

Fylogeneze Ontogeneze Vývoj in utero

Marcela Šafářová

Fylogeneze

- **Fylogeneze** nebo také **fylogenetický vývoj** je vývoj **druhů organismů** v historickém sledu ve smyslu **evoluční teorie**.
- Podle toho, jak se ubírala fylogeneze, se dnes tvoří stromy **příbuznosti druhů**.
- Věda zkoumající fylogenezi se nazývá **fylogenetika**.
- Grafickým znázorněním vzájemných vztahů mezi skupinami organismů jsou **fylogenetické stromy**.



Ontogeneze

- **Vývoj jedince**
- (též **ontogeneze** - řec. *ov, on* = jedinec a *γέννησις, jénnessi* = původ anebo **morfogeneze** - řec. *μορφογενετική* = původ tvaru)
- popisuje původ a vývoj jedince (**organismu**) od **oplodnění vajíčka** po jeho dospělou formu.
- Ontogeneze spolu s **fylogenezí** náleží do **evoluční biologie**.

Ontogeneze

- Teorie, že ontogeneze rekapituluje fylogenezi, to znamená, že vývoj jedince přesně zrcadlí vývoj **druhu**, je dnes již překonaná.
- Faktem však stále zůstává, že mezi ontogenezí a fylogenezí existují vzájemné vztahy, které vysvětluje **evoluční teorie**.
- Ontogeneze je proces, kterým prochází jedinec od splynutí **pohlavních buněk** až po dospělost. U jednotlivých druhů živých organismů je tento proces velmi rozdílný.

ZÁKLADNÍ POJMY EMBRYOLOGIE

- ONTOGENEZE: vývoj jedince oplození → smrt
- GAMETA → zralá pohlavní buňka
- ZYGOTA → buňka vzniklá oplozením
- RÝHOVÁNÍ → proces mitotického dělení zygoty -- -- blastomery
- MORULA → kulovitý útvar 16 a více blastomer
- BLASTOCYSTA → dutý kulovitý útvar → trofoblast → blastocél (blastocoel) → embryoblast
- NIDACE → uhníždění blastocysty v děložní sliznici

ZÁKLADNÍ POJMY EMBRYOLOGIE

IMPLANTACE:

- EMBRYO: 2. - 8. týden intrauterinního vývoje
- FÉTUS: od 9. týdne intrauterinního vývoje

CYTODIFERENCIACE → pokračující specializace buněk podle

- struktury
- funkce
- vzájemných vztahů

Ve Spojených státech

DARWINOVA EVOLUČNÍ TEORIE

se stala základem pro moderní pojetí

- populace jsou variabilní a variabilita je vzhledem k prostředí náhodná a dědičná
- populace má neomezenou schopnost růstu**, ale je omezoována potravními a prostorovými zdroji, proto dorůstá v jedince schopné rozmnožování jen část vzniklých zygot, což je principem **přírodního výběru**
- mezi jedinci musí existovat **boj o přežití**
- potomky **plodí jen dobře vybavení jedinci**, kteří eliminují méně přizpůsobené a úspěšné organismy, eliminace jako zakončení **konkurenčního boje** neznamená smrt, ale vyloučení z plození potomstva
- rozšíření organismů na Zemi** není náhodné, ale **zákonité**
- Darwin důsledně stavěl **člověka do stejné linie jako ostatní savce**
- pojem druh/odrůda - každý druh je vyhraněnou odrůdou a odrůda počínajícím druhem

DARWINOVA EVOLUČNÍ TEORIE

- vliv **divergence a konvergence** na vznik nových druhů - díky rozdílnému prostředí, do kterého se dostanou jedinci téhož druhu, může dojít k tolika přizpůsobením, že se tyto dvě populace začnou natolik lišit, až se diferencují na dva druhy (divergence = rozblhavost znaků)
- opakem divergence je **konvergence** = sblihavost znaků, kde se vlivem prostředí začnou dva rozdílné druhy svými přizpůsobeními natolik podobat, až z nich vznikne jedna skupina
- jako příklad **přizpůsobení organismů** prostředí uvádí Darwin např. mimikry (změna barvy nebo tvaru těla)
- rudimenty/atavismy** = zakrněliny - orgány, které organismy vlivem změny prostředí přestaly potřebovat - rudimenty se objevují u všech zástupců

Ontogeneze= vývoj jedince

- Lze ji rozdělit na období prenatální a postnatální
- Embryologie = pojednává o prenatálním vývoji
- EMBRYOLOGIE - deskriptivní (popisná)
- EMBRYOLOGIE - srovnávací
- EMBRYOLOGIE - experimentální
- sledování změny vývoje organismu
- po experimentálních zásazích
- TERATOGENEZE

GAMETOGENEZE - vývoj pohlavních buněk

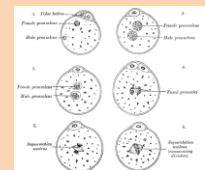
- PROGENEZE
- FERTILIZACE (oplození)

INTRAUTERINNÍ VÝVOJ

- EMBRYOGENEZE → BLASTOGENEZE (1.- 4. týden)
- ORGANOGENEZE (do 8. týdne)
- FETÁLNÍ VÝVOJ

POROD

- NOVOROZENEC
- EXTRAUTERINNÍ VÝVOJ**
- DOSPĚLOST
- STAROBA
- SMRT



<http://www.bartleby.com/>

- http://www.med.unc.edu/embryo_images/unit-welcome/welcome_https/akgs.htm

Rýhování

- Oplozené vajíčko se rychle dělí mitózami
- Po rozdělení vznikají na povrchu vajíčka rýhy → proto hovoříme o rýhování
- Průběh rýhování závisí na množství zásobních žlutkových hmot



Čihák, R.: Anatomie

Vývoj rýhujícího se vejce:

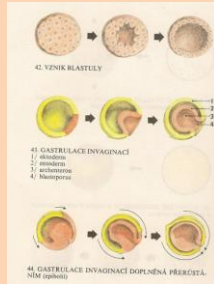
Dělením vznikne kulovitý shluk buněk – **morula**

Morula se dalším dělením přemění na jednovrstevný váček – **blastulu**

Procesem, kterému se říká gastrulace vznikne – **gastrula** /dvojvrstevný zárodek/

Vrstvami gastruly jsou vnější zárodečný list – **EKTODERM** a vnitřní zárodečný list **ENTODERM**

Čihák, R.: Anatomie

**Vývoj zárodku u člověka**

Oplozené vajíčko se při sestupu vejcovody dělí a rýhuje

Rýhování je totální a ekvální
Za 20-30h dosáhne stadia blastomery, stádium morula = 4dny

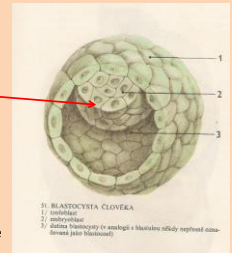
Po 4.dnu přihází morula do dělohy, je vytvořen trofoblast = obal

Vnitřní buňky shluklé u jednoho pólu = embryoblast

Celému útvaru se říká blastocysta

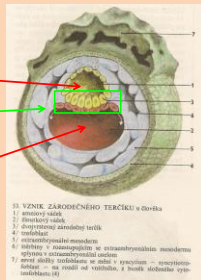
6.-7.den probíhá nidace
Buňky embryoblastu se diferencují v příští ektoderm a entoderm

Čihák, R.: Anatomie



V druhém týdnu vývoje jsou vytvořeny dva útvary

- 1) Žloutkový váček
- 2) Dvouvrstevný zárodečný terčík (zárodečný stvol, základ příštího pupečníku)
- 3) Amniotický váček

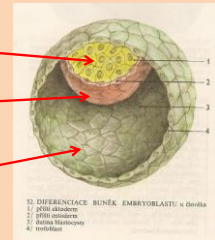


Čihák, R.: Anatomie

Buňky amniotického váčku tvoří **EKTODERM**

MESODERM se odděluje od **EKTODERMU** na počátku třetího týdne

Buňky žloutkového váčku tvoří **ENTODERM**



Čihák, R.: Anatomie

Zárodečné listy:

- **EKTODERM** – pokožka, epitel dutiny nosní a úst, smyslové orgány v tomto epitelu, zubní sklovina, čočka, zčásti sklivec, svalstvo duhovky, přední i zadní lalok hypofýzy, CNS, sítnice, dřeň nadlehin
- **MEZODERM** – příčně **pruhované svalstvo**, ledviny, pobřišnice, pohrudnice, osrdečník, vejcovody, děloha, pohlavní žlázy, mesenchymatosní orgány = nehty, cévy, hladká svalovina, stavba všech vnitřních orgánů

Zárodečné listy:

- **ENTODERM** – epitel střevní trubice, epitel Eustachovy trubice a středoušní dutiny, epitel dýchacího ústrojí, štítná žláza, příštítné, brzlík, epitel MM a trubice močové

Morfogeneze= tvarový a strukturální vývoj zárodku

4 základní morfogenetické děje:

- 1) Proliferace – zmnožení buněk
- 2) Distribuce – rozmístění buněk
- 3) Interakce – vzájemné působení a ovlivňování rozmístěných buněk, jejich vstup do funkčních vztahů
- 4) Redukce – zánik nadbytečných buněk (sprouting, pruning)

Růst a diferenciac

Růst:

V embryonálním období – zejména proliferace bb
Růst neprobíhá všude stejně rychle a intenzivně – diferencovaný růst /výchlípky, řasy, vznik epitelových záhybu atp./

Diferenciac:

- 1) Buňka se odlišuje ve svém chemismu
- 2) Genetická informace předurčuje specifitu

FORMACE

- 1) morfologické pohyby – spojené s migrací bb materiálu, přesuny bb, nebo bb vrstev
- 2) Selektivní afinita bb – bb mají schopnost sdružovat se navzájem
- 3) Buněčná smrt – geneticky zakódovaný zánik bb, je redukován nadbytečný materiál /oddělení prstů, CNS/
- 4) Posuny orgánových základů – relativní přemístění orgánů vzhledem k páteři, nejčastěji kaudálním směrem

FORMACE

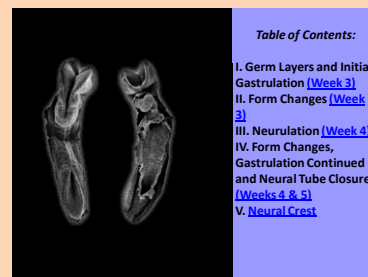
- 5) Působení žláz s vnitřní sekrecí /matky/ – diferenciac hormonálně závislých orgánů
- 6) Působení žláz s vnitřní sekrecí /zárodku/ - uplatňuje se i na orgány vzdálené /testes, ovaria/
- 7) Funkční vlivy – uplatnění v pre i postnatálním období

Souborně lze o vlivu funkce říci, že orgán ve svém základním **tvaru** je založený **geneticky**, je **funkcí domodelován**, a funkci je ve svém tvaru **udržován**.

Také struktura a velikost orgánů jsou funkcí udržovány; je známo, že orgán bez funkce zakrňuje.

Viz Hillarie

Early Cell Populations and Establishment of Body Form



• http://www.med.unc.edu/embryo_images/unit-welcome/welcome_https/akgs.htm

T



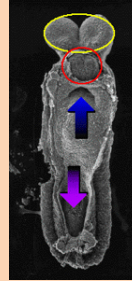
Note the ectoderm, the mesoderm, and the embryonic endoderm.

The mesoderm in the ventral midline is the notochordal plate

Species: Mouse Day Gestation: 7 Approx.
Human Age: 17 Days View: Ventral

http://www.med.unc.edu/embryo_images/unit-welcome/welcome_https/akgs.htm

- http://www.med.unc.edu/embryo_images/unit-welcome/welcome_https/akgs.htm

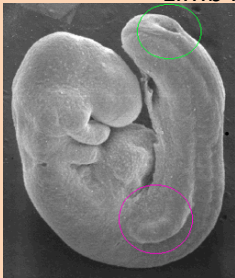


By the beginning of the 4th week of human development, a ventral view illustrates several important structures:

the anterior-most aspect of the brain (forebrain, prosencephalon),
the heart (which is just beginning to beat),
the foregut region dorsal to the heart,
and the developing hindgut.

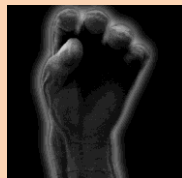
Species: Mouse Day Gestation: 8 Approx.
Human Age: 22 Days View: Ventral

Body Cavities, Musculoskeletal, and Limb Formation

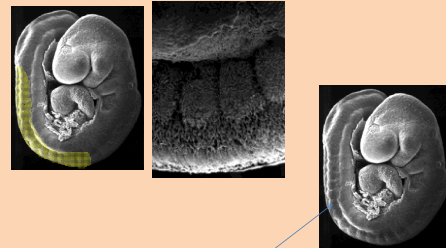


The **posterior neuropore** closes about 2 days after the anterior neuropore, when the embryo is tightly curved ventrally and an **upper limb bud** is evident.

http://www.med.unc.edu/embryo_images/unit-welcome/welcome_https/akgs.htm

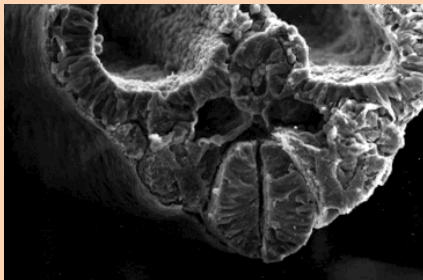


Species: Mouse Day Gestation: 9 Approx.
Human Age: 28 Days View: Lateral



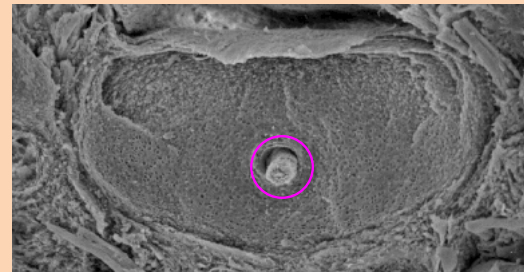
The somites are visible through the surface ectoderm.

- http://www.med.unc.edu/embryo_images/unit-welcome/welcome_https/akgs.htm



... illustrates the splanchnic mesoderm surrounding the gut tube and the somatic mesoderm associated with the body wall. Also illustrated is the intermediate and paraxial mesoderm

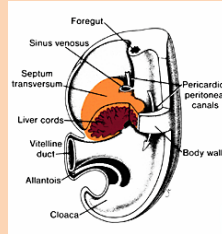
http://www.med.unc.edu/embryo_images/unit-welcome/welcome_https/akgs.htm



Species: Mouse Day Gestation: 14 Approx. http://www.med.unc.edu/embryo_images/unit-welcome/welcome_https/akgs.htm

Within the intervertebral disks that form between the vertebral bodies, the notochord persists as the **nucleus pulposus**

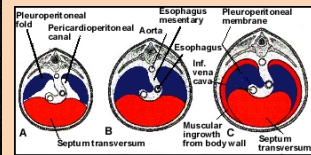
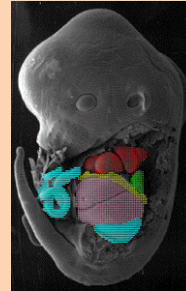
- http://www.med.unc.edu/embryo_images/unit-welcome/welcome_https/akgs.htm



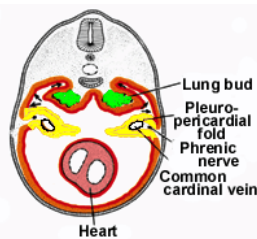
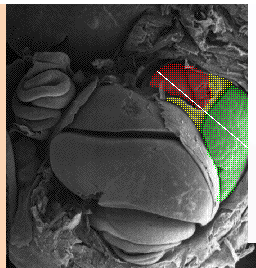
The septum transversum is the primordium of the diaphragm which is located just rostral to the developing liver. Bilateral passageways (pericardioperitoneal canals) connect the pleuropericardial and peritoneal portions of the body cavity at this developmental stage.

Species: Mouse Day Gestation: 9 Approx.
Human Age: 26 days View: Frontolateral

- http://www.med.unc.edu/embryo_images/unit-welcome/welcome_https/akgs.htm



Separation of the space containing the **lungs** and **heart** (pleuropericardial cavity) and that with the **liver** and **gut** (peritoneal cavity) is completed as the **diaphragm** forms with contributions from the septum transversum, the pleuroperitoneal folds and the body wall

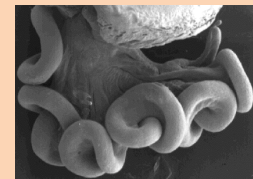


The space containing the **heart** (pericardial cavity) and the **lungs** (pleural cavities) is separated by tissue termed the **pleuropericardial** folds that extend inward from the body wall.

- http://www.med.unc.edu/embryo_images/unit-welcome/welcome_https/akgs.htm

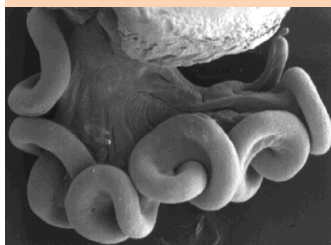


The midgut elongates rapidly and during the sixth week of development it extends beyond the body wall in the umbilical cord (physiological umbilical herniation).



- http://www.med.unc.edu/embryo_images/unit-welcome/welcome_https/akgs.htm

Species: Human Day Gestation: 52



The gut is shown here suspended by its mesentery

Species: Human Day Gestation: 52

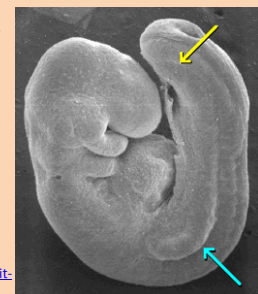
- http://www.med.unc.edu/embryo_images/unit-welcome/welcome_https/akgs.htm

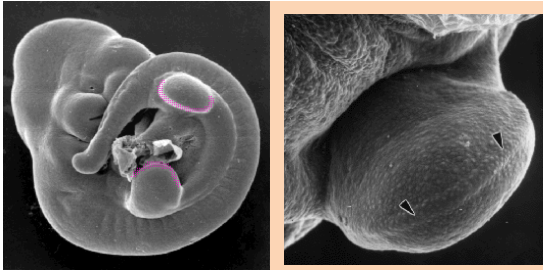
Limb Development

The developing **upper** limb is evident earlier than the **lower** limb.

Species: Mouse Day Gestation: 9 Approx.
Human Age: 28 days View: Lateral

- http://www.med.unc.edu/embryo_images/unit-welcome/welcome_https/akgs.htm

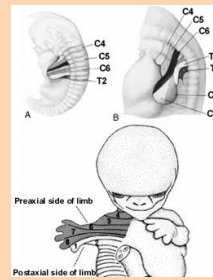




The thickened ectoderm at the distal rim of the limb bud is termed the apical ectodermal ridge.

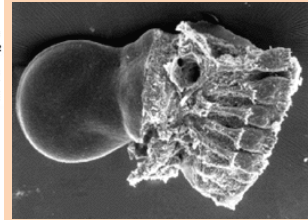
Species: Mouse Day Gestation: 11 Approx.
Human Age: 33 days View: Lateral

- http://www.med.unc.edu/embryo_images/unit-welcome/welcome_https/akgs.htm

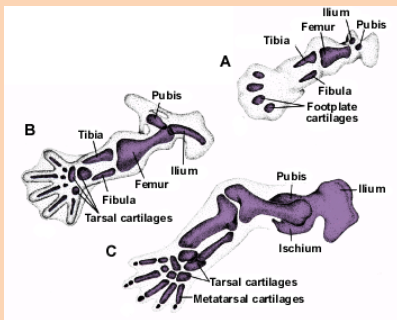


Species: Mouse Day Gestation: 11 Approx.
Human Age: 33 days View: Ventral

- http://www.med.unc.edu/embryo_images/unit-welcome/welcome_https/akgs.htm



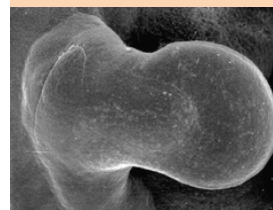
The brachial plexus, derived from cervical segments 5-8 and the first thoracic segment, innervates the upper limb. These nerves and their dorsal root ganglia are illustrated in the micrograph. The lower limb is innervated by the lumbosacral plexus.



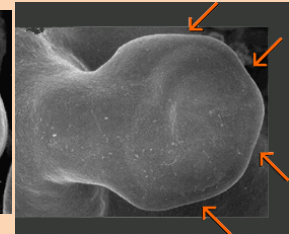
Species: Human
Day Gestation:
early 6th wk, late
6th wk, 8th wk

The skeleton of the limbs is formed as a hyaline cartilage precursor ossifies.

- http://www.med.unc.edu/embryo_images/unit-welcome/welcome_https/akgs.htm

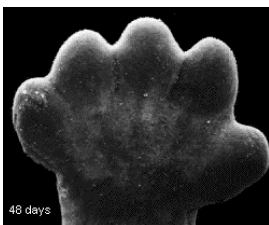


Species: Mouse Day Gestation: 12 Approx.
Human Age: 36 days View: Lateral

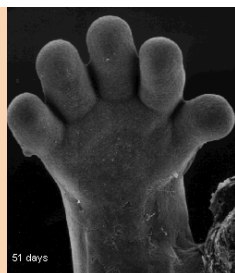


As the limb bud grows, indentations become apparent in the hand (or foot) plate.

- http://www.med.unc.edu/embryo_images/unit-welcome/welcome_https/akgs.htm



During the seventh and the eighth weeks of human development the digits of the hand become apparent.



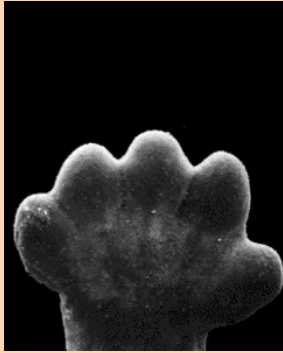
- http://www.med.unc.edu/embryo_images/unit-welcome/welcome_https/akgs.htm



At the beginning of the fetal period, touch pads are prominent features of the hands and feet.

Species: Human Day Gestation: 56

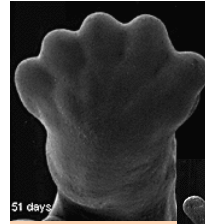
- http://www.med.unc.edu/embryo_images/unit-welcome/welcome_https/akgs.htm



Species: Human Day
Gestation: 48 - 56 days

As the hand develops,
webs that are present
between the outgrowing
digits must regress

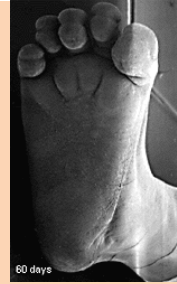
- http://www.med.unc.edu/embryo_images/unit-welcome/welcome_https/akgs.htm



51 days



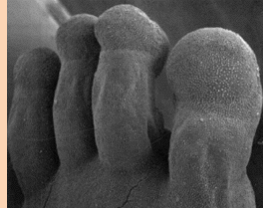
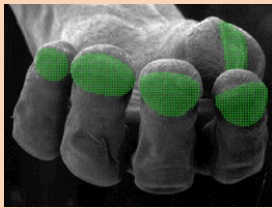
54 days



60 days

Development of the feet is like
that of the hands, but in the
human it starts approximately 3 -
4 days later

- http://www.med.unc.edu/embryo_images/unit-welcome/welcome_https/akgs.htm



Species: Human Day Gestation: 64

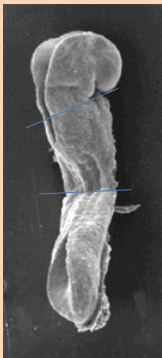
The nails of the fingers and toes first appear as thickenings of the epidermis called the primary nail fields. The position of the developing nails is evident in this 64 day hand and foot.

- http://www.med.unc.edu/embryo_images/unit-welcome/welcome_https/akgs.htm

Craniofacial Development



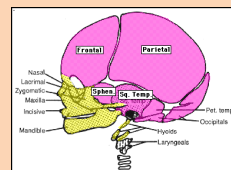
- http://www.med.unc.edu/embryo_images/unit-welcome/welcome_https/akgs.htm



Early in the fourth week of human
development the cranial and cervical (neck)
regions make up approximately 1/2 of the
embryo's length

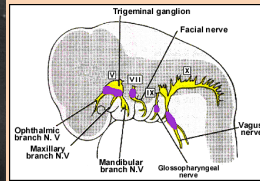
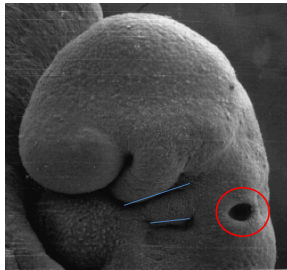
Species: Mouse Day Gestation: 8 Approx.
Human Age: 22 days View: Dorsolateral

- http://www.med.unc.edu/embryo_images/unit-welcome/welcome_https/akgs.htm



Neural crest cells form the majority of the **facial** and **cranial**
skeleton. However, mesodermal cells also contribute to the
cranium

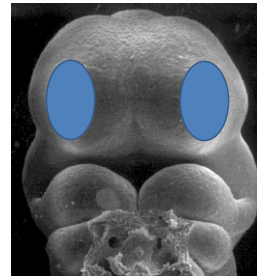
- http://www.med.unc.edu/embryo_images/unit-welcome/welcome_https/akgs.htm



The regions between the pharyngeal arches are termed **pharyngeal clefts**. The indentation just dorsal to the second pharyngeal cleft is the developing inner ear, the **otic pit**. (See ear development unit for more information)

Species: Mouse Day Gestation: 9 Approx.
Human Age: 27 days

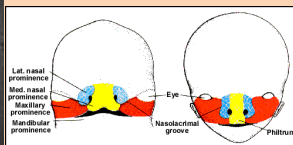
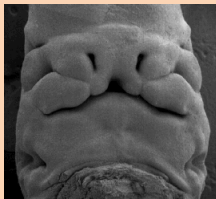
• http://www.med.unc.edu/embryo_images/unit-welcome/welcome_https/akgs.htm



Species: Mouse Day
Gestation: 10 Approx.
Human Age: Fifth week
View: Frontal

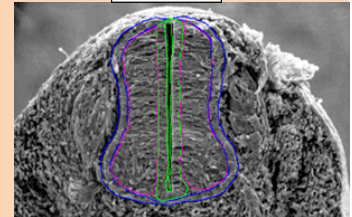
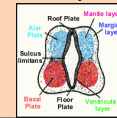
Following closure of the anterior neuropore, the ectoderm that will line the nasal cavities (olfactory placodes) is located on the lateral aspects of the frontonasal prominence.

• http://www.med.unc.edu/embryo_images/unit-welcome/welcome_https/akgs.htm

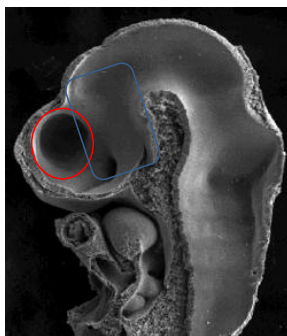


• http://www.med.unc.edu/embryo_images/unit-welcome/welcome_https/akgs.htm

Nervous System Development

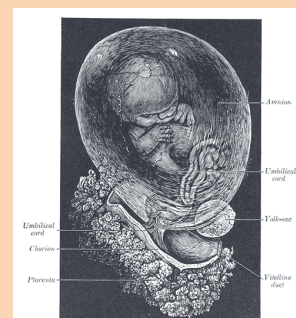


• http://www.med.unc.edu/embryo_images/unit-welcome/welcome_https/akgs.htm



The prosencephalon has two subdivisions, the telencephalon: that will form the cerebral hemispheres, and the diencephalon: that will form optic and thalamic tissues and other structures.

• http://www.med.unc.edu/embryo_images/unit-welcome/welcome_https/akgs.htm



<http://www.bartleby.com/>

5.-6.týden

- embryo je velké **6 - 10 mm**
- na hlavičce embrya lze pozorovat 4 mělké znatelné jamky - z nich se později vyvinou uši a oči
- v embryu se vyvíjí **základ zaživacího systému**, žaludek, ústa, nos a patro.
- pozorovatelné je i srdce** - velké zduření na přední straně hrudníku
- vzniká i **systém krévních cév**
- Uzavírá se nervová trubice.
- Čtyři nepatrné pupeny jsou **zárodky budoucích končetin**

7.týden

- embryo je velké **1,3 cm** (velikost třešně)
- na hlavě embrya (která je ve srovnání s tělem velká) se **začíná vytvářet obličej**, oči na jeho stranách jsou stále zavřeny
- Začíná se tvořit **základ očních víček**.
- ruce a nohy jsou již zřetelné, na koncích lze pozorovat i **zárodky budoucích prstů**
- v těle embrya **začíná vlivem činnosti srdce obíhat krev**
- vyvíjejí se začínají i kostní buňky
- embryo obsahuje další vnitřní orgány - játra, ledviny, plíce, střeva. Tyto orgány však ještě nejsou plně vyvinuté.

8.týden

- plod (tedy již ne embryo) má velikost **3 - 4 cm**.
- obličej je stále zřetelnější** - nos se zašpičatuje a spojené strany čelisti vytvořily ústa. Plod má ale také již jazyk.
- vyvíjejí se i vnitřní části uší důležité pro sluch a rovnováhu
- objevují se **pohlavní žlázy** - vaječníky či varlata
- všechny hlavní vnitřní orgány jsou vyvinuty**, i když ne v úplné formě ani v definitivní poloze
- ruce a nohy jsou již delší - lze rozeznat kolena, lokty i ramena
- více patrné jsou i prsty na ruce a nohou (zatím však spojené kožní blanou)
- dítě začíná být velmi pohyblivé**. Tyto pohyby s však matka neuvědomuje.

12.týden

- dítě je velké **9 cm** a váží až 100 g
- většina vnitřních orgánů již funguje**, nebezpečí poškození plodu léky či infekcí je již menší
- vyvinutá jsou i oční víčka**, oči však zůstávají zavřeny
- pozorovatelné jsou i ušní lalůčky
- dítě má již **nehty** (i když velmi malé)
- více vyvinuté jsou i svaly - dítě se proto stále více pohybuje, dokáže zatínat pěstičky i pohybovat prsty na nohou, špulí rty a otevírá a zavírá ústa
- dítě polyká tekutinu, která ho obklopuje (umí sát) a také močí

16.týden

- dítě je **veliké 16 cm** při váze 180 g a velmi rychle roste
- jsou vyvinuté pohlavní orgány**, zatím je však pohlaví dítěte ultrazvukem obtížně zjistitelné, je již plně vyvinuto
- od 14. týdne je vyživováno přes placentu**
- začínají se vyvíjet kosti, na nohou a rukách jsou vytvořeny klouby
- tělíčko je pokryto průhlednou kůží s jemným chmýřím
- dítěti rostou i řasy a obočí
- na hrudníku lze pozorovat dýchání**, stejně aktivně bije i srdce (asi dvakrát rychleji než srdce matky)

20.týden

- dítě je velké **25 cm** a váží 310 g
- budoucí matka pociťuje první pohyby** - dítě je velmi čilé a může reagovat i na vnější zvuky
- dokonale vyvinuté jsou ruce a nohy**
- dítěti rostou vlásky a **vyvíjí se chrup**
- kůži plodu v děloze chrání bílá mastná hmota - mázek
- krví matky může plod dostávat látky, které budou obranou vůči nemocím v prvních týdnech života

24.týden

- délka dítěte je 30 cm a váha 700 g
- tuková vrstva ještě není vyvinuta, dítě je stále hubené
- **dítě je velmi čilé** - procvičuje vyvinuté svaly na končetinách
- kope a někdy udělá i kotrmelec
- také **kašlání a škytání** je vnímáno matkou jako pohyb - kopání
- v kůži se **vyvíjejí potní žlázy**

28.týden

- dítě je velké **35 cm** a vážit může až 1200 g
- plod má **otevřené oči** a sklání hlavu dolů
- dobře vyvinut je i sluch
- velikým vývojem prošel i mozek - dítě má množství chuťových buněk, cítí bolest a je schopno reagovat jako donošené dítě
- dítě začíná "tloustnout", protože pod červenou svraskalou kůží se začíná vytvářet tuková vrstva
- plně vyvinuty zatím nejsou plíce /chybí surfaktant/

32.týden

- dítě je dlouhé **40 cm**, váží 1,6 kg a vypadá již téměř stejně jako při narození
- díky otevřeným očím **dítě umí rozeznávat světlo a tmu**
- v děloze zaujímá **polohu hlavičkou dolů**

36.týden

- dítě je dlouhé **46 cm** a váží 2,5 kg a přibývá asi 28 g denně
- dítě se s přibývajícím tukem **zaobluje**
- hlavička již sestoupila do oblasti pánve
- **vlásky** mohou být dlouhé i několik centimetrů
- také nehty již dorostly ke špičkám prstů
- chlapci by měli mít **sestouplá varlata**

40.týden

- dítě váží 3,4 kg a je dlouhé **51 cm**
- ostré nehty dítěte mohou způsobit jeho poškrábání
- jemné chmýří na povrchu těla prakticky zmizelo
- ve střevech plodu se vytváří smolka - tmavá hmota, kterou dítě bude vyměšovat ihned po narození



Snímky archiv autora

