

5. Комарова, С. Ю. Особенности консервативной и оперативной тактики при перекруте яичка / С. Ю. Комарова, Н. А. Цап, В. И. Чукреев // Детская хирургия. – 2016. – Т. 20. – № 4. – С. 185-188.
6. Шорманов, И. С. Закрытая мануальная деторсия при завороте яичка у детей / И. С. Шорманов, Д. Н. Щедров // Урологические ведомости. – 2018. – Т. 8. – № 1. – С. 34-39.
7. Naouar, S. Testicular torsion in undescended testis: A persistent challenge / S. Naouar, S. Braiek, R. El Kamel. // Asian Journal of Urology. – 2017. – № 4. – С. 111-115.
8. Эргашев, Н. Ш. Диагностика и тактика лечения при синдроме отечной мошонки у детей / Н. Ш. Эргашев, Т. П. Хакимов // Детская хирургия. – 2010. – № 3. – С. 23-26.
9. Принципы проведения реабилитационного периода у детей, перенесших перекрут яичка / В. Н. Карташев, Г. Н. Румянцева, А. Л. Аврасин и др. // XII съезд российского общества урологов : материалы научно-практической конференции. – М., 2012. – С. 468-69.
10. Давидов М.И., Дябкина О.В. Острые заболевания органов мошонки нетравматического генеза у детей школьного возраста / М. И. Давидов, О. В. Дябкина // Медицинский альманах. – 2016. – № 2(42). – С. 87-90.

**Сведения об авторах**

С.Ю. Комарова — к.м.н., доцент кафедры детской хирургии, Уральский государственный медицинский университет; urokom@yandex.ru

Н.А. Цап — д.м.н., профессор, зав кафедрой детской хирургии, Уральский государственный медицинский университет; tsarna-ekat@rambler.ru

И.П. Огарков — ассистент кафедры детской хирургии, Уральский государственный медицинский университет; зам. глав. врача по хирургии, Детская городская клиническая больница № 9; dho1@mail.ru

Ю.В. Баранов — ассистент кафедры детской хирургии, Уральский государственный медицинский университет; зам. глав. врача по хирургии, Областная детская клиническая больница; baranovyuri1980@gmail.com

В.И. Чукреев — зав. отделением неотложной хирургии, Детская городская клиническая больница № 9; dho1@mail.ru

Н.В. Винокурова — к.м.н., доцент кафедры детской хирургии, Уральский государственный медицинский университет; vnv2006@mail.ru

С.А. Мельникова — к.м.н., ассистент кафедры детской хирургии, Уральский государственный медицинский университет; cf75@mail.ru

**Адрес для переписки:** urokom@yandex.ru

.....

## ВЛИЯНИЕ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ФТОРОМ НА ОБМЕН ЖЕЛЕЗА У ДЕТЕЙ

УДК 616-008.9

**Л.В. Левчук, Т.В. Бородулина, Н.Е. Санникова, Л.В. Крылова,  
Е.Ю. Тиунова, М.И. Колясникова, Г.И. Мухаметшина,  
Т.А. Мартынова, Н.С. Соколова**

*Уральский государственный медицинский университет, г. Екатеринбург, Российская Федерация*

Проведено исследование уровня обеспеченности фтором во взаимосвязи с показателями обмена железа и эритронов у детей грудного и раннего возраста. Показана взаимосвязь между уровнем обеспеченности детей фтором и лабораторными критериями дефицита железа.

**Ключевые слова:** дети грудного и раннего возраста, фтор, железо, анемия, дефицитные состояния.

## INFLUENCE OF FLUOR SECURITY ON IRON EXCHANGE IN CHILDREN

**L.V. Levchuk, T.V. Borodulina, N.E. Sannikova, L.V. Krylova,  
E.Yu. Tiunova, M.I. Kolyasninkova, G.I. Mukhametshina, N.S. Sokolova**

*Ural state medical university, Yekaterinburg, Russian Federation*

A study was made of the level of fluoride availability in relation to iron and erythron metabolism in infants and young children. The relationship between the level of provision of children with fluorine and laboratory criteria for iron deficiency is shown.

**Keywords:** infants and young children, fluoride, iron, anemia, deficient states.

**Введение**

Физиологическое значение микроэлементов, в первую очередь, обусловлено их метаболической ролью в организме человека: микроэлементы выступают в составе коферментов и субстратных кофакторов обмена белков, липидов и углеводов, в выработке энергии [1]. Недостаток, как и избыток, микроэлементов в среде обитания нарушает не только весь нутриентный баланс организма, но и обмен отдельных элементов [2]. Так как микроэлементы не могут быть синтезированы человеческим организмом, их необходимо получать из продуктов питания. Дефицит

микроэлементов также может возникнуть в результате развития патологических процессов в организме человека.

В последние годы особую актуальность приобрели дефицитные состояния, в первую очередь, обусловленные недостатком поступления эссенциальных микроэлементов. Согласно Всемирному докладу о здоровье ВОЗ, за 2000 г. клинические признаки микроэлементозов встречаются не только в развивающихся, но и в промышленно развитых странах [3], что приводит к снижению иммунологической реактивности. В зависимости от региона Российской

Федерации, дефицит микроэлементов (фтор, йод, железо и др.) встречается у 14–50% детей и у 40–77% беременных женщин. В связи с этим необходимо отметить, что качество не только постнатального, но и внутриутробного обеспечения питательными веществами сказывается на высоком риске развития в более старшем возрасте ряда патологий, в числе которых отмечаются и сердечно-сосудистые заболевания. Это явление в мировой литературе носит название «метаболическое программирование». Микроэлементы участвуют во всех этапах метаболического программирования в форме металлопротеинов и ферментов.

Дефицит железа до настоящего времени остается одним из самых значимых заболеваний, связанных с нарушением питания. Дефицит железа негативно влияет на когнитивное развитие детей, повреждает иммунные механизмы. Алиментарные факторы оказывают главное влияние на распространенность железодефицитных состояний. Диета с низким содержанием железа либо с достаточным его содержанием, но низкой биодоступностью, низкое содержание питательных веществ, необходимых для кроветворения, — фолиевой кислоты, витаминов А, С, белка, меди и др., — чаще всего способствуют возникновению дефицита железа и анемизации организма [2].

Фтор — один из основных микроэлементов, необходимый для правильного роста и развития организма. Основная точка приложения действия фтора — это скелет человека и твердые ткани зубов. Но современными исследователями показано, что дефицит фтора приводит к нагрузке на многие физиологические процессы в организме, особенно на эритроцитарный росток кроветворения, и способствует развитию анемии [4, 5, 6]. При этом отмечается, что концентрация в организме человека ионных соединений биологически значимых элементов, таких как фтора, йода и селена, имеют четко выраженную корреляцию с уровнем последних в продуктах питания [1].

Уральский регион является эндемичным по дефициту фтора в питьевой воде, которая является основным источником и путем поступления этого микроэлемента в организм человека [2, 4]. Недостаток содержания фтора в питьевой воде и в продуктах детского питания является основной причиной фтордефицитного состояния растущего организма [4, 7].

### Цель работы

Изучить механизмы, приводящие к развитию взаимозависимых нарушений обмена железа и фтора у детей в динамике роста.

### Материалы и методы

Нами изучено состояние обеспеченности фтором и железом у 50 детей в возрасте от 1 месяца до 3 лет. Набор клинического материала осуществлялся путем безвыборочного случайного метода; дети были сопоставимы по возрасту и полу.

Критериями включения явились:

- дети в возрасте 1 мес. до 3 лет;
- отсутствие острых и хронических заболе-

ваний на момент обследования.

Критерии исключения:

- дети с врожденным или транзиторным гипотиреозом;
- дети с заболеваниями мочевыделительной системы;
- дети-инвалиды;
- дети с грубой органической патологией, в том числе с фетальным алкогольным синдромом;
- дети с массой тела при рождении ниже 2500 г. и длиной тела ниже 47 см.

В работе нами были использованы методы клинического наблюдения за детьми, экспертной оценки медицинской документации; анализировались данные анамнеза жизни, оценивался объективный статус детей с проведением комплекса лабораторных и инструментальных методов исследований.

В ходе исследований было проведено изучение нутритивного статуса детей по ряду показателей. Для оценки состояния эритрона у детей использовались данные лабораторных методов диагностики — общий анализ крови, биохимический анализ крови с определением показателей обмена железа (коэффициент насыщения (КН), трансферрин, общая железосвязывающая способность крови (ОЖСС), ферритин, сывороточное железо). С целью изучения микронутриентной обеспеченности применялся неинвазивный метод диагностики — определение уровня суточной экскреции железа и фтора с мочой.

Референсные значения экскреции железа с мочой находятся в пределах 0,01–0,025 мг/л [8], фторурии — 0,5–0,7 мг/л [9].

Результаты проведенных исследований подвергнуты статистической обработке с использованием компьютерных программ Microsoft Excel XP, SPSS 12.0, STATISTICA 6.0. Вычислялись среднее арифметическое значение ( $M$ ), среднеквадратичное отклонение ( $\sigma$ ), средняя квадратичная ошибка среднего значения ( $m$ ). При оценке достоверности различий ( $p$ ) между признаками с нормальным распределением применялся коэффициент Стьюдента ( $t$ ), а для признаков с непараметрическими величинами — критерий Манна-Уитни. Значимость различий между относительными величинами оценивалась путем расчета критерия  $\chi^2$  с поправкой Йетса и двусторонним критерием Фишера. Для установления корреляционных взаимосвязей ряда показателей использовался линейный коэффициент корреляции Пирсона ( $r$ ). Различия результатов считали статистически достоверными при уровне значимости  $p < 0,05$ .

### Результаты и обсуждение

На момент осмотра клинические признаки анемии у обследованных детей отсутствовали. В общем и биохимическом анализе крови в целом отсутствовали признаки железодефицитной анемии (средние значения: гемоглобин — 116,8 г/л, эритроциты —  $4,5 \times 10^{12}$ /л, железо сыворотки крови — 14,5 мкмоль/л, уровень ферритина — 48,6 мкг/л, трансферрин — 3,1 г/л). Экскреция железа с мочой у детей раннего возраста была в пределах референсных значений —  $0,5 \pm 0,011$  мг/л, а средний уровень фторурии был ниже нормативных значений —  $0,42 \pm 0,015$  мг/л.

При проведении статистического анализа выявлена прямая сильная положительная корреляционная связь между уровнем фтора и железа в моче ( $r=+0,99$ ), прямые положительные корреляционные связи между уровнем фтора в моче и гемоглобином ( $r=+0,22$ ), числом эритроцитов крови ( $r=+0,41$ ) и трансферрином ( $r=+0,55$ ) и отрицательные — между железом крови ( $r=-0,39$ ) и ферритином ( $r=-0,54$ ), что свидетельствует о прямом влиянии фтора на обмен железа и показатели красной крови в организме человека.

С целью углубленного изучения взаимосвязи между уровнем обеспеченности фтором и обменом железа, мы разделили обследованных детей на две группы — с нормальной ( $n=15$ ) и пониженной обеспеченностью фтором ( $n=35$ ), что определялось по уровню экскреции фтора с мочой.

У детей, имеющих достаточный уровень фторурии, зарегистрированы слабые отрицательные корреляционные связи с уровнем гемоглобина ( $r=-0,12$ ), числа эритроцитов ( $r=-0,68$ ), железом крови ( $r=-0,78$ ), трансферрином ( $r=-0,83$ ) и ферритином ( $r=-0,72$ ) и сильная положительная взаимосвязь с уровнем экскреции железа с мочой ( $r=+1,0$ ). Такие показатели свидетельствуют о достаточном насыщении детского организма как фтором, так и железом, и взаимном положи-

тельном влиянии этих элементов друг на друга.

Дети с низким уровнем фторурии, наоборот, имели положительные корреляционные связи со всеми показателями обмена железа (за исключением ферритина,  $r=-0,92$ ), что указывает на влияние дефицита фтора в организме на обмен железа с риском развития железодефицитной анемии.

### Выводы

1. Определено прямое влияние уровня обеспеченности организма фтором на обмен железа.

2. Показано, что при имеющемся дефиците фтора формируются более явные лабораторные признаки дефицита железа.

3. Нескорректированный дефицит фтора усугубляет дефицит железа, что способствует более длительному и упорному течению железодефицитной анемии.

4. Дефицитные состояния имеют сочетанный характер и взаимное влияние, что диктует необходимо учитывать при диагностике патологических состояний.

### Литература

1. Геппе, Н.А. «Педиатрия. Проблемы XXI века. Энциклопедия систем жизнеобеспечения». Том 2. «Актуальные проблемы педиатрии» / Под редакцией Н. А. Геппе. – Издательство ЮНЕСКО. Издательство EOLSS. Издательский Дом МАГИСТР-ПРЕСС, 2018. – 400 с.
2. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология / А. П. Авцын, А. А. Жаворонков, М. А. Риш, Л. С. Строчкова. – М.: Медицина, 1991. – 496 с.
3. WHO: The World Health Report 2000.
4. Барабаш, А. Л. Влияние химико-микробиологического состава подземных питьевых вод на здоровье человека / А. Л. Барабаш, Н. Г. Булгаков // Успехи современной биологии. – 2015. – Т. 135. – № 5. – С. 480-495.
5. Функциональные особенности системы эритрона крыс при коррекции минерально- витаминными комплексами в зависимости от действия различных факторов / Л. Е. Громова, Г. Н. Дегтева, Н. А. Назаренко, В. В. Зашихина // Экология человека. – 2006. – № 1. – С.28-31.
6. Громова, Л. Е. Исследование адаптивных показателей иммунитета школьников, проживающих в условиях севера в рамках применения оздоровительного минерально-витаминного комплекса / Л. Е. Громова, Г. Н. Дегтева, Н. А. Назаренко // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2011. – Т. 13. – №2(6). – С.1371-1374.
7. Крылова, Л. В. Состояние здоровья и уровень обеспеченности фтором детей раннего возраста : дис. ... канд. мед. наук : 14.01.08 / Крылова Лидия Валерьевна; Уральская гос. мед. академия. – Екатеринбург, 2012. – 110 с.
8. Скальный, А. В. Биоэлементы в медицине / А. В. Скальный, И. А. Рудаков. – М.: «ОНИКС 21 век»: Мир, 2004. – 272 с.
9. Tusl, I. Direct determination of fluoride in human urine using fluoride electrode, Clin. Chim. Acta. 1970. 27. 216-218.

### Сведения об авторах

Л.В. Левчук — д.м.н., доцент, и.о. заведующего кафедрой факультетской педиатрии и пропедевтики детских болезней, Уральский государственный медицинский университет.

Т.В. Бородулина — проректор по образовательной деятельности, д.м.н., доцент кафедры факультетской педиатрии и пропедевтики детских болезней, Уральский государственный медицинский университет.

Н.Е. Санникова — д.м.н., профессор кафедры факультетской педиатрии и пропедевтики детских болезней, Уральский государственный медицинский университет.

Л.В. Крылова — к.м.н., доцент кафедры факультетской педиатрии и пропедевтики детских болезней, Уральский государственный медицинский университет.

Е.Ю. Тиунова — к.м.н., доцент кафедры факультетской педиатрии и пропедевтики детских болезней, Уральский государственный медицинский университет.

М.И. Колясникова — ассистент кафедры факультетской педиатрии и пропедевтики детских болезней, Уральский государственный медицинский университет.

Г.И. Мухаметшина — ассистент кафедры факультетской педиатрии и пропедевтики детских болезней, Уральский государственный медицинский университет.

Т.А. Мартынова — ассистент кафедры факультетской педиатрии и пропедевтики детских болезней, Уральский государственный медицинский университет.

Н.С. Соколова — ассистент кафедры факультетской педиатрии и пропедевтики детских болезней, Уральский государственный медицинский университет.

**Адрес для переписки:** lvkrylova2019@mail.ru.