



© С. И. Трухина, А. Н. Трухин, В. И. Циркин, Е. Г. Шушканова, С. В. Хлыбова

DOI: [10.15293/2226-3365.1801.12](https://doi.org/10.15293/2226-3365.1801.12)

УДК 612.6+612.825.8-81

## УСПЕШНОСТЬ ОБУЧЕНИЯ ДЕТЕЙ 1–8 КЛАССОВ, РОЖДЕННЫХ У МАТЕРЕЙ С АНЕМИЕЙ БЕРЕМЕННОСТИ

С. И. Трухина, А. Н. Трухин, В. И. Циркин, Е. Г. Шушканова, С. В. Хлыбова (Киров, Россия)

### *Аннотация*

**Проблема и цель.** В статье рассматривается проблема академической успеваемости детей в зависимости от особенностей течения их внутриутробного периода развития. Цель статьи – выявить зависимость успешности обучения в школе детей (с учетом их пола), рожденных у матерей, беременность которых была осложнена анемией легкой степени.

**Методология.** Проведено ретроспективное исследование влияния течения пренатального периода на развитие и успешность обучения в 1–8 классах общеобразовательной школы 228 детей, в том числе 113 детей (62 девочки и 51 мальчик), рожденных у матерей с физиологически протекающей беременностью и родами (группа 1), и 115 детей (64 девочки и 51 мальчик), рожденных у матерей с анемией легкой степени (группа 2).

**Результаты.** Впервые выявлено, что осложненное течение пренатального периода, обусловленное, главным образом, наличием у матери анемии легкой степени (содержание гемоглобина в крови в пределах 90–105 г/л, количество эритроцитов –  $3,2\text{--}3,6 \times 10^{12}/\text{л}$ ), имеет отдаленные негативные последствия для потомства, что проявляется в снижении потенциальных возможностей интеллекта, особенно, у мальчиков. Об этом свидетельствует более низкая успешность

**Трухина Светлана Ивановна** – кандидат биологических наук, доцент, кафедра биологии и методики обучения биологии, Институт биологии и биотехнологии, Вятский государственный университет.

E-mail: [trukhinasvetlana@yandex.ru](mailto:trukhinasvetlana@yandex.ru)

**Трухин Андрей Николаевич** – кандидат биологических наук, доцент, кафедра биологии и методики обучения биологии, Институт биологии и биотехнологии, Вятский государственный университет.

E-mail: [trukhinandrey@rambler.ru](mailto:trukhinandrey@rambler.ru)

**Циркин Виктор Иванович** – доктор медицинских наук, профессор, кафедра биологии и методики обучения биологии, Институт биологии и биотехнологии, Вятский государственный университет.

E-mail: [tsirkin@list.ru](mailto:tsirkin@list.ru)

**Шушканова Елена Геннадьевна** – кандидат биологических наук, доцент, кафедра биологии и методики обучения биологии, Институт биологии и биотехнологии, Вятский государственный университет.

E-mail: [el.s90@mail.ru](mailto:el.s90@mail.ru)

**Хлыбова Светлана Вячеславовна** – доктор медицинских наук, доцент, кафедра акушерства и гинекологии, Кировский государственный медицинский университет.

E-mail: [svekhlybova@yandex.ru](mailto:svekhlybova@yandex.ru)



обучения в общеобразовательной школе девочек (с 1 по 3 классы) и мальчиков (с 1 по 8 класс). С учетом данных литературы сделано заключение, что основной причиной негативного влияния осложненного течения пренатального периода является гипоксия мозга, нарушающая нормальное развитие нейронов неокортекса в пренатальном и постнатальном периодах. Способность эстрогенов препятствовать негативному влиянию гипоксии указывает на возможность медикаментозной и немедикаментозной (психолого-педагогической) коррекции нарушений развития функций неокортекса.

**Заключение.** Наличие у матери анемии легкой степени оказывает негативное влияние на интеллектуальное развитие детей (особенно, мальчиков), что требует разработки методов профилактики нарушений развития неокортекса и коррекции методов обучения детей в семье и школе.

**Ключевые слова:** анемия беременных; хроническая гипоксия плода; осложнения беременности; состояние новорожденного; школьники; половые различия; успешность обучения.

### Постановка проблемы

Анемия беременных до настоящего времени является одним из распространенных осложнений беременности и оказывает негативное влияние на течение беременности, родов, состояние плода, новорожденного и детей первого года жизни [1–6]. Анемия во время беременности приводит к развитию плацентарной недостаточности, хронической внутриутробной гипоксии и гипотрофии плода, усугубляет течение преэклампсии, увеличивает частоту преждевременных родов и кровотечений во время родового акта и в послеродовом периоде [1; 2; 6–8]. Согласно данным М. Ю. Галактионовой и других исследователей, с увеличением степени тяжести анемии беременных нарастает частота рождения детей с гипотрофией [8]. Дети, рожденные у матерей с анемией, чаще имеют нарушения ЦНС, что в дальнейшем может привести к задержке психомоторного и речевого развития [7; 8]. Показано, что на протяжении первого года жизни у детей от матерей с анемией снижены адаптационно-резервные возможности, изменена активность симпатического отдела вегетативной нервной системы и деятельность сердечно-сосудистой системы [4]. Наличие у

матери анемии приводит к тому, что у детей ранних лет жизни в результате дефицита железа нарушается деятельность периферической нервной системы, процессы терморегуляции, снижается умственная работоспособность, в том числе способность к обучению, познавательные способности, снижается толерантность к физическим нагрузкам<sup>1</sup> [9–11]. Кроме того, недостаточное депонирование железа в антенатальном периоде является одной из причин развития дефицита железа и анемии у грудных детей, отставания в психомоторном и умственном развитии детей ранних лет жизни<sup>2</sup> [10; 12–13]. До настоящего времени не исследовалось отдаленное влияние анемии у матери во время беременности на интеллектуальное развитие детей и подростков. Это и послужило основой для постановки цели исследования. *Цель исследования* – выявить зависимость успешности обучения в школе детей (с учетом их пола), рожденных у матерей, беременность которых была осложнена анемией легкой степени.

### Материалы и методы

Объектом исследования были 649 учащихся одиннадцати общеобразовательных

<sup>1</sup> Серов В. Н., Шаповаленко С. А. Диагностика и лечение железодефицитных анемий у беременных // Русский

медицинский журнал. – 2005. – Т. 13, № 17. – С. 1143–1145.

<sup>2</sup> Там же.



школ г. Кирова, обучавшиеся в 2010/2011 учебном году в восьмых классах. Сведения об их перинатальном периоде развития и школьной успеваемости (годовые отметки по учебным дисциплинам каждого из 8 классов) содержались в базе данных, которая формировалась нами с 2001 по 2012 годы на основе медицинских документов (формы № 112-У и 026-У) и школьных документов, включая школьные журналы. Сведения были получены с согласия родителей, разрешения администраций детских поликлиник, школ и управления образования и здравоохранения г. Кирова. На основе этой базы данных выделены: группа 2 (основная группа) – дети, рожденные у матерей с анемией легкой степени (содержание гемоглобина в крови в пределах 90–105 г/л, количество эритроцитов –  $3,2\text{--}3,6 \times 10^{12}/\text{л}$ ) и группа 1 (контрольная группа), которая формировалась методом случайной выборки. В нее включали такое же количество девочек и мальчиков, как в основной группе, при условии, что они были рождены с нормальной массой тела (2,6–3,9 кг) у матерей с неосложненным течением беременности и родов. Проведен анализ данных, характеризующих беременность и роды у матерей обеих групп, а также состояние новорожденного по шкале Апгар на первой и пятой минутах, массу и длину тела при рождении. Успешность обучения как интегральную характеристику интеллектуального развития оценивали за период обучения детей с 1 по 8 класс по годовым отметкам по основным дисциплинам и по среднему баллу успеваемости (среднее арифметическое по дисциплинам каждого года). Результаты исследования подвергнуты статистической обработке<sup>3 1</sup>. Различия количественных показателей оценивали по *t*-критерию Стьюдента (основанием к его использованию был

объем выборки и нормальный, судя по значениям критерия Шапиро–Уилка, характер распределения значений показателей), а качественных показателей – по критерию  $\chi$ -квадрат с поправкой Йейтса, или по точному критерию Фишера, если ожидаемое число было меньше 5. Различия во всех случаях считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ . В тексте и таблицах статьи часть результатов представлена в виде средней арифметической и ее ошибки ( $M \pm m$ ).

Результаты исследования, обсуждение

Установлено, что среди 115 детей (17,7 % от всех обследуемых), рожденных у матерей с анемией легкой степени, было 64 девочки (21,7 % от всех девочек) и 51 мальчик (14,4 % от всех мальчиков). Средний возраст матерей девочек и матерей мальчиков статистически значимо не различался и составил соответственно  $24,4 \pm 0,65$  и  $23,9 \pm 0,74$  лет. Помимо анемии легкой степени, в группе 2 имелись и другие акушерские осложнения, которые встречались статистически значимо чаще, чем в группе 1 (табл. 1), среди них – умеренная преэклампсия, плацентарная недостаточность, угроза прерывания беременности, артериальная гипертензия (у матерей мальчиков), инфекционные заболевания, преждевременное излитие околоплодных вод, слабость родовой деятельности, обвитие пуповины, хроническая гипоксия плода, асфиксия новорожденного, преждевременные роды, рождение детей с низкой массой тела, рождение детей с большой массой тела (статистически значимо для мальчиков), родоразрешение путем кесарева сечения. В группе 2 и мальчики и девочки при рождении имели более низкую оценку по шкале Апгар на первой и на пятой минутах, чем в группе 1 (табл. 1).

<sup>3</sup> Гланц С. Медико-биологическая статистика. – М.: Практика, 1999. – 459 с.

Таблица 1

Показатели, характеризующие перинатальный период развития девочек и мальчиков групп 1 и 2

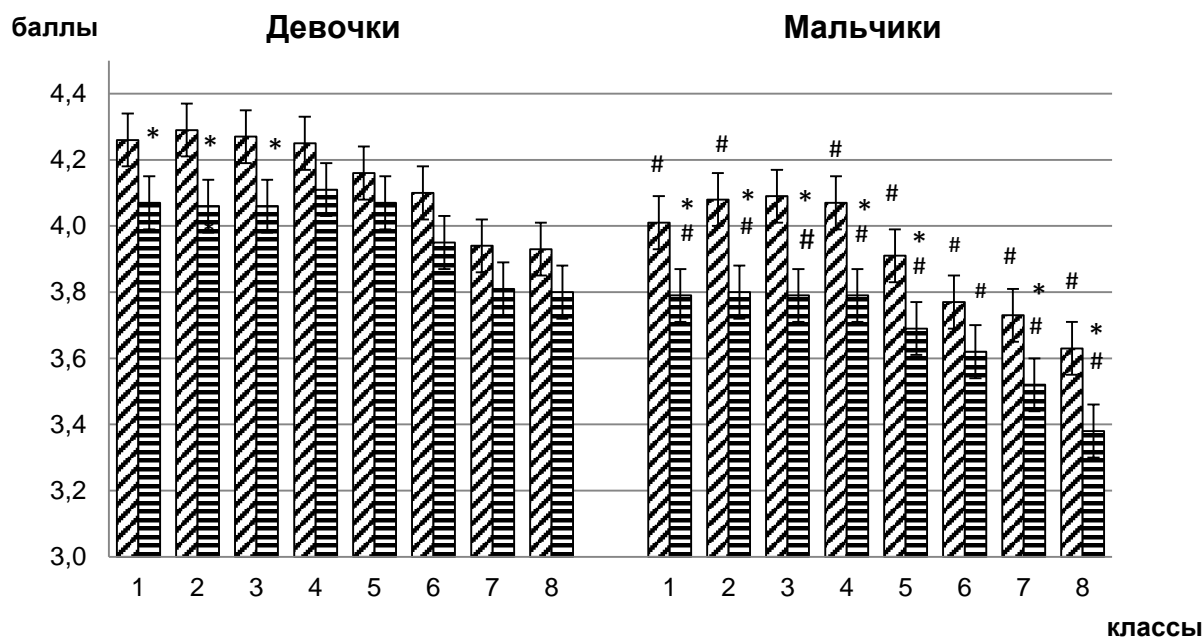
Table 1

Indicators characterizing the perinatal development of girls and boys in groups 1 and 2

Показатели	Девочки				Мальчики			
	Группа 1, n = 62		Группа 2, n = 64		Группа 1, n = 51		Группа 2, n = 51	
	Абс	%	Абс	%	Абс	%	Абс	%
Артериальная гипертензия	0	0,0	5	7,81	0	0,0	8	15,69*
Инфекционные заболевания	0	0,0	32	50,0*	0	0,0	20	39,22*
Умеренная преэклампсия	0	0,0	23	35,94*	0	0,0	15	29,41*
Плацентарная недостаточность	0	0,0	18	28,13*	0	0,0	7	13,73*
Угроза преждевременных родов	0	0,0	20	31,25*	0	0,0	21	41,18*
Слабость родовой деятельности	0	0,0	18	28,13*	0	0,0	17	33,33*
Преждевременное излитие околоплодных вод	0	0,0	14	21,88*	0	0,0	12	23,53*
Преждевременные роды	0	0,0	7	10,94*	0	0,0	5	9,80
Кесарево сечение	0	0,0	13	20,31*	0	0,0	14	27,45*
Хроническая гипоксия плода	0	0,0	12	18,75*	0	0,0	10	19,61*
Асфиксия новорожденного	0	0,0	6	9,38*	0	0,0	5	9,80*
Родовая травма	0	0,0	9	14,06*	0	0,0	11	21,57*
Обвитие пуповины	0	0,0	10	15,63*	0	0,0	13	25,49*
Незрелый плод	0	0,0	4	6,25	0	0,0	5	9,80*
<b>Количество детей с массой тела при рождении</b>								
2,6–3,9 кг	62	100	53	82,81	51	100	37	72,55
2,5 кг и меньше	0	0,0	7	10,94*	0	0,0	6	11,76*
4,0 кг и больше	0	0,0	4	6,25	0	0,0	8	15,69*
<b>Состояние новорожденного, в баллах по шкале Апгар (M ± m)</b>								
На первой минуте	7,72 ± 0,15		6,91 ± 0,14*		7,47 ± 0,19		6,86 ± 0,11*	
На пятой минуте	8,46 ± 0,14		7,92 ± 0,09*		8,29 ± 0,14		7,88 ± 0,09*	
Примечание. * – различие с группой 1 статистически значимо (p < 0,05) по критерию χ-квадрат, точному критерию Фишера и по t-критерию Стьюдента Note. * – the difference with group 1 is statistically significant (p < 0,05) by the χ-square test, the exact Fisher test and the Student's t-test								

Анализ успеваемости детей с 1 по 8 классы выявил, что мальчики группы 2 в сравнении с мальчиками группы 1 имели статистически значимо более низкие отметки в 1 и 2 классах по математике и низкие значения среднего балла успеваемости (СБУ), в 3 классе – по письму, математике, природоведению и СБУ, в 4 классе – по всем дисциплинам и СБУ, в 5 классе – по русскому языку, литературе, математике, биологии и СБУ, в 6 классе – по

русскому языку, математике, истории (значение СБУ было ниже, но статистически незначимо), в 7 классе – по русскому языку, геометрии, физике и СБУ, в 8 классе – по всем дисциплинам (за исключением иностранного языка) и СБУ (табл. 2). Таким образом, во всех классах, за исключением 6 класса, мальчики группы 2 имели более низкие значения СБУ, чем мальчики группы 1 (рис. 1).



**Рис. 1.** Средний балл успеваемости детей, родившихся у матерей с физиологически протекающей беременностью (контрольная группа, первые столбцы), и у матерей с анемией легкой степени тяжести (группа 2, вторые столбцы)

*Примечание.* \* – различие с контрольной группой и # – с девочками статистически значимо ( $p < 0,05$ ) по  $t$ -критерию Стьюдента.

**Fig. 1.** The average score for the achievement of children born to mothers with a physiologically occurring pregnancy (control group, first columns), and in mothers with mild-grade anemia (group 2, second columns)  
*Note.* \* – the difference with the control group and # – with the girls is statistically significant ( $p < 0,05$ ) according to Student's  $t$ -test.

Показано, что девочки группы 2 по сравнению с их сверстницами из группы 1, имели статистически значимо более низкие отметки в 1 классе по математике и низкое значение СБУ, во 2 классе – по письму, математике и СБУ, в 3 классе – по природоведению и СБУ, в 4 классе – по письму, в 6 и 7 классах – по биологии (табл. 2). В 8 классе все различия были статистически незначимы. Таким образом, наличие у матери анемии легкой степени негативно влияло на успешность обучения девочек в общеобразовательной школе, но это влияние было выражено в меньшей степени, чем у мальчиков.

Подтверждены ранее полученные данные о том, что в начальных классах [14; 15] и в течение восьми лет обучения в общеобразовательной школе [16; 17] успеваемость мальчиков обеих групп, в том числе у матерей с неосложненным течением беременности, судя по СБУ (рис. 1) и по отметкам по большинству учебных дисциплин, была статистически значимо ниже, чем у девочек (табл. 2), а также данные [16; 18] о том, что у всех подростков, независимо от пола и наличия проблемного течения антенатального периода развития, успешность обучения в старших классах школы была ниже, чем в младших классах.



Таблица 2

**Годовые отметки по учебным дисциплинам и средний балл успеваемости  
девочек и мальчиков групп 1 и 2 в 1–8 классах**

Table 2

**Annual grades in academic subjects and average score of girls and boys  
in groups 1 and 2 in grades 1–8**

Классы	Учебные дисциплины и средний балл успеваемости	Группы детей			
		Девочки		Мальчики	
		Группа 1 (n = 62)	Группа 2 (n = 64)	Группа 1 (n = 51)	Группа 2 (n = 51)
1	1. Письмо	4,10 ± 0,08	3,95 ± 0,07	3,76 ± 0,09 <sup>#</sup>	3,57 ± 0,09 <sup>#</sup>
	2. Чтение	4,45 ± 0,08	4,36 ± 0,08	4,22 ± 0,09	4,10 ± 0,10 <sup>#</sup>
	3. Математика	4,24 ± 0,06	3,91 ± 0,08 <sup>*</sup>	4,06 ± 0,08	3,71 ± 0,09 <sup>*</sup>
	Средний балл	4,26 ± 0,06	4,07 ± 0,07 <sup>*</sup>	4,01 ± 0,07 <sup>#</sup>	3,79 ± 0,08 <sup>*#</sup>
2	1. Письмо	4,16 ± 0,08	3,92 ± 0,07 <sup>*</sup>	3,88 ± 0,08 <sup>#</sup>	3,57 ± 0,09 <sup>#</sup>
	2. Чтение	4,52 ± 0,07	4,34 ± 0,09	4,27 ± 0,09 <sup>#</sup>	4,02 ± 0,09 <sup>#</sup>
	3. Математика	4,19 ± 0,08	3,91 ± 0,07 <sup>*</sup>	4,08 ± 0,08	3,80 ± 0,09 <sup>*</sup>
	Средний балл	4,29 ± 0,07	4,06 ± 0,07 <sup>*</sup>	4,08 ± 0,07 <sup>#</sup>	3,80 ± 0,08 <sup>*#</sup>
3	1. Письмо	4,11 ± 0,08	3,91 ± 0,07	3,84 ± 0,08 <sup>#</sup>	3,53 ± 0,08 <sup>*#</sup>
	2. Чтение	4,50 ± 0,07	4,34 ± 0,09	4,22 ± 0,08 <sup>#</sup>	4,04 ± 0,10 <sup>#</sup>
	3. Математика	4,05 ± 0,07	3,91 ± 0,08	4,04 ± 0,08	3,73 ± 0,09 <sup>*</sup>
	4. Природоведение	4,40 ± 0,08	4,08 ± 0,08 <sup>*</sup>	4,27 ± 0,09	3,84 ± 0,11 <sup>*#</sup>
	Средний балл	4,27 ± 0,06	4,06 ± 0,07 <sup>*</sup>	4,09 ± 0,08	3,79 ± 0,08 <sup>*#</sup>
4	1. Письмо	4,13 ± 0,07	3,89 ± 0,07 <sup>*</sup>	3,93 ± 0,07 <sup>#</sup>	3,61 ± 0,08 <sup>*#</sup>
	2. Чтение	4,55 ± 0,07	4,37 ± 0,09	4,29 ± 0,08 <sup>#</sup>	3,98 ± 0,10 <sup>*#</sup>
	3. Математика	3,95 ± 0,06	3,97 ± 0,08	4,06 ± 0,08	3,75 ± 0,10 <sup>*</sup>
	4. Природоведение	4,39 ± 0,08	4,17 ± 0,08	4,18 ± 0,08	3,84 ± 0,09 <sup>*#</sup>
	Средний балл	4,25 ± 0,06	4,11 ± 0,07	4,07 ± 0,06 <sup>#</sup>	3,79 ± 0,08 <sup>*#</sup>
5	1. Русский язык	3,94 ± 0,07	3,86 ± 0,08	3,78 ± 0,08	3,53 ± 0,09 <sup>*#</sup>
	2. Литература	4,40 ± 0,07	4,27 ± 0,09	4,02 ± 0,08 <sup>#</sup>	3,75 ± 0,08 <sup>*#</sup>
	3. Математика	4,06 ± 0,08	3,97 ± 0,07	3,84 ± 0,08	3,59 ± 0,08 <sup>*#</sup>
	4. История	4,23 ± 0,08	4,08 ± 0,09	3,96 ± 0,09 <sup>#</sup>	3,75 ± 0,09 <sup>#</sup>
	5. Биология	4,24 ± 0,07	4,17 ± 0,09	4,06 ± 0,09	3,75 ± 0,09 <sup>*#</sup>
	6. Иностранный язык	4,10 ± 0,08	4,08 ± 0,08	3,90 ± 0,11	3,84 ± 0,11 <sup>#</sup>
	Средний балл	4,16 ± 0,06	4,07 ± 0,07	3,91 ± 0,07 <sup>#</sup>	3,69 ± 0,08 <sup>*#</sup>
6	1. Русский язык	3,85 ± 0,06	3,84 ± 0,08	3,79 ± 0,08	3,51 ± 0,09 <sup>*#</sup>
	2. Литература	4,32 ± 0,08	4,19 ± 0,09	3,92 ± 0,09 <sup>#</sup>	3,78 ± 0,08 <sup>#</sup>
	3. Математика	3,90 ± 0,08	3,77 ± 0,08	3,77 ± 0,08	3,53 ± 0,09 <sup>*#</sup>
	4. История	4,11 ± 0,07	4,00 ± 0,08	3,78 ± 0,08 <sup>#</sup>	3,49 ± 0,09 <sup>*#</sup>
	5. Биология	4,16 ± 0,08	3,92 ± 0,08 <sup>*</sup>	3,80 ± 0,08 <sup>#</sup>	3,59 ± 0,08 <sup>#</sup>
	6. Иностранный язык	4,23 ± 0,08	4,00 ± 0,09	3,69 ± 0,09 <sup>#</sup>	3,61 ± 0,10 <sup>#</sup>
	Средний балл	4,10 ± 0,06	3,95 ± 0,07	3,77 ± 0,07 <sup>#</sup>	3,62 ± 0,07 <sup>#</sup>
7	1. Русский язык	3,79 ± 0,07	3,70 ± 0,08	3,59 ± 0,08	3,37 ± 0,07 <sup>*#</sup>
	2. Литература	4,08 ± 0,07	4,00 ± 0,08	3,88 ± 0,08	3,65 ± 0,09 <sup>#</sup>





	3. Алгебра	3,77 ± 0,08	3,67 ± 0,08	3,64 ± 0,07	3,43 ± 0,08 <sup>#</sup>
	4. Геометрия	3,76 ± 0,07	3,59 ± 0,08	3,57 ± 0,08	3,35 ± 0,07 <sup>*#</sup>
	5. История	4,11 ± 0,08	3,98 ± 0,08	3,71 ± 0,08 <sup>#</sup>	3,71 ± 0,08 <sup>#</sup>
	6. Биология	4,15 ± 0,07	3,92 ± 0,08 <sup>*</sup>	3,71 ± 0,08 <sup>#</sup>	3,59 ± 0,09 <sup>#</sup>
	7. Физика	3,89 ± 0,06	3,81 ± 0,08	3,65 ± 0,07 <sup>#</sup>	3,43 ± 0,08 <sup>*#</sup>
	8. Иностранный язык	4,00 ± 0,08	3,95 ± 0,09	3,71 ± 0,08 <sup>#</sup>	3,59 ± 0,09 <sup>#</sup>
	Средний балл	3,94 ± 0,06	3,81 ± 0,07	3,73 ± 0,06 <sup>#</sup>	3,52 ± 0,06 <sup>*#</sup>
8	1. Русский язык	3,79 ± 0,07	3,67 ± 0,08	3,51 ± 0,07 <sup>#</sup>	3,20 ± 0,06 <sup>*#</sup>
	2. Литература	4,18 ± 0,08	4,06 ± 0,09	3,73 ± 0,08 <sup>#</sup>	3,49 ± 0,09 <sup>*#</sup>
	3. Алгебра	3,73 ± 0,08	3,58 ± 0,08	3,56 ± 0,07	3,29 ± 0,06 <sup>*#</sup>
	4. Геометрия	3,79 ± 0,10	3,58 ± 0,08	3,59 ± 0,08	3,31 ± 0,08 <sup>*#</sup>
	5. История	3,90 ± 0,07	3,91 ± 0,08	3,69 ± 0,08	3,49 ± 0,09 <sup>#</sup>
	6. Биология	4,10 ± 0,08	3,88 ± 0,08	3,78 ± 0,09 <sup>#</sup>	3,45 ± 0,07 <sup>*#</sup>
	7. Физика	3,82 ± 0,07	3,77 ± 0,08	3,65 ± 0,09	3,37 ± 0,07 <sup>*#</sup>
	8. Химия	3,89 ± 0,08	3,81 ± 0,08	3,69 ± 0,10	3,41 ± 0,08 <sup>*#</sup>
	9. Иностранный язык	3,82 ± 0,08	3,92 ± 0,08	3,73 ± 0,09	3,53 ± 0,09 <sup>#</sup>
	Средний балл	3,93 ± 0,07	3,80 ± 0,07	3,63 ± 0,06 <sup>#</sup>	3,38 ± 0,06 <sup>*#</sup>
<p><i>Примечание.</i> * – различие с группой 1 и # – с девочками статистически значимо (<math>p &lt; 0,05</math>) по <math>t</math>-критерию Стьюдента</p> <p><i>Note.</i> * – the difference with group 1 and # – with girls is statistically significant (<math>p &lt; 0,05</math>) according to Student's <math>t</math>-test</p>					

Наши данные согласуются с представлением о том, что наличие анемии легкой степени во время беременности повышает вероятность развития таких осложнений беременности и родов, как умеренная преэклампсия, угроза прерывания беременности, плацентарная недостаточность, преждевременное излитие околоплодных вод, преждевременные роды, слабость родовой деятельности и оперативное родоразрешение [1; 2; 4–8]. Подтверждено представление ряда авторов о том, что анемия во время беременности приводит к формированию хронической гипоксии и гипотрофии плода, а состояние новорожденного, оцениваемое по шкале Апгар на первой и пятой минутах, ниже, чем у новорожденных матерей без анемии [2; 7; 8].

Нами впервые установлено, что у мальчиков, рожденных от матерей с анемией легкой степени, ниже успешность обучения с 1 по 8 класс общеобразовательной школы, чем у

сверстников контрольной группы. Аналогичная ситуация характерна и для девочек, но у них различия с контрольной группой выражены меньше, чем у мальчиков. Ранее нами было показано [16], что наличие хронической артериальной гипертензии у матери во время беременности снижает успешность обучения у мальчиков в период их обучения со 2 по 8 класс общеобразовательной школы, но не влияет на успешность обучения у девочек. Аналогично, у мальчиков (с 1 по 8 класс) и у девочек (с 1 по 6 класс), рожденных у матерей с плацентарной недостаточностью, успешность обучения была снижена [17]. Также нами установлено [18], что у мальчиков и, в меньшей степени, у девочек, родившихся с низкой массой тела, успешность обучения в школе с 1 по 8 класс ниже, чем у их сверстников, родившихся с нормальной массой тела.

Это говорит о том, что наличие у матери осложнений во время беременности, нарушает



интеллектуальное развитие ребенка, особенно мальчиков, и указывает на длительное сохранение негативного влияния акушерских осложнений на неокортикальные структуры мозга. Касаясь возможной природы и механизмов, лежащих в основе этих нарушений, полагаем, что их основу составляет гипоксия. По мнению ряда авторов, под влиянием хронической гипоксии в плаценте развивается окислительный стресс, продукты которого повреждают нейроны, что вызывает структурные и функциональные отклонения в развитии коры головного мозга, приводящие к нарушению формирования памяти, познавательных процессов и двигательных навыков у школьников [19–21]. Следовательно, имеется основание утверждать, что плоды мужского пола более уязвимы по отношению к различным осложнениям беременности, в том числе, возможно, и к продуктам плацентарного окислительного стресса, чем плоды женского пола. Наш вывод подтверждается и тем, что успеваемость девочек, в том числе от матерей с неосложненным течением беременности и родов, выше, чем у мальчиков. Высокую толерантность плодов женского пола к внутриутробному нарушению гомеостаза можно объяснить тем, что у них нет характерного для плодов мужского пола внутриутробного подъема уровня тестостерона, а, скорее всего, для них присущ, в том числе на постнатальном периоде развития, относительно высокий уровень содержания эстрогенов. Эти гормоны, как известно, повышают жизнеспособность нейронов, улучшают их трофику и способствуют процессу миелинизации<sup>4</sup> [22–24]. В частности, в опытах на крысах показано, что высокий уровень эстрогенов в крови самки во время беременности, обусловленный высокой

активностью ферментов яичников и надпочечников, участвующих в синтезе эстрогенов, способствует более быстрому развитию мозга<sup>5</sup>. Согласно М. Bondesson et al., эстрогены влияют на развитие мозга у человека, и поэтому генетические дефекты генов, контролирующих синтез эстрогеновых рецепторов и ферментов, участвующих в синтезе этих рецепторов, могут отражаться на развитии мозга [25]. Очевидно, что наше предположение о важной роли половых гормонов в развитии мозга в пренатальном и постнатальном периодах онтогенеза требует дополнительного подтверждения. Но уже сегодня можно утверждать, что мальчики, рожденные у матерей с осложненным течением беременности и родов, являются группой риска по нарушению интеллектуального развития. Можно полагать, что они в большей степени предрасположены к формированию школьных трудностей, чем мальчики, рожденные у матерей с неосложненным течением беременности и родов. По этой причине перед исследователями стоит задача найти методы медикаментозной и немедикаментозной профилактики нарушений развития неокортекса при осложненном течении беременности. Ряд авторов [21; 26] также указывают на возможность ранней профилактики нарушений развития неокортекса при осложненном течении беременности. Ряд авторов [21; 26] также указывают на возможность ранней профилактики нарушений развития неокортекса при осложненном течении беременности. Ряд авторов [21; 26] также указывают на возможность ранней профилактики нарушений развития неокортекса при осложненном течении беременности. Ряд авторов [21; 26] также указывают на возможность ранней профилактики нарушений развития неокортекса при осложненном течении беременности.

Кроме того, необходимо внести коррективы в известные методы воспитания и обучения детей в семье и школе, учитывающие ха-

<sup>4</sup> Рыжавский Б. Я., Рудман Ю. Б., Учакина Р. В. Особенности гистофизиологии яичников и надпочечников у самок крыс, рождающих потомство с ускоренным

развитием мозга у потомства // Морфология. – 2005. – Т. 128, № 4. – С. 101–104.

<sup>5</sup> Там же.





рактик течения внутриутробного периода развития и пол ребенка. Это можно рассматривать как одну из перспективных и реально выполнимых задач превентивной медицины и психологии.

### Заключение

1. Наличие анемии легкой степени повышает риск развития плацентарной недостаточности, преэклампсии, угрозы преждевременных родов, хронической гипоксии плода, слабости родовой деятельности, преждевременного излития околоплодных вод, асфиксии новорожденного, преждевременных родов и рождения детей с низкой массой тела.

2. Наличие у матери анемии легкой степени снижает успешность обучения мальчи-

ков (с 1 по 8 класс) и, в меньшей степени, девочек (с 1 по 3 класс). Это объясняется более низкой толерантностью плодов мужского пола к нарушениям гомеостаза в период внутриутробного развития.

3. Успешность обучения мальчиков в общеобразовательной школе ниже, чем у девочек, независимо от характера течения антенатального периода развития детей.

4. Необходима разработка методов профилактики нарушений развития неокортекса при осложненном течении беременности и коррекция известных методов воспитания и обучения детей в семье и школе с учетом характера течения внутриутробного периода развития и пола ребенка.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Таюпова И. М.** Влияние железодефицитной анемии на течение беременности, состояние плода и новорожденного // *Здоровье и образование в XXI веке*. – 2007. – Т. 9, № 3. – С. 280–280.
2. **Логотова Л. С., Ахвледиани К. Н., Петрухин В. А., Павлова Т. В., Мельников А. П., Башакин Н. Ф., Жилиева О. Д., Коваленко Т. С., Магилевская Е. В.** Фетоплацентарная недостаточность и перинатальные осложнения у беременных с железодефицитной анемией // *Русский медицинский журнал*. – 2010. – Т. 18, № 19. – С. 1215–1219.
3. **Barroso F., Allard S., Kahan B. C., Connolly C., Smethurst H., Choo L., Khan K., Stanworth S.** Prevalence of maternal anaemia and its predictors: a multi-centre study // *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology*. – 2011. – Vol. 159, № 1. – P. 99–105. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejogrb.2011.07.041>
4. **Деревцов В. В.** Функциональное состояние вегетативной нервной системы в динамике первого года жизни у детей от матерей с анемиями // *Педиатрия. Журнал им. Г. Н. Сперанского*. – 2010. – Т. 89, № 3. – С. 159–160.
5. **Menon K., Ferguson E., Thomson C., Gray A., Zodpey S., Saraf A., Das P. K., Skeaff S.** Effects of anemia at different stages of gestation on infant outcomes // *Nutrition Journal*. – 2016. – Vol. 32, № 1. – P. 61–65. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.nut.2015.07.009>
6. **Rahman M. M., Abe S., Rahman M. S., Kanda M., Narita S., Bilano V., Ota E., Gilmour S., Shibuya K.** Maternal anemia and risk of adverse birth and health outcomes in low- and middle-income countries: systematic review and meta-analysis // *The American Journal of Clinical Nutrition*. – 2016. – Vol. 103, № 2. – P. 495–504. DOI: <https://doi.org/10.3945/ajcn.115.107896>
7. **Суплотова Л. А., Макарова О. Б., Якубова Е. Г., Ковальжина Л. С.** Ранняя диагностика и профилактика дефицита микронутриентов (йода и железа) в период гестации // *Лечение и профилактика*. – 2013. – № 2 (6). – С. 138–142.
8. **Галактионова М. Ю., Маисеенко Д. А., Капитонов В. Ф., Шурова О. А., Павлов А. В.** Влияние анемии беременных на раннюю адаптацию новорожденных детей // *Российский*



- вестник перинатологии и педиатрии. – 2016. – Т. 61, № 6. – С. 49–53. DOI: <https://doi.org/10.21508/1027-4065-2016-61-6-49-53>
9. **Breyman C., Honegger C., Holzgreve W., Surbek D.** Diagnosis and treatment of iron-deficiency anaemia during pregnancy and postpartum // *Archives of Gynecology and Obstetrics*. – 2010. – Vol. 282, № 5. – P. 577–580. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00404-010-1532-z>
  10. **Коноводова Е. Н., Бурлев В. А.** Эффективность применения препарата Ферро-Фольгамма у беременных и родильниц с железодефицитной анемией // *Русский медицинский журнал*. – 2003. – Т. 11, № 16. – С. 899–901.
  11. **Коноводова Е. Н., Якунина Н. А.** Железодефицитные состояния и беременность // *Русский медицинский журнал*. – 2010. – Т. 18, № 19. – С. 1174–1178.
  12. **Lozoff B.** Iron deficiency and child development // *Food and Nutrition Bulletin*. – 2007. – Vol. 28, Issue 4\_suppl4. – P. S560–S571. DOI: <https://doi.org/10.1177/15648265070284S409>
  13. **de Sá S. A., Willner E., Pereira T. A. D., de Souza V. R., Boaventura G. T., de Azeredo V. B.** Anemia in pregnancy: impact on weight and in the development of anemia in newborn // *Nutricion Hospitalaria*. – 2015. – Vol. 32, № 5. – P. 2071–2079. DOI: <https://doi.org/10.3305/nh.2015.32.5.9186>
  14. **Ясюкова Л. А.** Гендерные особенности интеллектуального развития учащихся начальных классов // *Ученые записки Санкт-Петербургского государственного института психологии и социальной работы*. – 2011. – Т. 16, № 2. – С. 53–58.
  15. **Wei W., Lu H., Zhao H., Chen C., Dong Q., Zhou X.** Gender differences in children's arithmetic performance are accounted for by gender differences in language abilities // *Psychological Science*. – 2012. – Vol. 23, № 3. – P. 320–330. DOI: <https://doi.org/10.1177/0956797611427168>
  16. **Трухина С. И., Циркин В. И., Трухин А. Н., Хлыбова С. В.** Влияние хронической артериальной гипертензии матери на развитие детей // *Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Медико-биологические науки*. – 2013. – № 1. – С. 64–76.
  17. **Трухина С. И., Циркин В. И., Трухин А. Н., Шушканова Е. Г., Хлыбова С. В.** Влияние плацентарной недостаточности матери на развитие детей // *Медицинский альманах*. – 2014. – № 5 (35). – С. 59–63.
  18. **Трухина С. И., Циркин В. И., Трухин А. Н., Четверикова Е. В.** Успешность учебной деятельности детей и подростков, рожденных с большой или низкой массой тела // *Вестник Вятского государственного гуманитарного университета*. – 2013. – № 2 (3). – С. 33–41.
  19. **Curtis D., Sood A., Phillips T., Leinster V., Nishiguchi A., Coyle C., Lacharme-Lora L., Beaumont O., Kemp H., Goodall R., Cornes L., Giugliano M., Barone R., Matsusaki M., Akashi M., Tanaka H., Kano M., McGarvey J., Halemani N., Simon K., Keehan R., Ind W., Masters T., Grant S., Athwal S., Collett G., Tannetta D., Sargent I., Scull-Brown E., Liu X., Aquilina K., Cohen N., Lane J., Thoresen M., Hanley J., Randall A., Case C.** Secretions from placenta, after hypoxia/reoxygenation, can damage developing neurones of brain under experimental conditions // *Experimental Neurology*. – 2014. – Vol. 261. – P. 386–395. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.expneurol.2014.05.003>
  20. **Phillips T., Scott H., Menassa D., Bignell A., Sood A., Morton J., Akagi T., Azuma K., Rogers M., Gilmore C., Inman G., Grant S., Chung Y., Aljunaidy M., Cooke C., Steinkraus B., Pocklington A., Logan A., Collett G., Kemp H., Holmans P., Murphy M., Fulga T., Coney A., Akashi M., Davidge S., Case C.** Treating the placenta to prevent adverse effects of gestational hypoxia on fetal brain development // *Scientific reports*. – 2017. – Vol. 7. – Article number: 9079. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-017-06300-1>



21. **Miller S., Huppi P., Mallard C.** The consequences of fetal growth restriction on brain structure and neurodevelopmental outcome // *The Journal of Physiology*. – 2016. – Vol. 594, № 4. – P. 807–823. DOI: <https://doi.org/10.1113/JP271402>
22. **Bora S., Liu Z., Kecojevic A., Merchenthaler I., Koliatsos V.** Direct, complex effects of estrogens on basal forebrain cholinergic neurons // *Experimental Neurology*. – 2005. – Vol. 194, № 2. – P. 506–522. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.expneurol.2005.03.015>
23. **Krause D., Duckles S., Pelligrino D.** Influence of sex steroid hormones on cerebrovascular function // *Journal of Applied Physiology*. – 2006. – Vol. 101, № 4. – P. 1252–1261. DOI: <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01095.2005>
24. **Carroll J., Rosario E.** The potential use of hormone-based therapeutics for the treatment of Alzheimer's disease // *Current Alzheimer Research*. – 2012. – Vol. 9, № 1. – P. 18–34. DOI: <https://doi.org/10.2174/156720512799015109>
25. **Bondesson M., Hao R., Lin C., Williams C., Gustafsson J.** Estrogen receptor signaling during vertebrate development // *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – Gene Regulatory Mechanisms*. – 2015. – Vol. 1849, № 2. – P. 142–151. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bbagr.2014.06.005>
26. **Faa G., Marcialis M., Ravarino A., Piras M., Pintus M., Fanos V.** Fetal programming of the human brain: is there a link with insurgence of neurodegenerative disorders in adulthood? // *Current Medicinal Chemistry*. – 2014. – Vol. 21, № 33. – P. 3854–3876. DOI: <https://doi.org/10.2174/0929867321666140601163658>



DOI: [10.15293/2226-3365.1801.12](https://doi.org/10.15293/2226-3365.1801.12)

Svetlana Ivanovna Trukhina, Candidate of Biological Sciences, Associated Professor, Biology and Methods of Teaching Biology Department, Institute of Biology and Biotechnology, Vyatka State University, Kirov, Russian Federation.

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-3888-1993>

E-mail: [trukhinasvetlana@yandex.ru](mailto:trukhinasvetlana@yandex.ru)

Andrey Nikolaevich Trukhin, Candidate of Biological Sciences, Associated Professor, Biology and Methods of Teaching Biology Department, Institute of Biology and Biotechnology, Vyatka State University, Kirov, Russian Federation.

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-7259-7078>

E-mail: [trukhinandrey@rambler.ru](mailto:trukhinandrey@rambler.ru)

Viktor Ivanovich Tsirkin, Doctor of Medical Sciences, Professor, Biology and Methods of Teaching Biology Department, Institute of Biology and Biotechnology, Vyatka State University, Kirov, Russian Federation.

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-3467-3919>

E-mail: [tsirkin@list.ru](mailto:tsirkin@list.ru)

Elena Gennadyevna Shushkanova, Candidate of Biological Sciences, Associated Professor, Biology and Methods of Teaching Biology Department, Institute of Biology and Biotechnology, Vyatka State University, Kirov, Russian Federation.

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-4588-604X>

E-mail: [el.s90@mail.ru](mailto:el.s90@mail.ru)

Svetlana Vyacheslavovna Khlybova, Doctor of Medical Sciences, Associated Professor, Obstetrics and Gynecology Department, Kirov State Medical University, Kirov, Russian Federation.

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-4421-4775>

E-mail: [svekhlybova@yandex.ru](mailto:svekhlybova@yandex.ru)

## Learning achievements of schoolchildren in grades 1-8 born to mothers with anemia complicating pregnancy

### Abstract

**Introduction.** *The article studies how learning achievement of schoolchildren are influenced by characteristics of their intrauterine development period. The purpose of the article is to investigate learning achievements of schoolchildren born to mothers whose pregnancy was complicated by mild anemia (taking into account their gender).*

**Materials and Methods.** *The authors conducted a retrospective research on perinatal development and learning achievements of 228 schoolchildren in 1-8 grades, including 113 children (62 girls and 51 boys), born to mothers with physiological pregnancy and childbirth (group 1) and 115 children (64 girls and 51 boys) born to mothers with mild anemia (group 2).*



**Results.** This is the first study reporting that the complicated prenatal period, mainly due to the maternal anemia of a mild degree (hemoglobin content in the blood is 90–105 g/l, the number of erythrocytes is  $3,2\text{--}3,6 \times 10^{12}/l$ ), has long-term negative consequences on offspring, which is manifested in a decrease in intellectual potential, especially in boys. This is evidenced by a lower learning achievement rate in schoolgirls (grades 1-3) and schoolboys (grades 1-8). Having analyzed scientific literature, the authors concluded that the main cause leading to negative effect of complicated prenatal period is brain hypoxia, which disrupts the normal development of neocortex neurons in prenatal and postnatal periods. The ability of estrogens to prevent negative effects of hypoxia indicates the possibility of pharmacological and non-pharmacological (psychological and pedagogical) correction of developmental disorders of the neocortex.

**Conclusions.** Anemia of pregnant women has a negative impact on the intellectual development of children (especially boys), which requires the development of methods for preventing developmental disorders of the neocortex and correcting teaching and methods and nurturing parenting techniques.

**Keywords**

Anemia of pregnant women; Chronic fetal hypoxia; Complications of pregnancy; Condition of the newborn; Pupils; Sex differences; Success of training.

**REFERENCES**

1. Tayupova I. M. Influence of iron deficiency anemia on the course of pregnancy, the condition of the fetus and the newborn. *Health & Education Millennium*, 2007, vol. 9, no. 3, pp. 280–280. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23688237>
2. Logutova L. S., Ahvlediani K. N., Petruhin V. A., Pavlova T. V., Mel'nikov A. P., Bashakin N. F., Zhiljaeva O. D., Kovalenko T. S., Magilevskaja E. V. Fetoplacental failure and perinatal complications in pregnant women with iron deficiency anemia. *Russian Medical Journal*, 2010, vol. 18, no. 19, pp. 1215–1219. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18622871>
3. Barroso F., Allard S., Kahan B. C., Connolly C., Smethurst H., Choo L., Khan K., Stanworth S. Prevalence of maternal anaemia and its predictors: a multi-centre study. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology*, 2011, vol. 159, no. 1, pp. 99–105. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejogrb.2011.07.041>
4. Derevcov V. V. Functional state of the autonomic nervous system in the dynamics of the first year of life in children from mothers with anemia. *Journal 'Pediatria' named after G.N. Speransky*, 2010, vol. 89, no. 3, pp. 159–160. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18858313>
5. Menon K., Ferguson E., Thomson C., Gray A., Zodpey S., Saraf A., Das P. K., Skeaff S. Effects of anemia at different stages of gestation on infant outcomes. *Nutrition Journal*, 2016, vol. 32, no. 1, pp. 61–65. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.nut.2015.07.009>
6. Rahman M. M., Abe S., Rahman M. S., Kanda M., Narita S., Bilano V., Ota E., Gilmour S., Shibuya K. Maternal anemia and risk of adverse birth and health outcomes in low- and middle-income countries: systematic review and meta-analysis. *American Journal of Clinical Nutrition*, 2016, vol. 103, no. 2, pp. 495–504. DOI: <https://doi.org/10.3945/ajcn.115.107896>
7. Suplotova L. A., Makarova O. B., Yakubova Ye. G., Kovalzhina L. S. The early diagnostic and prevention of deficiency of micronutrients (iodine and iron) during period of gestation. *Treatment and Prevention*, 2013, no. 2, pp. 138–142. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20296229>
8. Galaktionova M. Yu., Maiseenko D. A., Kapitonov V. F., Shurova O. A., Pavlov A. V. Impact of Anemia in Pregnant Women on Early Neonatal Adaptation. *Russian Bulletin of Perinatology and*





- Pediatrics*, 2016, vol. 61, no. 6, pp. 49–53. DOI: <https://doi.org/10.21508/1027-4065-2016-61-6-49-53> (In Russian)
9. Breymann C., Honegger C., Holzgreve W., Surbek D. Diagnosis and treatment of iron-deficiency anaemia during pregnancy and postpartum. *Archives of Gynecology and Obstetrics*, 2010, vol. 282, no. 5, pp. 577–580. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00404-010-1532-z>
  11. Konovodova E. N., Burlev V. A. Effectiveness of Ferro-Folgamma in pregnant women and puerperas with iron-deficiency anemia. *Russian Medical Journal*, 2003, vol. 11, no. 16, pp. 899–901. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21608025>
  12. Konovodova E. N., Yakunina N. A. Iron deficiency states and pregnancy. *Russian Medical Journal*, 2010, vol. 18, no. 19, pp. 1174–11784. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18622849>
  13. Lozoff B. Iron deficiency and child development. *Food and Nutrition Bulletin*, 2007, vol. 28, issue 4\_suppl4, pp. S560–S571. DOI: <https://doi.org/10.1177/15648265070284S409>
  14. de Sá S. A., Willner E., Pereira T. A. D., de Souza V. R., Boaventura G. T., de Azeredo V. B. Anemia in pregnancy: impact on weight and in the development of anemia in newborn. *Nutricion Hospitalaria*, 2015, vol. 32, no. 5, pp. 2071–2079. DOI: <https://doi.org/10.3305/nh.2015.32.5.9186>
  15. Yasyukova L. A. Gender -specific features of schoolchildren s intellectual development. *Scientific notes of the St. Petersburg State of Psychology and Social Work*, 2011, vol. 16, no. 2, pp. 53–58. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17927575>
  16. Wei W., Lu H., Zhao H., Chen C., Dong Q., Zhou X. Gender differences in children's arithmetic performance are accounted for by gender differences in language abilities. *Psychological Science*, 2012, vol. 23, no. 3, pp. 320–330. DOI: <https://doi.org/10.1177/0956797611427168>
  17. Trukhina S. I., Tsirkin V. I., Trukhin A. N., Khlybova S. V. Influence of Mother’s Chronic Arterial Hypertension on the Development of Children. *Bulletin of Northern (Arctic) Federal University*, 2013, no. 1, pp. 64–76. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20269303>
  18. Trukhina S. I., Tsirkin V. I., Trukhin A. N., Shushkanova E. G., Khlybova S. V. Influence of placental insufficiency of mother on the development of kids. *Medical Almanac*, 2014, no. 5, pp. 59–63. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22578690>
  19. Trukhina S. I., Tsirkin V. I., Trukhin A. N., Chetverikova E. V. Success of educational activity of children and the teenagers born with the big or low weight of the body. *Herald of Vyatka State University*, 2013, no. 2, pp. 33–41. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21077857>
  20. Curtis D., Sood A., Phillips T., Leinster V., Nishiguchi A., Coyle C., Lacharme-Lora L., Beaumont O., Kemp H., Goodall R., Cornes L., Giugliano M., Barone R., Matsusaki M., Akashi M., Tanaka H., Kano M., McGarvey J., Halemani N., Simon K., Keehan R., Ind W., Masters T., Grant S., Athwal S., Collett G., Tannetta D., Sargent I., Scull-Brown E., Liu X., Aquilina K., Cohen N., Lane J., Thoresen M., Hanley J., Randall A., Case C. Secretions from placenta, after hypoxia/reoxygenation, can damage developing neurones of brain under experimental conditions. *Experimental Neurology*, 2014, vol. 261, pp. 386–395. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.expneurol.2014.05.003>
  21. Phillips T., Scott H., Menassa D., Bignell A., Sood A., Morton J., Akagi T., Azuma K., Rogers M., Gilmore C., Inman G., Grant S., Chung Y., Aljunaidy M., Cooke C., Steinkraus B., Pocklington A., Logan A., Collett G., Kemp H., Holmans P., Murphy M., Fulga T., Coney A., Akashi M., Davidge S., Case C. Treating the placenta to prevent adverse effects of gestational hypoxia on fetal brain development. *Scientific Reports*, 2017, vol. 7, article number 9079. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-017-06300-1>





22. Miller S., Huppi P., Mallard C. The consequences of fetal growth restriction on brain structure and neurodevelopmental outcome. *Journal of Physiology*, 2016, vol. 594, no. 4, pp. 807–823. DOI: <https://doi.org/10.1113/JP271402>
23. Bora S., Liu Z., Kecojevic A., Merchenthaler I., Koliatsos V. Direct, complex effects of estrogens on basal forebrain cholinergic neurons. *Experimental Neurology*, 2005, vol. 194, no. 2, pp. 506–522. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.expneurol.2005.03.015>
24. Krause D., Duckles S., Pelligrino D. Influence of sex steroid hormones on cerebrovascular function. *Journal of Applied Physiology*, 2006, vol. 101, no. 4, pp. 1252–1261. DOI: <https://doi.org/10.1152/japplphysiol.01095.2005>
25. Carroll J., Rosario E. The potential use of hormone-based therapeutics for the treatment of Alzheimer's disease. *Current Alzheimer Research*, 2012, vol. 9, no. 1, pp. 18–34. DOI: <https://doi.org/10.2174/156720512799015109>
26. Bondesson M., Hao R., Lin C., Williams C., Gustafsson J. Estrogen receptor signaling during vertebrate development. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – Gene Regulatory Mechanisms*, 2015, vol. 1849, no. 2, pp. 142–151. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bbagr.2014.06.005>
27. Faa G., Marcialis M., Ravarino A., Piras M., Pintus M., Fanos V. Fetal programming of the human brain: is there a link with insurgence of neurodegenerative disorders in adulthood?. *Current Medicinal Chemistry*, 2014, vol. 21, no. 33, pp. 3854–3876. DOI: <https://doi.org/10.2174/0929867321666140601163658>

Submitted: 14 September 2017    Accepted: 09 January 2018    Published: 28 February 2018



This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. (CC BY 4.0).