

**Влияние неорганических  
ионов (ионов кальция, фосфат  
и фторид ионов) на  
минеральный состав эмали.  
Причины возникновения  
флюороза**

# Состав эмали (по Е. В. Боровскому):



- **Минеральные соли (96-97%):**
- — гидроксипатит  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$  – 75,04%
- — карбонатапатит – 12,06%
- хлорапатит – 4,39%
- фторапатит – 0,63%
- карбонат кальция – 1,33%
- карбонат магния – 1,62%
- **ИТОГО, в эмали кальций – 37%, фосфор – 17%**

# Состав эмали



- **Органическая основа эмали (1,2%):**
- **белки – 50%**
- **липиды (триглицериды, холестерин, лецитины) – 42%**
- **следы углеводов**
- **Вода (3,8%).**

# Причины возникновения флюороза

- При высоких концентрациях фтора кристаллы фторапатита не образуются а происходит следующее:
- $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2 + 20\text{F}^- = 10\text{CaF}_2 + 6\text{PO}_4^{3-} + 2\text{OH}^-$
- $\text{CaF}_2$  – прочный, твердый, но легко выщелачивается. Заболевание, развивающееся при избыточной концентрации фтора в зубах и костях называется флюорозом.



- Идеальное соотношение  $Ca/P=1,67$ . Оно непостоянно и может изменяться от действия различных факторов. Ионы Ca могут замещаться на близкие по химическим свойствам элементы Ba, Sr, Mg. При этом снижается соотношение  $Ca/P$ , что способствует разрушению эмали.
- $OH^-$  - гидроксипатита может замещаться на  $F^-$  в результате образуется другой минерал фторпатит, который превосходит по прочности гидроксипатит и более устойчив к действию кислот.
- $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2 + F^- = Ca_{10}(PO_4)_6FOH + OH^-$
- (Гидроксифторпатит)
- $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2 + 2F^- = Ca_{10}(PO_4)_6F_2 + 2OH^-$   
(Фторпатит)

# Причины возникновения флюоророза



## Повышенное содержание фтора

Содержание фтора в воде **более 5 мг/дм<sup>3</sup>** -- вызывает поражение не только зубов но и костно- суставного аппарата.

- Повышенное содержание фтора – **свыше 1,5 мг/дм<sup>3</sup>** вызывает флюороз, который проявляется поражением эмали зубов в виде пигментированных желтых и коричневых пятен.



# Роль кальция и фосфата.



Ионы кальция и фосфата могут отчасти пополнить околозубную среду естественным образом (при снижении рН распадаются мицеллы слюны, растворяются компоненты зубных отложений и апатиты эмали), однако при значительном продолжительном снижении рН этих источников оказывается недостаточно. Сократить утраты минералов из эмали и поощрить их преципитацию из околозубной среды можно, если извне привнести «в зону боев» нужные для перенасыщенности среды ионы – ионы кальция и фосфата из пищевых продуктов (например, сыра) и/или профилактических препаратов. В этом случае можно надеяться на формирование тех или иных соединений кальция и фосфата,

которые могут постепенно модифицироваться до формы апатита (аморфный фосфат кальция  $\text{Ca}_9(\text{PO}_4)_6 \cdot x\text{H}_2\text{O}$  (АСР)<sub>3</sub> → фосфат октакальция  $\text{Ca}_8\text{H}_2(\text{PO}_4)_6 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  (ОСР) → дигидрат фосфата дикальция (син. брушит)  $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (ДСРД) → гидроксиапатит  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$  (НАР).

# Роль фторида в кариозном процессе и растворение апатитов.

Сегодня полагают, что основные механизмы участия фторида в защите от кариеса связаны с его влиянием на процессы растворения и репреципитации минералов эмали. Фторид снижает скорость растворения эмали в условиях кариесогенной ситуации, что объясняют несколькими механизмами. Основное значение придают тому, что ионы фтора могут включаться в апатитную решетку, замещая ионы гидроксила. В результате между узлами кристаллической решетки формируются более тесные связи и, соответственно, структура стабилизируется, становясь более устойчивой к растворению в кислоте. Фторированные апатиты могут формироваться преэруптивно (при достаточном уровне фторида в тканевой жидкости, омывающей фолликул зуба) и постэруптивно – в твердой фазе (ионы фторида из раствора могут самостоятельно или в виде  $\text{HF}$  проникать в межкристаллические пространства и включаться в кристаллы с исходно вакантными позициями или с частичной утратой гидроксил-ионов) и в жидкой фазе, с последующей преципитацией в частично растворенные кристаллы (см. далее). Из химии известно, что стехиометрические фторапатиты более устойчивы к кислоте, чем гидроксиапатиты (растворяются при  $\text{pH}=4,5$  и  $\text{pH}=4,5$  соответственно) - этим тезисом и объясняют защитную роль структурного фторапатита





- Кроме того, отмечено, что наличие ионов фторида в межкристаллической жидкости стимулирует рост кристаллов апатита, что повышает уровень минерализации эмали. Ионы фторида, присутствующие в околозубной среде, отчасти связывают ионы водорода, контролируя рН. Наконец, если околозубная среда перенасыщена по фториду, фторапатиты эмали не растворяются.



**Благодарю за  
внимание!!!**