

# Vývoj faryngového aparátu

Hlavová a krční krajina u čtyř týdenního zárodku je podobná oblasti žaber embrya ryby, proto se dříve užíval termín žaberní oblouky (branchiální). Tyto žábřák podobné struktury se buď přestaví a adaptují na nové funkce, nebo úplně vymizí.

**Faryngový (žaberní) aparát** se skládá z:

- faryngových oblouků,
- faryngových výčlípek,
- faryngových štěrbin,
- faryngových membrán.

## Faryngové oblouky

Jejich vývoj začíná začátkem 4. týdne migrací buněk neurální lišty do budoucí krční a hlavové oblasti. Koncem 4. týdne lze rozeznat dobře vymezené čtyři páry oblouků po stranách zárodku (5. a 6. oblouky jsou rudimentární a nejsou viditelné). Oblouky jsou od sebe zřetelně odděleny rýhami – faryngovými vkleslinami (štěrbinami).

### První faryngový oblouk

Vytváří dva výběžky – menší maxilární výběžek (*processus maxillaris*) → dává vznik horní čelisti, kosti jařmové a šupině kosti spánkové. Větší mandibulární výběžek (*processus mandibularis*) vytváří dolní čelist. První faryngový oblouk proto hraje zásadní roli ve vývoji čelistí.

### Druhý faryngový oblouk – hyoidní

Přispívá největší měrou k formaci jazyky.

Další oblouky se označují pouze čísly. Oblouky vyztužují postranní stěny primordiálního hltanu.

**Stomodeum** tvoří základ úst. Vypadá zpočátku jako vkleslina povrchového ektodermu, od dutiny faryngu je odděleno dvojitou vrstvou – orofaryngeální membránou (jedna vrstva bb. ektodermu a jedna vrstva buněk endodermu). Orofaryngeální membrána zaniká kolem 26. dne (od této doby získává primitivní střevo komunikaci s amniem).

## Součásti faryngových oblouků

Zpočátku tvoří oblouk pouze mezenchymové jádro ohraničené zvenku ektodermem a zevnitř endodermem. Během 4. týdne do oblouků putují buňky neurální lišty, které se v obloucích diferencují v mezenchym a provází vznik maxilárního a mandibulárního výběžku. Buňky neurální lišty jsou jedinečné v tom, že navzdory svému neuroektodermovému původu představují hlavní zdroj hlavového a krčního mezenchymu. Kosterní svalstvo a endotel cév vzniká však z původního mezenchymu.

## Osud faryngových oblouků

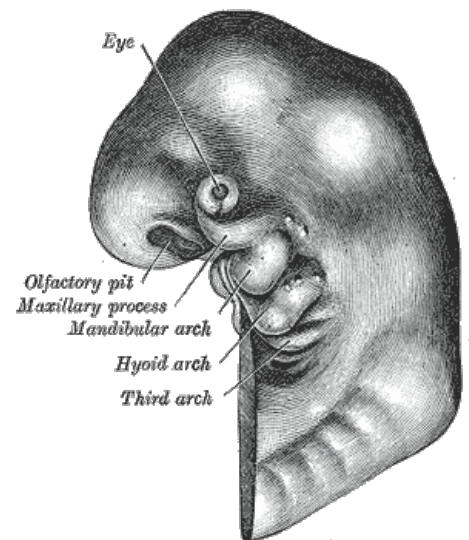
Během 5. týdne se druhý oblouk zvětšuje a přerůstá oblouk třetí a čtvrtý, čímž vytváří ektodermovou štěrbinu – *sinus cervicalis*. Koncem sedmého týdne vymizí 2. až 4. oblouk (včetně *sinus cervicalis*) a kontura krku se stává hladkou.

Typický faryngový oblouk obsahuje:

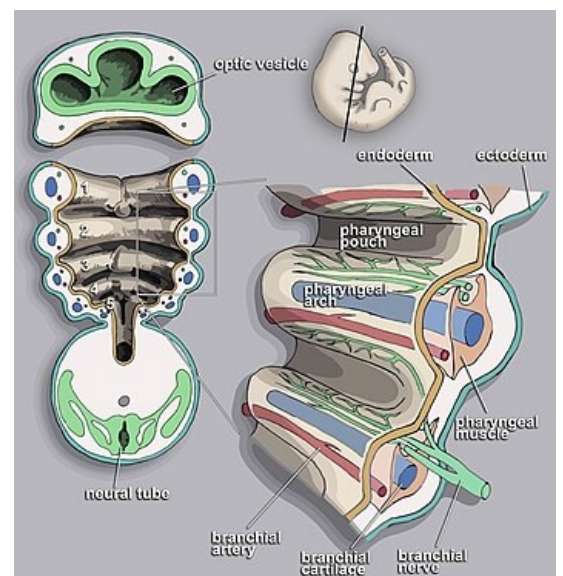
- aortální oblouk – arterii z truncus arteriosus primitivního srdce, obklemne farynx a ústí do dorzální aorty;
- chrupavku – tvoří skelet oblouku;
- svalovou komponentu;
- nerv – zásobuje sliznici a svalstvo, které jsou z oblouku odvozeny.

**Obrázek 2** ([http://anmat.chytrak.cz/emb/kap06\\_2.jpg](http://anmat.chytrak.cz/emb/kap06_2.jpg))

## Deriváty faryngových chrupavek



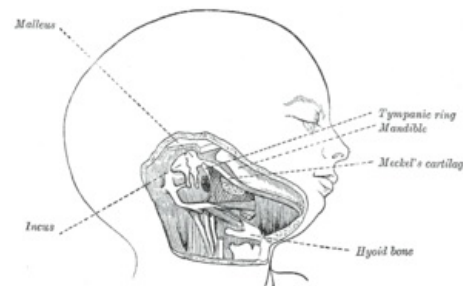
Embryo na konci 4. týdne intrauterinního života.



Obsah a rozdělení faryngových oblouků.

Chrupavka prvního oblouku, **Meckelova chrupavka**:

- dorzální část dává vznik dvěma kůstkám středouší – kladívku a kovadlince;
- střední část zaniká, ale její perichondrium perzistuje jako lig. mallei anterius a lig. sphenomandibulare;
- ventrální část tvoří podkovovitý základ mandibuly;
- chrupavka vymizí, když se kolem ní vytvoří intramembranózní osifikační kost.



Hlava a krk lidského embrya v 18. týdnu – Meckelova chrupavka.

Chrupavka druhého oblouku, **Reicherova chrupavka**:

- dorzální část dává vznik třmínku a proc. styloideus ossis temporalis;
- střední část zaniká a zbytek tvoří lig. stylohyoideum;
- ventrální konec chrupavky osifikuje a tvoří cornua minora a corpus ossis hyoidei.

Chrupavka třetího oblouku:

- osifikuje ve velké rohy a dolní část těla jazyky.

Chrupavka čtvrtá a šestá splývají v chrupavky laryngu (kromě epiglottis, ta se vyvíjí z mezenchymu hypobranchiální eminence).

**Obrázek 3** ([http://anmat.chytrak.cz/emb/kap06\\_3.jpg](http://anmat.chytrak.cz/emb/kap06_3.jpg))

## Deriváty svalstva faryngových oblouků

### První oblouk

Mezi deriváty prvního oblouku patří žvýkácí svaly, m. mylohyoideus, přední břicho digastricus; dále pak m. tensor tympani a m. tensor veli palatini.

### Druhý oblouk

Deriváty druhého oblouku jsou mimické svaly, m. stapedius, m. stylohyoideus, zadní břicho digastricu.

### Třetí oblouk

K derivátům třetího oblouku patří m. stylopharyngeus

### Čtvrtý oblouk

Svaly hrtanu, m. levator veli palatini, mm. constrictores pharyngis, příčně pruhovaná svalovina jícnu jsou původem ze čtvrtého oblouku.

## Deriváty nervů faryngových oblouků

Každý oblouk má svůj hlavový nerv.

- První oblouk – obsahuje 2. a 3. větev trigeminu;
- druhý oblouk – n. facialis;
- třetí oblouk – n. glossopharyngeus;
- čtvrtý oblouk – n. vagus;
  - resp. 4. oblouk má n. laryngeus superior, 6. oblouk má n. laryngeus recurrens.

## Faryngové výchlípky

Endoderm hltanu vystýlá vnitřní plochu faryngových oblouků, kde vytváří balónová divertikula – faryngové výchlípky. První pár výchlípek se nachází mezi prvním a druhým obloukem. Vznikají celkem 4 definované páry výchlípek (5. pár je rudimentální). Endoderm se dostává do kontaktu s ektodermem faryngových štěrbin a dohromady tak vytvářejí faryngové membrány.

### Deriváty první faryngové výchlípky

Vybíhá laterálně jako recessus tubotympanicus. Distální část komunikuje s první faryngovou štěrbinou a později přispívá k formaci membrana tympani. Dutina recessus tubotympanicus dává vznik cavum tympani a antrum mastoideum. Spojení s faryngem se postupně prodlužuje až vzniká tuba auditiva.

### Deriváty druhé faryngové výchlípky

Druhá faryngová výchlípka se přeměňuje se v tonzilu palatinu. Obvykle je obliterována nebo částečně přetrvává jako sinus tonsillaris. Entoderm proliferuje a vrůstá do okolního mezenchymu, centrální partie entodermových čepů se rozpadají a tím vznikají jamkovité prohlubně – krypty. Kolem 20. týdne se mezenchym v okolí krypt diferencuje v lymfoidní tkáň.

## Deriváty třetí faryngové výchlípky

Výchlipka expanduje a vytváří solidní část bulbární a protáhlou dutou část ventrální. Spojení s faryngem se zužuje až vymizí. Koncem 6. týdne se epitel obou dorzálních bulbárních částí začne diferencovat a vytváří **dolní příštítné tělísko**. Epitel ventrální výchlípky prolifерuje, až obliteruje průsvit, základy z obou stran se spojují a vytváří základ thymu, který pak sestupuje do předního mediastinu. Thymus zůstává po celou dobu rozdělen na dva laloky, které mají své vlastní cévní i nervové zásobení.

## Deriváty čtvrté faryngové výchlípky

Podobně jako třetí, vytváří i tato výchlípka dorzální bulbární a ventrální protáhlou část. Spojení s faryngem se redukuje na úzký ductus, který záhy degeneruje. Obě dorzální části se přemění v **horní příštítná tělíska** (i když výchlípka je níž než 3.), tak ta tělíska jsou výš, protože dolní tělíska ze 3. výchlípky sestupují kus spolu s thymem, čímž se dostávají níž. protáhlá ventrální část se vyvíjí v **ultimobranchiální tělísko** (jmenuje se tak proto, že se ze všech faryngeálních struktur vyvíjí poslední), které posléze splývá se základem štítné žlázy a jeho elementy se v parenchymu rozptýlí jako parafolikulární buňky (původem jsou to buňky neurální lišty, které putují z oblouků do 4. páru výchlípek).

## Faryngové šterbiny

Oddělují od sebe faryngové oblouky zvenku. Významný je pouze první pár, který přetrvává jako zevní zvukod. Ostatní šterbiny leží v sinus cervicalis a společně s ním při vývoji krku obliterují.

## Faryngové membrány

K definitivním strukturám přispívá pouze první membrána, která spolu s vmezeřeným mezenchymem vytváří ušní bubínek.

**Obrázek 4** ([http://anmat.chytrak.cz/emb/kap06\\_4.jpg](http://anmat.chytrak.cz/emb/kap06_4.jpg))

## Vývoj štítné žlázy

První endokrinní žláza, která se u embrya vyvíjí je štítná žláza. Vývoj začíná kolem 24. dne endodermovým ztluštěním na dně faryngu. Na jeho místě se záhy objeví malá výchlípka tzv. tyroidní divertikulum. S růstem zárodku a jazyka sestupuje žláza do krku před jazykou a hrtanovými chrupavkami. Krátký čas zůstává spojena s jazykem tenkou trubicí – ductus thyreoglossus. Divertikulum je zpočátku duté, ale pak se stává kompaktním a dělí se na levý a pravý lalok, které spojuje isthmus. Definitivní tvar a uložení má žláza v 7. týdnu, v této době ductus thyreoglossus již zanikl. Proximální ústí ductu perzistuje jako malá jamka na kořeni jazyka – foramen caecum linguae. U 50 % případů odstupuje od isthmus lobus pyramidalis, který může být upevněn na jazylce vazivovým pruhem nebo snopci hladkého svalstva (m. levator glandulae thyroideae).

**Obrázek 5** ([http://anmat.chytrak.cz/emb/kap06\\_5.jpg](http://anmat.chytrak.cz/emb/kap06_5.jpg))

## Vývoj jazyka

Na konci čtvrtého týdne se na dně primitivního faryngu (rostrálně od foramen caecum), ve střední čáře, objeví trojúhelníkovitá vyvýšeninka – mediální jazykový výběžek (tuberculum impar). Po jeho stranách vzniknou brzy dva oválné distální jazykové výběžky (laterální jazykové hrboly). Jsou to nakupeniny mezenchymu prvního žaberního oblouku. Distální výběžky se rychle zvětšují, splývají spolu a přerostou tbc. impar (vytvářejí pak přední dvě třetiny jazyka). tuberculum impar netvoří žádnou zevně patrnou část jazyka. Formace zadní části jazyka je naznačena dvěma výstupky kaudálně od foramen caecum.

- copula (lat. pouto, svazek) – vzniká spojením ventromediálních částí druhých faryngeálních oblouků;
- eminentia hypobranchialis – kaudálně od copuly z ventromediální části třetích a čtvrtých oblouků;

Copula je postupně překryta eminencí, proto se na zadní části jazyka podílí hlavně 3. a 4. oblouk. Svalové bb. putují z okcipitálních myotomů a s sebou si táhnou i nervus hypoglossus. Po narození je celý jazyk v dutině ústní, zadní část sestupuje do faryngu do čtvrtého roku života.

## Vývoj chuťových pohárků

- Papillae circumvalatae a foliatae se objevují nejdříve, poblíž konečných větví n. IX;
- papillae fungiformes se tvoří později kolem větvení n. lingualis (chorda tympani – n. VII...);
- papillae filiformes (nejčastější papily jazyka) se vyvíjejí na začátku fetálního období (10. týden);
- chuťové pohárky se vyvíjejí 11. – 13. týden.

## Nervové zásobení jazyka

Přední dvě třetiny jsou odvozeny z prvního faryngeálního oblouku – proto je inervuje třetí větev n. V (n. lingualis). Derivát z druhého oblouku (copula) byl překryt, proto n. facialis jazyk neinervuje (s výjimkou chuti na prvních dvou třetinách). Zadní oblast inervuje n. glossopharyngeus, úplně vzadu je přispění čtvrtého oblouku – tam je i n. vagus.



## Vývoj obličeje

Základy obličeje se počínají formovat počátkem čtvrtého týdne kolem velkého stomodea. Vývoj je závislý na induktivním působení prosencefalického a rombencefalického organizačního centra. Patro obličejových základů:

- jeden frontonasální výběžek;
- párové maxilární výběžky;
- párové mandibulární výběžky;

Faciální výběžky jsou derivátem prvního faryngeálního oblouku a tvoří je převážně vcestovalé buněk neurální lišty. Frontonasální výběžek obklopuje ventrolaterální obvod předního mozku, z něhož se vychlípují optické váčky. Vývoj se odehrává především mezi 4. a 8. týdnem. Jako první splynou mandibulární výběžky a vyvíjí se dolní čelist a dolní ret. Koncem čtvrtého týdne se v laterokaudální oblasti frontonasálního výběžku vytváření nasální plakody (základ nosu a dutin). Plakody jsou nejdříve konvexní, později v nich vznikají vklesliny a deprese. Vzniknou podkovovité valy – mediální a laterální nosní výběžky. Posun maxilárních výběžků ke střední čáře přiblíží mediální nazální výběžky k sobě navzájem. Oba laterální valy zůstávají od maxilárních výběžků odděleny štěrbinou (sulcus nasolacimalis). Koncem pátého týdne se počínají tvořit primordia ušních boltců – na každé straně se objeví tři ušní hrbolky (kolem první žaberní štěrbin). Zpočátku jsou v krční oblasti, ale s vývojem mandibuly se sunou po stranách hlavy do úrovně očí. Během sedmého týdne dochází k přepojení cévního zásobení obličeje z a. carotis interna na externu (což odráží transformaci prvotního vzorce aortálních oblouků).

**Obrázek 7** ([http://anmat.chytrak.cz/emb/kap06\\_7.jpg](http://anmat.chytrak.cz/emb/kap06_7.jpg))

## Vývoj nosních dutin

Nosní plakody se prohlubují a vytvářejí nosní jamky. Proliferací mezenchymu vzniká mediální a laterální nazální výběžek, čímž se dále prohloubí nosní jamky a vznikají primordia nosních váček. Váčky rostou dorzálním směrem. Zpočátku je dutina oddělena od úst oronazální membránou, která ale mizí a oba prostory v sebe přecházejí. V dutině rostou choany a ve stropě se diferencuje čichový epitel.

Vývoj vedlejších dutin:

- v době narození jsou maxilární siny malé, jejich vývoj je pak ukončen erupcí stálého chrupu;
- sinus frontales a sphenoidales se vyvíjí až postnatálně;
- ethmoidální siny jsou před druhým rokem života malé;

Od 6. do 8. týdne nazální epitel nad primitivním patrem invaginuje do nosního septa a vytváří organon vomeronasale (Jacobsoni), jde o chemosenzorickou strukturu, postupně orgán zaniká.

## Vývoj patra

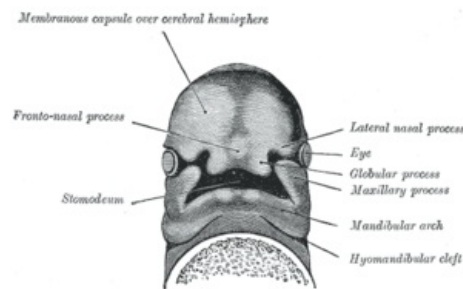
Patro se vyvíjí ze dvou základů - z primárního a ze sekundárního patra. Kritické období pro vývoj patra vrcholí kolem šestého týdne.

### Primární patro

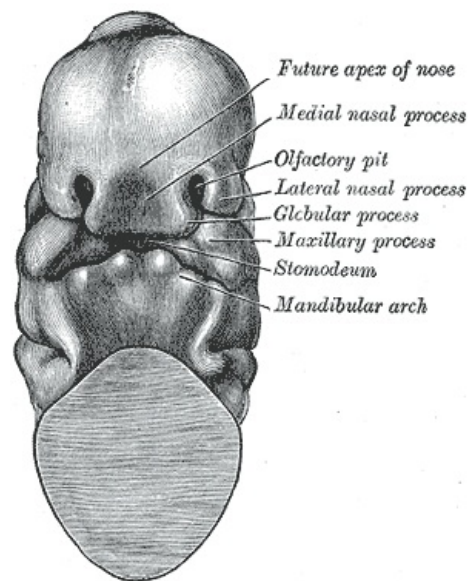
Z intermaxilárního segmentu horní čelisti se vyvíjí processus palatinus medianus. Processus palatinus medianus tvoří později základ premaxily.

### Sekundární patro

Tvoří základ tvrdého a měkkého patra v oblasti za foramen caecum. Vytváří se z dvou mezenchymových výstupků na vnitřní ploše maxilárních výběžků – laterální patrové výběžky. Výběžky jdou první směrem mediokaudálním, posléze je rostoucí čelist a jazyk horizontalizuje. Výběžky pak ve střední čáře splynou a vytvoří patro.



Vývoj obličeje – 29 dní staré lidské embryo.



Vývoj obličeje – 30 až 31 dní staré lidské embryo.

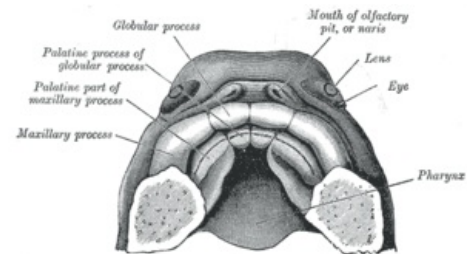


Vývoj obličeje – 8 týdnů staré lidské embryo.

## Odkazy

## Použitá literatura

- MOORE, Keith L. a T. V. N. PERSAUD. *Zrození člověka*. 1. vydání. Praha : ISV, 2002. 564 s. ISBN 80-85866-94-3.



Vývoj patra – 2,5 měsíce staré embryo.