

Enamelum

Obecné vlastnosti

Sklovina je ektodermálního původu. Je produkována vnitřními ameloblasty sklovinného orgánu. Jedná se o nejtvrdší 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 *cuticle dentis* (Nasmythova membrána).

Mezibuněčná hmota

Mezibuněčná hmota obsahuje složku vláknitou a amorfní.

Vláknitá složka

Vláknitá složka v případě tomto případě chybí.

Amorfní složka

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

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

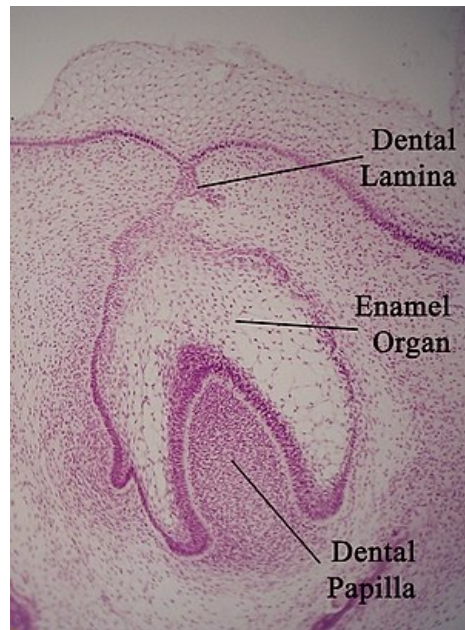
Voda je ve sklovině přítomna jako volná (vázaná na organickou hmotu) či vázaná na krystaly. Sklovina dokáže ve vlhkém prostředí vodu přijímat společně s ionty. V suchém prostředí naopak vodu uvolňuje. Zuby, které nejsou dostatečně vystavené prostředí dutiny ústní (xerostomie, spánek s otevřenými ústy), 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*.

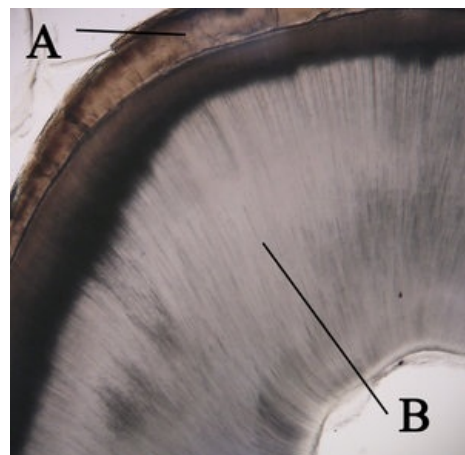
Anorganický materiál je tvořen zejména hydroxyapatitem či jinými druhy fosforečnanu vápenatého. V menší míře je také tvořena uhličitánem vápenatým (CaCO_3), fluoridem vápenatým (CaF_2), uhličitánem hořečnatým (MgCO_3) a dalšími minerály.

Hydroxyapatit

Hydroxyapatit můžeme vyjádřit obecným vzorcem $\text{M}_{10}(\text{XO}_4)_6(\text{Y})_2$. V případě hydroxyapatitu je písmeno M zastoupeno ionty Ca^{2+} a XO_4 , anionty 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: $\text{Ca}_{10-x}\text{Na}_x(\text{PO}_4)_{6-y}(\text{PO}_4)_z(\text{OH})_{2-u}(\text{F})_u$. Následující tabulka znázorňuje zastoupení nejčastějších substituentů.



Vývoj zubu



Řez zubem: A – Enamelum, B – dentin

M	XO ₄	Y
Ca ²⁺	PO ₄ ⁻	OH ⁻
Na ⁺	CO ₃ ²⁻	F ⁻
K ⁺	HPO ₄ ⁻	Cl ⁻
Sr ²⁺		
Br ²⁺		

V případě substituce za Na⁺ a OH⁻ se jedná o stechiometrické substituce, zatímco v případě PO₄³⁻ se jedná o nestechiometrický typ substituce. Nejčastější substituovanou formou je karbonátový hydroxyapatit Ca₁₀(PO₄,CO₃)₆(OH)₂. Přítomnost CO₃²⁻ narušuje pravidelné uspořádání v krystalu a tím zvyšuje jeho rozpustnost. Další obvyklou formou je fluoroapatit Ca₁₀(PO₄)₆(F)₂. Přítomnost 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 ₃ (PO ₄) ₂
Brushit	CaHPO ₄ ·2H ₂ O
Oktakalciumfosfát (OCP)	Ca ₈ (HPO ₄) ₂ (PO ₄) ₄
Amorfní fosforečnan vápenatý	Ca _x (PO ₄) _y ·nH ₂ O

Struktura

Základem sklovinné struktury jsou sklovinné krystaly. V gingivální třetině zubu 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 sklovinného 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 zubu, jelikož esovitý průběh současně umožňuje efektivní přenos síly na dentin bez poškozování struktury skloviny. Pokud provedeme podélný výbrus zubu, nikdy nezastihneme prizmata v celém jejich průběhu (jelikož mají esovitý průběh). Na vybroušeném zubu 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 zubu.

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 zubu před jeho prořezáním do dutiny ústní a krátce po prořezání. V důsledku atrice během života zmizí z povrchu téměř celého zubu a zůstává pouze v gingivální třetině zubu.

Odkazy

Související články

- Dentinum
- Cementum
- Tvrdé zubní tkáň
- Zuby

Použitá literatura

- KLIKA, Eduard, et al. *Histologie pro stomatology*. 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.