenteronu
4. Ventrální mezocardium - závěs srdce k tělní stěně, mizí
5. Dorzální závěs mezi žaludkem a játry (omentum minus)
6. Ventrální závěs jater (ligamentum falciforme)

Mimo mediánní rovinu (speciální mezenteria)

1. Mezorchium - závěs varlat, mesovarium - závěs vaječníků
2. Mezosalpinx a mesotubarium - závěs ledvin

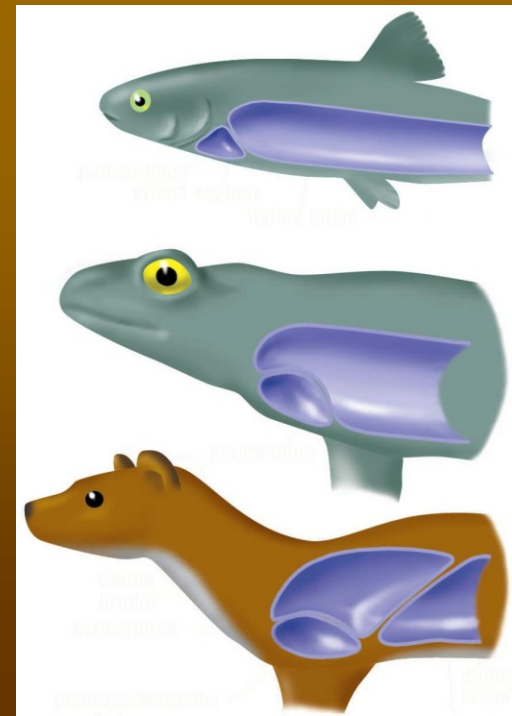
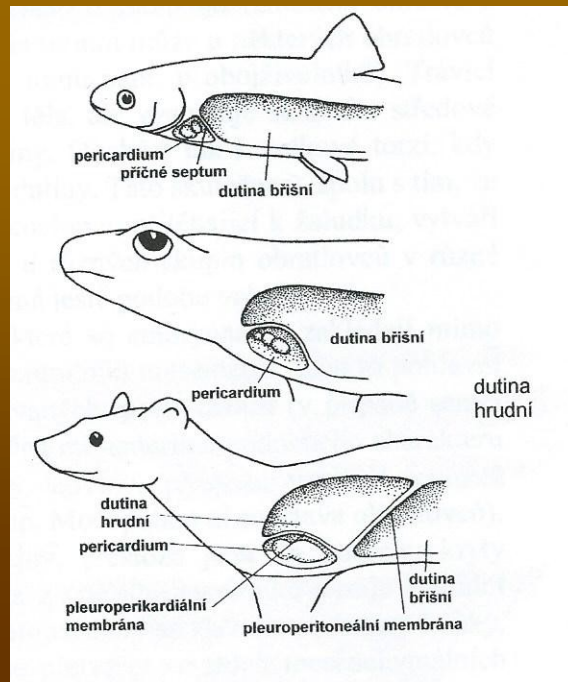


Embryonální původ orgánových soustav a tělních dutin

Členění coelomu (až 3 části):

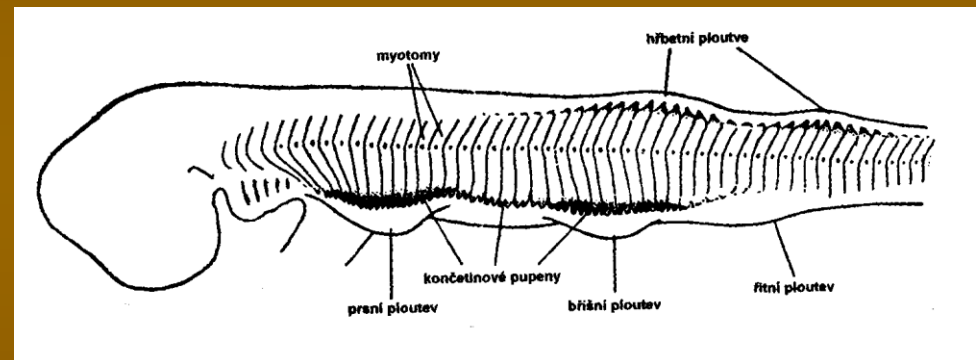
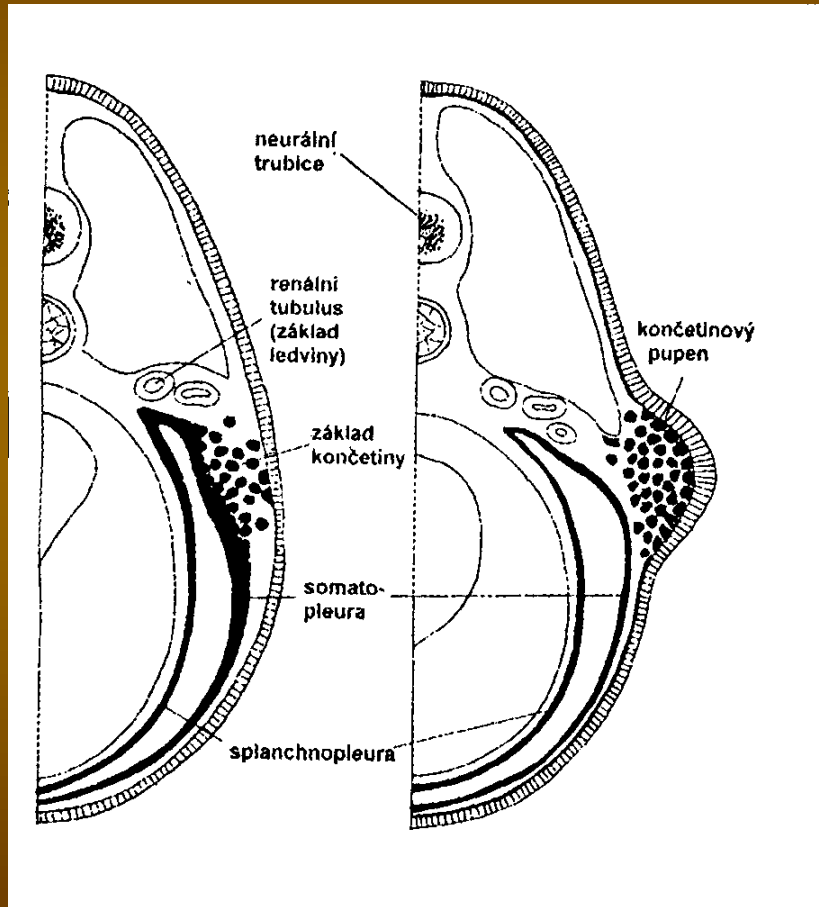
Přední (menší) část coelomu je oddělena od zbytku coelomu příčným septem - **pericardium (osrdečník)** + dutina břišní (Anamnia).

Vznik dutiny hrudní (pleurální) zatlačením plic do prostornějšího coelomu, od pericardia hrudní dutina oddělena pleuroperikardiální membránou, jícen uložen v mediastinu (extracoelomový prostor), **hrudní dutina** oddělena od břišní (peritoneální) dutiny pleuroperitoneální membránou vzniklou z příčného septa (někteří plazi), z ní diaphragma (bránice) savců.

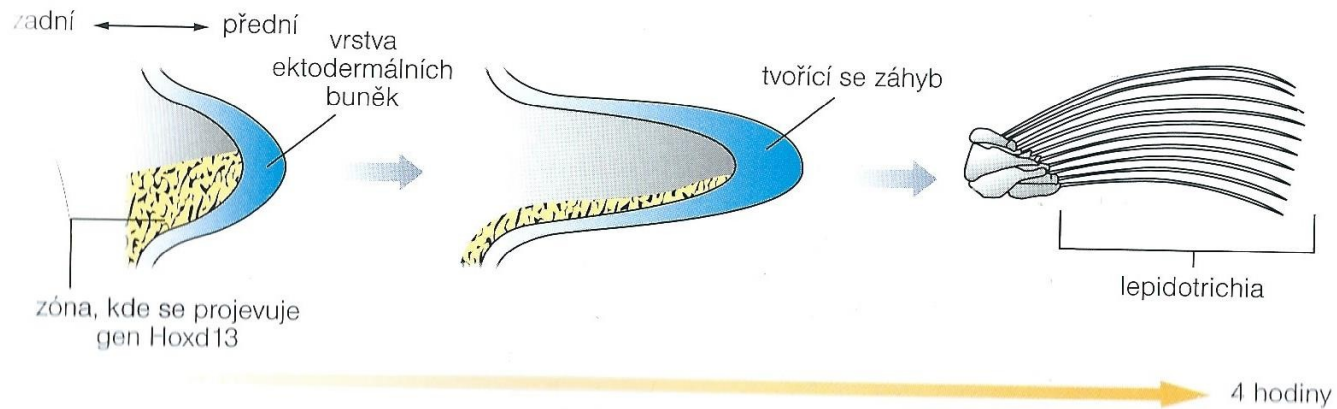
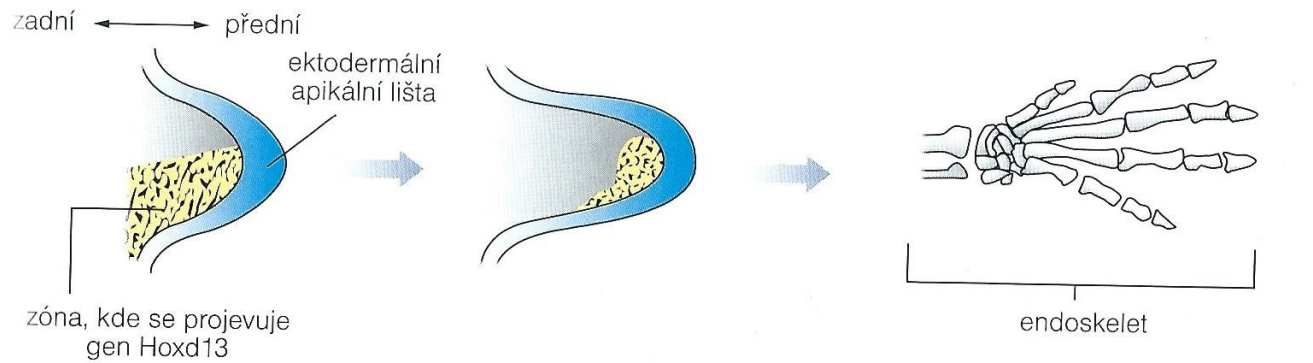


Embryonální původ orgánových soustav a tělních dutin

Vývoj končetin obratlovců



Embryonální původ orgánových soustav a tělních dutin

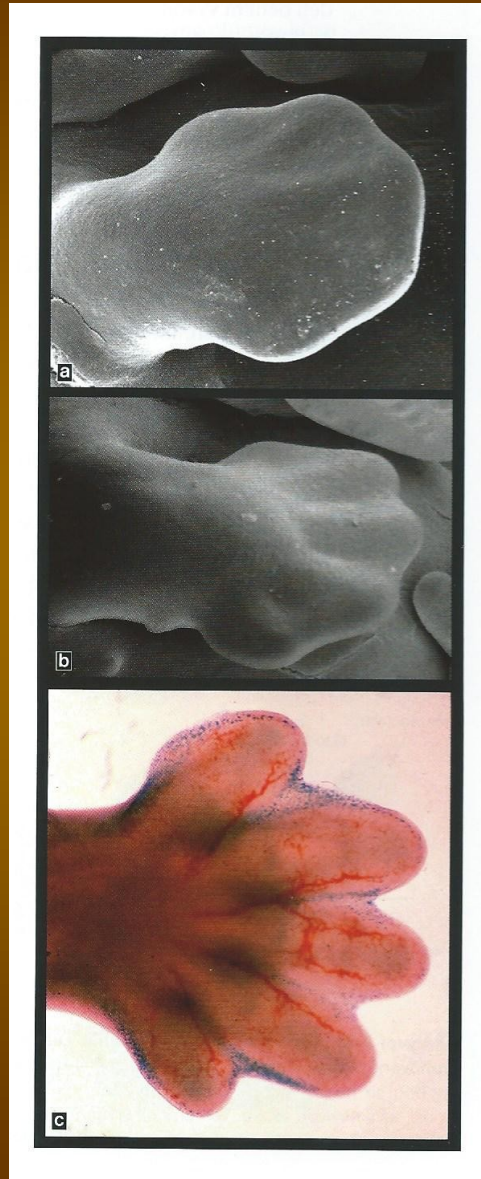


Embryonální původ orgánových soustav a tělních dutin

Vývoj končetin obratlovců



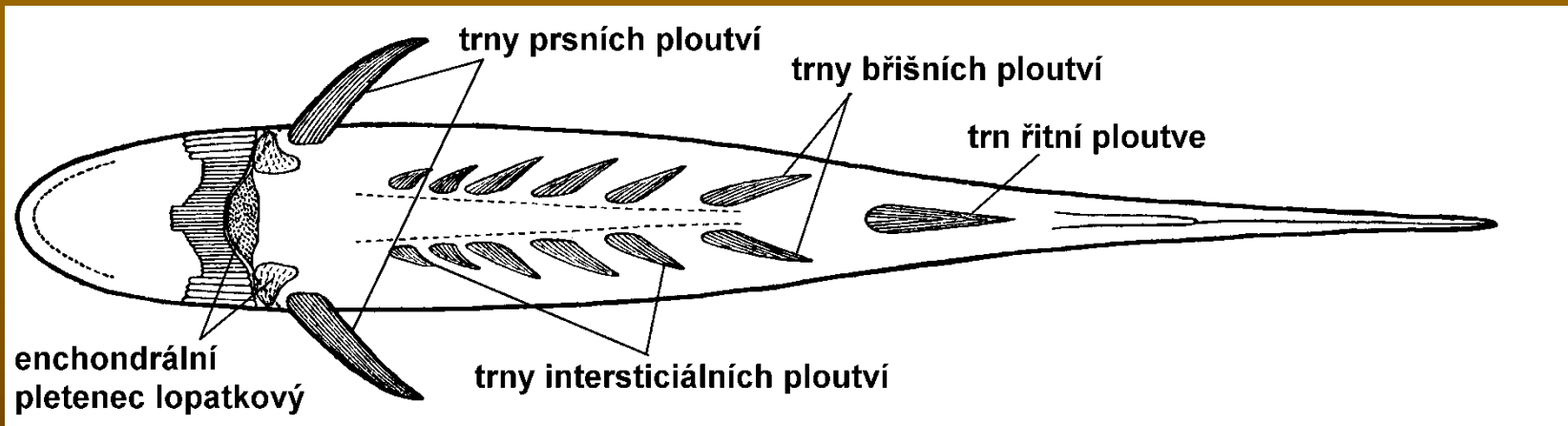
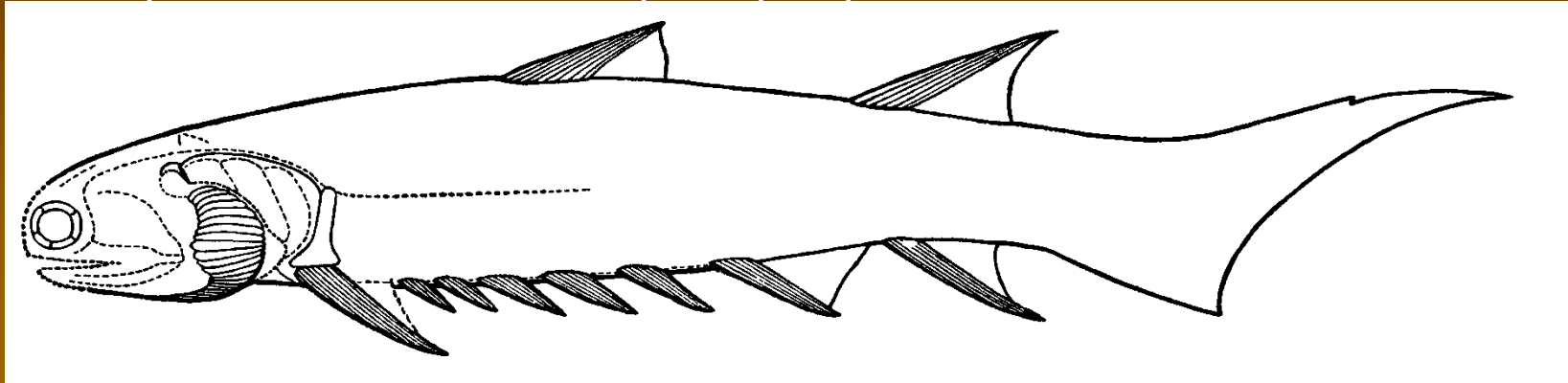
Embryonální původ orgánových soustav a tělních dutin



Vznik prstů
Programovaná buněčná
smrt - apoptóza

Embryonální původ orgánových soustav a tělních dutin

Metapleurová teorie - vznik párových ploutví



Trnoploutví (Acanthodii) - vymřelí prvohorní obratlovci podobní žralokům

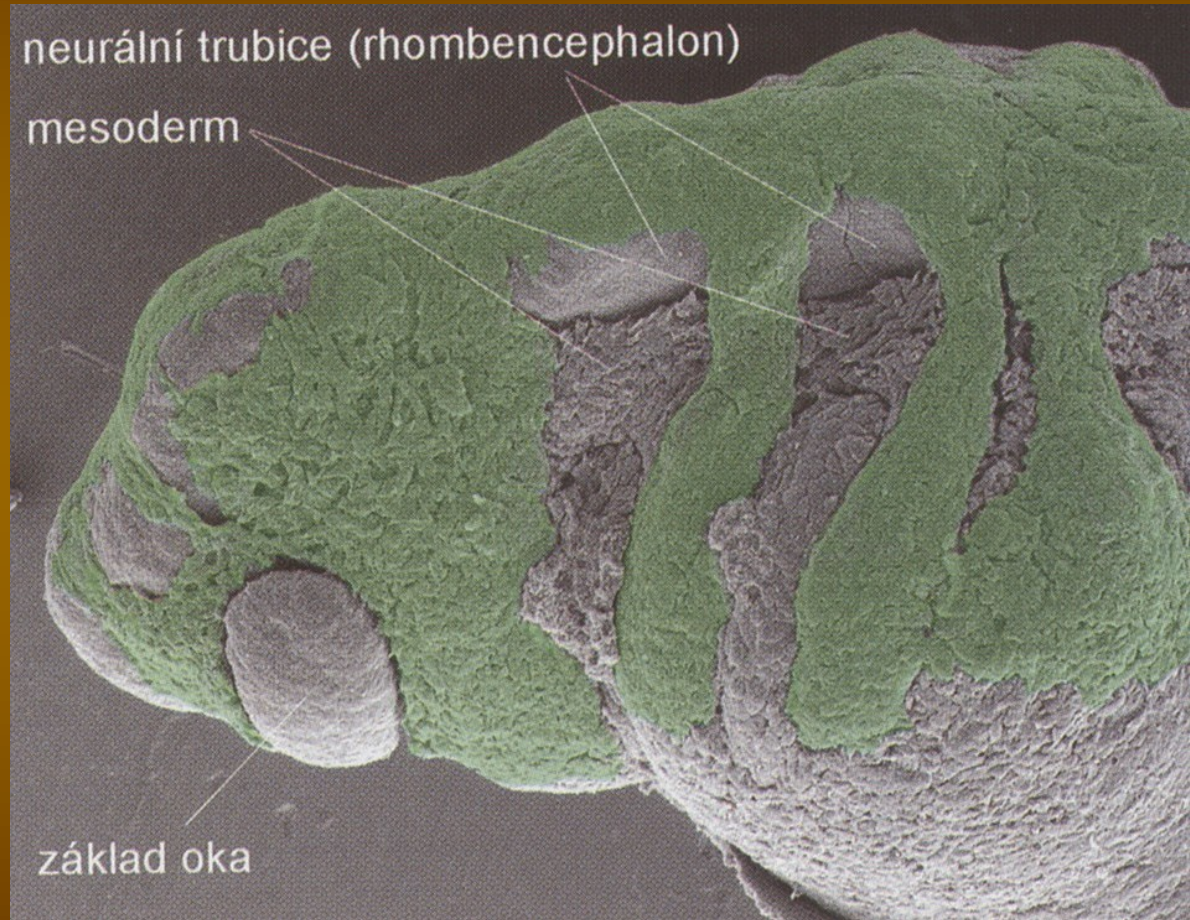
Embryonální původ orgánových soustav a tělních dutin

Působení buněk
neurální lišty
(modře)

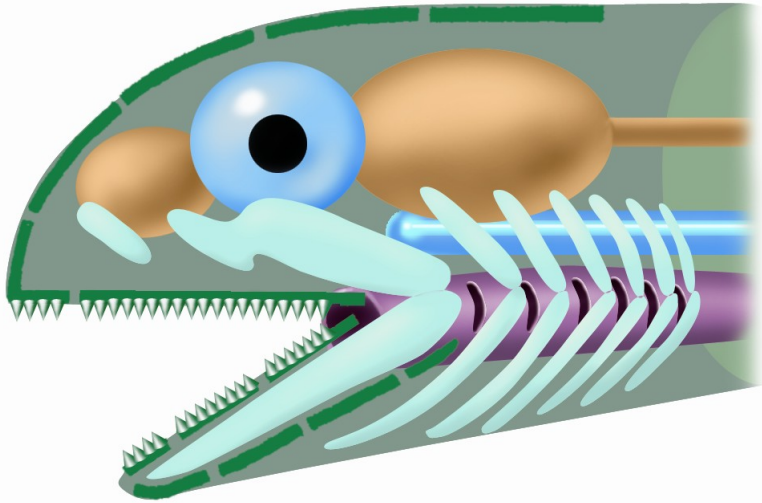


Embryonální původ orgánových soustav a tělních dutin

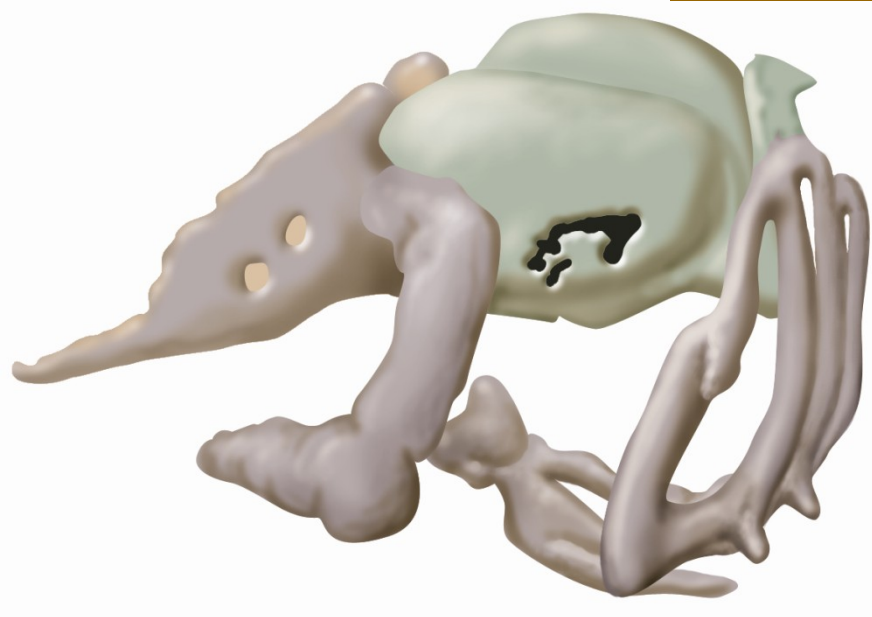
Neurální lišta
(zeleně)



Embryonální původ orgánových soustav a tělních dutin

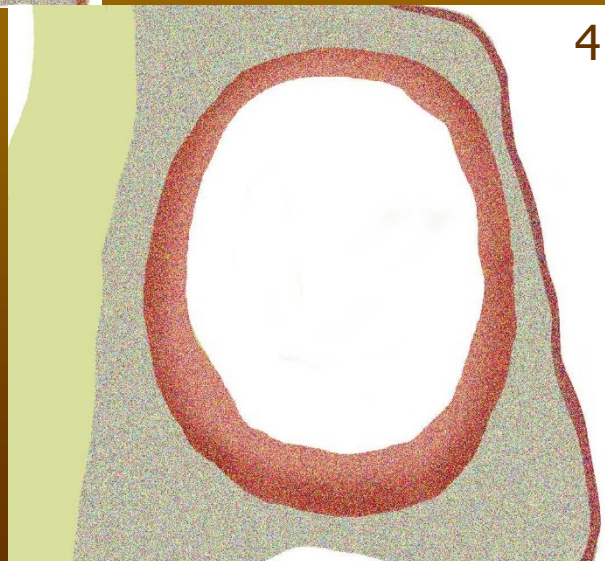
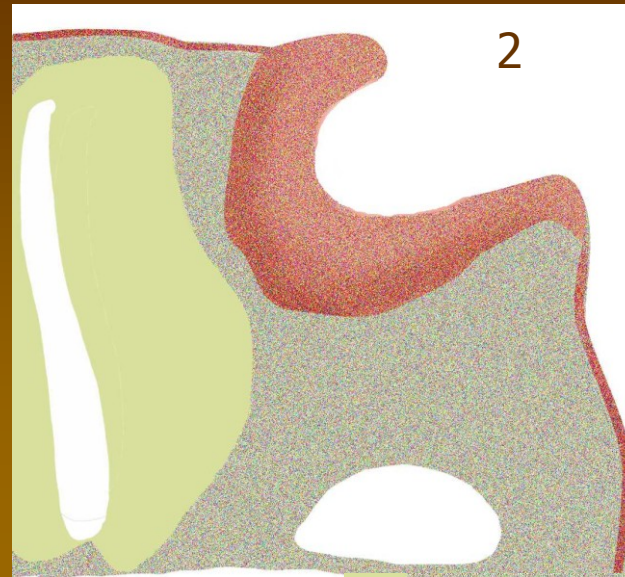
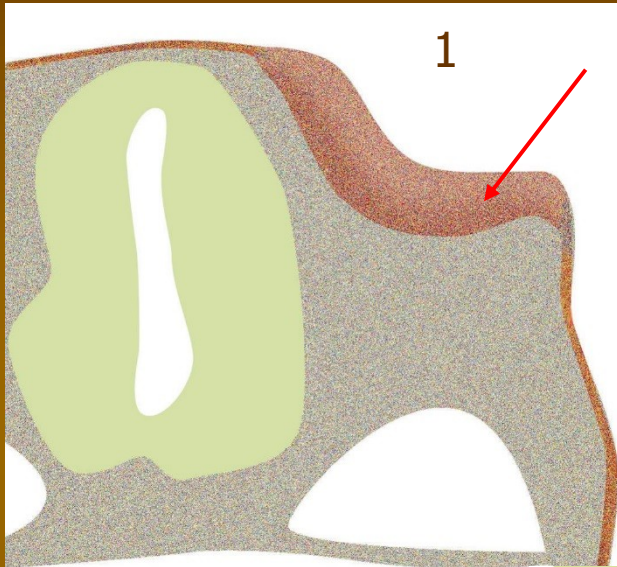


Neurální lišta (viscerocranium
a žaberní oblouky)



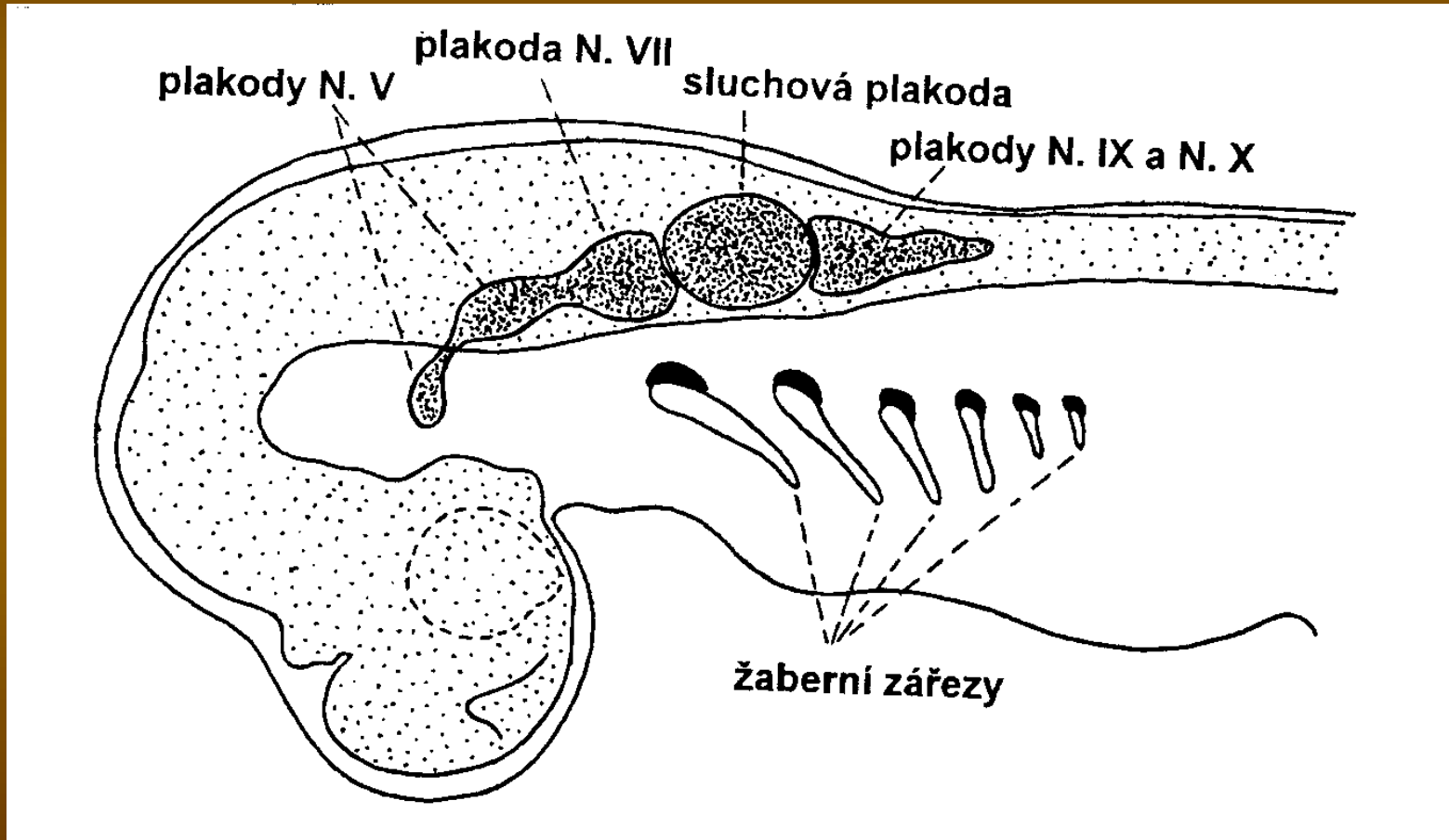
Embryonální původ orgánových soustav a tělních dutin

Vznik epidermální plakody



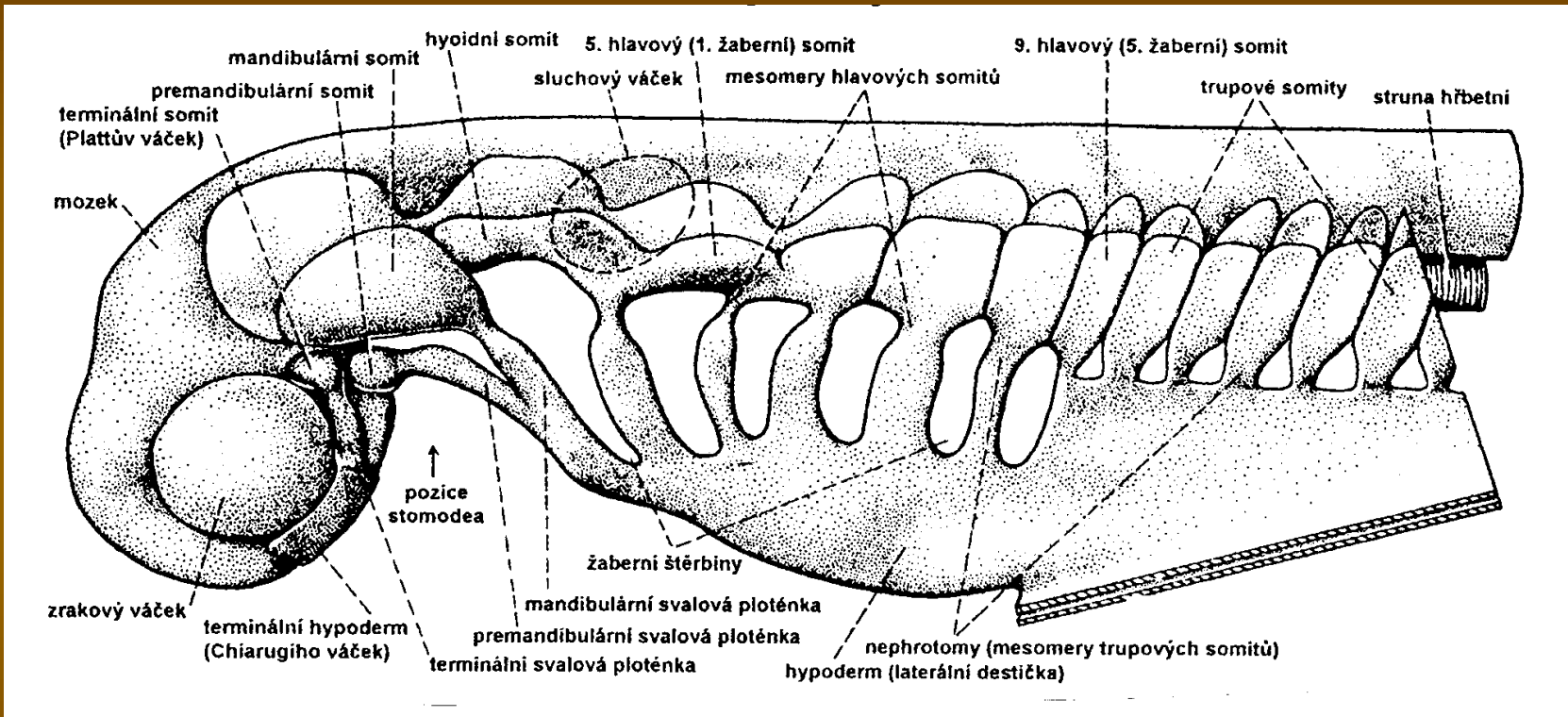
Embryonální původ orgánových soustav a tělních dutin

Epidermální plakody



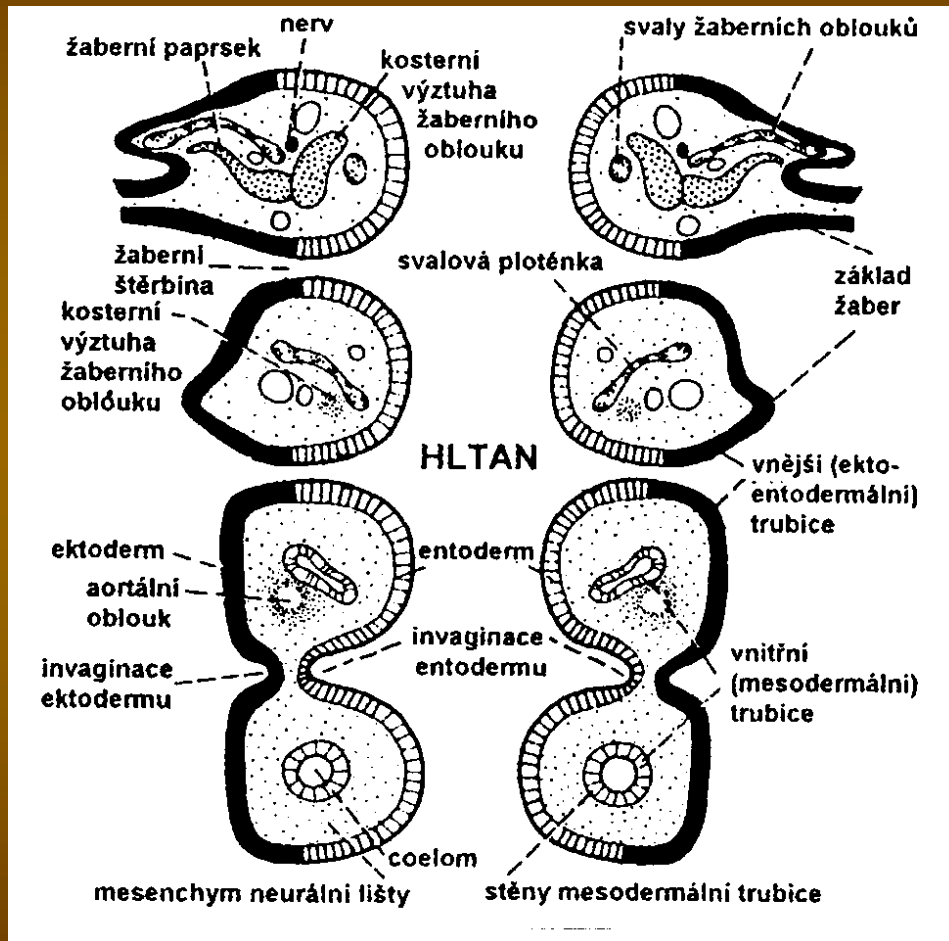
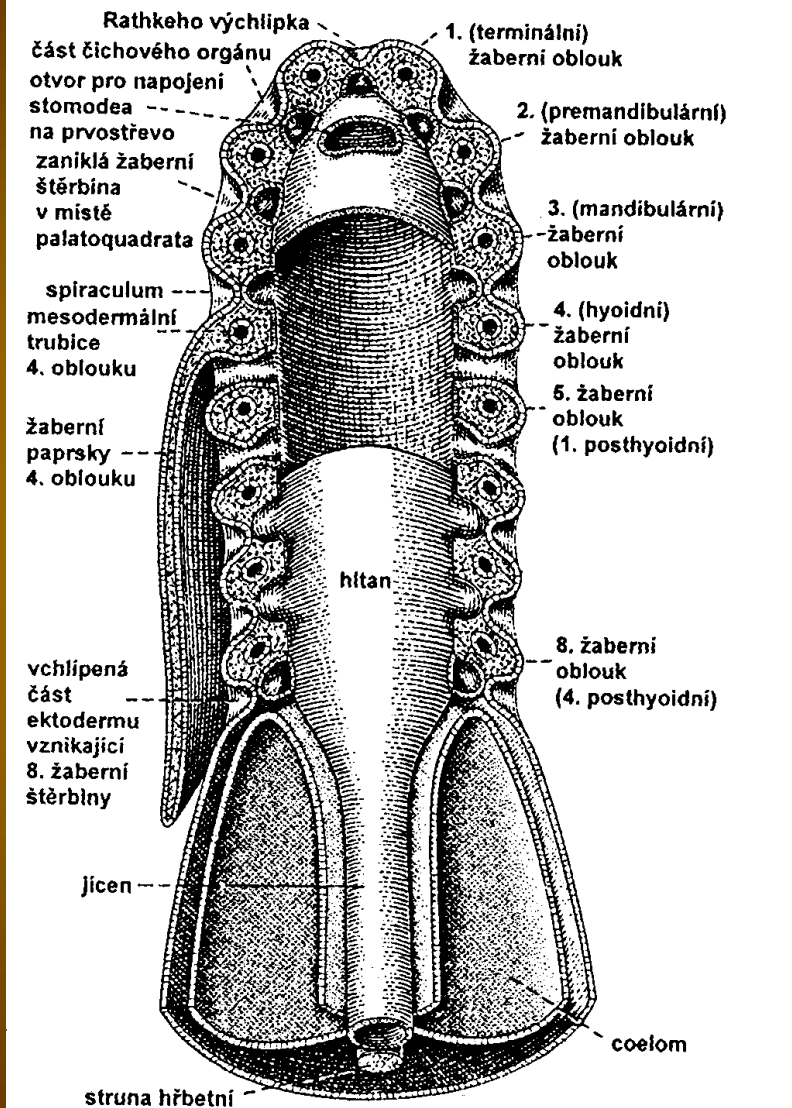
Embryonální původ orgánových soustav a tělních dutin

Hlavový mezoderm obratlovců



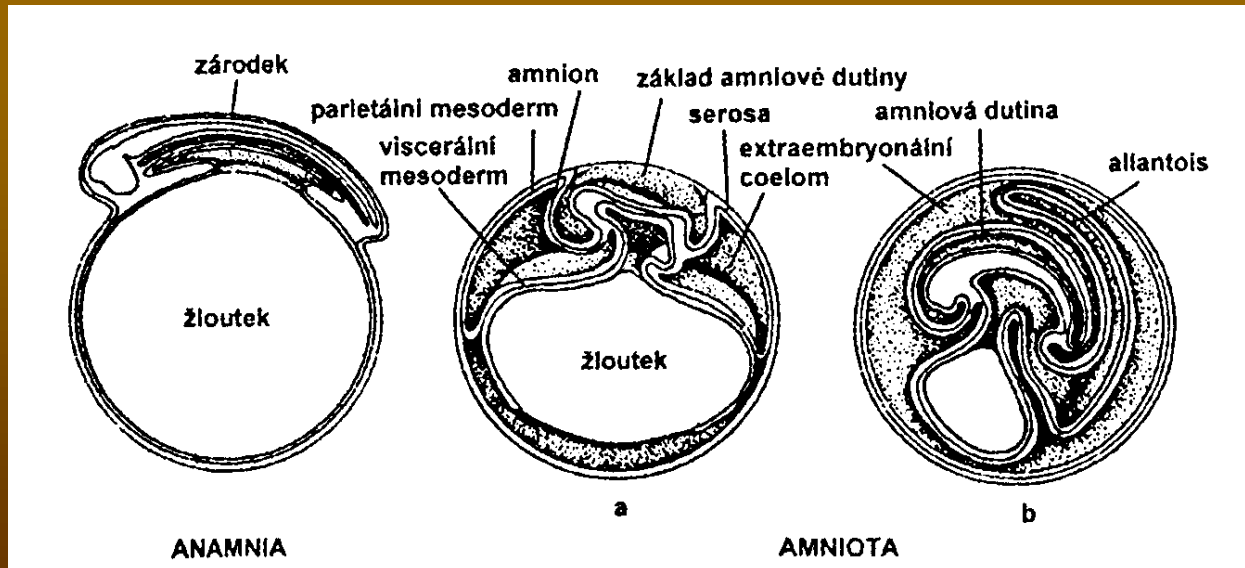
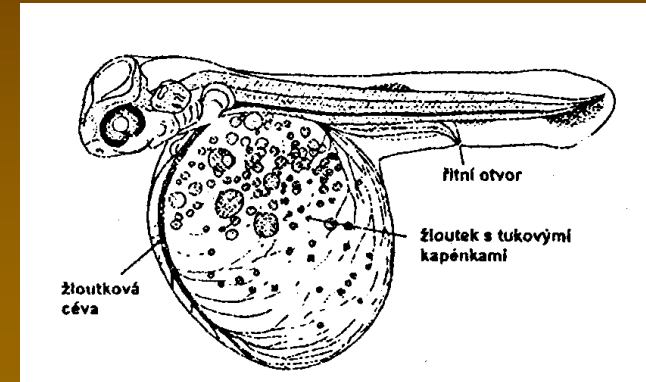
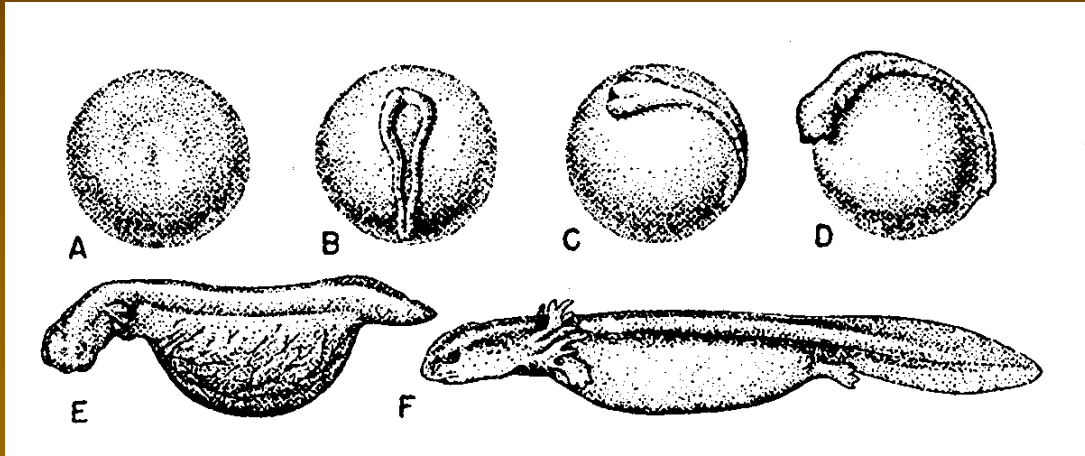
Embryonální původ orgánových soustav a tělních dutin

Žaberní oblouky



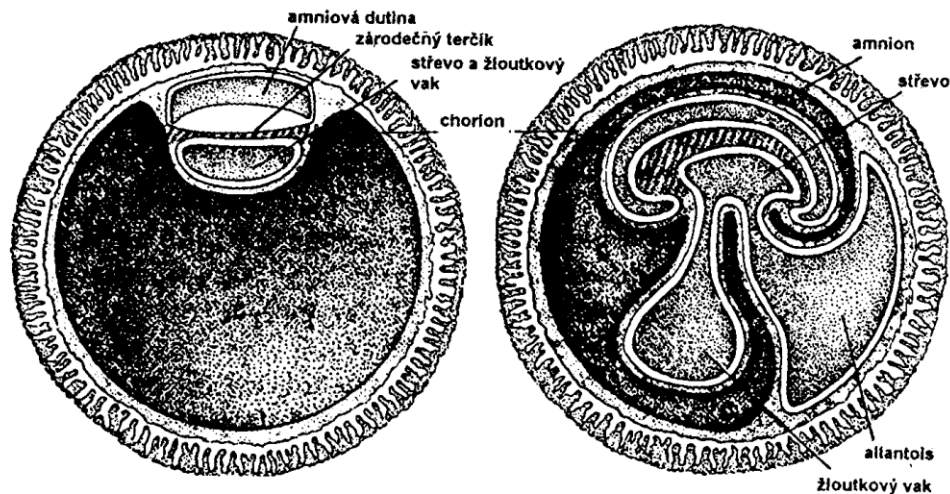
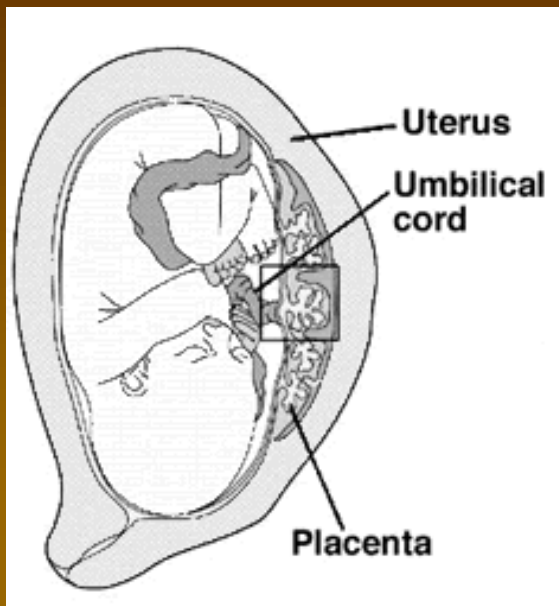
Embryonální původ orgánových soustav a tělních dutin

Zárodečné obaly

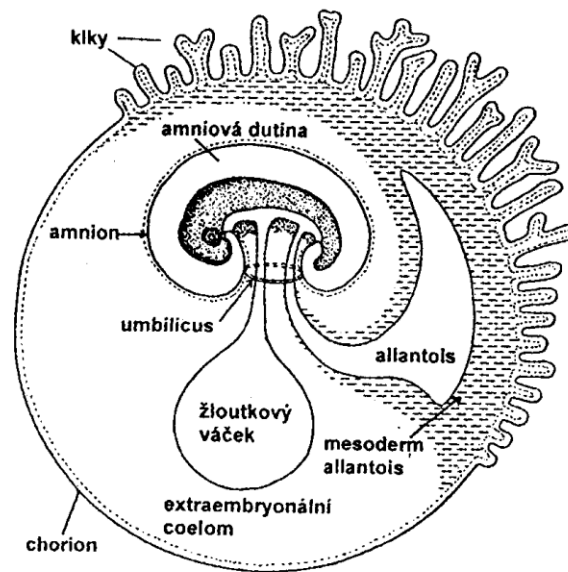
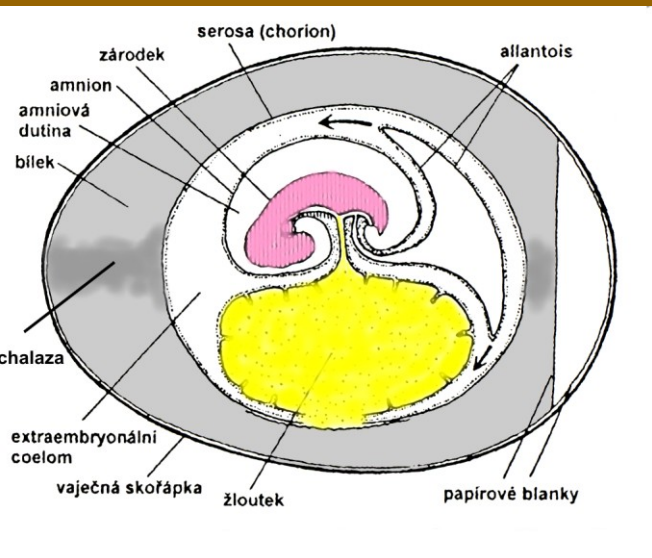


Embryonální původ orgánových soustav a tělních dutin

Placenta

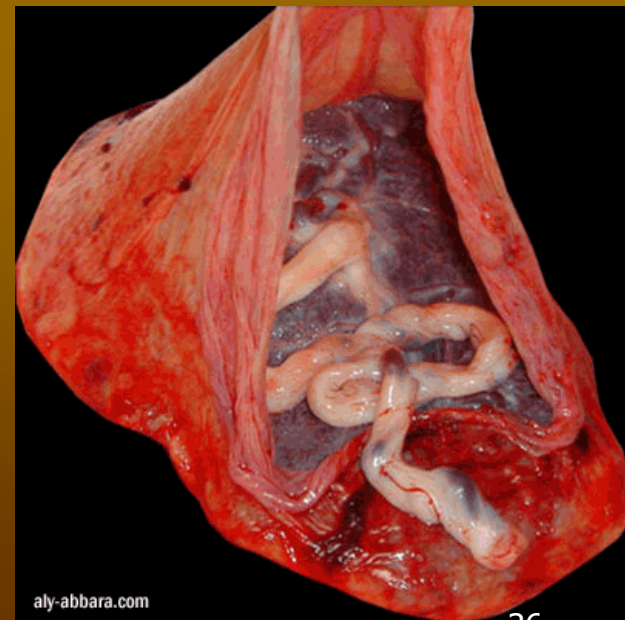
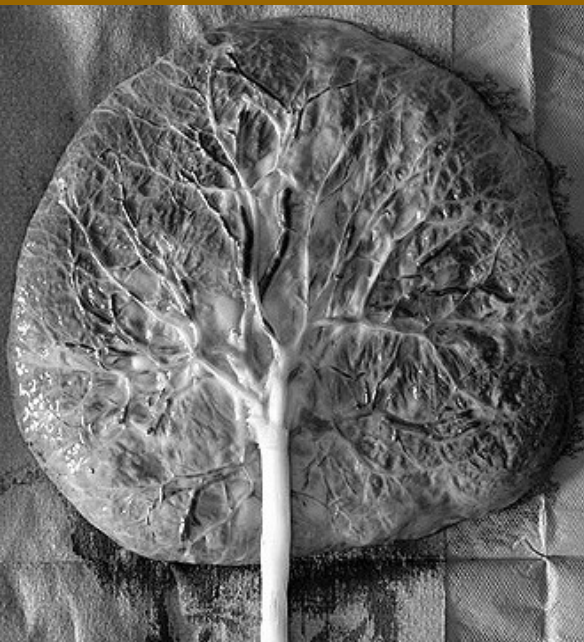
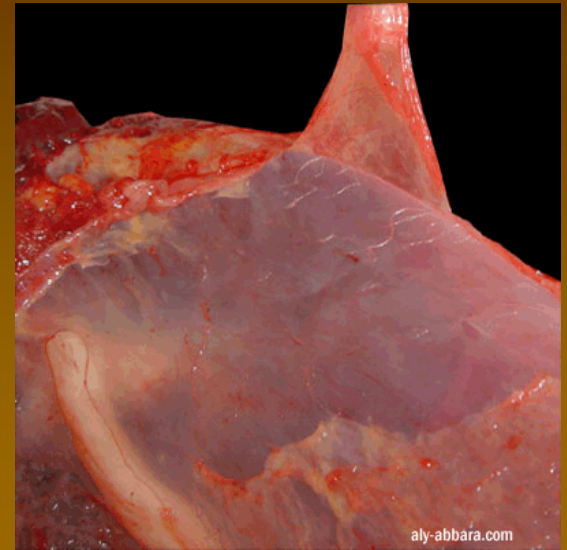


Ptačí vejce



Embryonální původ orgánových soustav a tělních dutin

Placenta



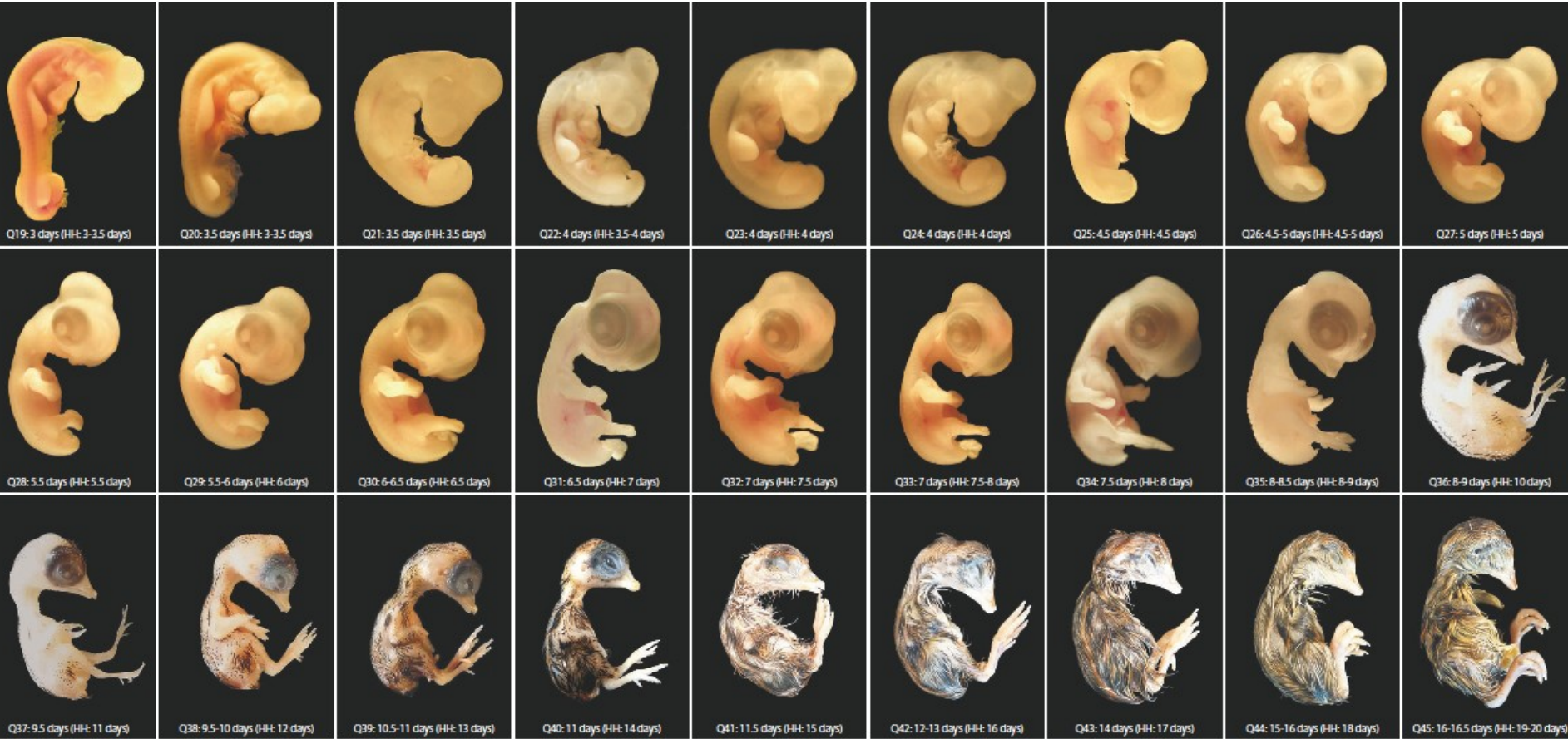
aly-abbara.com

Embryonální vývoj křepelky japonské

Journal of
Anatomy

Developmental Stages of the Japanese Quail

Read the full research article: **Developmental stages of the Japanese quail** by Sophie J. Ainsworth, Rachael L. Stanley and Darrell J. R. Evans
Journal of Anatomy Issue 216:1 (January 2010), pp3-15 (DOI: 10.1111/j.1469-7580.2009.01173.x).



Annotations key: Quail stage number with days of incubation. Brackets contain comparison with incubation of the chick embryo according to Hamburger and Hamilton (1951).

Note: embryo growth is progressive and each image is not to scale (see accompanying article).

Images courtesy of the research team led by Darrell Evans, Professor of Developmental Tissue Biology, Brighton and Sussex Medical School

www.journalofanatomy.com

brighton and sussex
medical school



Embryonální a fetální vývoj člověka

Carnegie Stages of Human Development

Dr Mark Hill, Cell Biology Lab, School of Medical Sciences (Anatomy), UNSW



Acknowledgements

Special thanks to Dr S. J. DiMarzo and Prof. Kohel Shiota for allowing reproduction of their research images and material from the Kyoto Collection and Ms B. Hill for image preparation.

© M.A. Hill, 2004

Embryonální původ orgánových soustav obratlovců

Tab. 1 Embryonální původ orgánových soustav obratlovců

Zárodečný list, dutina mezi nimi	Embryonální původ	Orgánová soustava	Orgán či struktura	Poznámka
Ektoderm	Epiderm (periderm)	Pokryvná soustava	Epidermis (a jeho rohovité deriváty)	
		Pohybová soustava	Ploutevní lem larválních stadií ryb a obojživelníků	V dospělosti se rozpadá nebo zcela zaniká; nevznikají z něj párové ploutve
		Trávicí soustava	Dutina ústní	
			Zubní sklovina	
			Rectum	
		Dýchací soustava	Žaberní epithel čelistnatců	
	Žlázy s vnitřní sekrecí	Adenohypofýza (z Rathkeho výchlípky)		
	Epidermální plakody	Smyslové orgány	Čichový orgán	
			Oční čočka	
			Statoakustický orgán	
			Mechanoreceptory postranní smyslové čáry	
			Elektroreceptory postranní smyslové čáry	
		Chuťové orgány (část)		
	Nervová soustava	Některá ganglia kraniálních nervů		
	Neuroektoderm (nervová ploténka)	Nervová soustava	Mozek (s výjimkou části vzniklé rostrální prolongací)	
Mícha				

Mesoderm	Neurální lišta	Část lebky	Přední část neurálního endokrania (tzn. trabeculae cranii)	K úrovni chiasma opticum
		Nervová soustava	Viscerální endokranium (s výjimkou basibranchialí)	Soustava žaberních oblouků
			Mesenchym zubních papil	
			Některé kraniální nervy (s výjimkou II) a jejich ganglia	
			Míšní nervy, spinální ganglia	
			Větší část periferních nervů a Schwannovy buňky	
			Nervy autonomního systému	
			Pigmentové buňky	
		Smyslové orgány	Retina a oční nerv	
			Chuťové orgány (část)	
	Žlázy s vnitřní sekrecí	Dřeň nadledvin		
	Oběhový systém	Svaly stěn aortálních oblouků Výstelka tělních dutin a pokryv některých orgánů (pobřišnice, pohrudnice, poplicnice, mesenteria, pericardium, mesorchium, mesovarium a další)		
	Sklerotom	Axiální skelet	Obratlová centra a oblouky Pleurální žebra (osifikace v myoseptech)	K osifikaci dochází přes stadium chrupavky
		Lebka (část)	Zadní část trabeculae cranii (od chiasma opticum), parachordalia, sluchové pouzdro, možná pouzdro oční bulvy a sklerotikální prstenec	
Okcipitální část neurálního endokrania				
Myotom	Pohybová soustava	Kosterní svalstvo		

Coelom	Dermatom	Pokryvná soustava	Část svalstva končetin	K osifikaci dochází přímo z vaziva
			Škára (a její deriváty, např. část ptačího pera, osifikace ve škáře, apod.)	
			Část příčně pruhovaného svalstva při povrchu těla	
	Nephrotom (mesomera)	Vylučovací soustava Pohlavní soustava	Nephrony a jejich soustavy, stěny Wolffovy chodby a jejich derivátů (např. vejcovodů)	
	Hypoderm (laterální destička)	Pohybová soustava	Část svalstva končetin (původem z Wolffovy lišty)	Osifikace v basibranchiálním svalu
		Lebka	Basibranchiale 2 (urohyale)	
		Pohlavní soustava	Gonády	
		Původně dýchací, později trávicí soustava	Svaly žaberních oblouků (a jejich deriváty)	
		Trávicí soustava	Hladké svalstvo střeva	
		Oběhový systém	Srdeční svalstvo	
			Stěny cév (mimo stěn aortálních oblouků)	
			Dutina břišní	
			Dutina hrudní	
			Nephrocoel jednotlivých nephronů, tubuli a Wolffova chodba	
Dutina perikardu				
Výstelka trávicí trubice (v rozsahu prvostřeva)				
Entoderm	Archenteron (gastrocoel)	Trávicí soustava	Kloaka	
			Játra	
			Slinivka břišní (částečně)	
			Žaberní epitel kruhoustých	
			Plovací měchýř (plíce)	
		Dýchací soustava	Štítná žláza	
			Příštítná tělíska	
			Brzlík	
		Žlázy s vnitřní sekrecí	Bursa Fabricii ptáků	
			Slinivka břišní (částečně)	
Struna hřbetní				
	Chordamesoderm	Opěrná soustava		

Embryonální původ orgánových soustav bezobratlých

Tab. 2 Embryonální původ orgánových soustav bezobratlých

Zárodečný list, dutina mezi nimi	Embryonální původ	Orgánová soustava	Orgán či struktura	Poznámka	
Ektoderm		Pokryv těla a opěrná soustava	Epidermis a jeho deriváty (např. kutikula členovců, schránky měkkýšů)	hmyz	
			Plášť měkkýšů a ramenonožců		
			Křídla, krovky		
		Trávicí soustava	Stomodeum a jeho deriváty (ústní dutina, hltan)	korálnatci	
			Radula plžů, Aristotelova lucerna ostnokožců		
			Septa		
			Proctodeum a jeho deriváty		
		Svalová soustava	Myoepithel (částečně)	žahavci	
			Svaly (pokud jsou vytvořeny)	Pseudocoelomata	
		Dýchací soustava	Žábry	pavoukovci, terestriční plži	
			Plicní vaky		
			Výstelka trachejí		hmyz
			Výstelka pseudotrachejí		
		Vylučovací soustava	Nefridie		
		Rozmnožovací soustava	Gonády dospělých medúz, distální část coelomoduku		
		Smyslové orgány	Mechanoreceptory		
			Sensily	hmyz	
			Fotoreceptory, sítnice komorového oka, čočka		
		Nervová soustava	Nervová soustava prvoústých		
Neuroektoderm	Ektoneurální systém druhoústých				

Mesoderm		Opěrná soustava	Kosterní destičky včetně desek kamenné chodby	ostnokožci
		Svalová soustava	Svalstvo	většina bezobratlých
		Rozmnožovací soustava	Zárodečný epitel pohlavních žláz	s výjimkou žahavců a žebernatěk
		Nervová soustava	Hyponeurální systém druhoústých	předpokládá se, není však dokázáno
Coelom			Ambulakrální soustava	ostnokožci
		Oběhová soustava	Hemocoel a cévy	
			Pseudohemální soustava	
		Rozmnožovací soustava	Proximální část coelomoduktu	
Opěrná soustava	Hydroskelet			
Entoderm	Archenteron	Trávicí soustava	Střední oddíl trávicí trubice	
			Gastrodermis	houby
			Gastrovaskulární soustava (s výjimkou jícnu)	žahavci, žebernatky
		Opěrná soustava	Stomochord	žaludovci, křídložábří
		Svalová soustava	Myoepitel (částečně)	žahavci
			Svaly chapadel	žebernatky
		Rozmnožovací soustava	Gonády některých medúz (efry) a žebernatěk	
		Nervová soustava	Vnitřní část difúzní soustavy žahavců	
			Entoneurální systém druhoústých	

Celkový tělní plán živočichů


General body organization

Původní tělní plán (body organization) – vliv na orgánové soustavy

- Komplexita
- Velikost
- Anteroposteriorní osa
- Dorzoventrální osa
- Zárodečné „listy“
- Segmentace
- Skeletární struktura
- Lokomoce
- Parazitismus

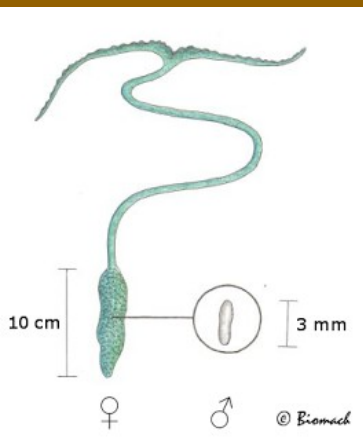
1. KOMPLEXITA

- V průběhu evoluce se komplexita zvyšuje


- Jednoduchost (simple, lower)  Složitost (complex, higher)

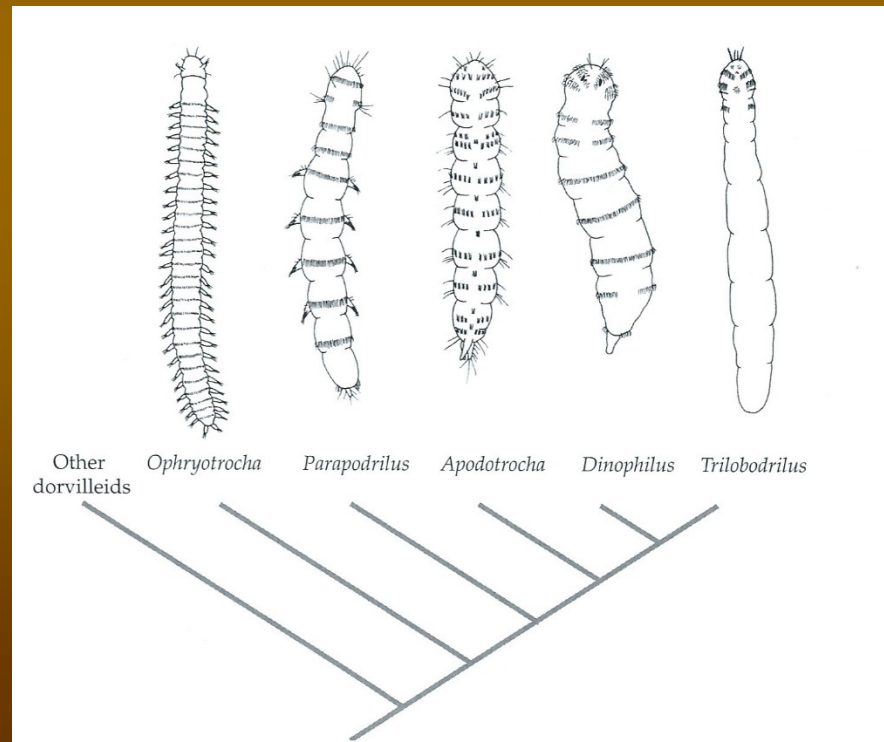
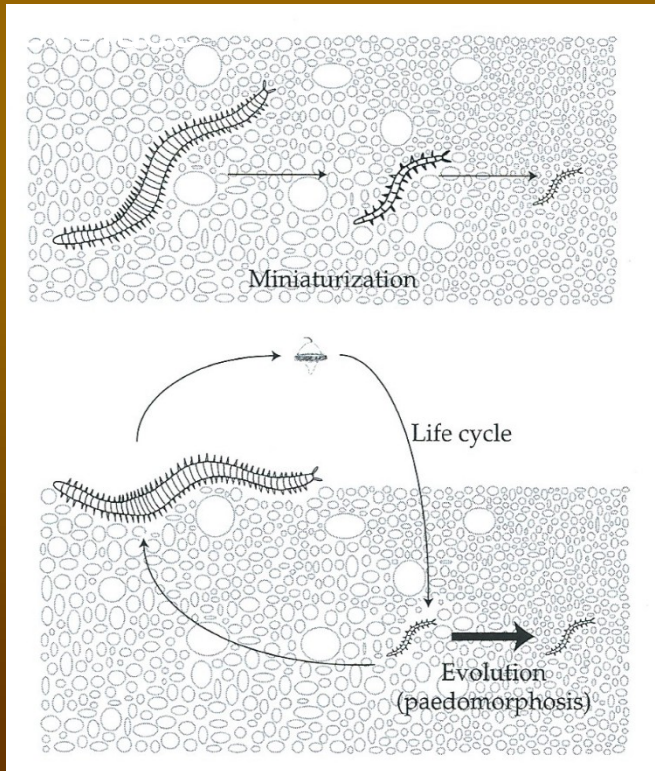
Problém: hierarchický systém rozdílných úrovní organizace
Recentní Porifera vs. Člověk (u obou linií stejný evoluční čas od separace ze společného předka

- stejná doba adaptace na specifické prostředí
- organizace částí do vyšších celků (hierarchie) vede k poklesu complexity těchto částí), měření complexity není jednoznačné - např. podle diverzity buněčných typů nelze „homologizovat“ všechny živočichy: Porifera od 5 do 14 buněčných typů
- komplexita může během evoluce i klesat (paraziti - redukce orgánů, samci jsou někdy redukováni jen na „produkci spermií“ (extrém - rypohlavec *Bonellia viridis*)
- rozlišovat genetickou a fenotypovou diverzitu - fenotypová komplexita vzrůstá rychleji než genetická, genetická diverzita byla na počátku vysoká a během evoluce došlo ke snížení



2. VELIKOST

- Od méně než 10 mm  do mnoha metrů
- Copeho pravidlo - během evoluce je tendence ke zvětšování těla (obratlovci, hmyz); opačný trend - např. u ostrovních savců
- U některých taxonů jsou jak velké druhy, tak i malé - vliv prostředí
- Opakovaná změna velikosti během evoluce - miniaturizace - progeneze (pedomorfóza), redukce - ztráta parapodií během



Ancestrální taxony – malá velikost těla (jednodušší bazální prvoústí),
druhoústí – nejčastěji dvoufázový životní cyklus (ostnokožci, polostrunatci
a pláštěnci) - ???

3. SYMETRIE

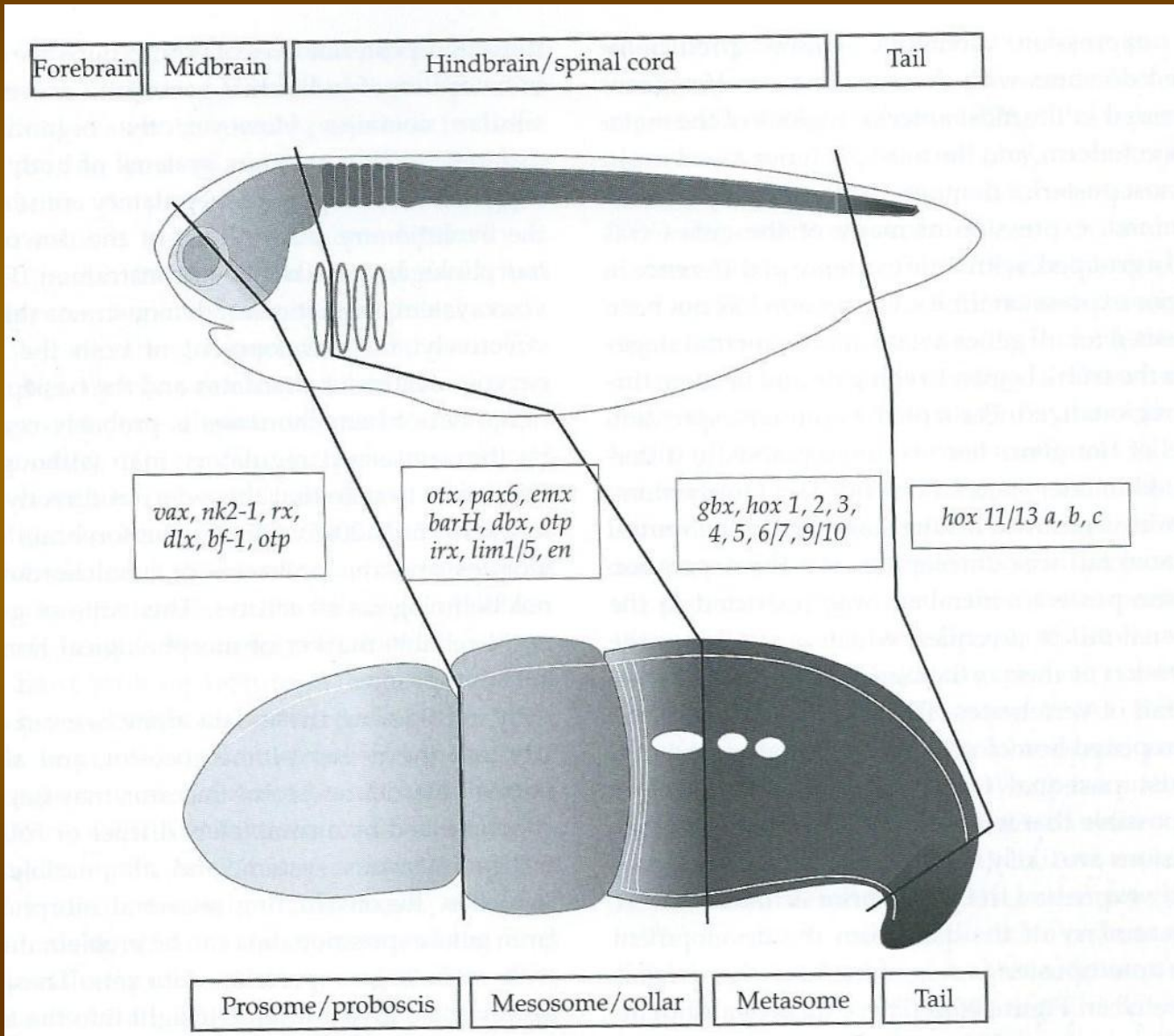
- Asymetrie (Porifera)
- Radiální symetrie (Cnidaria)
- Bilaterální symetrie (Bilateria) – larvy vždy bilaterálně symetrické, střídání:
 - a) bilaterálně symetrické larvy s pentaradiální symetrií dospělců (Echinodermata)
 - b) korýši (*Sacculina*) - postlarvální stadium je amorfní - asymetrické

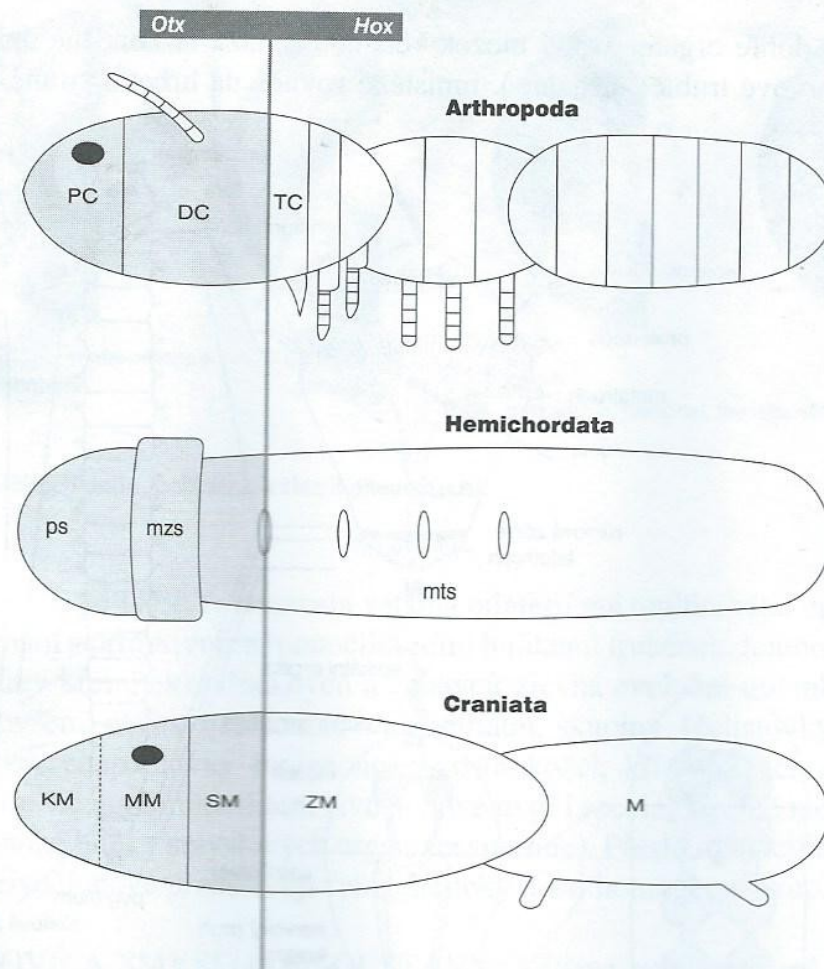


Bilateria vznikla z bilaterálního předka

- c) Ctenophora – biradiální symetrie, bilaterální plán symetrie

4. SEGMENTACE





40. Základní organizace těla a **nervové soustavy** členovců (Arthropoda – PC = protocerebrum, DC = deutocerebrum, TC = tritocerebrum), polostrunatců (Hemichordata – ps = protosoma, mzs = mezosoma, mts = metasoma) a obratlovců (Craniata – KM = koncový mozek, MM = mezimozek, SM = střední mozek, ZM = zadní mozek, M = mícha).

5. ANTERIOPOSTERIORNÍ OSA - AP axis

Předpoklad k bilaterální symetrii.

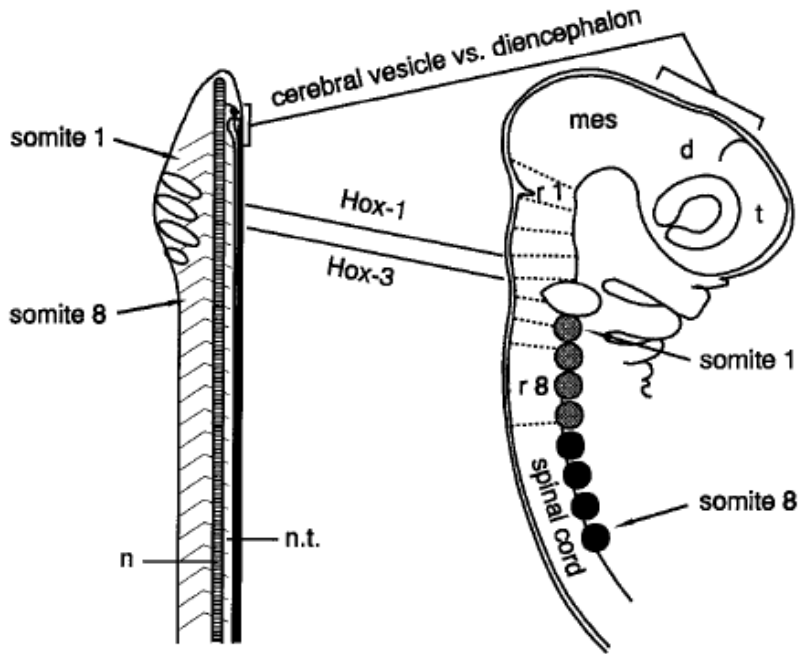
HOX geny - skupina genů s charakteristickou sekvencí nukleotidů - homeobox, kóduje protein - homeodoménu - označuje vazebné místo na DNA

Geny homeoboxu jsou transkričním faktorem pro embryonální vývoj tělní organizace - staré geny u všech Eukaryot

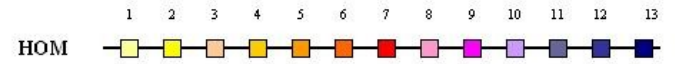
HOX geny se shlukují do skupin, kolinearita v pořadí genů a jejich exprese, 3 skupiny hox genů: přední, střední a zadní, nejstarší předkové bilaterální měli nejméně 7 Hox genů

Obratlovci mají 4 skupiny Hox genů - tetraploidizace - 2 duplikace, kopinatci jen 1 shluk, v 1 homeoboxu - až 13 paralogních genů

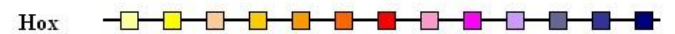
Hox geny



Drosophila

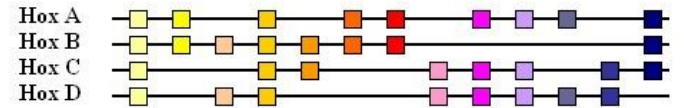


kopinatce



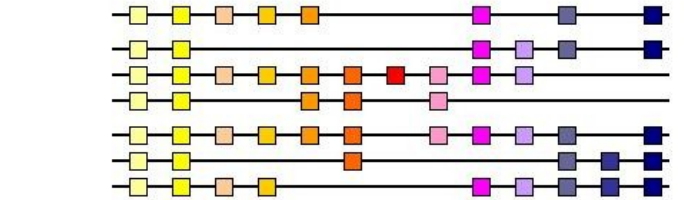
latimerie

(lalokoploutvé
ryby - *Actinistia*)

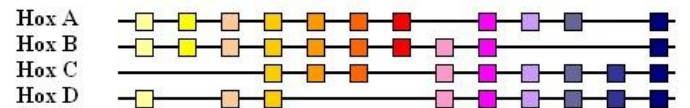


danio

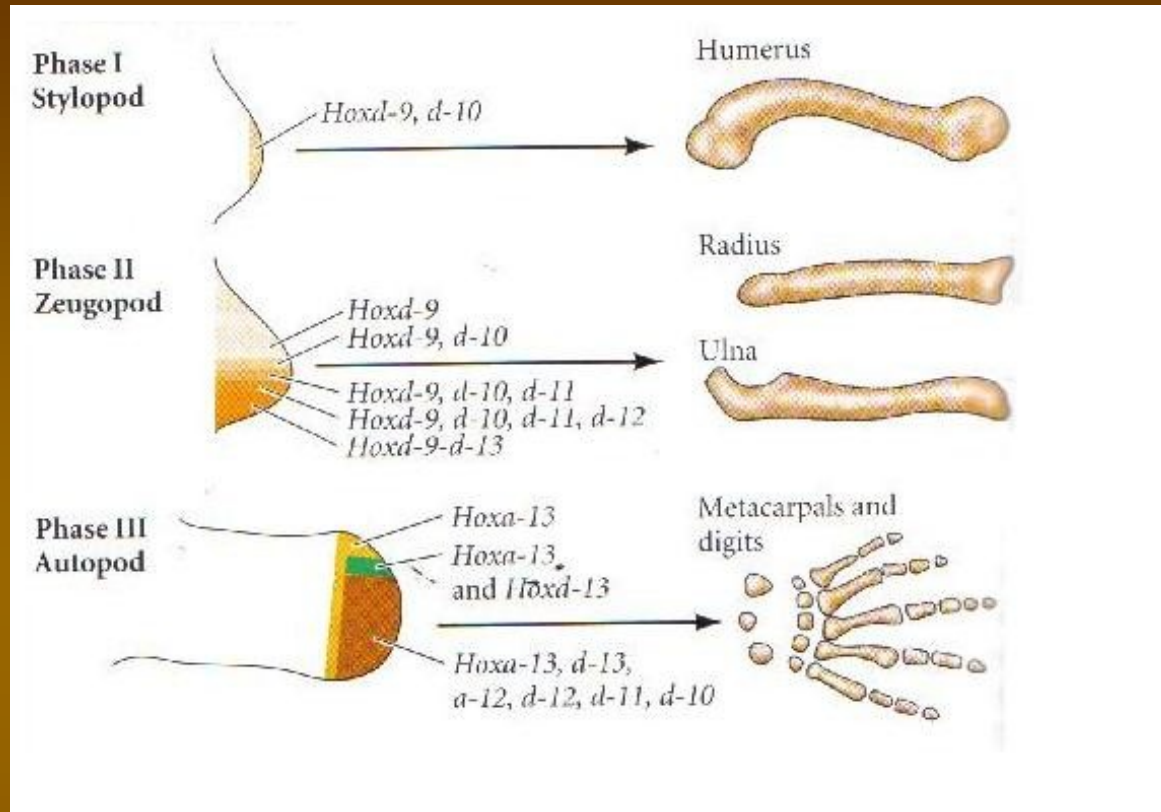
(kostnaté ryby -
Teleostei)



mys



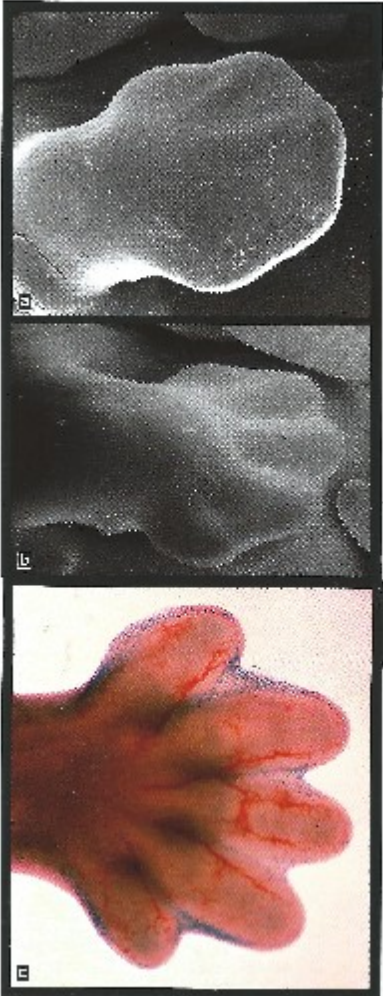
Owen – jednotná stavba obratlovčí končetiny, stejný základ, stejná regulace vzniku



Sonic Hedgehog Shh - morfogen kontrolující vznik a pořadí prstů

Časové a místní rozdíly v zapínání a vypínání jednotlivých modulů – gen **Hedgehog** = heterochronie
Stejný gen určuje, zda to bude ploutev nebo ruka, polarizační zóna, malík-palec

Tetrapoda - chiropterygium - vznik prstů



Apendikulární pupen - podoba pingpongové pátky
Ektodermální apikální lišta - prodloužení končetin
Ablace, eliminace EAL - humerus, resp.
humerus + radius + ulna (ne prsty)

Vymizení buněčných oblastí - vznik meziprstních
prostor

Programovaná buněčná smrt - apoptóza

Řízeno Hox geny (11-13)

Hedgehog - 3 geny, signalizační proteiny - vznik
prstů

5. Dorzoventrální OSA – DV axis

Ventrální břišní strana – obvykle kontakt se substrátem, problém s určením u ostnokožců – larvy a dospělci mají rozdílnou pozici úst (orální a aborální) – obtížná homologizace larvy a dospělého v důsledku metamorfózy

6. Zárodečné listy – germ layers

Diploblastica – ektoderm, entoderm (gastroderm), Cnidaria a Ctenophora
Triploblastica – ektoderm, mezoderm, entoderm (gastroderm), Bilateria,
mezoderm – epiteliální nebo trojrozměrná tkáň

7. Segmentace

Annelida, Arthropoda – segmentace – repetice u všech orgánů vyjma střeva; homonomní a heteronomní segmentace, segmentace se možná objevila v evoluci opakovaně

8. Skelet – oporná soustava

Exoskelet – u bezobratlých, na povrchu – chitin (polysacharid podobný celulóze)

Endoskelet – u obratlovců – „notochord“, chrupavka a kost, působení kolagenů:

- evoluce genů kolagenů u strunatců - 3 nezávislé klady
- nezávislý vznik notochordu, chrupavky a kosti

