DOI: 10.21870/0131-3878-2020-29-1-129-139

УДК 616-053.3:546.15.02.131:614.846(470.318)

Динамика физического развития детей из Калужской области, облучённых вследствие инкорпорации ^{131}I на разных этапах раннего онтогенеза

Горобец В.Ф., Давыдов Г.А., Горобец Н.Я., Давыдова Е.В.

МРНЦ им. А.Ф. Цыба – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, Обнинск

В работе представлен анализ физического развития 237 детей (125 мальчиков и 112 девочек), проживавших в Жиздринском, Ульяновском и Хвастовичском районах Калужской области, которые были облучены ^{131}I после чернобыльской аварии внутриутробно на различных сроках гестации, а часть из них (102 человека) облучались частично на этапе позднего фетогенеза (29-40 недели гестации) и частично в первые недели после рождения (до 13 первых недель постнатальной жизни). Физическое развитие детей оценивали по соотношению массы и длины тела на первом, пятом и десятом годах жизни, сравнивали с нормативными показателями для соответствующего пола и возраста, представленными в виде центильных (процентильных) таблиц, и по ним устанавливали отсутствие или наличие отклонений в физическом развитии. Установлено, что в течение первых пяти лет после облучения практически у половины обследованных (от 49,5% через год после облучения до 51,5% через пять лет) имелись те или иные отклонения в физическом развитии по данным соотношения длины и массы тела. К десятому году после облучения доля детей с отклонениями в физическом статусе несколько снизилась (до 44,4%), однако это изменение статистически не значимо. Частота отклонений в физическом развитии у наблюдавшихся детей не зависела от их пола, срока гестации (на котором произошло внутриутробное облучение), наличия заболеваний щитовидной железы, из которых преобладающим был диффузный нетоксический зоб 1-й и 2-й степени (91,0% от числа всех лиц с развившейся тиреоидной патологией). Однако, за период наблюдения произошли определённые изменения в структуре отклонений в физическом развитии у обследованных детей. Так, с увеличением их возраста росла доля лиц со сниженной, низкой и очень низкой длиной тела среди всех детей с отклонениями в физическом статусе: от 31,9% через год после облучения до 55,3% через десять лет ($p < 0,01$). С другой стороны, доля обследованных с очень высокой длиной тела (выше 97 центиля), наоборот, снижалась от 31,9% на первом году жизни до 9,2% на десятом году ($p < 0,001$).

Ключевые слова: дети, инкорпорация ^{131}I , чернобыльская авария, Калужская область, внутриутробное облучение, масса и длина тела, центильные таблицы, отклонения в физическом развитии.

Введение

Изучение последствий облучения человеческого организма на ранних этапах развития (внутриутробно и в первые недели после рождения) имеет важное теоретическое и практическое значение, так как твёрдо установленным в радиобиологии фактом является более высокая радиочувствительность быстрорастущих органов и тканей, в которых происходит большое количество клеточных делений, что характерно для указанного периода раннего онтогенеза [1, 2].

В литературе описаны опасности облучения эмбриона и плода [1, 3], причём отмечается, что действие облучения во время внутриутробного развития может проявить себя либо непосредственно после воздействия радиации, либо сопровождаться длительной реализацией последствий лучевого воздействия [3].

В Калужской области после аварии на Чернобыльской АЭС наиболее радиоактивно загрязнёнными оказались три юго-западных района: Жиздринский, Ульяновский и Хвастовичский. В результате проведённых в 90-х годах прошлого века исследований в этих районах было установлено наличие умеренного йодного дефицита [4].

Горобец В.Ф. – вед. научн. сотр., к.м.н.; Давыдов Г.А.* – зав. отд., к.м.н.; Горобец Н.Я. – вед. программист; Давыдова Е.В. – мл. научн. сотр. МРНЦ им. А.Ф. Цыба – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России.

*Контакты: 249035, Калужская обл., Обнинск, ул. Кополёва, 4. Тел.: (484) 399-30-55; e-mail: davydov@mrrc.obninsk.ru.

В первые поставарийные месяцы основным дозообразующим радионуклидом в регионе был ^{131}I . Время, когда этот радиоактивный изотоп находился в окружающей среде (так называемый радиойодный период) и мог попасть в организм людей (вначале ингаляционным путём, а затем по пищевым цепочкам), исходя из продолжительности аварийных выбросов, периода полураспада этого радионуклида (8,04 сут [5]) и данных радиационного мониторинга [6], продолжалось в наблюдавшемся регионе с конца апреля до конца июля 1986 г. При формировании групп наблюдения из проживавших в регионе детей было принято, что радиойодный период длился с 29 апреля по 28 июля 1986 г. включительно. В этот период при попадании радиоактивного йода в организм беременной женщины он мог через плаценту поступать в организм плода [7, 8]. Таким образом, часть детей в это время была облучена ^{131}I на разных этапах внутриутробного развития.

Внутриутробный этап жизни включает в себя ряд последовательно протекающих периодов формирования человеческого организма. В частности, выделяют эмбриональный (зародышевый) период, длящийся до 8-й недели гестации, и фетальный (плодный) период, который, в свою очередь, делится на ранний фетальный (от 9-й до 28-й недели гестации) и поздний фетальный (с 29-й недели беременности до родов) периоды [9]. Следует отметить, что дети, рождавшиеся в различные сроки радиойодного периода, облучались частично внутриутробно на этапе позднего фетогенеза (29-40 недели беременности) и частично после рождения во время грудного вскармливания (максимально до первых 13 недель постнатальной жизни).

Поскольку ^{131}I (как и природный нерадиоактивный йод) избирательно накапливается в щитовидной железе (ЩЖ), его инкорпорация может негативно влиять на морфофункциональное состояние этого органа внутренней секреции. Как известно, ЩЖ играет очень важную роль в жизнедеятельности организма, особенно в детском возрасте. Секретируемые ею тиреоидные гормоны оказывают глубокое влияние на детский организм: их действие определяет нормальный рост, созревание скелета, дифференцировку головного мозга и интеллектуальное развитие, увеличение потребления кислорода тканями, ускорение использования углеводов и аминокислот в тканях. Таким образом, эти гормоны являются универсальными стимуляторами метаболизма, роста и развития, и их недостаточная или избыточная продукция оказывает разнообразные и очень значимые расстройства жизнедеятельности [9, 10]. При воздействии на ЩЖ ионизирующей радиации ожидаемым последствием, помимо канцерогенного эффекта, является снижение её функциональной активности, что у детей, особенно при облучении *in utero* и в раннем возрасте, будет вести к нарушениям физического и психического развития.

Цель настоящего исследования – изучить в динамике показатели физического развития детей из наиболее загрязнённых радионуклидами после чернобыльской аварии Жиздринского, Ульяновского и Хвастовичского районов Калужской области, у которых радиойодный период пришёлся на разные стадии внутриутробного развития и на первые недели после рождения (до 13 недель). Предварительные результаты исследования в виде тезисов нами были опубликованы ранее [11].

Материалы и методы

В исследование была включена когорта из 237 детей (125 мальчиков и 112 девочек), проживавших в Жиздринском, Ульяновском и Хвастовичском районах Калужской области, из которых 135 лиц (75 мальчиков и 60 девочек) были облучены за счёт инкорпорации ^{131}I только внутриутробно, а 102 человека (50 мальчиков и 52 девочки) – частично внутриутробно и частично в первые недели после рождения (до 13-й недели постнатального периода).

Эти дети всесторонне обследовались ежегодно с первого по десятый год их жизни. Помимо проведения антропометрических измерений обследование включало врачебный осмотр эндокринолога и педиатра, ультразвуковое исследование ЩЖ и регионарных лимфоузлов, радиоиммунологический анализ содержания в крови тиреотропного гормона (ТТГ), тироксина (Т4), трийодтиронина (Т3), тиреоглобулина (ТГ). Определяли также аутоантитела к тиреоглобулину и к микросомальной фракции тиреоцитов. Проводились необходимые клинико-лабораторные исследования (общий анализ крови, анализ мочи, отдельные биохимические тесты). По показаниям выполняли пункционную тонкоигольную аспирационную биопсию тиреоидной ткани с последующим цитологическим исследованием биоптатов. При необходимости детей с выявленной патологией ЩЖ госпитализировали в центральные районные больницы, областную детскую больницу Калуги или в клинику МРНЦ для более углублённого обследования и лечения.

При анализе результатов исследований все дети из данной когорты были разделены на 3 группы в соответствии с тем, на какой этап их развития пришёлся радиойодный период. В первую группу вошли 64 человека (28 мальчиков и 36 девочек), которые были облучены в эмбриональном периоде, то есть в течение первых восьми недель беременности. Вторую группу составили 71 человек (47 мальчиков и 24 девочки), облучённые на этапе раннего фетогенеза, – в период с 9-й по 28-ю неделю беременности. Дети третьей группы – 102 человека (50 мальчиков и 52 девочки) облучались частично на этапе позднего фетогенеза (29-40 недели гестации) и частично после рождения в неонатальном и раннем грудном периодах (до тринадцати первых недель постнатальной жизни).

Физическое развитие наблюдавшихся детей оценивали, используя два наиболее важных для этой цели показателя – массу и длину тела. Эти антропометрические данные, измеренные у каждого ребёнка в разные сроки жизни, сравнивали с нормативными показателями для соответствующего пола и возраста, представленными в виде центильных таблиц в справочном пособии Доскина и соавт. [12]. В этих таблицах приведены 3-й, 10-й, 25-й, 75-й, 90-й и 97-й центили (процентили) стандартных вариационных шкал, соответственно, длины и массы тела мальчиков и девочек различного возраста. Центиль представляет собой сотую часть соответствующей вариационной шкалы. При сравнении измеренных величин массы и длины тела с табличными данными определяли, к какому межцентильному диапазону они относятся.

При раздельной оценке длины тела ребёнка (или его массы) она характеризуется как средняя (25-75 центилей), сниженная (10-25 центилей), низкая (3-10 центилей), очень низкая (до 3-го центиля) или выше среднего (75-90 центилей), высокая (90-97 центилей), очень высокая (выше 97-го центиля).

Однако, как указано в упомянутом справочнике [12], массу и длину тела обычно оценивают комплексно по приведённой ниже схеме.

1. Нормальное физическое развитие:

1.1. Показатели длины тела находятся в диапазоне от 25-го до 97-го центиля, а массы тела – от 25-го до 90-го центиля.

2. Отклонения в физическом развитии:

2.1. Повышенная масса тела при нормальных значениях длины тела – показатели длины тела находятся в диапазоне от 25-го до 97-го центиля, а массы тела – от 90-го до 97-го центиля;

2.2. Высокая масса тела при нормальных значениях его длины – показатели длины тела в диапазоне от 25-го до 97-го центиля, а массы тела – выше 97-го центиля;

2.3. Сниженная масса тела при нормальных значениях его длины – показатели длины тела укладываются в диапазоне от 25-го до 97-го центиля, а массы тела – от 3-го до 25-го центиля;

2.4. Низкая масса тела при нормальных значениях его длины – показатели длины тела – укладываются в диапазоне от 25-го до 97-го центиля, а массы тела – ниже 3-го центиля;

2.5. Сниженная длина тела при нормальном значении его массы – показатели длины тела – укладываются в диапазоне от 10-го до 25-го центиля, а массы тела – от 25-го до 90-го центиля;

2.6. Сниженная длина тела при повышенной и высокой массе тела – показатели длины тела укладываются в диапазоне от 10-го до 25-го центиля, а массы тела – в диапазоне от 75-го до 97-го центиля;

2.7. Сниженная длина тела при пониженной и низкой массе тела – показатели длины тела – укладываются в диапазоне от 10-го до 25-го центиля, а массы тела – в диапазоне от 3-го до 25-го центиля;

2.8. Очень высокая длина тела – показатели длины тела – укладываются в диапазоне выше 97-го центиля при любых значениях массы тела;

2.9. Очень низкая длина тела – показатели длины тела – укладываются в диапазоне ниже 3-го центиля при любых значениях массы тела.

В настоящем исследовании группы лиц с отклонениями в физическом развитии, ввиду малочисленности, были объединены следующим образом:

а) лица с повышенной и высокой массой тела при нормальных значениях его длины (длина тела – от 25-го до 97-го центиля, масса тела – выше 90-го центиля);

б) лица со сниженной и низкой массой тела при нормальных значениях его длины (длина тела – от 25-го до 97-го центиля, масса тела – ниже 25-го центиля);

в) лица со сниженной и низкой длиной тела при нормальной, повышенной и высокой массе тела (длина тела – от 3-го до 25-го центиля, масса тела – выше 25-го центиля);

г) лица со сниженной и низкой длиной тела при сниженной и низкой массе тела (длина тела – от 3-го до 25-го центиля, масса тела – ниже 25-го центиля);

д) лица с очень низким ростом (длина тела – ниже 3-го центиля при любых значениях массы тела);

е) лица с очень высоким ростом (длина тела – выше 97-го центиля при любых значениях массы тела).

При статистической обработке данных для оценки разности между долями использовали алгоритм, основанный на применении поправки Йейтса на непрерывность и угловой трансформации («фи»-преобразования Фишера) [13]. Критический уровень значимости (p) при проверке статистических гипотез в данном исследовании принимали равным 0,05.

Результаты и обсуждение

Анализ содержания тиреоидных гормонов в крови обследованных детей показал, что у них имело место некоторое снижение функции ЩЖ к десятому году жизни. Так, средний уровень тироксина ($M \pm m$) составил у них на первом году жизни $118,7 \pm 5,40$ нмоль/л ($n=20$), на пятом году – $120,1 \pm 1,85$ нмоль/л ($n=97$), на десятом году – $113,9 \pm 2,27$ нмоль/л ($n=98$). Различие между средними уровнями Т4 на пятом и на десятом годах жизни по t -критерию Стьюдента статистически значимо: $p < 0,05$. Референсные значения уровня тироксина в крови у детей составляют: 90-194 нмоль/л (до 5 лет) и 83-172 нмоль/л (до 10 лет) [14].

Данные о физическом развитии всех обследованных из наблюдавшихся трёх юго-западных районов Калужской области приведены в табл. 1. Они представлены как количество лиц с нормальным физическим развитием, с одной стороны, и с различными отклонениями в физическом статусе, с другой. Эти данные были получены в разные сроки в течение первого десятилетия жизни обследованных детей, причём оценка состояния развития проводилась по комплексному анализу длины и массы тела у них в соответствии с принципом, изложенным в разделе «Материалы и методы».

Таблица 1

Данные о физическом развитии детей из юго-западного региона Калужской области, облучённых вследствие инкорпорации ^{131}I внутриутробно и в первые недели после рождения

Год жизни	Количественные показатели		Пол		
			мальчики	девочки	вместе
Первый	Всего обследованных		106	84	190
	с нормальным физическим развитием	абс.	54	42	96
		%	50,9	50,0	50,5
	с отклонениями в физическом развитии	абс.	52	42	94
		%	49,1	50,0	49,5
Пятый	Всего обследованных		91	74	165
	с нормальным физическим развитием	абс.	42	38	80
		%	46,2	51,4	48,5
	с отклонениями в физическом развитии	абс.	49	36	85
		%	53,8	48,6	51,5
Десятый	Всего обследованных		85	86	171
	с нормальным физическим развитием	абс.	45	50	95
		%	52,9	58,1	55,6
	с отклонениями в физическом развитии	абс.	40	36	76
		%	47,1	41,9	44,4

Анализ данных, представленных в табл. 1, показывает, что в течение периода наблюдения практически у половины всех обследованных (и мальчиков, и девочек) имелись те или иные отклонения в физическом развитии, перечень которых приведён в разделе «Материалы и методы». При этом не выявлено значимых гендерных различий в относительном количестве детей с отклонениями в физическом развитии. Что касается динамики относительного числа лиц с отклонениями в физическом статусе, то наблюдалась тенденция к некоторому его уменьшению (как у мальчиков, так и у девочек) на десятом году жизни, хотя эти изменения статистически не значимы.

За 10 лет жизни заболевания ЩЖ развились у 55 (23,2%) детей из наблюдавшейся когорты – 25 мальчиков и 30 девочек. В 91% случаев это был диффузный нетоксический зоб 1 и 2 степени. Были выявлены также единичные случаи узлового зоба, кисты ЩЖ, гипоплазии железы, аутоиммунного тиреоидита.

При сопоставлении данных о количествах лиц с отклонениями в физическом статусе среди детей, у которых развилась патология ЩЖ, и среди тех, у кого она не была выявлена на протяжении периода наблюдения, также не было обнаружено существенной разницы. Эти данные наводят на мысль о том, что развившиеся у наблюдавшихся детей заболевания ЩЖ (преимущественно диффузный нетоксический зоб) за время наблюдения не оказали заметного влияния на их физический статус на фоне воздействия других негативных факторов (экологических, социальных), характерных для региона их проживания.

Для суждения о влиянии на физическое состояние наблюдавшихся детей радиационного фактора с учётом того, на каком этапе их раннего развития имело место воздействие радиоактивного йода, было проведено сопоставление данных о количестве лиц с отклонениями в фи-

зическом развитии в указанных выше трёх группах: облучённых на этапе эмбриогенеза (от зачатия до 8-й недели гестации); облучённых на стадии раннего фетогенеза (от 9-й до 28-й недели гестации); облучённых в период позднего фетогенеза и в первые недели после рождения (от 29-й недели беременности до 13-й недели после родов). Эти данные представлены в табл. 2.

Как видно из табл. 2, не наблюдалось существенных различий в относительных количествах детей с отклонениями в физическом развитии в выделенных группах, отличающихся по срокам облучения вследствие инкорпорации ^{131}I на ранних этапах онтогенеза.

Таблица 2

Данные о физическом развитии обследованных детей из юго-западного региона Калужской области в зависимости от срока гестации, на котором произошло их облучение вследствие инкорпорации ^{131}I

Год жизни	Количественные показатели	Группы								
		Первая ¹			Вторая ²			Третья ³		
		мал.	дев.	все	мал.	дев.	все	мал.	дев.	все
Первый	Всего обследовано	21	24	45	42	18	60	43	42	85
	с нормальным физическим развитием	абс. 13	12	25	22	12	34	19	18	37
	с отклонениями в физическом развитии	% 61,9	50,0	55,6	52,4	66,7	56,7	44,2	42,9	43,5
	с отклонениями в физическом развитии	абс. 8	12	20	20	6	26	24	24	48
Пятый	Всего обследовано	% 38,1	50,0	44,4	47,6	33,3	43,3	55,8	57,1	56,5
	с нормальным физическим развитием	абс. 9	14	23	14	11	25	19	13	32
	с отклонениями в физическом развитии	% 52,9	48,3	50,0	37,8	73,3	48,1	51,4	43,3	47,8
	с отклонениями в физическом развитии	абс. 8	15	23	23	4	27	18	17	35
Десятый	Всего обследовано	% 47,1	51,7	50,0	62,2	26,7	51,9	48,6	56,7	52,2
	с нормальным физическим развитием	абс. 19	29	48	30	15	45	36	42	78
	с отклонениями в физическом развитии	% 47,4	65,5	58,3	40,0	53,3	44,4	66,7	54,8	60,3
	с отклонениями в физическом развитии	абс. 10	10	20	18	7	25	12	19	31
	с отклонениями в физическом развитии	% 52,6	34,5	41,7	60,0	46,7	55,6	33,3	45,2	39,7

Примечание: ¹ – облучённые на этапе эмбриогенеза (от зачатия до 8-й недели гестации); ² – облучённые на стадии раннего фетогенеза (от 9-й до 28-й недели гестации); ³ – облучённые в период позднего фетогенеза и в первые недели после рождения (с 29-й недели беременности до 13-й недели после родов).

Представляет интерес структура отклонений в физическом развитии, которые наблюдались у всех обследованных детей, облучённых вследствие инкорпорации ^{131}I внутриутробно и в первые недели после рождения, а также динамика количества детей с различными отклонениями в физическом статусе в течение периода наблюдения. Эти данные приведены в табл. 3.

Если в целом относительное количество лиц со всеми отклонениями в физическом развитии, представленными в табл. 3, среди всех обследованных детей, облучённых ^{131}I внутриутробно и в первые недели после рождения, не претерпело существенных изменений в течение первого десятилетия их жизни (что видно из данных табл. 1), то за этот период имели место определённые изменения в структуре этих отклонений. Так, согласно данным, приведённым в табл. 3, суммарное относительное количество детей со сниженной, низкой и очень низкой длиной тела (рост ниже 25-го центиля при любых значениях его массы) с увеличением возраста росло: через год после облучения ^{131}I , таких лиц было 31,9% (8,5%+13,8%+9,6%) от числа всех обследованных с отклонениями в физическом развитии, через пять лет – 34,1% (12,9%+16,5%+4,7%), а через десять лет – уже 55,3% (22,4%+18,4%+14,5%). Различие между данными первого и десятого года после облучения ^{131}I статистически значимо: $p < 0,01$.

С другой стороны, как видно из табл. 3, доля детей с очень высокой длиной тела (рост выше 97-го центиля при любых значениях его массы) среди всех лиц с отклонениями в физическом развитии с увеличением их возраста прогрессивно снижалась от 31,9% на первом году жизни до 9,2% на десятом году жизни (различие долей статистически значимо: $p < 0,001$).

Таблица 3

Структура отклонений в физическом развитии в течение первого десятилетия жизни у обследованных детей из юго-западного региона Калужской области, облучённых на ранних этапах онтогенеза вследствие инкорпорации ¹³¹I

Виды отклонений в физическом развитии	Год жизни					
	Первый		Пятый		Десятый	
	Число лиц с отклонениями в физическом развитии		Число лиц с отклонениями в физическом развитии		Число лиц с отклонениями в физическом развитии	
	абс.	%	абс.	%	Абс.	%
Повышенная и высокая масса тела при нормальной его длине (масса тела – выше 90 центиля, длина тела – от 25 до 97 центиля)	15	16,0	24	28,2	13	17,1
Сниженная и низкая масса тела при нормальной его длине (масса тела – ниже 25 центиля, длина тела – от 25 до 97 центиля)	19	20,2	18	21,2	14	18,4
Сниженная и низкая длина тела при нормальной, повышенной и высокой его массе (длина тела – от 3 до 25 центиля, масса тела – выше 25 центиля)	8	8,5	11	12,9	17	22,4
Сниженная и низкая длина тела при сниженной и низкой его массе (длина тела – от 3 до 25 центиля, масса тела – ниже 25 центиля)	13	13,8	14	16,5	14	18,4
Очень низкая длина тела (длина тела – ниже 3 центиля при любой его массе)	9	9,6	4	4,7	11	14,5
Очень высокая длина тела (длина тела – выше 97 центиля при любой его массе)	30	31,9	14	16,5	7	9,2
Всего	94	100,0	85	100,0	76	100,0

При анализе данных, представленных в табл. 3, также обращает на себя внимание то, что во все приведённые сроки наблюдения среди всех детей с отклонениями в физическом развитии значительную долю составляли лица, у которых имелись отклонения массы тела как в сторону её увеличения, так и уменьшения (при нормальном росте), встречавшиеся с примерно одинаковой частотой: так, детей с увеличенной массой тела в разные сроки наблюдения было от 16,0 до 28,2%, а с уменьшенной – от 18,4 до 21,2% от числа всех, у кого наблюдались различные отклонения в физическом статусе. Возможно, это в какой-то степени связано с нерациональным пищевым режимом: дисбалансом питания, диспропорциями в его структуре, его неадекватностью в количественном и качественном отношении.

Особо обращает на себя внимание то, что в первый год жизни почти у трети обследованных детей с отклонениями в физическом развитии была очень высокая длина тела: выше 97-го центиля. Но в последующем количество лиц с данным отклонением физического статуса сократилось (до 9,2%) от числа всех обследованных с отклонениями в физическом статусе. Причина этого феномена не ясна. Возможно, внутриутробное облучение в определённых дозах способствует стимуляции систем, ответственных за рост организма на начальных этапах его развития. Однако, это явление нуждается в дальнейшем более детальном изучении.

Заключение

Таким образом, за десятилетний период наблюдения за когортой детей, облучённых ¹³¹I внутриутробно и в первые недели постнатальной жизни, было установлено, что в течение первых пяти лет после облучения практически у половины обследованных (от 49,5% через год после облучения до 51,5% через пять лет) имелись те или иные отклонения в физическом развитии по данным соотношения длины и массы тела. К десятому году после облучения доля детей

с отклонениями в физическом статусе несколько снизилась (до 44,4%), однако это изменение статистически не значимо.

Частота отклонений в физическом развитии у детей из когорты наблюдения не зависела от их пола, срока гестации, на котором произошло внутриутробное облучение, наличия или отсутствия заболеваний ЩЖ, из которых преобладающим был диффузный нетоксический зоб 1 и 2 степени.

Хотя общее относительное число детей с различными отклонениями в физическом развитии за весь десятилетний период наблюдения не претерпело существенных изменений в динамике, однако, за этот период наблюдались определённые изменения в структуре этих отклонений. Так, с увеличением возраста обследованных росла доля лиц со сниженной, низкой и очень низкой длиной тела среди всех детей с отклонениями в физическом развитии: от 31,9% через год после облучения до 55,3% через десять лет ($p < 0,01$). С другой стороны, доля обследованных с очень высокой длиной тела (выше 97-го центиля), наоборот, снижалась от 31,9% на первом году жизни до 9,2% на десятом году ($p < 0,001$), причём не ясна причина столь высокого уровня распространённости этого вида отклонения в физическом развитии (почти у трети обследованных с отклонениями) в начале периода наблюдения.

Необходимо также отметить, что существенную долю среди всех обследованных детей с отклонениями в физическом развитии во все сроки наблюдения составляли лица с отклонениями массы тела как в сторону её повышения (от 16,0 до 28,2% от всех детей с отклонениями в различные сроки наблюдения), так и в сторону её снижения (от 18,4 до 21,2% соответственно) при нормальном росте.

Однако, всё же преобладающим отклонением в физическом развитии у наблюдавшихся облучённых детей было выраженное в различной степени снижение длины тела, причём доля лиц с этим отклонением росла с увеличением их возраста. Возможно, это обстоятельство связано с выявленным в настоящем исследовании определённым снижением к десятому году жизни функциональной активности ЩЖ у членов наблюдавшейся когорты детей, облучённых вследствие инкорпорации ^{131}I внутриутробно и в первые недели постнатальной жизни.

Литература

1. **Москалев Ю.И.** Отдалённые последствия воздействия ионизирующих излучений. М.: Медицина, 1991. 464 с.
2. **Ярмоненко С.П., Вайнсон А.А.** Радиобиология человека и животных. М.: Высшая школа, 2004. 549 с.
3. **Лягинская А.М., Романова Л.К., Покровская М.С.** Опасности облучения плода //Репродуктивное здоровье женщины и потомство в регионах с радиоактивным загрязнением (последствия аварии на ЧАЭС) /Под ред. М.В. Федоровой, В.И. Краснопольского, А.М. Лягинской. М.: Медицина; Издательский дом «Парад», 1997. С. 246-260.
4. **Моршина Т.Н., Бобовникова Ц.И., Корпусова Ю.В., Горобец В.Ф., Матвеев Е.Г., Ткаченко Р.В., Омельченко В.Н., Боровикова М.П.** Изучение геохимических особенностей ряда районов Калужской области с эндемией зоба //Гигиена и санитария. 1994. № 3. С. 45-47.
5. **Гусев Н.Г., Дмитриев П.П.** Квантовое излучение радиоактивных нуклидов: Справочник. М.: Атомиздат, 1977. 139 с.
6. **Орлов М.Ю., Сныков В.П., Хваленский Ю.А., Волокитин А.А.** Загрязнение почвы европейской части территории СССР ^{131}I после аварии на Чернобыльской АЭС //Атомная энергия. 1996. Т. 80, вып. 6. С. 466-471.
7. **Лягинская А.М.** Радиоактивный йод и беременность //Здравоохранение Белоруссии. 1987. № 4. С. 34-37.
8. **Москалев Ю.И.** Актуальные проблемы радиобиологии инкорпорированных изотопов йода //Кинетика обмена, биологическое действие радиоактивных изотопов йода: сб. науч. трудов /Под ред. Ю.И. Москалева, В.С. Калистратовой. М., 1989. С. 7-28.
9. **Мазурин А.В., Воронцов И.М.** Пропедевтика детских болезней. М.: Медицина, 1985. 432 с.
10. **Држевецкая И.А.** Эндокринная система растущего организма. М.: Высшая школа, 1987. 207 с.
11. **Горобец В.Ф.** Состояние антитиреоидного аутоиммунитета у жителей юго-западного региона Калужской области, облучённых в детском и подростковом возрасте после Чернобыльской аварии //Двадцать лет Чернобыльской катастрофы. Взгляд в будущее: тез. докл. межд. конф. Киев, 2006. С. 97.
12. **Доскин В.А., Келлер Х., Мураенко Н.М., Тонкова-Ямпольская Р.В.** Морфофункциональные константы детского организма: Справочник. М.: Медицина, 1997. 288 с.
13. **Лакин Г.Ф.** Биометрия. 4-е изд. М.: Высшая школа, 1990. 352 с.
14. **Ильин А.В.** Гормональный анализ крови и мочи //Эндокринология: национальное руководство /Под ред. И.И. Дедова, Г.А. Мельниченко. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. С. 56-92.

Effects of prenatal exposure to the Chernobyl radioiodine on postnatal physical development of children from the Kaluga region

Gorobets V.F., Davydov G.A., Gorobets N.Ya., Davydova E.V.

A. Tsyb MRRC, Obninsk

The paper presents analysis of physical development of children exposed to Chernobyl ^{131}I (radioiodine) in utero. The study cohort comprised 237 children, among them 125 boys and 112 girls, resided in the rayons of the Kaluga region affected by the Chernobyl accidents in 1986. The fetuses were exposed to radioiodine at different gestation stages; 102 embryos were exposed to radioiodine at the late gestation stage 29-40 weeks and during ~13 weeks in their postnatal life. Physical development was estimated by body mass/length ratio. Anthropometric measurements were made in the 1st, 5th and 10th years of life and compared with age- and sex-specific standards. Existence of abnormalities in physical development of children was determined by percentile method. In 49.5% of children observed in the first year after the exposure to radiiodine and in 51.5% of children observed in the 5th year after the exposure different abnormal deviations in their physical development assessed by body mass/length ratio were found. In 9 years after the exposure abnormal physical development was found in 44.4% of children, however, the observed reduction was statistically insignificant. The incidence of the deviations found in the study cohort did not depend on sex and fetal age at exposure to radioiodine, current thyroid diseases with prevailed diffuse nontoxic goiter (91.0% of the total number of children with thyroid diseases). During the follow-up period ranking of abnormal deviations of physical development changed. With aging in the group of children with abnormal physical development the fraction of children with short and very short stature increased from 31.9% in 1 year after radioiodine exposure to 55.3% in 10 years later ($p < 0.01$). At the same time, the fraction of very high children (>97 centiles) reduced from 31.9% in the 1st year of life to 9.2% in the 10th year ($p < 0.001$).

Key words: children, ^{131}I incorporation, Chernobyl accident, Kaluga region, in utero irradiation, body mass and length, centile tables, abnormal physical development method.

References

1. **Moskalyov Yu.I.** *Otdalennyye posledstviya vozdeystviya ioniziruyushchikh izlucheniye* [Remote consequences of influence of ionizing radiation]. Moscow, Medicine, 1991. 464 p.
2. **Yarmonenko S.P., Vaynson A.A.** *Radiobiologiya cheloveka i zhivotnykh* [Radiobiology of the man and animals]. Moscow, Higher School Publ., 2004. 549 p.
3. **Lyaginskaya A.M., Romanova L.K., Pokrovskaya M.S.** *Opasnosti oblucheniya ploda* [Dangers of fetus irradiation]. In: *Reproduktivnoye zdorov'ye zhenshchiny i potomstvo v regionakh s radioaktivnym zagryazneniyem (posledstviya avarii na ChAES)* [Reproductive health of woman and posterity in regions with radioactive contamination (consequences of Chernobyl accident)]. Eds.: M.V. Fyodorova, V.I. Krasnopol'skiy, A.M. Lyaginskaya. Moscow, Medicine, Publishing House "Parad", 1997, pp. 246-260.
4. **Morshina T.N., Bobovnikova Ts.I., Korpuseva Yu.V., Gorobets V.F., Matveenko Ye.G., Tkachenko R.V., Omel'chenko V.N., Borovikova M.P.** Study of geochemical features of a number of districts of the Kaluga region with endemic goiter. *Gigiyena i Sanitariya – Hygiene and Sanitary*, 1994, no. 3, pp. 45-47. (In Russian).
5. **Gusev N.G., Dmitriev P.P.** *Kvantovoye izlucheniye radioaktivnykh nuklidov: spravochnik* [Quantum radiation of radioactive nuclides: the directory]. Moscow, Atomizdat, 1977. 139 p.
6. **Orlov M.Yu., Snykov V.P., Khvalenskiy Yu.A., Volokitin A.A.** Contamination of ground of the European part of USSR's territory by ^{131}I after Chernobyl accident. *Atomnaya energiya – Atomic Energy*, 1996, vol. 80, no. 6, pp. 466-471. (In Russian).

Gorobets V.F. – Lead. Researcher, C. Sc., Med.; **Davydov G.A.*** – Head of Dep., C. Sc., Med.; **Gorobets N.Ya.** – Lead. Programmer; **Davydova E.V.** – Researcher. A. Tsyb MRRC.

*Contacts: 4 Korolyov str., Obninsk, Kaluga region, Russia, 249035. Tel. (484) 399-30-55; e-mail: davydov@mrrc.obninsk.ru.

7. **Lyaginskaya A.M.** Radioaktivnyi iod i beremennost' [Radioactive iodine and pregnancy]. *Zdravookhraneniye Byelorussii – Public Health Services of the Byelorussia*, 1987, no. 4, pp. 34-37.
8. **Moskalyov Yu.I.** Aktual'nye problemy radiobiologii inkorporirovannykh izotopov ioda [Actual problems of radiobiology of incorporated isotopes of iodine]. In: *Kinetika obmena, biologicheskoye deystviye radioaktivnykh izotopov ioda: sbornik nauchnykh trudov* [Kinetics of metabolism, biological effect of radioactive isotopes of iodine: the collection of the proceedings]. Eds.: Yu.I. Moskalyov, V.S. Kalistratova. Moscow, 1989, pp. 7-28.
9. **Mazurin A.V., Vorontsov I.M.** *Propedevtika detskikh bolezney* [Introduction to children's illnesses]. Moscow, Medicine, 1985. 432 p.
10. **Drzhevetskaya I.A.** *Endokrinnaya sistema rastushchego organizma* [The endocrine system of growing organism]. Moscow, Higher School Publ., 1987. 207 p.
11. **Gorobets V.F.** Status of antithyroid autoimmunity in residents of the southwestern territory of the Kaluga region, irradiated in childhood and adolescence after the Chernobyl accident. In: Twenty years of the Chernobyl disaster. A look into the future: thesis. doc. Int. conf. Kiev, 2006, pp. 97. (In Russian).
12. **Doskin V.A., Keller Kh., Murayenko N.M., Tonkova-Yampol'skaya R.V.** *Morfofunktsional'nye konstanty detskogo organizma: spravochnik* [Morphological and functional constants of children's organism: the directory]. Moscow, Medicine, 1997. 288 p.
13. **Lakin G.F.** *Biometriya* [Biometry]. 4-th edition. Moscow, Higher School Publ., 1990. 352 p.
14. **Ilyin A.V.** Hormonal analysis of blood and urine. In: Endocrinology: national leadership. Eds.: I.I. Dedov, G.A. Melnichenko. Moscow, GEOTAR-Media, 2009, pp. 56-92. (In Russian).