

Vývoj zubů

Zuby jsou jedním z elementů udávajících zevní tvar obličeje, společně se stupněm rozvoje paranasálních siní a růstem čelisti. Vznikají jako důsledek interakce mezi epitelem dutiny ústní a ektomezenchymem. Vyvíjejí se z ektodermy dutiny ústní, mezodermy a buněk neurální lišty.

Vývoj zubů

Proliferace zárodečných listů

Vývoj zubu je souhrou proliferace dvou zárodečných listů – **ektodermy** a **mezenchymu**. Tyto dva listy se zároveň navzájem podněcují k aktivaci vyživacích schopností. Nejprve je vytvořena primitivní jamka ústní – *stomodeum*. Postupem času dochází k srůstu výběžků podílejších se na utvoření **obličeje** a *stomodeum* tak mění svůj tvar z původního pětiúhelníku do tvaru příčné štěrby. *Rima oris*, ústní štěrbina tak získává svůj definitivní tvar hlavně srůstem partií horního a dolního primitivního rtu. **Ektodermový** epitel, který je na povrchu rtů, se začíná dostávat více dovnitř rtu. Vymezuje se rýha, která prorůstá do základů rtů z mezenchymu a vytváří se labiogingivální lišta. **Labiogingivální lišta** se po své celé délce zdvojuje a zevní část dává základ právě pro horní a dolní ret, vnitřní pro dásně. V dásňové části vzniká lišta dentogingivální, kdy její část dentální se zanořuje do mezenchymu. *Lamina dentalis* je plně vytvořena kolem 6. týdne intrauterinního vývoje. Její tvar koresponduje s tvarem horního a dolního rtu.

Vývoj zubního zárodku

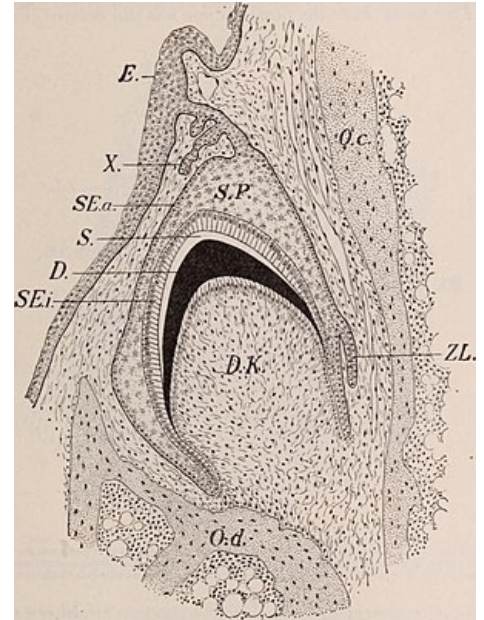
Epitelové buňky dentální lišty začínají měnit svůj tvar a shlukují se do primitivních útvarů – **zubních pupenů**. Zubní pupeny jsou i nadále spojeny s epitelem gingivy epitelovým pruhem. Zubní pupeny se více zanořují do mezenchymu a mění svůj tvar. Následuje změna tvaru v několika stádiích. Stádium zubního **pupenu**, **pohárku**, **zvonku**. Stádium pohárku je podmíněno vrůstáním mezenchymu do části zubního pupenu, která je odvrácená od dentální lišty. Stadium zvonku je podmíněno vývojem sklovinných uzlíků dle počtu hrbolků zubu. Takto **vrostlý mezenchym** se nazývá **dentální papila**.

Ameloblasty a odontoblasty

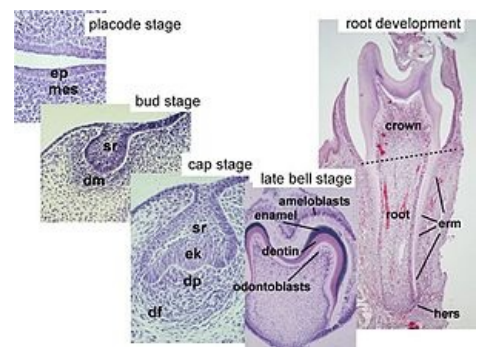
Dentální papila je lemována ektodermovým epitelem, který se rozděluje na dvě vrstvy buněk – **zevní a vnitřní pás ameloblastů**. Ameloblasty zevní a vnitřní vrstvy jsou spojeny řídkou tkání též epitelového původu, který nazýváme **retikulární epitel**. Ameloblasty a retikulární epitel tvoří dohromady **sklovinný orgán**, ze kterého se bude postupně vyvíjet **sklovina**. Vnitřní ameloblasty jsou vysoké cylindrické buňky, vnější ameloblasty mají kubický tvar. **Kontaktem zubní papily s povrchem vnitřních ameloblastů** dochází k diferenciaci zvláštních buněk – **odontoblastů**. Mezenchymová papila je velmi dobře prokrvena sítí kapilár, tudíž je schopna vyživovat jak odontoblasty, tak sklovinný orgán, který je s odontoblasty v kontaktu. Jediná membrána, která odděluje sklovinný orgán od odontoblastů, se nazývá *membrana praeformativa*. Kolem těchto útvarů vzniká z okolního mezenchymu tzv. vak, **zubní folikul**, ze kterého se později vyvíjí cement a vlastní periodoncium.

Tvoření tvrdých zubních tkání

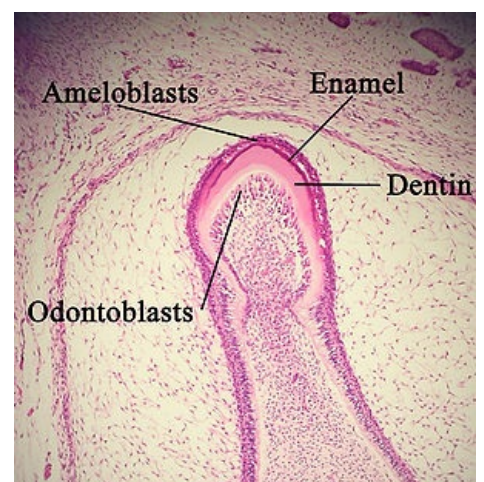
Ameloblasty jsou buňky schopné tvořit **sklovinu** a odontoblasty **dentin**. Tvoření skloviny a dentinu probíhá současně jako **sekrece matrixu**. Sklovina je vytvářena **sklovinnými prizmaty**, která se postupně navrhují apikálním směrem. Sklovina se vytváří dle dogmatu – 1 ameloblast = 1 prizma. Vnitřní ameloblasty proto ustupují nově vytvářené sklovině na úkor zmenšování zóny retikulárního epitelu a přibližují se k zevním ameloblastům. Když dojde ke spojení zevních i vnitřních ameloblastů, je vývoj korunky dokončen a sklovina je kryta pouze jemnou **kutikulou**. Kutikula se odlučuje, když začíná zub prořezávat do dutiny ústní. Spojení zevních a vnitřních ameloblastů vytváří **Hertwigovu pochvu**, která je velmi důležitá pro **vývoj kořene**. Odontoblasty na rozdíl od ameloblastů nezanikají po vývoji dentinu. Perzistují celý život a jsou schopny vytvářet sekundární, terciární či sklerotický dentin. Jejich prvním secernovaným produktem je nemineralizovaný dentin –



Zubní zárodek



Stadia zubního vývoje



Histologie vyvíjejícího se zubu

predentin. Predentin je tvořen hlavně kolagenními fibrilami a mukopolysacharidy. Dentin postupně **mineralizuje** a odontoblasty ustupují před nově vytvořeným dentinem do mezenchymové papily hlouběji. Odontoblasty nikdy nejsou součástí dentinu jako takové. V dentinu ponechávají pouze svá **Tomesova vlákna**, což jsou jejich cytoplazmatické výběžky. Ty probíhají v dentinových tubulech.

Tvoření zubní dřene

Mezenchymová zubní papila dává vzniku **zubní dřeni**. Zubní dřeň je tvořena **rosolovitým** vazivem s mnoha kapilárami a nervovými zakončeními. Aby se zubní dřeň lokalizovala do vnitřku budoucího zubu, je zapotřebí vývoj kořene.

Vývoj kořene

Vývoj kořene probíhá oproti vývoji skloviny a dentinu **opoždění**. Začíná se utvářet něco málo před prořezáním korunky. **Hertwigova pochva** má velkou roli v utváření tvaru kořene – tvoří jeho formu pro ukládání dentinu. Ovlivňuje blízké buňky v mezenchymové papile, aby se diferenciovaly v odontoblasty a vytvořily dentin kořene. Opět je tvořen nejprve predentin, který je postupně mineralizován a obliteruje tak širokou zubní dřeň do podoby úzkého kanálku. Úzký kanálek je však stále spojen nervy a cévami s okolním prostředím. V případě, že je vývoj kořene dokončen, Hertwigova pochva zaniká. Může však perzistovat ve formě **Malassezových epitelových čepů**. Tyto čepy si zachovávají proliferační vlastnost a mohou být příčinou nádorového bujení v pozdějším věku. Cement na povrchu dentinového kořene je tvořen ze zubního vaku, který obklopuje celý vyvíjející se zub. Kontaktem dentinu s mezenchymovými buňkami zubního vaku dojde k morfologické změně buněk na cementoblasty, které jsou schopny secernovat cement. Nejprve probíhá tvorba cementu pomalu, ale směrem k apexu se zrychluje. Díky rychlosti tvorby cementu u apexu nedokážou cementoblasty ustoupit, a jsou proto zavzaty do cementu. Můžeme proto rozlišovat **acelulární cement** v horních 2/3 zubu a v 1/3 cement **celulární**. Ze zbytků zubního váčku kolem zubu se diferencuje periodontium a jeho vazy a budoucí kostní lůžko. Tyto vazy, **Sharpeyova vlákna**, jsou důležité v připojení zubu v zubním lůžku ke kostěnému podkladu. Vyvíjející se kořen postupně posunuje korunku zubu nahoru směrem do dásně, aby mohla prořezat.^{[1][2][3][4]}

Vývoj zubů ve zkratce

- Horní a dolní **dentální lišta**, *lamina dentalis* – odpovídá horní a dolní čelisti (6. týden embryonálního vývoje) → rozdělí se do řady samostatných ostrůvků, **zubních pupenů** (přibližně 8. týden), kterých je v každé čelisti 10 – základ ektodermové části budoucích zubů.
- Zanořením zubních pupenů do mezenchymu čelisti vznikají **zubní pohárky** (pohárkovité stádium vývoje zubu, 9. týden).
- Stěna pohárků se posléze rozestoupí a vytvoří: zevní a vnitřní vrstvu buněk = zevní a vnitřní sklovinný epitel, mezi nimiž se vytvoří řídká, síťově uspořádaná vrstva – hvězdicové retikulum, celá struktura se poté nazývá **sklovitý orgán**, mezenchym obklopuje zubní pohárek a vyklenuje se do něj jako **zubní papila** (*papilla dentalis*).
- V dalším vývoji (circa 3. měsíc) vytváří zubní pohárek **zvonkovitý útvar** (stadium zvonce), do zubní papily vrůstají cévy a nervy. Mezenchymové buňky papily přilehlé k vnitřní vrstvě sklovinného epitelu podstupují diferenciaci v **odontoblasty** => začínají produkovat **dentin**, těla odontoblastů jsou zatlačována dentinem hlouběji do zubní papily, zanechávají za sebou dlouhé výběžky cytoplasmy – **Tomesova vlákna**. Vrstva odontoblastů zůstává zachována po celý život a je schopna produkovat nepřetržitě dentin. Zbývající mezenchymové buňky **zubní papily** tvoří zubní dřeň (*pulpa dentis*).
- Buňky sklovinného epitelu se mezitím diferencují v **ameloblasty**, které začínají produkovat **sklovinu** (*enamelum*). Sklovina se nejdříve hromadí na hrotu a poté se šíří směrem ke krčku zubu, s přibýváním skloviny jsou ameloblasty zatlačovány do retikula sklovinného orgánu a postupně zanikají (část však zavzata do **zubní membrány** (*cuticula dentis*) – blanka kryjící povrch skloviny).
- Diferenciace zubního kořene, kde se spojí u okraje buňky obou vrstev sklovinného epitelu a vytvoří kolem papily **epitelovou kořenovou pochvu** (Hertwigova pochva). Mezenchymové buňky naléhající na dentin kořene – diferenciací v cementoblasty, produkující zubní cement, zevně od ní se z okolního mezenchymu diferencuje periodontium.
- Růst kořene způsobuje protlačování korunky zubu do dutiny ústní, prořezávání dočasných zubů od 6.–24. měsíce postnatálního života.
- Pupeny stálých zubů se objevují během 3. měsíce intrauterinního vývoje, zůstávají v latentním stádiu do 6. roku postnatálního života, poté začínají růst a spolupodílí se na vypadávaní zubů dočasného chrupu.

Prořezávání chrupu

- Prořezávání dočasných zubů probíhá v pořadí:
 - i_1, i_2, m_1, c, m_2 .
- Prořezávání stálých zubů probíhá v pořadí:
 - $M_1, I_1, I_2, P_1, C, P_2, M_2, M_3$.

 *Podrobnější informace naleznete na stránce Prořezávání zubů.*

Molekulární regulace vývoje zubu

- Vznik a vývoj zubů je paralelou k vývoji neurální lišty.
- Vývoj probíhá interakcí mezi epitelem a mezenchymem.

- Zubní vzorec je determinován expresí genů HOX v buňkách mezenchymu.
- Signální molekuly uplatňující se při vývoji zubu – WNT, BMP, FGF, SHH a transkripční faktory – MSX1 a 2.

Neobvyklosti ve vývoji zubů

- Variace ve tvaru zubů.
 - **Sklovinné perly** – sférické masy skloviny nacházející se v zubech.
- Numerické abnormality:
 - **nadpočetné zuby** – vyskytují se v oblasti horních řezáků, narušují polohu a prořezávání normálních zubů,
 - **částečná anodoncie (oligodoncie)** – chybí jeden nebo více zubů,
 - **totální anodoncie** – zuby se nevyvinou vůbec, tento jev obvykle sdružen s AED (vrozená anhydrotická ektodermální dysplázie).
- Abnormální velikost zubů:
 - **makrodoncie x mikrodoncie.**
- **Amelogenesis imperfecta** – sklovina je měkká, poddajná, nedostatečná kalcifikace, chrup má žlutou/hnědou barvu. Autozomálně dominantní afekce, zuby potaženy vrstvou abnormálně formované skloviny, prosvítá přilehlý dentin (proto žlutohnědé zabarvení).
- **Dentiogenesis imperfecta** – zuby jsou hnědé až šedomodré, příčina tkví v abnormální diferenciaci odontoblastů, produkce nedostatečně kalcifikovaného dentinu.
- **Abnormálně zabarvené zuby** – působením různých látek např. tetracyklinů.



Oligodontia.



Amelogenesis imperfecta.

 Podrobnější informace naleznete na stránce [Poruchy vývoje zubů](#).

Odkazy

Související články

- Prořezávání zubů
- Poruchy vývoje zubů
- Ortodontické anomálie

Externí odkazy

- Histologický mikroskop - vývoj zubu (<https://mikroskop.wikiskripta.eu/?idx=20145%2B&link=1&cx=537&cy=357&n=32&m=4&q=65&f=0&r=0>)
- HORKÝ, Drahomír a Květoslava NOVÁKOVÁ. *Morfologie orofaciálního systému pro studenty zubního lékařství* [online] . 2. vydání. Publikováno online. 2011. Dostupné také z <<https://mefanet.upol.cz/clanky.php?aid=58>>. ISBN 978-80-244-2702-7.

Použitá literatura

- SADLER, Thomas W. *Langmanova lékařská embryologie*. 10. vydání. Praha : Grada, 2011. 432 s. ISBN 978-80-247-2640-3.
 - MOORE, Keith L. a T. V. N PERSAUD. *Zrození člověka*. 1. vydání. Praha : ISV, 2002. 564 s. ISBN 80-85866-94-3.
 - ČIHÁK, Radomír, et al. *Anatomie*. 2. vydání. Praha : Grada, 2002. 488 s. ISBN 80-247-0143-X.
 - KLEPÁČEK, Ivo. *Anatomie zubů, parodontium, vývoj zubů* [přednáška k předmětu Anatomie, obor Zubní lékařství, 1. LF UK]. Praha. listopad 2010. Dostupné také z <<https://el.lf1.cuni.cz/zub07>>.
1. MAZÁNEK, Jiří, et al. *Zubní lékařství : propedeutika*. 1. vydání. Praha : Grada, 2014. ISBN 978-80-247-3534-4.
 2. WEBER, Thomas a Magdalena KOŤOVÁ. *Memorix zubního lékařství*. 2. vydání. Praha : Grada, 2012. ISBN 9788024735191.
 3. MOORE, Keith L. a T. V. N PERSAUD. *Zrození člověka*. 1. vydání. Praha : ISV, 2002. 564 s. ISBN 80-85866-94-3.
 4. KLEPÁČEK, Ivo. *Anatomie zubů, parodontium, vývoj zubů* [přednáška k předmětu Anatomie, obor Zubní lékařství, 1. LF UK]. Praha. listopad 2010. Dostupné také z <<https://el.lf1.cuni.cz/zub07>>.