

развития указанных состояний, что затрудняет разработку соответствующих профилактических мероприятий на различных уровнях.

В настоящее время на примере г. Минска выполняется исследование по оценке распространенности избыточной массы тела и изучение риска развития ассоциированных с ней заболеваний у детей школьного возраста с целью обоснования и разработки комплекса соответствующих профилактических мероприятий.

Проведено обследование фактического питания, физической активности и состояния здоровья в связи с характером питания у детей в возрасте от 7 до 14 лет, посещающих общеобразовательные учреждения г. Минска.

Состояние питания в группах детей с нормальной и избыточной массой тела оценивалось по трем составляющим: фактическое питание с анализом режима питания и пищевых привычек; статус питания; соответствие энергетической ценности суточного рациона питания энергозатратам организма.

В ходе исследований выявлены статистически значимые различия потребления макронутриентов (белка, жиров и углеводов) и энергии в группах с избыточной и нормальной массой тела в целом, а также среди отдельных подгрупп по полу и возрасту. Результаты проведенных исследований свидетельствуют, что фактическое питание детей школьного возраста с избыточной массой тела неадекватно их энергетическим затратам. В суточном рационе питания отмечено избыточное содержание жиров, преимущественно, животного происхождения, увеличение доли насыщенных и мононенасыщенных жирных кислот, холестерина, при низком уровне содержания полиненасыщенных жирных кислот. Отмечено непропорциональное потребление простых и сложных сахаридов, за счет увеличения доли простых углеводов и уменьшения количества сложных, клетчатки, низкое потребление витамина А, аскорбиновой кислоты, относительный дефицит железа.

Выявлено наличие корреляционной взаимосвязи между потреблением макронутриентов и энергии с одной стороны и индексами массы тела с другой.

При оценке биохимических индикаторов обеспеченности макро- и микронутриентами у детей с избыточной массой тела установлено, что исходный недостаток витаминов А, С, В₁, В₂ и избыток белка в рационе питания способствуют проявлению соматоскопических и биохимических признаков гиповитаминозов; избыток жиров в пище ухудшает усвоение белков, кальция, магния, йода, повышает потребность в витаминах, обеспечивающих жировой обмен.

Таким образом, проводимые в государственном учреждении «Республиканский научно-практический центр гигиены» научные исследования посвящены решению актуальных проблем гигиены питания на современном этапе.

УДК 539.1.047: 599.323.4+591.463

**СОСТОЯНИЕ РЕПРОДУКТИВНОЙ СИСТЕМЫ КРЫС-САМЦОВ
ПОСЛЕ ДЕЙСТВИЯ ОСТРОГО ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ
НА СТАДИИ РАННЕГО ПОСТНАТАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ**

Федосенко О. Л.

Учреждение образования

«Гомельский государственный медицинский университет»

г. Гомель, Республика Беларусь

Введение

Проблема влияния на организм человека «малых доз» радиации остается актуальной. Ее значимость определяется медицинскими последствиями аварии на ЧАЭС зна-

чительной когорты «ликвидаторов» и населения, длительно проживающего на радиоактивно загрязненных территориях. При этом одним из ключевых направлений радиобиологических исследований является изучение воздействия радиационного фактора на организм в различные периоды онтогенеза, начиная с неполовозрелого возраста [1].

Эффекты радиации на уровне организма могут проявляться в виде ярких клинических форм патологии, нарушениями чувствительности к действию других факторов окружающей среды, канцерогенеза, тератогенеза, а также нарушениями репродуктивной функции. Ответная реакция организма на изменившиеся условия обитания сопровождается процессами адаптации, в которые, в первую очередь, вовлекаются его регуляторные системы, в том числе половые железы.

Как известно, период пренатального развития и ранней постнатальной жизни характеризуются усилением пролиферации и дифференцировки, роста клеток мужских половых желез, а одним из наиболее важных показателей благополучия организма является его способность к воспроизводству, где сперматозоиды играют ключевую роль в оплодотворении яйцеклетки.

Таким образом, актуальность данной работы обусловлена важностью изучения изменения морфофункциональных показателей репродуктивной системы при внешнем радиационном поражении организма в неполовозрелом возрасте для прогнозирования отдаленных эффектов и оценки риска действия ионизирующей радиации.

Цель исследования

Оценка состояния репродуктивной системы крыс-самцов, подвергшихся острому внешнему облучению в различных дозах на стадии раннего постнатального развития.

Методы исследования

Исследования проводили на белых крысах-самцах стадного разведения, которых подвергали острому облучению в дозах 0,5; 1,0 и 3,0 Гр на 20 сутки постнатального развития (источник облучения — ^{137}Cs , мощность дозы 0,77сГр/с).

Самцов декапитировали на 45, 90 и 180 сут после экспериментального воздействия. Оценивали морфофункциональное состояние репродуктивной системы крыс-самцов, в том числе относительную массу семенников и их придатков (эпидидимисов). Ткань семенников животных использовали для получения суспензии сперматогенных клеток в 5 %-ной уксусной кислоте с генцианвиолетом, в которой подсчитывали количество половых клеток всех видов (в камере Горяева), также определяли число зрелых сперматозоидов, выделенных из эпидидимисов [2, 3]. Контролем служили животные аналогичного возраста в каждой серии экспериментов содержащихся в стандартных условиях вивария.

Статистическую обработку данных проводили с использованием стандартного пакета прикладных программ «Statistica» 6.0. Оценку нормальности распределения данных проводили с помощью теста Колмогорова-Смирнова, в случае их непараметричности использовался критерий Манна-Уитни, различия считали значимыми при $p < 0,05$. При обработке данных были использованы значения среднего (M) и ошибки среднего (m).

Результаты и обсуждение

Изменение массы семенников и эпидидимисов животных является одним из показателей, отражающих степень радиационного поражения репродуктивной системы организма.

Были получены данные по изменению относительной массы органов репродуктивной системы (семенники и эпидидимисы) (таблица) у животных спустя 45, 90 и 180 суток после острого облучения на раннем этапе постнатального развития (20 суток) в дозах 0,5; 1,0; и 3,0 Гр. Установлено статистически значимое снижение массового коэффициента семенников самцов во всех опытных группах (0,5; 1,0; и 3,0 Гр) на 45 сутки проведения эксперимента, усиливающееся по мере увеличения поглощенной дозы (93,7; 77,5; и 52,3 % соответственно от контроля ($p < 0,05$) ($p < 0,01$)); а также уменьшение относительной массы эпидидимисов животных, облученных в дозе 3,0 Гр до 70 % по сравнению с интактным контролем.

На 90 сутки исследования выявлено значимое снижение массовых коэффициентов семенников и их придатков в группе самцов, облученных в дозе 3,0 Гр (80,8 и 78,1 % соответственно от контроля ($p < 0,05$)) и тенденция к уменьшению данных показателей у животных, облученных в дозе 1,0 Гр в неполовозрелом возрасте.

К 180 суткам проведения эксперимента у животных 3-й и 4-й опытных групп (1,0 и 3,0 Гр) наблюдали снижение относительной массы семенников и их придатков.

Проведена оценка морфофункционального изменения клеток половых желез у животных при остром облучении в дозах 0,5; 1,0 и 3,0 Гр. Оценивали количественные и качественные показатели состояния сперматогенеза на 45, 90 и 180 сутки после экспериментального воздействия (таблица 1).

Таблица 1 — Показатели относительной массы семенников и эпидидимисов (%), а также сперматогенного состава и количества зрелых сперматозоидов в эпидидимисах (число клеток $\times 10^8$ на 1 г ткани) крыс-самцов в различные сроки после облучения ($M \pm m$)

Показатели	Группа животных						
	контроль	0,5 Гр	% к контр.	1,0 Гр	% к контр.	3,0 Гр	% к контр.
45 сутки							
ОМС	1,11 \pm 0,01	1,04 \pm 0,04*	93,7	0,86 \pm 0,04**	77,5	0,58 \pm 0,07**	52,3
ОМЭ	0,20 \pm 0,01	0,20 \pm 0,02	100,0	0,20 \pm 0,01	100,0	0,14 \pm 0,00**	70,0
Сперматогонии	0,30 \pm 0,01	0,29 \pm 0,02	96,7	0,22 \pm 0,01**	73,3	0,15 \pm 0,01**	50,0
Сперматоциты	0,58 \pm 0,02	0,42 \pm 0,04*	72,4	0,52 \pm 0,02	89,7	0,66 \pm 0,02	113,8
Сперматиды	1,17 \pm 0,04	1,49 \pm 0,02*	127,4	1,54 \pm 0,01**	131,6	1,39 \pm 0,04**	118,8
Сперматозоиды	0,82 \pm 0,02	0,73 \pm 0,02*	89,0	0,58 \pm 0,02**	70,7	0,23 \pm 0,02**	28,0
Общее число	2,87 \pm 0,05	2,93 \pm 0,07	102,1	2,86 \pm 0,03	99,7	2,43 \pm 0,06**	84,7
Зрелые клетки	0,14 \pm 0,01	0,13 \pm 0,01	92,9	0,09 \pm 0,00*	64,3	0,01 \pm 0,00**	7,1
90 сутки							
ОМС	0,99 \pm 0,04	1,05 \pm 0,01	106,1	0,90 \pm 0,04	90,9	0,80 \pm 0,07*	80,8
ОМЭ	0,32 \pm 0,01	0,33 \pm 0,01	103,1	0,28 \pm 0,02	87,5	0,25 \pm 0,01*	78,1
Сперматогонии	0,18 \pm 0,01	0,15 \pm 0,00**	83,3	0,09 \pm 0,01**	50,0	0,10 \pm 0,01*	55,6
Сперматоциты	0,50 \pm 0,02	0,57 \pm 0,03	114,0	0,66 \pm 0,04*	132,0	0,52 \pm 0,02	104,0
Сперматиды	1,20 \pm 0,03	1,24 \pm 0,02	103,3	1,28 \pm 0,02	106,7	1,03 \pm 0,02*	85,8
Сперматозоиды	1,20 \pm 0,04	1,10 \pm 0,04	91,7	1,08 \pm 0,04	90,0	0,77 \pm 0,02*	64,2
Общее число	3,08 \pm 0,08	3,06 \pm 0,05	99,4	3,11 \pm 0,05	101,0	2,42 \pm 0,02*	78,6
Зрелые клетки	0,30 \pm 0,02	0,31 \pm 0,01	103,3	0,25 \pm 0,01*	83,3	0,10 \pm 0,02*	33,3
180 сутки							
ОМС	0,82 \pm 0,02	0,77 \pm 0,11	93,9	0,75 \pm 0,05	91,5	0,71 \pm 0,04*	86,6
ОМЭ	0,29 \pm 0,01	0,27 \pm 0,03	93,1	0,25 \pm 0,01*	86,2	0,27 \pm 0,02	93,1
Сперматогонии	0,14 \pm 0,01	0,09 \pm 0,01*	64,3	0,06 \pm 0,01*	42,9	0,06 \pm 0,01*	42,9
Сперматоциты	0,57 \pm 0,02	0,61 \pm 0,02	107,0	0,56 \pm 0,03	98,2	0,51 \pm 0,04	89,5
Сперматиды	1,11 \pm 0,03	1,28 \pm 0,02*	115,3	1,26 \pm 0,03*	113,5	1,27 \pm 0,05*	114,4
Сперматозоиды	1,32 \pm 0,02	1,18 \pm 0,05*	89,4	1,33 \pm 0,02	100,8	1,16 \pm 0,02*	87,9
Общее число	3,14 \pm 0,03	3,16 \pm 0,05	100,6	3,21 \pm 0,05	102,2	3,0 \pm 0,06	95,5
Зрелые клетки	0,37 \pm 0,01	0,31 \pm 0,01*	83,8	0,28 \pm 0,01*	75,7	0,19 \pm 0,02*	51,4

Примечание. ОМС — относительная масса семенников, ОМЭ — относительная масса эпидидимисов; * статистически значимые отличия по отношению к контролю при $p < 0,05$; ** $p < 0,01$.

На 45 сутки после облучения у животных второй группы (0,5 Гр) обнаружено снижение числа сперматогенных клеток на стадии сперматоцитов и сперматозоидов (72,4 % ($p < 0,01$) и 89 % ($p < 0,05$) от контроля соответственно) на фоне увеличения количества сперматид (127,4 % от контроля ($p < 0,01$)), что практически не отражается на общей численности сперматогенных клеток.

Более выраженный дисбаланс в клеточном составе сперматогенного эпителия выявлен в семенниках крыс, облученных в дозе 1,0 Гр на стадии раннего постнатального

развития. Наблюдается снижение числа сперматогенных клеток на начальной и завершающей стадиях дифференцировки (сперматогонии — 73,3 %; сперматозоиды — 70,7 % от контроля ($p < 0,01$)). Количество сперматид остается на том же повышенном уровне, что и у предыдущей опытной группы (0,5 Гр) — 130,8 % по сравнению с контролем ($p < 0,01$). Продукция зрелых сперматозоидов в эпидидимисах снижена до 60,7 % от контроля.

В группе животных, облученных в дозе 3,0 Гр выявляется сложная морфологическая картина. Количество сперматогоний и гаплоидных сперматозоидов значительно снижено до 50 и 28 % (по сравнению с контролем соответственно ($p < 0,01$)) на фоне увеличения числа сперматоцитов и сперматид (113,8 и 118,8 % от контроля). Общее количество сперматогенных клеток составило 84,7 % от контроля. Падение числа зрелых сперматозоидов в эпидидимисах выражено в значительной степени (7,1 % от контроля ($p < 0,01$)), что является следствием повреждающего действия ионизирующего излучения на репродуктивную систему неполовозрелых самцов крыс.

Спустя 90 суток после радиационного воздействия, в группе животных, облученных в дозе 1,0 Гр, наблюдали выраженный дисбаланс в соотношении количества клеток на всех стадиях дифференцировки (особенно на стадии сперматогоний — 50 % от контроля ($p < 0,01$)). Также, имеет место снижение продукции спермиогенеза до 83,3 % по отношению к контролю.

У самцов, подвергнутых облучению в дозе 3,0 Гр, повреждающее действие радиационного фактора выражается в достоверном снижении активности сперматогенеза, а именно, в уменьшении общего числа сперматогенных клеток (78,6 % от контроля ($p < 0,01$)) за счет статистически значимого падения количества клеток различной степени дифференцировки. Сохраняется снижение продукции спермиогенеза у животных данной группы (33,3 % от контроля ($p < 0,01$)), где имеет место некоторое восстановление, по сравнению с предыдущим сроком исследования (45 сутки — 7,1 %).

К 180 суткам проведения эксперимента выявлены изменения в соотношении клеток сперматогенного эпителия (по сравнению с контрольными показателями), не приводящие к уменьшению общего числа сперматогенных клеток в тестикулярной ткани, во всех исследуемых группах животных (0,5; 1,0 и 3,0 Гр):

Количество зрелых сперматозоидов в эпидидимисах снижено во всех опытных группах самцов (0,5; 1,0 и 3,0 Гр) по мере увеличения дозы облучения — 83,8; 75,7 и 51,4 % соответственно по отношению к контролю ($p < 0,05$).

Заключение

Последствия острого внешнего облучения неполовозрелых крыс-самцов в дозах 0,5; 1,0 и 3,0 Гр проявляются в снижении относительной массы органов репродуктивной системы, а также на уровне морфофункциональных изменений, выражающихся в дисбалансе соотношения клеток сперматогенного эпителия и снижении продукции зрелых сперматозоидов на 45, 90 и 180 сутки после воздействия ионизирующего излучения. По-видимому, в основе нарушений состояния репродуктивной системы лежат ограниченные возможности физиологической регенерации сперматогенной ткани, вследствие истощения пула стволовых сперматогоний, о чем свидетельствует снижение продукции спермиогенеза. При этом, частичное восстановление изучаемых показателей, что более характерно для отдаленных сроков после облучения, вероятно, обусловлено действием компенсаторно-приспособительных реакций на облученный организм.

Полученные результаты представляют интерес при оценке развития мужской репродуктивной системы в постнатальном онтогенезе при действии ионизирующего излучения в исследуемом диапазоне доз.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анализ отдаленных радиобиологических последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС / Е. Ф. Конопля [и др.] // 25 лет после чернобыльской катастрофы. Преодоление ее последствий в рамках Союзного государства: сборник пленарных докладов Международной научно-практической конференции; под общ. ред. доктора биол. наук В. С. Аверина. — Гомель, 2011. — С. 106–113.
2. *Мамина, А. П.* Метод определения количества сперматогенных клеток семенника в клеточной суспензии / А. П. Мамина, Д. И. Семенов // Цитология. — 1976. — Т. 18, № 7. — С. 913–914.
3. Влияние однократного общего облучения крыс на репродуктивную систему и содержание витаминов в органах у потомства / В. В. Евдокимов [и др.] // Бюл. эксперим. биол. и мед. — 1998. — Т. 12. — С. 652–655.