

# Enamelum

## Obecné vlastnosti

**Sklovina** je ektodermálního původu. Je produkována vnitřními ameloblasty sklovinného orgánu. Jedná se o nejtvrďší tkáň v lidském těle, což je také způsobeno tím, že je to **nejvíce mineralizovaná tkáň** v těle. Hlavním minerálem je fluorohydroxyapatit. Sklovina má namodralou až lehce nažloutlou barvu.

## Složení

Sklovina patří k pojivovým tkáním. Skládá se tedy z buněk a mezibuněčné hmoty.

### Buňky skloviny

Buněčná složka je zastoupena pouze v období vývoje skloviny v podobě zevních a vnitřních ameloblastů sklovinného orgánu, které v okamžiku dokončení vývoje zevního tvaru skloviny zanikají a dávají vzniknout *cuticule dentis* (Nasmythova membrána).

### Mezibuněčná hmota

Mezibuněčná hmota obsahuje složku vláknitou a amorfni.

#### Vláknitá složka

Vláknitá složka v případě tomto případě chybí.

#### Amorfni složka

Amorfni složka je zastoupena **anorganickými sloučeninami**: vodou, hydroxyapatitem, dalšími minerály a **organickou složkou** (glykosaminoglykany, proteoglykany, glykoproteiny).

Voda	Hydroxyapatit a další minerály	Organické složky
11 %	87 %	2 %

**Voda** je ve sklovině přítomna jako volná (vázaná na organickou hmotu) či vázaná na krystaly. Sklovina dokáže ve vlhkém prostředí vodu přijímat společně s ionty. V suchém prostředí naopak vodu uvolňuje. Zuby, které nejsou dostatečně vystavené prostředí dutiny ústní (xerostomie, spánek s otevřenými ústy), mají křídovou barvu. Z toho důvodu je také nutné vybírat barvu protetické či konzervační sanace na suchém zubu.

**Organické složky** jsou zastoupeny ze 40 % lipidy a z 58 % proteiny. Sklovinná prizmata jsou obalena vrstvou heterogenních afibrálních proteinů, ke kterým patří enamelin a amelogenin. K dalším sklovinným proteinům patří tuftelin. Sklovina také obsahuje glykosaminoglykany *keratansulfát* a *chondroitinsulfát*.

**Anorganický materiál** je tvořen zejména hydroxyapatitem či jinými druhy fosforečnanu vápenatého. V menší míře je také tvořena uhličitanem vápenatým ( $\text{CaCO}_3$ ), fluoridem vápenatým ( $\text{CaF}_2$ ), uhličitanem hořečnatým ( $\text{MgCO}_3$ ) a dalšími minerály.

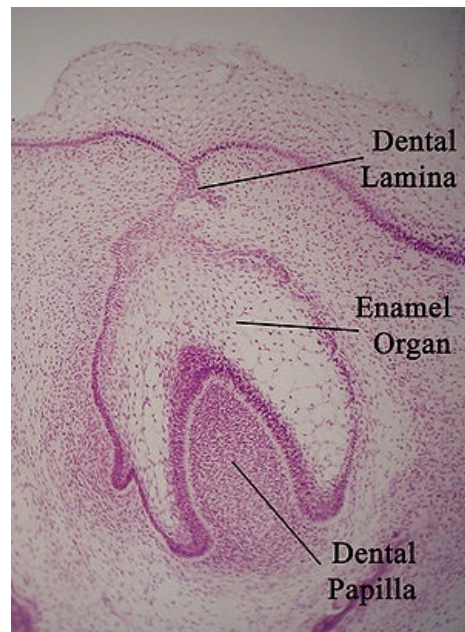
### Hydroxyapatit

Hydroxyapatit můžeme vyjádřit obecným vzorcem  $\text{M}_{10}(\text{XO}_4)_6(\text{Y})_2$ . V případě hydroxyapatitu je písmeno M zastoupeno ionty  $\text{Ca}^{2+}$  a  $\text{XO}_4$ , anionty  $\text{PO}_4^{3-}$ . Jednotlivé ionty tvořící hydroxyapatit mohou být zaměněny za jiné ionty, což se projeví na vlastnostech takto substituované sloučeniny. To můžeme vyjádřit následujícím zápisem:  $\text{Ca}_{10-x}\text{Na}_x(\text{PO}_4)_{6-y}(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_{2-u}(\text{F})_u$ . Následující tabulka znázorňuje zastoupení

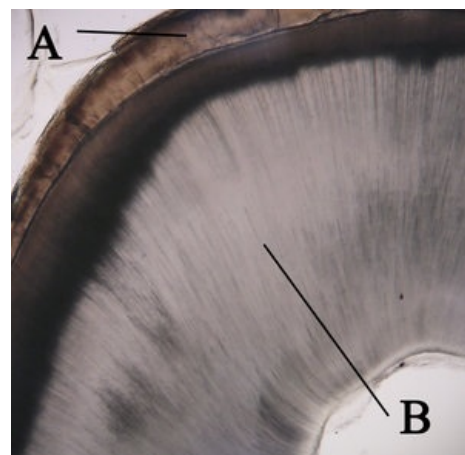
nejčastějších substituentů.

M	XO4	Y
$\text{Ca}^{2+}$	$\text{PO}_4^-$	$\text{OH}^-$
$\text{Na}^+$	$\text{CO}_3^{2-}$	$\text{F}^-$
$\text{K}^+$	$\text{HPO}_4^-$	$\text{Cl}^-$
$\text{Sr}^{2+}$		
$\text{Br}^{2+}$		

V případě substituce za  $\text{Na}^+$  a  $\text{OH}^-$  se jedná o stechiometrické substituce, zatímco v případě  $\text{PO}_4^{3-}$  se jedná o nestechiometrický typ substituce. Nejčastější substituovanou formou je karbonátový hydroxyapatit  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_4(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$ . Přítomnost  $\text{CO}_3^{2-}$  narušuje pravidelné uspořádání v krystalu a tím zvyšuje jeho rozpustnost. Další obvyklou formou je fluoroapatit  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{F})_2$ . Přítomnost



Vývoj zubu



Řez zubem: A - Enamelum, B - dentin

fluoridového aniontu významně snižuje rozpustnost skloviny. Sklovina s tímto obsahem se běžně rozpouští při pH 4,5 (oproti obvyklému pH 5,5 v případě hydroxyapatitu). Následující tabulka uvádí zastoupení dalších obvyklých forem fosforečnanu vápenatého ve sklovině.

Forma fosforečnanu vápenatého	Vzorec
β - Trikalciumfosfát (TCP)	Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>
Brushit	CaHPO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O
Oktakalciumfosfát (OCP)	Ca <sub>8</sub> (HPO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>4</sub>
Amorfní fosforečnan vápenatý	Ca <sub>x</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>y</sub> .nH <sub>2</sub> O

## Struktura

Základem sklovinné struktury jsou sklovinné krystaly. V gingivální třetině zuby a v na povrchu dočasných zubů se vyskytuje tzv. aprizmatická sklovina.

### Sklovinné prizma

Krystaly jsou dlouhé 160 nm a široké 40–70 nm podle stupně vývoje a lokalizace. Každý krystal je obalen obalem z proteinů a lipidů. Zhruba 100 krystalů se spojuje do skloviného hranolu (tzv. sklovinné prizma). V jádru prizmatu jsou jednotlivé krystaly paralelně orientované s dlouhou osou prizmatu. (Ta jsou polygonální, arkádovitá a oválná.) Vedou od dentinosklovinné hranice kolmo k povrchu. Každé prizma je obklopeno tenkou membránou (*membrana prismatis*) o tloušťce 0,1–0,2 μm. Prizmata jsou zapuštěna v tzv. interprizmatickou substanci. Intraprizmatická substance je méně mineralizovaná a krystaly hydroxyapatitu jsou orientovány kolmo k dlouhým osám prizmat. Prizmata se spojují do větších svazků, které mohou mít tvar válce, klíčové dirky nebo podkovy.

Prizmata probíhají vždy kolmo na dentino-sklovinnou hranici. V oblasti hrbolků tudíž probíhají téměř vertikálně a v oblasti krčku naopak horizontálně až mírně apikálně. Současně mají prizmata esovitý tvar. Tento tvar je výhodný z důvodu axiálního zatížení zuby, jelikož esovitý průběh současně umožňuje efektivní přenos síly na dentin bez poškozování struktury skloviny. Pokud provedeme podélný výbrus zuby, nikdy nezastihneme prizmata v celém jejich průběhu (jelikož mají esovitý průběh). Na vybroušeném zuby se v důsledku tohoto průběhu při pozorování polarizačním mikroskopem objevují tzv. **Hunter-Shregerovy proužky**. Jsou složeny z příčných diazon a podélných parazon, které svírají úhel 40 %. Tento úhel je efektivní pro axiální přenos zatížení zuby.

K dalším optickým jevům patří tzv. **Retziusovy proužky**. Tyto proužky jsou naproti tomu koncentricky uspořádané, protože znázorňují nerovnoměrně probíhající postupnou mineralizaci skloviny.

### Aprizmatická sklovina

Tento typ skloviny se vyznačuje strukturou s absencí prizmat. Má stejné chemické složení jako zbytek skloviny, ale je méně mineralizovaný a obsahuje neuspořádané krystaly. Aprizmatická sklovina se vyskytuje na povrchu dočasných zubů a v gingivální třetině zubů. Vzniká jako poslední produkt ameloblastů, které se následně zúčastní na vzniku **Nasmythovy membrány**. Nasmythova membrána je cca 3 μm silná membrána, která kryje povrch zuby před jeho prořezáním do dutiny ústní a krátce po prořezání. V důsledku atrice během života zmizí z povrchu téměř celého zuby a zůstává pouze v gingivální třetině zuby.

## Odkazy

### Související články

- Dentinum
- Cementum
- Tvrdé zubní tkáň
- Zuby

### Použitá literatura

- KLIKA, Eduard, et al. *Histologie pro stomatologii*. 1. vydání. Praha : Avicenum, 1988. 448 s.
- MINČÍK, Jozef, et al. *Kariologie*. 1. vydání. Praha : Stomateam s.r.o, 2014. 255 s. ISBN 978-80-904377-2-2.

Citováno z „<https://www.wikiskripta.eu/index.php?title=Enamelum&oldid=433047>“