

ГОУ ВПО «Кемеровская государственная медицинская академия
Федерального агентства по здравоохранению и социальному развитию»
Институт экологии человека СО РАН

ПРИМЕНЕНИЕ ФТОРИДОВ В СТОМАТОЛОГИИ

(МЕДИЦИНСКИЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ)

Кемерово – 2007

УДК: 616.314-003.663.4-08-039.71(075.8)

ББК: 56.6

ISBN 978-5-8151-0045-9

Лошакова Л. Ю., Ивойлов В. М., Киселев Г. Ф., Черно С. В., Пылков А. И., Куприна И. В., Троицкая Т. С. **Применение фторидов в стоматологии** (медицинские и организационные аспекты). Кемерово: КемГМА, 2007. – 179 с.

Монография посвящена важнейшему направлению профилактики в стоматологии – применению соединений фтора с целью предупреждения кариеса зубов. В работе освещается место фтора в окружающей среде, обмен фтора, физиологическая роль данного микроэлемента и механизм его противокариозного действия. Достаточно полно освещены современные подходы к фторпрофилактике кариеса зубов. Приведен пример составления программы профилактики кариеса, основанной на использовании соединений фтора. Особое внимание уделено токсическому действию фторидов. Включены результаты исследований, проведенных на кафедре детской стоматологии ГОУ ВПО КемГМА Росздрава, представлены разработки сотрудников данной кафедры.

Книга предназначена для врачей-стоматологов и студентов стоматологических факультетов медицинских вузов.

Рецензенты:

- Царик Г. Н. – директор «Кемеровского института социально-экономических проблем здравоохранения», д. м. н., профессор;
- Недосеко В. Б. – зав. кафедрой терапевтической стоматологии ГОУ ВПО «Омская государственная медицинская академия Росздрава», д. м. н., профессор.

ISBN 978-5-8151-0045-9

© Кемеровская государственная медицинская академия, 2007

*Памяти
Николая Алексеевича Федосова
посвящается*

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Принятые сокращения	4
1. ФТОР И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА	5
1.1. Характеристика фтора как химического элемента	5
1.2. Источники фтора	5
1.2.1. Фтор в биосфере	5
1.2.2. Фтор в воде	6
1.2.3. Фтор в пище	12
2. ОБМЕН ФТОРА	18
2.1. Поступление	18
2.1.1. Градация суточных доз фтора	18
2.2. Всасывание	21
2.3. Распределение в организме	24
2.3.1. Фтор в мягких тканях и крови	24
2.3.2. Фтор в твердых тканях	25
2.3.3. Поступление фтора в организм плода	26
2.3.4. Механизмы регуляции содержания фтора в организме	27
2.3.5. Существующие мнения о возможностях контролирования уровня поступления фтора в организм	29
2.3.6. Существующие методы определения фтора в биологических тканях	31
3. ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ ФТОРА	47
3.1. Включение фтора в твердые ткани и влияние на них	47
3.2. Включение фтора в неминерализованные ткани и влияние на них	49
4. МЕХАНИЗМ ПРОТИВОКАРИОЗНОГО ДЕЙСТВИЯ ФТОРА	50
5. МЕТОДЫ ФТОРПРОФИЛАКТИКИ	53
5.1. Системные методы фторпрофилактики	54
5.1.1. Фторирование воды	55
5.1.2. Фторирование поваренной соли	60
5.1.3. Фторирование молока	62
5.1.4. Фторсодержащие таблетки	63
5.2. Местное использование фторидов	66
5.2.1. Средства гигиены, содержащие фториды	66
5.2.2. Фторсодержащие гели	74
5.2.3. Фторсодержащие лаки	76
5.2.4. Фторсодержащие растворы	78
5.2.5. Фторсодержащие диски	79
5.2.6. Метод глубокого фторирования	79

6. ТОКСИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ ФТОРА	84
6.1. Острая интоксикация фтором	84
6.2. Хроническая интоксикация фтором (флюороз)	86
6.2.1. Распространенность флюороза	86
6.2.2. Механизм хронического токсического действия фтора	87
6.2.3. Классификации флюороза	96
6.2.4. Проявления флюороза	101
6.2.5. Дифференциальная диагностика флюороза зубов	105
6.2.6. Профилактика флюороза	106
6.2.7. Лечение флюороза	109
6.2.8. Случаи флюороза зубов в зоне эндемического гипофтороза	115
Приложение 1	
Программа профилактики основных стоматологических заболеваний у жителей Ленинского района города Кемерово «Здоровые зубы – детям в XXI веке»	123
Литература	166

ПРЕДИСЛОВИЕ

Без сомнения, регулярное применение фторидов имеет большое значение для контроля и профилактики кариеса, как у детей, так и у взрослых [55; 90; 93]. Результаты многих клинических исследований доказали кариесстатические свойства фторидов. Первые исследования, посвященные связи между содержанием фторидов в питьевой воде и снижением заболеваемости кариесом зубов, появились еще в 30-е годы прошлого столетия, и за это время данной теме было посвящено огромное количество работ, выполненных в разных странах. На современном этапе появилось много новой информации, касающейся механизма противокариозного действия фтора, способов применения фторсодержащих средств профилактики, профилактических средств на основе фторидов и т. д. Но эти данные, как правило, разрознены, рассматривают очень узкие вопросы и опубликованы в основном в периодической печати.

Актуальным является также то, что даже при оптимальных дозах применения фтора современные стоматологи сталкиваются с клиническими проявлениями токсического действия данного микроэлемента, что связано с широким распространением средств гигиены полости рта, содержащих фториды. Таким образом, наряду с информацией о положительном действии фторидов врач-стоматолог должен быть вооружен знаниями о механизме и проявлениях токсического действия фтора.

Целью настоящей работы явились: многоплановый обзор российских и зарубежных литературных данных, касающихся фторидов и их роли в профилактике заболеваний полости рта и в возникновении флюороза зубов, и изложение результатов собственных исследований, посвященных изучению содержания фторидов в питьевой и минеральных водах на территории Кемеровской области. Показана современная концепция механизма профилактического действия фтора. Систематизированы и более полно приведены методы применения фторсодержащих средств в стоматологии. Максимально широко представлены методики использования средств профилактики кариеса на основе фтора и их клиническая эффективность.

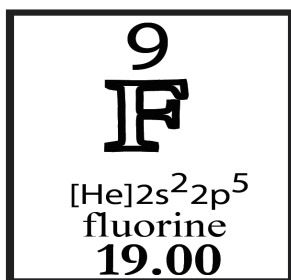
Все это позволит специалистам лучше ориентироваться среди многообразия системных и местных методов использования фторидсодержащих средств, дифференцированно применять их для сохранения здоровья населения в разных возрастных группах. По возможности полно представлен материал об острой и хронической интоксикации фтором, о профилактике и лечении флюороза зубов с приведением собственных исследований случаев флюороза в зоне эндемического гипофтороза.

ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

БРУИС	–	буферный раствор для установления ионной силы
ВОЗ	–	Всемирная организация здравоохранения
ГОУ ВПО КемГМА Росздрава, КемГМА	–	Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Кемеровская государственная медицинская академия Федерального агентства по здравоохранению и социальному развитию»
ГСП	–	городская стоматологическая поликлиника
ДДУ	–	детское дошкольное учреждение
ЖК	–	женская консультация
ЖКТ	–	желудочно-кишечный тракт
ЛПУ	–	лечебно-профилактическое учреждение
МУЗ ДКБ	–	Муниципальное учреждение здравоохранения «Детская клиническая больница»
НТФ	–	научно-техническая фирма
ОДЭ	–	очаговая деминерализация эмали
ОМС	–	обязательное медицинское страхование
ПДК	–	предельно допустимая концентрация
ПДФ	–	противокариесное действие фтора
РНП	–	рекомендуемые нормы потребления
УСП	–	уровень стоматологической помощи
ФВ	–	фторирование воды
ФСЭ	–	фторидселективный электрод
ЭДС	–	электродвижущая сила
CaF₂	–	фторид кальция
CeF₃	–	трифторид церия
CPITN	–	Community Periodontal Index of Treatment Needs, индекс нуждаемости в лечении заболеваний пародонта
F	–	фтор
F⁻	–	ион фтора
FAO	–	Food and Agriculture Organization of the United Nations, Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН
HF	–	фторид водорода
KF	–	фторид калия
LaF₃	–	трифторид лантана
NaF	–	фторид натрия
Na₂PO₃F	–	натриймонофторфосфат
Na₂SiF₆	–	гексафторсиликат натрия
NdF₃	–	трифторид неодима
OHI-S	–	Oral Hygiene Indices – Simplified, индекс гигиены полости рта упрощенный
ppm	–	parts per million, частей на миллион
PrF₃	–	трифторид празеодима
SmF₃	–	трифторид самария
TISAB	–	total ionic strength adjustment buffer (см. БРУИС)

1. ФТОР И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА

1.1. ХАРАКТЕРИСТИКА ФТОРА КАК ХИМИЧЕСКОГО ЭЛЕМЕНТА



Фтор – (лат. *Fluorim*), F, химический элемент VII группы периодической системы Менделеева, относится к галогенам, ат. н. 9, ат. м. 18,9984; при нормальных условиях – газ бледно-жёлтого цвета с резким запахом. Температура кипения –187,9 °С; температура замерзания –217,9 °С.

Впервые фтор был получен Анри Муассаном в 1886 году. В разнообразнейших соединениях фтор распространён по всей Земле, включая гидро- и атмосферу. По Finger (1961 г.), он составляет 0,067 % земной коры и занимает 13-е место среди всех элементов, входящих в её состав. Фтор – наиболее электроотрицательный из всех химических элементов (4 по шкале Л. Полинга) и имеет маленький ионный диаметр [3]. Из этого проистекает высокая плотность заряда, что наделяет фтор большой способностью формировать сильные ионные и водородные связи. Это обеспечивает ион фтора потенциалом для взаимодействий и с минеральными фазами, и с органическими макромолекулами. Из-за этих свойств фтор может действовать как «формирователь структуры» в воде, что может уменьшать подвижность молекул воды в растворе, в гидратных слоях белков и в поверхностях апатита с соответствующими воздействиями на минерализацию и обмен [112]. Из-за высокой химической активности он редко или никогда не встречается как элемент в свободном состоянии [3]. **Поэтому точнее вместо термина фтор употреблять термины фторид- или фтор-ион** [11]. Однако в литературе широко применяют термин фтор, понимая под ним все формы этого элемента – ионизированные, способные к ионизации и неионизированные.

1.2. ИСТОЧНИКИ ФТОРА

Основным источником фтора для биосферы являются изверженные породы, в которых обнаружено более 100 фторсодержащих минералов.

1.2.1. ФТОР В БИОСФЕРЕ

Важнейшие минералы, содержащие фтор: фторапатит, плавленый шпат, флюорит, фосфорит, криолит, слюда и топаз. Фтор присутствует в вулканических газах (до

2,5 % HF), глубинных минеральных и термальных водах (2–25 мг/л), океанских и морских водах (0,7–1,4 мг/л), горных породах (300–800 мг/кг), почвах (30–320 мг/кг), фосфатных удобрениях и инсектицидах, животных организмах (мягкие ткани 0,05–3 мг/кг, твердые 100–800 мг/кг) [11]. В атмосферном воздухе фтор

содержится в газообразных и твёрдых соединениях ($2 \cdot 10^{-6}$ – $4 \cdot 10^{-6}$ мг/м³), особенно после извержения вулканов, в промышленных районах и зимой при отоплении углём [11].

1.2.2. ФТОР В ВОДЕ

Содержание фтора в воде озёр, рек и артезианских скважин обычно не превышает 0,5 мг/л.

Поверхностные воды содержат от 0,01 до 20 мг/л фтора. Однако в Танзании концентрация фтора в источниках, используемых для водоснабжения, составляет 95 мг/л. Самый высокий из зарегистрированных на Земле уровней фтора отмечен в воде озера Накуру в Кении – 2800 мг/л. Концентрация фтора, как и других минеральных веществ, повышается в водоисточниках по мере увеличения глубины залегания вод.

ОПТИМАЛЬНЫЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ФТОРА В ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ

рекомендуемые ВОЗ	
▼	▼
до 1990-х годов	с 1994 года
0,7–1,2 мг/л	0,5–1,0 мг/л
по ГОСТ 2874-82	
▼	
0,7–1,5 мг/л	

в жарких странах дозы должны быть ниже, в холодных – выше

Фтор поступает в реки преимущественно с грунтовыми водами. Содержание фтора в паводковый период всегда ниже, чем в меженный, так как понижается доля грунтового питания. Подземные воды: почвенные, грунтовые, артезианские богаче фтором, чем поверхностные.

Низкое содержание данного элемента (менее 1 мг/л) в поверхностных водоёмах имеет большое практическое значение, поскольку свыше 85 % воды в городах России подаётся речными водопроводами.

2. ОБМЕН ФТОРА

2.1. ПОСТУПЛЕНИЕ

Потребление фтора человеком в областях, бедных этим элементом, составляет 0,4–2 мг/день [82], а при фторировании воды возрастает до 2–3 мг [104].

Во-первых, поступление фтора в организм человека зависит от концентрации фтора в воде, количества выпитой воды, чая, кофе и воды, поступившей с пищей. Суточная потребность взрослого человека в воде ориентировочно составляет 1 мл на 1 ккал энерготрат (примерно 3

л) или 45 мл на 1 кг массы тела. Из них 0,3–0,4 л (10–12 %) образуется в тканях за счёт окисления пищевых веществ; 1–1,2 л (30–35 %) покрываются за счёт воды, содержащейся в пищевых продуктах и 1–1,5 л (33–50 %) – введением жидкостей.

Во-вторых, поступление фтора зависит от ассортимента пищевых продуктов, входящих в суточный рацион, и содержания фтора в каждом из них. При этом следует иметь в виду, что обильное употребление фруктов, овощей, а особенно, молока и молочнокислых продуктов значительно снижает количество употребляемой воды. Если масса пищевых продуктов, входящих в суточный рацион взрослого человека, около 2 кг, а среднее содержание фтора в продуктах 0,3–0,5 мг/кг, то с пищей взрослый человек должен получить в сутки 0,6–1 мг фтора [11].

В-третьих, в число источников поступления фторидов могут входить и ятрогенные. Высказывается предположение, что использование фторированных средств для ухода за зубами и полосканий для рта приводит к ежедневному потреблению приблизительно 0,25 мг фторидов [68].

2.1.1. ГРАДАЦИЯ СУТОЧНЫХ ДОЗ ФТОРА

Таблица 5

Суточные величины потребления фтора по ВОЗ (1984 г.)

Уровни потребления	Величины
очень низкий уровень	0,1–0,6 мг
низкий уровень	0,7–1,4 мг
оптимальный уровень	1,5–4,0 мг
высокий уровень	5,0–12,0 мг
очень высокий уровень	20 мг и более

При высоком уровне потребления фтора существует опасность возникновения флюороза не только зубов, но и костей. Очень высокий уровень поступления фтора в организм возможен при использовании высоких доз фторидсодержащих препаратов, например, при лечении сенильного остеопороза (табл. 5).

Таблица 6

**Консервативные границы суточного поступления фторидов
по Т. М. Marthaler [23]**

Отправные точки	Величины	Пояснение
минимальное поступление фторидов в организм	1,45 мг	соответствует среднему поступлению при концентрации фторида 0,6 мг/л в питьевой воде
максимальное поступление фторидов в организм	2,9 мг	соответствует среднему поступлению при концентрации фторидов 2 мг/л в питьевой воде
масса тела среднего мужчины	65 кг	
энергозатраты	12,6 МДж	

Приведённые в таблице 6 «консервативные» границы суточного поступления фторидов могут рекомендоваться как вполне безопасные, эффективные и научно обоснованные для всеобщего применения.

Данные ВОЗ подтверждают целесообразность использования в РФ «консервативных» пропорциональных энергозатратам норм суточного поступления фторидов в организм человека, предложенных Т. М. Marthaler (табл. 7) при планировании профилактических мероприятий, приведенных ниже [9; 24; 98].

Но при этом необходимо учитывать, что эффект действия фторидов (противокариозное действие, флюороз) обусловлен не только количеством поступающих с пищей и водой фторидов, но и индивидуальными особенностями их метаболизма в организме и экскреции с мочой, величина которой у разных лиц колеблется в широком диапазоне. Так, при наличии у ребёнка суб- или декомпенсированной формы кариеса при любом содержании фторидов в воде обнаруживается более интенсивная их экскреция с мочой по сравнению с таковой у детей с интактными зубами. У детей есть индивидуальные особенности метаболизма и экскреции фторидов. Вероятно, этими особенностями можно объяснить тот факт, что на территориях с одинаковым содержанием фторидов в воде у одних людей развивается кариес, другие остаются кариесрезистентными, а у третьих развивается флюороз [15].

3. ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ ФТОРА

3.1. ВКЛЮЧЕНИЕ ФТОРА В ТВЕРДЫЕ ТКАНИ И ВЛИЯНИЕ НА НИХ

Фтор обладает высоким сродством к твёрдым тканям благодаря своей способности вступать в химическую связь с фосфатами кальция.

Причины очевидного выборочного действия фтора на скелетные и зубные ткани, и эмаль в особенности, связаны с взаимодействием между ионами фтора и костными минералами, гидроксиапатитом кальция, описанным в разделе 1.1. **Почти 99 % всего организованного фтора находится в твёрдых тканях**, в составе апатита (основ-

ного фосфата Са, имеющего формулу $\text{Ca}_{10}[\text{PO}_4]_6[\text{OH}]_2$). Радикалы OH^- апатитов костей и зубов могут замещаться фтором. Фтор-ионы превосходят все прочие ионы по своей способности замещать OH^- благодаря близости их ионных радиусов, одинаковым зарядам и степени гидратации, равной двум. Фтор включается в апатит либо в период формирования первичного кристалла, либо путём замещения OH^- в преобразованном минерале. In vivo преобладает второй из указанных процессов, особенно у взрослых особей. В результате замещения образуется смешанная форма апатита, отвечающая формуле $\text{Ca}_{10}[\text{PO}_4]_6[\text{OH}]_{2-x}\text{F}_x$. **Фторапатиты – соединения, более устойчивые к действию физических и химических факторов и придающие эти свойства биологическим структурам, в которые они включены [112].** Доказано, что фтор придаёт кристаллам фторапатита большую упорядоченность, снижая тем самым их растворимость при физиологическом значении рН. Кристаллы фторапатита изоморфны кристаллам гидроксиапатита, поэтому замена части последних не вызывает геометрических изменений и морфологических нарушений в костях и зубах [11].

Содержание фтора в чистом фторапатите составляет около 2 моль/кг – величина, почти не встречающаяся в твёрдых тканях. Содержание F в кости и зубной эмали составляет обычно 0,05 моль/кг и свидетельствует об отношении OH^- к F в молекуле апатита как 40:1. Большинство минерализованных тканей содержит менее 0,5 моль/кг фтора, исключая эмалюид рыб, очень богатый этим микроэлементом. Великолепные зубы акулы состоят преимущественно из фторапатита [22].

К проявлениям недостаточности фтора большинство исследователей относят остеопороз и кариес.

Употребление воды, содержащей около 1 мг/л F^- (при этом взрослый человек получает в сутки с пищей и водой около 2,0–3,0 мг фтора), **в 2–4 раза снижает заболеваемость кариесом.** Кроме того, фтор оказывает благоприятное влияние на форму и внешний вид зубов (уменьшая количество

глубоких складок и борозд на жевательной поверхности зубов), на расположение зубов в зубном ряду, на здоровье периодонта [11; 60; 89]. Не было обнаружено достоверного влияния употребления фторированной воды на сроки прорезывания и смены зубов [11].

Концентрируясь у ростковых участков зубов и костей, фтор оказывает стимулирующее влияние на их формирование путём воздействия и на органическую матрицу, и на процесс её минерализации [112]. **Фтор способствует связыванию тканями фосфата кальция, являясь биокатализатором процесса минерализации.** По данным Neveseli (1968), образование гидроксилapatитовой структуры невозможно при отсутствии определённых количеств фтора, входящего в ядра кристаллизации или другим образом воздействующего на их образование. Установлено, что в присутствии фтора образуются более крупные кристаллы апатита, в которых на единицу объёма приходится меньше ионов карбоната и особенно цитрата, которые ускоряют процессы резорбции минеральных солей. Доказано, что **сила водородной связи между протеином органической матрицы и минеральной субстанцией возрастает при замене гидроксила фтором.**

Выявилось, что в юной кости отношение Ca/P не соответствует, как считалось, гидроксилapatиту (имеется дефицит кальция): предполагают наличие в ней гидрата октакальцийфосфата $Ca_8H_2[PO_4]_6 \cdot 5H_2O$. Лишь постепенно «дефицит кальция» уменьшается и кость приобретает более прочную структуру из гидроксил- и фторапатита [67].

Фтор может играть существенную роль не только в начальных стадиях минерализации твёрдых тканей, но и предупреждать их деминерализацию. Поскольку экзогенный фтор замещает гидроксил-ион в образованных кристаллах гидроксилapatита, то это замещение происходит в первую очередь в наружных слоях эмали толщиной 1–5 мкм, что снижает их растворимость даже при незначительном общем повышении фтора в зубах. Таким образом, **предупреждением кариеса следует заниматься на протяжении всей жизни** [42].

4. МЕХАНИЗМ ПРОТИВОКАРИОЗНОГО ДЕЙСТВИЯ ФТОРА

При наилучших условиях, т. е. когда человек получает оптимальное количество фтора с пренатального периода в течение всей жизни, могут реализоваться следующие звенья в сложном механизме ПДФ:

Первое звено	во время образования органической матрицы и её первичной минерализации
Оптимальное поступление фтора в этот период способствует синтезу матрицы, образованию кристаллов и процессу минерализации.	
Второе звено	после окончания деятельности амелобластов в длящейся несколько лет преруптивной стадии, когда коронки зубов химически ещё не стабильны.
В результате относительно лёгкой реакции изомерного замещения гидроксила фтор-ионом	
$\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2 + \text{F}^- \rightarrow \text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{F}(\text{OH}) + (\text{OH})^-$	
в кристаллической решётке эмали из гидроксиапатита получается гидроксифторапатит. Это соединение более устойчиво к физическим, химическим и биологическим воздействиям, чем гидроксиапатит. При замещении фтором даже одной из 50 гидроксильных групп растворимость эмали резко снижается.	
Поэтому считается, что второе звено ПДФ имеет даже большее значение, чем первое [11].	
Однако при действии высоких концентраций фтора на гидроксиапатит, реакция идёт по другому типу:	
$\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2 + \text{F}^- \rightarrow 10\text{CaF}_2 + 6\text{PO}_4^{3-} + 2(\text{OH})^-$	
В результате этой реакции образуется фторид кальция – практически нерастворимое соединение, которое быстро исчезает с поверхности зуба в результате выщелачивания. Эта реакция при фторировании является нежелательной, в связи с чем не следует применять высокие концентрации фторидов, особенно в кислых растворах [8].	
Оба звена обязаны гематогенному действию фтора	
Третье звено	в постэруптивном периоде, когда ионный обмен значительно замедляется.
В этой стадии фторсодержащая вода и несколько обогащённая фтором слюна, омывая коронку зуба, поддерживают барьерные свойства поверхностных слоёв эмали и, возможно, способствуют её реминерализации	

Реализация названных звеньев в механизме ПДФ происходит за счёт [11]:

1. положительного влияния на структуру зуба (матрица и минеральные структуры более устойчивы);
2. уменьшения растворимости, особенно поверхностных слоёв эмали в органических кислотах;

Именно концентрация фтора в поверхностном слое эмали обуславливает его резистентность к кариесу. Поверхностный слой эмали содержит фтора в 10 раз больше, чем подлежащий (на глубине 0,05 мм) [85]. Влияние фторидов кратковременно, и по мере их выхода из эмали скорость её растворения возвращается к исходной.

3. бактериостатического и ферментингибирующего действия фтора (в зубном налёте концентрация фтора достигает 20 мкг/г, а в поверхностных слоях эмали порядка нескольких тысяч мкг/г);

Фтор влияет на состав зубного налёта. При содержании F 15 мкг/мг подавляется синтез внутриклеточных полисахаридов стрептококками, замедляется гликогеногенез в дрожжевых культурах и выработка йодофильных полисахаридов [111]. Неизвестно, в какой форме фтор находится в зубном налёте, есть основание полагать, что 2-3 % его количества ионизированы. Существует три пути включения фтора в зубной налёт: первый – образование неорганических кристаллов (фторapatита CaF_2); второй – образование комплекса с органическими субстанциями (белком матрицы налёта); третий – проникновение внутрь бактерий [110].

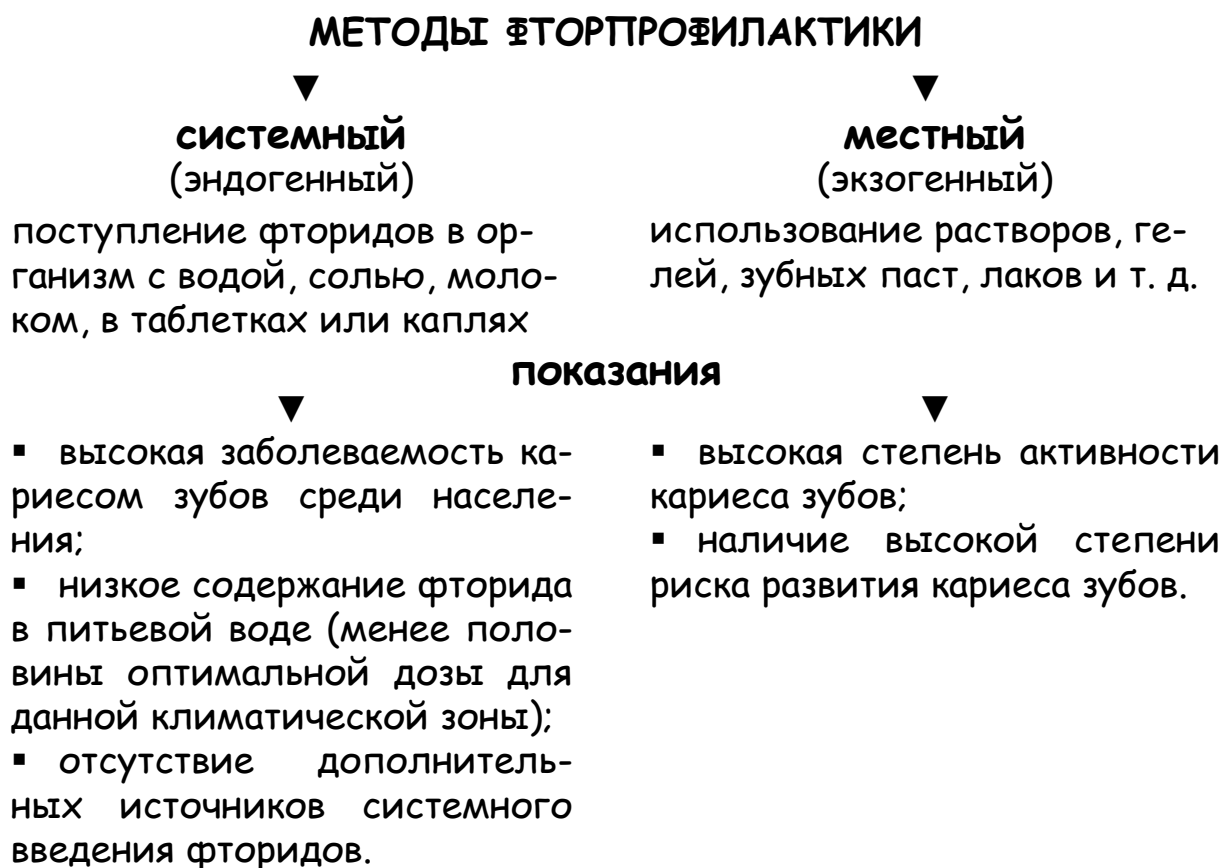
Не исключено, что противокариозное действие фтора в определённой мере заключается ингибировании кислотообразования бактериями зубного налёта [111]. Микроорганизмы, содержащие фтор, частично теряют способность вырабатывать кислоту. Ингибирующее действие фтора на кислотообразование отмечается уже при его концентрации в среде, равной 2 мг/л, и особенно усиливается в слегка подкисленной среде. Подавление кислотообразования осуществляется через угнетение ферментных систем микроорганизмов [42].

4. активизации процессов реминерализации за счёт гематогенного и местного действия фтора;
5. усиления слюноотделения.

Также фтор влияет на отложение солей Ca и P [80]. Однако надо учитывать его количество. При местном применении F-содержащих соединений ионы

5. МЕТОДЫ ФТОРПРОФИЛАКТИКИ

Использование соединений фтора признано наиболее эффективным из всех доступных способов предупреждения кариеса зубов в рамках коммунальных, групповых и индивидуальных программ профилактики. Пример программы профилактики кариеса зубов, основанной на системном и местном использовании соединений фтора, приведен в приложении 1. Применение соединений фтора для профилактики кариеса зубов можно условно разделить на 2 основных метода:



Условность этого деления состоит в том, что средство, применяемое системно, оказывает и местное воздействие, и, наоборот, местное применение средств способствует всасыванию их через слизистую оболочку в систему кровообращения. Нельзя одновременно использовать для профилактики 2 системных метода, целесообразно сочетать системный и местные способы, поскольку это даёт увеличение эффекта.

В ПЕРИОД РАЗВИТИЯ ЗУБОВ ВЕДУЩЕЕ МЕСТО ЗАНИМАЕТ



5.1. СИСТЕМНЫЕ МЕТОДЫ ФТОРПРОФИЛАКТИКИ

- **Фторирование воды** – ГОСТ 2874-82. Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль качества. Изменение № 2 (1990 г.).
- **Фторирование соли** ГОСТ 13830-91. Соль поваренная пищевая. Общие технические условия.
- **Фторирование молока** – ТУ 10 РСФСР 501-91. Молоко пастеризованное «Детское». Изменение № 1 (1993 г.).
- **Фторид натрия в таблетках** (ФС 42-3002-93).

По данным отечественных и зарубежных специалистов эффективность системных методов довольно высока.

Краеугольным камнем современной теории реминерализации является положение, согласно которому кариеспрофилактическое действие фтора обусловлено единственно усилением реминерализации – образование апатита из его компонентов, содержащихся в слюне [21]. Использование простых солей фтора (фтористого

натрия, фтористого кальция, фтористого цинка и т. д.) в виде полосканий, гелей, зубных паст, лаков не может привести к заметному эндогенному фторированию, так как резорбция фтора в ротовой полости очень мала. Создаваемая при этом низкая концентрация ионов фтора при весьма ограниченном времени пребывания на поверхности эмали может обеспечить в кислой среде лишь слабое и кратковременное усиление реминерализации [20]. Обогащённый фтором апатит почти также легко растворяется в кислой среде, как и обычный, следовательно, реминерализация эмали, то есть профилактика кариеса, может быть обеспечена только путём постоянного поддержания оптимальной концентрации фтора в слюне [21]. Поэтому эндогенное применение фторидов имеет большое значение для профилактики кариеса [35; 112]. **Снижение частоты кариеса при данном методе обусловлено существенно более длительно сохраняющимся увеличением концентрации фтора в слюне [16; 22; 47].**

При системном методе профилактики имеет место и местное (локальное) действие в полости рта, однако расчёт идёт в основном на эффект всосавшегося и поступившего в кровеносное русло препарата.

Следует учесть требование минимального участия самого человека для достижения высокой эффективности. Так, опыт использования таблеток фторида натрия показал, что лишь высокая ответственность родителей, постоянно следящих за регулярностью приёма препарата детьми, может обеспечить высокий профилактический эффект на индивидуальном уровне.

6. ТОКСИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ ФТОРА

6.1. ОСТРАЯ ИНТОКСИКАЦИЯ ФТОРОМ

Внутриклеточные концентрации фтора, способные действовать на ферментативные процессы, могут быть достигнуты только при остром отравлении фтором.

Фтор издавна причисляют к протоплазматическим ядам. Но даже при лечении фторидом натрия остеопороза (дозировка 40–80 мг) уровень фтора в сыворотке достигает лишь 7,5–12 мкмоль/л, в то время как самые чувствительные ферменты (эстеразы) ингибируются

при 20 мкмоль/л, а другие лишь при 0,5–1,0 ммоль/л [67]. Большинство описанных в литературе случаев острого отравления связано с суицидальным или случайным приемом фторсодержащих пестицидов или других продуктов, использующихся в быту. Наиболее часто встречаются отравления фторидом натрия, трифторсиликатом натрия либо кремний-фтористой кислотой.

Существует несколько возможных путей острого токсического действия фтора:

- ион фтора, легко проникая сквозь клеточную мембрану, оказывает преимущественно ингибирующее действие на многие ферменты, с чем связывают его токсическое действие. Фториды ингибируют ферменты, в частности, участвующие в жизненно необходимых процессах, вызывая прекращение жизненных функций, как, например, инициирование и проведение нервных импульсов [2; 28; 68];
- нарушение функций организма, регулируемых кальцием. Сильное сродство к кальцию приводит к гипокальциемии, возможно обусловленной осаждением фторапатита [68];
- фториды могут связывать также ионы других металлов, блокируя тем самым различные биохимические механизмы;
- фтор влияет на организм путём изменения функций эндокринной системы;
- фтор первично поражает нервную систему.

Фтор может оказывать на ферменты ингибирующее, а в более редких случаях и активирующее действие. При резорбции фтористых соединений из ЖКТ органом, принимающим на себя «первый удар», является печень. Наиболее высокой чувствительностью к F отличаются эстеразы микросом печени. Фтор также угнетает активность липаз. Активирующее действие фтора установлено в отношении ряда ферментов, из которых наиболее изучена аденилатциклаза. Нельзя исключить вероятность участия аденилатциклазы в патогенезе флюороза [45].

Смертельная доза фторида натрия для взрослого человека составляет 5–10 г (50 мг/кг веса) [67], (32–64 мг/кг веса) [33]. Для детей срочная помощь нужна при приеме фторида, начиная с 5 мг/кг веса [33].

Острое отравление фтором характеризуется тошнотой, гиперсаливацией, рвотой (иногда с кровью), разлитой болью в животе спазматического типа, диареей, цианозом, сильной слабостью, одышкой, мышечными спазмами, парезами, сердечно-сосудистыми расстройствами, судорогами, комой. Потеря электролитов и воды ведёт к коллапсу и шоку с потерей сознания. Смерть наступает вследствие паралича дыхательного центра и остановки сердца в период от 3 часов до нескольких дней.

Отравление фтором не имеет специфических признаков, но напоминает отравление при приеме других веществ, раздражающих желудочно-кишечный тракт, особенно мышьяка, ртути, бария и щавелевой кислоты. Поэтому, ничего не зная о принятом препарате, трудно немедленно идентифицировать случай отравления фторидом.

Антидотом является прием рег ос известковой воды или кальция с молоком.

При отсутствии спонтанной рвоты следует давать рвотные средства. Эффективно промывание желудка известковой водой. Можно вводить внутривенно растворимые соли кальция, обычно глюконат. Калий должен быть ограничен. Если не развиваются нефротические эффекты, то имеет место эффективная экскреция, и ее скорость может быть дополнительно увеличена в условиях алкалоза.

Если больной не погибает в течение первых часов отравления, то шансы на выживание большие. Выжившие больные выздоравливают без известных осложнений.

**ПРОГРАММА ПРОФИЛАКТИКИ
ОСНОВНЫХ СТОМАТОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ
у жителей Ленинского района города Кемерово
«Здоровые зубы – детям в XXI веке»**

СОДЕРЖАНИЕ

ПАСПОРТ ПРОГРАММЫ	125
СОДЕРЖАНИЕ ПРОБЛЕМЫ И ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ ЕЕ РЕШЕНИЯ ПРЕДЛАГАЕМЫМИ МЕТОДАМИ	126
СВОДКА ОСНОВНЫХ ДАННЫХ СИТУАЦИОННОГО АНАЛИЗА	130
ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРОГРАММЫ	133
РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ, ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ	134
ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ И МЕХАНИЗМ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ	134
ОРГАНИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОГРАММОЙ И КОНТРОЛЬ ЕЕ РЕАЛИЗАЦИИ	137
ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ	137
ЭТАПЫ И СРОКИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ	141
СХЕМА ОРГАНИЗАЦИИ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОЙ ПОМОЩИ ДЕТСКОМУ НАСЕЛЕНИЮ	142
КОММЕНТАРИИ К СХЕМЕ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОЙ ПОМОЩИ ДЕТСКОМУ НАСЕЛЕНИЮ	143
СХЕМА ОРГАНИЗАЦИИ САНИТАРНОГО ПРОСВЕЩЕНИЯ И ГИГИЕНИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ СРЕДИ ДЕТСКОГО НАСЕЛЕНИЯ	151
КОММЕНТАРИИ К СХЕМЕ ОРГАНИЗАЦИИ САНИТАРНОГО ПРОСВЕЩЕ- НИЯ И ГИГИЕНИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ СРЕДИ ДЕТСКОГО НАСЕЛЕНИЯ	152
РАСЧЕТ ЕЖЕГОДНЫХ ЗАТРАТ НА РАСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	163
РАСЧЕТ ЕЖЕГОДНЫХ ЗАТРАТ НА САНИТАРНОЕ ПРОСВЕЩЕНИЕ И ГИГИЕНИЧЕСКОЕ ВОСПИТАНИЕ И ОБУЧЕНИЕ	164



Рис. 18. Пятнистая форма, 2 степень тяжести

Отпечатано редакционно-издательским отделом
Кемеровской государственной медицинской академии

650029, Кемерово,
ул. Ворошилова, 22а.
Тел./факс. +7(3842)734856;
epd@kemsma.ru



Подписано в печать 03.09.2007.
Гарнитура таймс. Тираж 3000 экз.
Формат 21×30/2 У.п.л. 10,4.
Печать трафаретная.

Требования к авторам см. на <http://www.kemsma.ru/rio/forauth.shtml>
Лицензия ЛР № 21244 от 22.09.97