

Маркина Л.А., Мальцева Н.В., Баженова Л.Г., Юркина Э.А.

МЛПУ «Городская клиническая больница № 1»,
Новокузнецкий государственный институт усовершенствования врачей,
г. Новокузнецк,
ЗАО «Вектор-Бест»,
г. Кольцово, Новосибирская областьСОДЕРЖАНИЕ β -ХОРИОНИЧЕСКОГО
ГОНАДОТРОПИНА В СЫВОРОТКЕ КРОВИ
И Фолликулярной жидкости у женщин
в программах экстракорпорального
оплодотворения

У женщин с бесплодием, обусловленным трубным или трубно-перитонеальным фактором (45 пациенток), иммуноферментным методом определяли концентрацию β -хорионического гонадотропина (β -ХГЧ) в сыворотке крови до начала программ экстракорпорального оплодотворения (ЭКО, точка 1), во время трансвагинальной пункции преовуляторных фолликулов после гормональной стимуляции суперовуляции (точка 2), перед проведением переноса эмбрионов (ПЭ, точка 3) и после него через 3-4 недели (точка 4), а также в фолликулярной жидкости, полученной во время трансвагинальной пункции преовуляторных фолликулов (точка 2). В качестве контрольных групп были обследованы 28 здоровых небеременных женщин и 13 женщин на 3-4 неделе физиологической беременности. Результаты показали, что уровень сывороточного β -ХГЧ у всех пациенток поднимался в т. 2 и снижался в т. 3. При положительном результате программ ЭКО и ПЭ уровень β -ХГЧ в сыворотке крови повысился к 3-4 неделе после проведения эмбриотрансфера (в т. 4) и был выше, чем при отрицательном результате, но гораздо ниже, чем при физиологической беременности такого же срока. В фолликулярной жидкости β -ХГЧ содержался в меньшем количестве, чем в сыворотке крови. Проведенный корреляционный анализ полученных данных позволил сделать вывод, что формирование беременности, а также развитие многоплодия, в программах ЭКО сопряжено с высокой исходной концентрацией β -ХГЧ в сыворотке крови (в т. 1) и, напротив, с его низким содержанием в фолликулярной жидкости.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: β -хорионический гонадотропин; экстракорпоральное оплодотворение; перенос эмбрионов; сыворотка крови; фолликулярная жидкость.

Markina L.A., Mal'tseva N.V., Bazhenova L.G., Yurkina E.A.

City Clinical Hospital N 1, Medical Institute of Postgraduate Training, Novokuznetsk,
JSC «Vector-Best», Kol'tsovo, Novosibirsk region

**THE LEVEL OF THE β -HUMAN CHORIONIC GONADOTROPHIN IN BLOOD SERUM
AND FOLLICULAR LIQUID AT WOMEN IN PROGRAMS OF EXTRACORPOREAL FERTILISATION**

The serum beta-human chorionic gonadotrophin (sb-hCG) was evaluated by ELISA method in women with a tubal or tubal-peritoneal infertility (45 patients) before their entering in extracorporeal fertilization programs (ECF, study point 1), after hormonal induction of superovulation (study point 2), before embryo transfer (ET) (study point 3) and 3-4 weeks after ET (study point 4). β -HCG was investigated in follicular liquid (f β -hCG), taken at transvaginal puncture of preovulatory follicles (study point 2), too. Twenty eight healthy non-pregnant women and thirteen women with physiological pregnancy in terms of 3-4 weeks were observed as controls. Results have shown that the s β -hCG level raised in sp. 2 and reduced in sp. 3 in all observed women. At positive results of ECF the s β -hCG level has raised on 3-4 weeks of clinical pregnancy (sp. 4), and was higher than in women with negative results. However its concentration was smaller, than appropriate parameter at physiological pregnancy. β -HCG contained in smaller quantity in follicular liquid than in blood serum. The correlation analysis of the obtained data has allowed to make a conclusion, that the formation of pregnancy, as well as development of multifetal gestations, in ECF programs, is connected with the high initial β -hCG concentration in serum blood (sp. 1) and, on the contrary, its low level in follicular liquid.

KEY WORDS: beta-human chorionic gonadotrophin; extracorporeal fertilization; embryo transfer; blood serum; follicular liquid.

Несмотря на то, что к настоящему времени установлена важнейшая роль хорионического гонадотропина человека в формировании и нормальном течении беременности, внимание

исследователей к этому уже хорошо изученному белку не ослабевает. Это связано с нерешенностью проблемы бесплодия в браке, развитием вспомогательных репродуктивных технологий, в которых широко используются препараты этого белка, и недостаточному пониманию его роли в механизмах репродукции. Повышение количества β -ХГЧ в циркуляции при наступлении беременности после экстракорпорального оплодотворения уже показано ранее. Результаты этих исследований указывают на то, что количественный показатель сывороточного β -

Корреспонденцию адресовать:

МАЛЬЦЕВА Нина Васильевна,
654005, Кемеровская область, г. Новокузнецк, пр. Строителей, 5,
ГОУ ДПО «НГИУВ Росздрава».
Тел.: 8 (3843) 45-56-41; +7-905-071-3216.
E-mail: ninamaltseva@nm.ru

ХГЧ, определенный уже на 12-13 дни после переноса эмбрионов, можно использовать для диагностики и прогноза результата программ ЭКО [1, 2].

Цель исследования — определение содержания β -ХГЧ в сыворотке крови у женщин с трубным бесплодием в динамике наблюдений при проведении программ ЭКО и ПЭ и до начала проведения этих программ, а так же в фолликулярной жидкости.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В настоящем исследовании было обследовано 45 женщин в возрасте от 24 до 42 лет с верифицированным диагнозом трубного бесплодия, участвующих в программах репродуктивных технологий — экстракорпорального оплодотворения (ЭКО) и переноса эмбрионов (ПЭ), этапы которых подробно описаны ранее [3]. Обследование всех женщин соответствовало этическим нормам Хельсинкской декларации 2000 г. Образцы сыворотки крови пациентов получали до начала проведения программ ЭКО (точка 1); во время трансвагинальной пункции преовуляторных фолликулов (точка 2) после индукции суперовуляции с использованием диферелина (Irsen), пурегона (Organon) или менопура (Ferring) в течение 2 недель и проведения триггера овуляции препаратом ХГЧ — прегнилом (Organon); перед проведением эмбриотрансфера, т.е. на 3-4 сутки после точки 2 (точка 3), и в момент диагностики клинической беременности (на 3-4 неделе после проведения эмбриотрансфера, точка 4). Забор фолликулярной жидкости осуществлялся при проведении трансвагинальной пункции (точка 2).

Положительный результат программ ЭКО, т.е. наступление клинических беременностей, закончившихся в 86,4 % срочными родами, был достигнут у 22 женщин (группа В1), а отрицательный результат, т.е. отсутствие беременности, был зарегистрирован у 23 женщин (группа В2). В группе В1 у 13 женщин наблюдалась одноплодная беременность (группа В1-1), а у 6 женщин — многоплодная, т.е. 5 из них родили двоен и 1 — тройню (группа В1-2). В качестве контрольных групп были обследованы 28 здоровых небеременных женщин репродуктивного возраста во второй фазе менструального цикла (группа А) и 13 женщин $26 \pm 0,1$ лет с физиологической беременностью в сроке 3-4 недели (группа Б).

Концентрацию β -ХГЧ определяли в полученных образцах сыворотки крови (сывороточный β -ХГЧ) и фолликулярной жидкости (фолликулярный β -ХГЧ) иммуноферментным методом с использованием на-

бора реагентов «ХГЧ-ИФА-БЕСТ». Фотометрию проводили на Microplate Reader 3550-UV. Обработку полученных данных осуществляли с помощью программы Microplate Manager. Статистический анализ проводили с применением программы InStat 2. Стандартная обработка включала подсчет средних арифметических величин и стандартных ошибок среднего (SEM, standard error of mean). Значимость различий показателей в группах оценивали с помощью непараметрического критерия Манна-Уитни. Корреляционный анализ проводили посредством вычисления коэффициента корреляции Спирмена (r). Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез в данном исследовании принимался равным 0,05.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные результаты представлены в таблице.

Содержание β -ХГЧ в сыворотке крови обследуемых женщин

У 20 % практически здоровых небеременных обследованных женщин (группа А) сывороточный β -ХГЧ не был выявлен, у остальных его концентрация колебалась от 2,4 МЕ/л до 156 МЕ/л.

При физиологической беременности в сроке 3-4 недели (группа Б) количество β -ХГЧ в сыворотке крови, варьируя у разных женщин от 2056 МЕ/л до 43320 МЕ/л, у небеременных женщин превысило установленную концентрацию этого белка в среднем в 657 раз.

У 23 женщин с трубной непроходимостью (из групп В1 и В2), у которых было определено содержание β -ХГЧ в сыворотке крови до начала программ ЭКО, количество этого белка в т. 1 находилось в диапазоне концентраций от 3,13 МЕ/л до 236 МЕ/л, составляя в среднем $43,51 \pm 14,96$ МЕ/л, т.е. сравнимо с показателями здоровых небеременных женщин. 12 женщин из этой группы не забеременели после проведения программ ЭКО и ПЭ. Уровень сывороточного β -ХГЧ в т. 1 у них варьировал от 4,6 МЕ/л до 90,8 МЕ/л, значимо не отличаясь от такового у здоровых небеременных женщин. У остальных 11 пациенток был зарегистрирован положительный результат программ ЭКО и ПЭ, т.е. наступление клинических беременностей, завершившихся срочными родами. Концентрация β -ХГЧ у них в т. 1 так же широко варьировала — от 3 МЕ/л до 236 МЕ/л, и поэтому в среднем не отличалась от таковой у здоро-

Сведения об авторах:

МАРКИНА Любовь Алексеевна, врач акушер-гинеколог, канд. мед. наук, зам. главного врача по гинекологии, МЛПУ «ГКБ № 1», г. Новокузнецк, Россия.

МАЛЬЦЕВА Нина Васильевна, доктор биол. наук, зав. молекулярно-биологической лабораторией, ГОУ ДПО «НГИУВ Росздрави», г. Новокузнецк, Россия.

БАЖЕНОВА Людмила Григорьевна, доктор мед. наук, профессор, зав. кафедрой акушерства и гинекологии, ГОУ ДПО «НГИУВ Росздрави», г. Новокузнецк, Россия.

ЮРКИНА Элла Александровна, научный консультант, отделение ИФА маркеров беременности, ЗАО «Вектор-Бест», г. Кольцово, Новосибирская область, Россия.

Таблица
Содержание β -ХГЧ в сыворотке крови (СК) и фолликулярной жидкости (ФЖ) женщин при индуцированной ЭКО беременности (МЕ/л)

Здоровые небеременные женщины (А, СК)				
31,02 ± 7,35 (28)				
Физиологическая беременность 3-4 недели (Б, СК)				
20382,15 ± 3795,1 (13)				
$p_A < 0,0001$				
Положительный результат ЭКО (В1)				
Точка 1 (СК)	Точка 2		Точка 3 (СК)	Точка 4 (СК)
	(СК)	(ФЖ)		
70,09 ± 28,85 (11)	270,15 ± 96,21 (19)	78,13 ± 9,00 (20)	64,48 ± 17,19 (10)	271,14 ± 37,86 (22)
	$p_{т.1} = 0,019$	$p^* = 0,0004$		$p_{т.1} = 0,001$ $p_{т.3} = 0,0002$ $p_B < 0,0001$
Отрицательный результат ЭКО (В2)				
Точка 1 (СК)	Точка 2		Точка 3 (СК)	Точка 4 (СК)
	(СК)	(ФЖ)		
19,14 ± 7,21 (12)	141,53 ± 12,13 (21)	87,2 ± 7,32 (22)	55,01 ± 7,77 (13)	75,22 ± 20,11 (6)
	$p_{т.1} < 0,0001$	$p^* = 0,0002$	$p_{т.1} = 0,0003$ $p_{т.2} < 0,0001$	$p_{т.1} = 0,0032$ $p_{т.2} = 0,0151$ $p_{В1} = 0,034$

Примечание: Данные представлены как $M \pm SEM$, где M - выборочное среднее, SEM - ошибка среднего; p - показатель достоверности различий между данными, полученными для СК; p^* - показатель достоверности различий с данными, полученными для СК в точке 2; в круглых скобках - количество обследованных женщин.

вых небеременных женщин и женщин в нерезультативных программах ЭКО и ПЭ. Несмотря на отсутствие отличий в обследованных группах женщины по показателю β -ХГЧ в т. 1, корреляционный анализ выявил существенную достоверную положительную связь между уровнем β -ХГЧ в сыворотке крови женщин из группы В1 в т. 1 и количеством рожденных у них в срок детей (коэффициент корреляции Спирмена $r = 0,7759$, $p = 0,0172$). Следовательно, формирование многоплодия в программах ЭКО и ПЭ сопряжено с высокой исходной (допрограммной) концентрацией сывороточного β -ХГЧ (получен патент РФ № 2363956).

Гормональная индукция суперовуляции привела к резкому росту уровня β -ХГЧ у всех обследованных 40 женщин (группы В1 и В2, т. 2). Диапазон варибельности индивидуальных показателей находился в границах от 56,7 МЕ/л до 1692 МЕ/л, и в среднем концентрация белка, равная $202,6 \pm 46,6$ МЕ/л, превысила соответствующее значение в т. 1 ($43,5 \pm 14,96$ МЕ/л, $n = 23$) в 4,6 раза ($p < 0,0001$) и в 6,5 раз показатель небеременных женщин ($p_A < 0,0001$). Между группами В1 и В2 не было обнаружено достоверной разницы в уровне тестируемого белка — индивидуальная варибельность показателя его концентрации составила у них диапазоны значений от 61 МЕ/л до 1692 МЕ/л и 56,7 МЕ/л до 289,5 МЕ/л, соответственно.

Уже через 3-4 суток (т. 3) после окончания введения гормонов, перед ПЭ, уровень β -ХГЧ снижался у всех обследованных женщин, в среднем в 3,4 раза ($p_{т.2} < 0,0001$), т.е. почти до исходного уровня (индивидуальная варибельность составила 16,6-204 МЕ/л), причем между группами В1 и В2 отличия не выяв-

лены, хотя количество гормона у женщин группы В2 в среднем все же было повышено по сравнению с допрограммным показателем. Повышенный уровень β -ХГЧ сохранялся у этих женщин и через 3-4 недели после эмбриотрансфера, на что указывает показатель концентрации β -ХГЧ, который удалось определить у шести не забеременевших женщин. Он колебался от 28,7 МЕ/л до 136,7 МЕ/л у разных пациенток и в среднем был в 3,9 раза больше, чем в группе В2 до вступления в программы ЭКО, но в 1,9 раза меньше, чем в момент эмбриотрансфера, и в 3,6 раза меньше, чем у женщин из группы В1 на 3-4 неделе наступившей беременности.

На 3-4 неделе клинической беременности концентрация β -ХГЧ у женщин из группы В1 вновь поднималась (примерно в 4 раза) по сравнению с таковой в т. 3. При этом уровень β -ХГЧ был в 3,8 раза выше, чем до начала проведения программ ЭКО и ПЭ, так что не отличался от соответствующего параметра после проведения гормональной стимуляции суперовуляции (т. 2). Однако, по сравнению с физиологической беременностью сроком 3-4 недели, у женщин с индуцированной беременностью средняя концентрация β -ХГЧ оказалась в 75 раз меньше. Тем не менее, между концентрацией тестируемого гормона в группе В1 в т. 4 и количеством рожденных детей также была выявлена положительная корреляционная связь (коэффициент корреляции Спирмена $r = 0,6113$, $p = 0,0054$).

Содержание β -ХГЧ в фолликулярной жидкости обследуемых женщин

Концентрация β -ХГЧ в образцах фолликулярной жидкости, взятых у 41 женщины при проведении

трансвагинальной пункции преовуляторных фолликулов, варьировала от 29,1 МЕ/л до 207,9 МЕ/л, составляя в среднем $83,67 \pm 5,8$ МЕ/л. При этом содержание фолликулярного β -ХГЧ у пациенток группы В1 колебалось от 29,1 МЕ/л до 177,1 МЕ/л, а в группе В2 – от 45,99 МЕ/л до 207,9 МЕ/л, т.е. в обеих группах находилось примерно в сходных границах диапазона индивидуальной вариабельности, и поэтому достоверной разницы между этими группами по данному показателю не выявлено. Однако, сравнение значений тестируемого показателя в подгруппах В1-1 и В1-2 показало, что в среднем содержание фолликулярного β -ХГЧ у женщин с одноплодными беременностями ($87,08 \pm 10,66$ МЕ/л, $32,65-177,1$ МЕ/л, $n = 15$) было в 1,75 раза больше ($p = 0,0526$), чем при многоплодных беременностях ($49,68 \pm 11,16$ МЕ/л, $23,72-81,4$ МЕ/л, $n = 5$), и при этом не отличалось от концентрации данного белка в фолликулярной жидкости женщин в результирующих программах ($87,2 \pm 7,32$ МЕ/л, $n = 22$).

Было установлено, что концентрация β -ХГЧ в фолликулярной жидкости в среднем в 2,4 раза меньше ($p < 0,0001$), чем в сыворотке крови в т. 2 ($202,6 \pm 46,6$ МЕ/л). Однако между этими показателями была отмечена значительная положительная корреляционная связь ($r = 0,6245$, $p < 0,0001$). Подобная корреляционная связь была характерна также и для группы В1 ($r = 0,6105$, $p = 0,0055$), и для группы В2 ($r = 0,6842$, $p = 0,0009$) отдельно. Это может свидетельствовать о зависимости уровня β -ХГЧ в фолликулярной жидкости от его сывороточной концентрации, т.е. от интенсивности диффузии сывороточной фракции β -ХГЧ в микроокружение ооцита.

Проведенный корреляционный анализ показал отрицательную связь показателя фолликулярного β -ХГЧ с количеством рожденных детей в группе В1 ($r = -0,4298$, $p = 0,0851$). Была также обнаружена отрицательная связь данного показателя в группе женщин-участниц программ ЭКО с фактом наступления беременности ($r = -0,34$, $p = 0,0342$) и с концентрацией β -ХГЧ на 3-4 неделе (т. 4) клинической беременности в группе В1 ($r = -0,4137$, $p = 0,0698$).

Следовательно, по нашим данным, меньшее содержание β -ХГЧ в фолликулярной жидкости ассоциируется с результативностью проведенных программ ЭКО и наступлением многоплодной беременности.

Полученные нами результаты по количественным изменениям сывороточного β -ХГЧ у женщин с трубным фактором бесплодия, которым были проведены программы ЭКО, не противоречат литературным сведениям. Повышение количества β -ХГЧ в циркуляции при наступлении беременности после экстракорпорального оплодотворения уже показано ранее. Более того, результаты исследований указывают на то, что количественный показатель сывороточного β -ХГЧ, определенный уже на 12-13 дни после переноса эмбрионов, можно использовать для диагностики и прогноза результата программ ЭКО [1, 2]. Отличительная особенность нашей работы состоит в том, что нами определена и проанализирована динамика количественных изменений сывороточного β -ХГЧ на

протяжении всей программы ЭКО, начиная от его исходных показателей у женщин перед проведением программ ЭКО до показателей при наступивших индуцированных в программах клинических беременностях. Наши данные свидетельствуют, что исходно (до вступления в программы ЭКО) высокие показатели циркулирующего β -ХГЧ у женщин могут быть прогностическим критерием развития многоплодия при успешном формировании беременности.

Содержание тестируемого гормона на 3-4 неделе при индуцированной ЭКО клинической беременности гораздо меньше, чем при физиологической беременности, что, видимо, связано с низким уровнем биосинтеза гормона в хорионе, возможно, вследствие сниженной объемной васкуляризации хориальной ткани. Известно, что значительное уменьшение концентрации циркулирующего β -ХГЧ в доверительном интервале его значений свидетельствует о неразвивающейся или эктопической беременности [4]. Кроме того, относительное снижение уровня циркулирующего β -ХГЧ в первом триместре беременности в программах ЭКО наблюдается при синдроме задержки развития плода, что связывается с функциональной недостаточностью фетоплацентарного комплекса [5]. К тому же, концентрация β -ХГЧ менее 21 мЕд/мл через 2 недели после переноса эмбрионов в программах ЭКО сопровождается преклинические спонтанные аборт [6].

Нами установлено, что, в отличие от сывороточного β -ХГЧ, уровень его фолликулярной фракции отрицательно соотносится с успешностью программ ЭКО, т.е. чем меньше β -ХГЧ содержится в фолликулярной жидкости, тем вероятнее положительный результат программ, проявляющийся в наступлении беременности, и формирование многоплодия как одного из осложнений проводимых программ. Низкий уровень β -ХГЧ в фолликулярной жидкости может быть следствием более эффективной утилизации гормона клетками фолликула, что, возможно, является благоприятным условием созревания ооцитов хорошего качества, т.к. известно, что препараты ХГЧ, применяемые для проведения триггера овуляции, улучшают созревание фолликулов и их фертильный потенциал [7].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вариабельность сывороточного уровня β -ХГЧ у женщин с трубным фактором бесплодия такова, как и у здоровых небеременных женщин. Использование аналогов фолликулостимулирующего и лютеинизирующего гормонов и препарата ХГЧ для гормональной стимуляции суперовуляции вызывает подъем уровня β -ХГЧ у всех женщин, участвующих в программах ЭКО. На 3-4 сутки после окончания гормонального воздействия концентрация сывороточного β -ХГЧ снижается у всех пациенток. При положительном результате программ ЭКО содержание сывороточного β -ХГЧ на 3-4 неделе клинической беременности повышается до показателя, зафиксированного после гормональной стимуляции, однако его уровень гораздо ниже, чем при физиологической беременности дан-

ного срока гестации. При отрицательном результате программ уровень сывороточного β -ХГЧ остается несколько повышенным по сравнению с исходным значением (в т. 1) на протяжении еще, по крайней мере, 3-4 недель после окончания гормональной стимуляции суперовуляции. По нашим данным, форми-

рование и успешное вынашивание беременности, а также развитие многоплодия, являющегося осложнением проводимых программ ЭКО и ПЭ, сопряжено с высокой исходной концентрацией β -ХГЧ в сыворотке крови и низким содержанием β -ХГЧ в фолликулярной жидкости.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Early hormonal markers of pregnancy outcome after in vitro fertilization and embryo transfer /Carmona F., Balasch J., Creus M. et al. //J. Assist. Reprod. Genet. – 2003. – V. 20, N 12. – P. 521-526.
2. Maternal serum levels of placental proteins after in vitro fertilisation and their implications for prenatal screening /Bersinger N.A., Wunder D., Vanderlick F. et al. //Prenat. Diagn. – 2004. – V. 6. – P. 471-477.
3. Сравнительный анализ содержания $\alpha 2$ -макроглобулина и ассоциированного с беременностью $\alpha 2$ -гликопротеина в сыворотке крови женщин при экстракорпоральном оплодотворении /Н.В. Мальцева, Л.А. Маркина, Л.Г. Баженова и др. //Сибирский медицинский журнал. – 2007. – Т. 22, № 4. – С. 60-65.
4. Accuracy of single measurements of pregnancy-associated plasma protein-A, human chorionic gonadotropin and progesterone in the diagnosis of early pregnancy failure /Dumps P., Meisser A., Pons D. et al. //Eur. J. Obstet. Gynecol. Reprod. Biol. – 2002. – V. 100, N 2. – P. 174-180.
5. Reduced circulating placental protein concentrations during the first trimester are associated with preterm labour and low birth weight /Johnson M.R., Riddle A.F., Grudzinskas J.G. et al. //Hum. Reprod. – 1993. – V. 8, N 11. – P. 1942-1947.
6. The prognostic value and significance of preclinical abortions in in vitro fertilization-embryo transfer programs /Levy T., Dicker D., Ashkenazi J. et al. //Fertil. Steril. – 1991. – V. 56, N 1. – P. 71-74.
7. Prolonged HCG action affects angiogenic substances and improves follicular maturation, oocyte quality and fertilization competence in patients with polycystic ovarian syndrome /Bokal E.V., Vrtovec H.M., Virant Klun I. et al. //Hum. Reprod. – 2005. – V. 20, N 6. – P. 1562-1568.



МАРГАНЕЦ В ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ СНИЖАЕТ ИНТЕЛЛЕКТ ДЕТЕЙ

Дети, подвергающиеся воздействию высоких концентраций марганца в питьевой воде, испытывают ухудшение интеллекта и умственных способностей, обнаружили канадские учёные Университета Квебека и Университетской больницы Святой Жюстины.

Марганец - металл, найденный естественным образом в почве и в определённых условиях присутствующий в грунтовых водах. В ряде регионов Квебека и Канады и в других частях мира подземные воды содержат высокие уровни марганца. Специалисты решили выяснить потенциальные риски воздействия марганца в питьевой воде в Северной Америке, набрав для обследования 362 ребенка в возрасте от 6 до 13 лет, проживающих в домах, получающих грунтовые воды из индивидуальных или общественных скважин.

В каждой пробе водопроводной воды были оценены концентрации марганца, а также железа, меди, свинца, цинка, мышьяка, магния и кальция. У каждого ребёнка протестировали познавательные, двигательные и поведенческие навыки. Медики зафиксировали значительный дефицит коэффициента умственного развития у детей, потребляющих питьевую воду с высокими показателями марганца, независимо от других факторов риска.

Источник: Ami-tass.ru