

Кирильчик Е. Ю.

*Белорусский государственный медицинский университет,
г. Минск*

Титов Л. П.

*Республиканский научно-практический центр эпидемиологии и микробиологии,
г. Минск, Беларусь*

Канашикова Т. А.

*Белорусский государственный медицинский университет,
г. Минск*

ФАГОЦИТАРНАЯ АКТИВНОСТЬ НЕЙТРОФИЛОВ У ДЕТЕЙ, ПРОЖИВАЮЩИХ НА ЗАГРЯЗНЕННЫХ РАДИОНУКЛИДАМИ ТЕРРИТОРИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Исследование отдаленных последствий действия хронического ионизирующего излучения на иммунную систему человека остается одним из актуальных направлений в современной биологии и медицине. В настоящее время на загрязненных территориях Республики Беларусь проживает около 1,1 млн человек, в том числе более 200 тыс. детей до 14 лет, которые подвергаются внешнему и внутреннему облучению за счет долгоживущих радионуклидов цезия и стронция. Известно, что иммунная система детского организма в силу особенностей становления и созревания ее различных звеньев характеризуется высокой чувствительностью к действию радиации [4, 6–8, 14]. Неспецифические факторы иммунитета являются одними из важнейших механизмов защиты растущего организма, что определяет необходимость проведения мониторинга показателей активности полиморфноядерных лейкоцитов у детей, проживающих на загрязненных радионуклидами территориях.

Целью данной работы явилось изучение фагоцитарной активности полиморфноядерных лейкоцитов у детей, проживающих на разных по уровню радиоцезия в почве территориях, в отдаленные после аварии сроки.

Материалы и методы. В процессе работы обследованы 159 детей, проживающих на разных по уровню радиоцезия в почве территориях Могилевской области (Краснопольский, Славгородский, Чериковский районы) в возрасте от 6 до 15 лет, которых разделили на 2 возрастные группы: I — от 6 до 10 лет; II — от 11 до 15 лет, а также по половому признаку (табл. 1). Контрольную группу составили 50 детей, проживающих в г. Минске.

Таблица 1

Общее число обследованных детей в зависимости от возраста, пола и района проживания

Районы, город	Количество обследованных по возрасту и полу				
	Всего	1 возрастная группа		2 возрастная группа	
		мальчики	девочки	мальчики	девочки
Чериковский	62	14	19	15	14
Славгородский	51	11	12	11	17
Краснополье	46	11	9	12	14
Итого	159	36	40	38	45

Комплексное обследование детей осуществлялось непосредственно в районах проживания детей. Все обследованные были разделены на 3 группы в зависимости от степени загрязнения радиоцезием почвы территории проживания: 1-я группа — 185–260 кБк/м²; 2-я группа — 260–480 кБк/м²; 3-я группа — 480–555 кБк/м². В качестве материала для исследования использована венозная кровь, забранная в утреннее время, натощак, в пробирку с гепарином (20 ед./мл) для выделения полинуклеаров (3 мл).

Фагоцитарную активность нейтрофилов определяли в тесте со *Staphylococcus aureus*: смесь (0,2 мл взвеси гранулоцитов и 0,2 мл двухмиллиардной взвеси *Staphylococcus aureus*, штамм 209P) инкубировали в термостате при 37 °С в течение 30 минут, дополнительно перемешивая покачиванием каждые 10 минут. После приготовления мазки высушивали на воздухе, фиксировали в метиловом спирте и окрашивали азур-эозином. Фагоцитарную активность оценивали по следующим показателям: фагоцитарный индекс Гамбургера — процент фагоцитов, имеющих поглощенные частицы, от общего числа фагоцитов; фагоцитарное число Райта — среднее число фагоцитированных объектов на один фагоцит.

Статистическую обработку данных, полученных в результате исследований, проводили общепринятыми методами. Использовали пакет прикладных программ Excel (Microsoft, USA). Достоверность различий между группами оценивали с помощью критерия *t* Стьюдента.

Результаты и обсуждение.

Фагоцитарная активность нейтрофилов у детей, проживающих на разных по уровню радиоцезия в почве территориях. Изучению данного вопроса посвящено значительное число публикаций, основанных на результатах исследований, выполненных за последующие после аварии на ЧАЭС годы [2–6, 10–16]. Показано, что выявленное в 1986 г. (сразу после аварии) нарушение фагоцитарной активности нейтрофилов у детей всех возрастных групп, постепенно нормализовалось к 1988 г. В последующий период отмечалась зависимость показателей от уровня радиоцезия в почве территории проживания детей [2, 11, 12, 14]. Так, у детей, проживающих на территориях с уровнем загрязнения от 15 до 40 Ки/км², выявлялись значительные изменения фагоцитарной активности нейтрофилов (снижение относительного количества фагоцитов и их поглотительной способности, повышение числа НСТ-положительных клеток с высокой интенсивностью метаболических процессов). У детей, проживающих на территориях с плотностью загрязнения цезием¹³⁷ 0–15 Ки/км², таких нарушений выявлено не было. Авторы предполагали, что динамика изменений основных показателей фагоцитарно-клеточного звена иммунитета носит адаптационно-компенсаторный характер [3, 12, 14]. Однако в литературе более позднего периода (8–10 лет после аварии) отмечалось, что длительное низкоинтенсивное радиационное воздействие ведет к нарушению процессов костномозгового созревания гранулоцитов и формированию в нейтрофилах аномальных гранул [1, 5, 13, 16].

В результате настоящего исследования нами отмечено снижение фагоцитарного показателя у детей, проживающих на территориях с уровнем Cs¹³⁷ более 480

кБк/м² (табл. 2). Данный показатель достоверно снижен как по сравнению с контролем ($42,7 \pm 0,82$ % при $48,7 \pm 1,5$ % в контроле, $p < 0,05$), так и при сравнении с данными, полученными у детей 1 группы ($p < 0,05$).

Таблица 2

Фагоцитарная активность нейтрофилов у детей, проживающих на загрязненных радионуклидами территориях

Параметры	Степень загрязнения почвы ¹³⁷ Cs (кБк/м ²)			
	185–260, n = 50	260–480, n = 57	480–555, n = 52	Контроль, n = 50
ФП, %	$51,9 \pm 1,6$	$47,4 \pm 1,8$	$42,07 \pm 1,01^*$	$48,7 \pm 1,5$
ФЧ, ед.	$4,79 \pm 0,18$	$4,6 \pm 0,09$	$4,35 \pm 0,2$	$4,4 \pm 0,3$

* — достоверность различий при сравнении с 1 группой детей и контрольной группой ($p < 0,05$).

Показатели фагоцитарной активности полиморфноядерных лейкоцитов у детей, проживающих на загрязненных территориях, достоверно не отличаются от данных контрольной группы ($p > 0,05$).

Возрастные особенности фагоцитарной активности нейтрофилов у детей, проживающих на загрязненных радионуклидами территориях. Определенный интерес представляет изучение возрастной зависимости показателей неспецифической резистентности от уровня цезия в почве территории проживания в отдаленные после аварии на ЧАЭС сроки, поскольку предшествующие публикации свидетельствовали об ее наличии [12, 16]. Так, отмечалось, что на территориях от 15 Ки/км² и выше по цезию¹³⁷ у детей 3–6 летнего возраста фагоцитарный показатель достоверно снижен ($p < 0,05$), в то время как у детей старших возрастных групп этот показатель не отличался от нормы.

Результаты настоящего исследования показывают, что фагоцитарная активность нейтрофилов у детей 6–10 лет, проживающих на территориях с уровнем радионуклидов в почве от 185 до 555 кБк/м², достоверно не отличалась от данных показателей в контрольной группе ($P > 0,05$) (табл. 3). Фагоцитарное число у этих детей также находилось в пределах нормальных величин.

Таблица 3

Фагоцитарная активность нейтрофилов у детей 6–10 лет, проживающих на загрязненных радионуклидами территориях

Параметры	Степень загрязнения почвы ¹³⁷ Cs (кБк/м ²)			
	185–260, n = 26	260–480, n = 24	480–555, n = 26	Контроль, n = 24
ФП, %	$52,8 \pm 3,05$	$48,7 \pm 2,1$	$43,6 \pm 3,09$	$47,3 \pm 1,7$
ФЧ, ед.	$4,6 \pm 0,27$	$4,55 \pm 0,29$	$4,65 \pm 0,42$	$4,59 \pm 0,24$

Аналогичная динамика прослеживается и при обследовании детей 10–15 лет. Фагоцитарное число, равно как и фагоцитарный показатель, не отличаются от контрольных значений у детей данного возраста при проживании их на территориях с уровнем ¹³⁷Cs в почве от 185 до 555 кБк/м² ($p > 0,05$) (табл. 4).

**Фагоцитарная активность нейтрофилов у детей 10–15 лет, проживающих
на загрязненных радионуклидами территориях**

Параметры	Степень загрязнения почвы ¹³⁷ Cs (кБк/м ²)			
	185–260, n = 24	260–480, n = 33	480–555, n = 26	Контроль, n = 26
ФП, %	52,1 ± 1,8	47,9 ± 2,1	44,6 ± 1,7	48,7 ± 1,5
ФЧ, ед.	4,9 ± 0,23	4,6 ± 0,3	4,55 ± 0,27	4,4 ± 0,3

* — достоверность различий при сравнении с 1 группой детей и контролем ($p < 0,05$).

Анализ фагоцитарной активности нейтрофилов у детей в зависимости от пола. Половых различий со стороны показателей фагоцитарной активности нейтрофилов у детей различных возрастных групп нами не выявлено. Мальчики и девочки имели показатели, достоверно не различающиеся между собой.

Таким образом, у детей, проживающих на территориях с содержанием радиоцезия в почве 480–555 кБк/м², наблюдается значительное снижение фагоцитарного показателя как по сравнению с контролем, так и аналогичным показателем у детей, проживающих на менее загрязненных территориях. Достоверных различий со стороны фагоцитарной активности нейтрофилов по возрастному и половому признакам не выявлено.

Выводы:

1. Нарушение фагоцитарной активности нейтрофилов в виде снижения фагоцитарного показателя отмечается у детей, проживающих на территориях с высокой степенью загрязнения почвы радиоцезием (480–555 кБк/м²). Показатели фагоцитарной активности полиморфноядерных лейкоцитов у детей, проживающих на менее загрязненных территориях, не отличаются от данных контрольной группы.

2. В зависимости от возраста и пола достоверных различий со стороны фагоцитарной активности нейтрофилов у детей не выявлено.

3.

ЛИТЕРАТУРА

1. Балева, Л. С. Особенности иммунитета у лиц, подвергшихся воздействию малых доз ионизирующей радиации в детском возрасте / Л. С. Балева, И. Н. Яковлева // *Вопр гематол., онкол. и иммунопатол. в педиат.* 2006. Т. 5. Вып. 1. С. 22–31.

2. *Влияние* степени загрязнения почвы радиоцезием на функцию иммунной системы у здоровых детей / Г. Д. Харитоник [и др.] // *Актуальные проблемы биологии и медицины* : сб. науч. тр. сотр. МГМИ. Минск, 1996. Т. 3. С. 681–683.

3. *Гурманчук, И. Е.* Функционирование иммунной системы при аллергическом синдроме у детей, проживающих на загрязненных радионуклидами территориях Республики Беларусь / И. Е. Гурманчук // *Материалы междунар. науч. конгр. «Чернобыль – Вильседе VII»*. Гомель, 1997. С. 13.

4. *Ковалев, Г. И.* Особенности клеточного иммунитета детей, подвергшихся воздействию малых доз ионизирующего излучения : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.00.09 / Г. И. Ковалев ; АМН СССР, НИИ педиатрии. Москва, 1990. 24 с.

5. *Нарушения* показателей иммунного ответа у детей Украины, проживающих в 4-й зоне, по истечении 23 лет после Чернобыльской катастрофы / Л. В. Кузнецова [и др.] // *Лікі України*. 2010. № 2. С. 28–31.

6. *Особенности* иммунной системы у здоровых детей из экологически неблагоприятных регионов / А. Ф. Перковская [и др.] // Тез. респ. конф. «Современные проблемы инфекционной патологии человека»; МГМИ, 8–9 апреля 1998 г. Минск, 1998. С. 408–413.
7. *Особенности* строения, развития и функционирования иммунной системы детского организма / Л. П. Титов [и др.] // Медицинские новости. 2009. № 5. С. 7–17.
8. *Оценка* системы неспецифической резистентности организма у жителей, подвергшихся хроническому облучению / О. Н. Загуменнова [и др.] // Вестник ТГУ. Серия «Естественные и технические науки». 2012. Т. 17. Вып. 5. С. 1456–1459.
9. *Парамонова, Н. С.* Состояние антимикробной защиты у детей из экологически неблагоприятных регионов / Н. С. Парамонова, С. А. Ляликов // Иммунопатология, аллергология, инфектология. 2004. № 3. С. 37–41.
10. *Повреждение* генома иммунокомпетентных клеток и развитие иммунопатологии у детей, проживающих на загрязненных ^{137}Cs территориях Республики Беларусь / Л. П. Титов [и др.] // Материалы юбил. науч. конф. к 80-летию каф. микробиологии, вирусологии, иммунологии БГМУ «Проблемы бактериологии и иммунологии», Минск, 6 февр. 2004 г. / под ред. Л. П. Титова. Минск: БГМУ, 2005. С. 77–81.
11. *Реакция* иммунной системы детей на радиационное воздействие вследствие аварии на Чернобыльской атомной станции / Л. П. Титов [и др.] // Состояние гематоиммунной системы у детей Беларуси после катастрофы на ЧАЭС: науч.-практ. материалы 1986–1996 гг. / НИИ РМ. Минск, 1996. С. 116–137.
12. *Сравнительный* анализ иммунного статуса детей, долго и кратковременно проживающих на загрязненных радионуклидами территориях / Г. Д. Харитоник [и др.] // Тез. докл. III съезда Бел. об-ва иммунологов и аллергологов «Актуальные проблемы иммунологии и аллергологии», 7–10 июня 1995 г. Гродно, 1995. С. 104.
13. *Характер* и динамика изменений иммунологических показателей у детей, проживающих в течение семи лет на условно чистых территориях Брагинского района / Г. Д. Харитоник [и др.] // Тези наук.-практ. конф. «Відалені наслідки опромінення в імунній та гемопоетичній системах»; Київ. мед. ин-т, 7–10 жовтня 1996 р. Київ, 1996. С. 59–60.
14. *Харитоник, Г. Д.* Изучение местного иммунитета у здоровых детей, проживающих на территориях, загрязненных радионуклидами / Г. Д. Харитоник, Л. П. Титов, И. Е. Гурманчук // Материалы науч. исслед. 1993 г. «Охрана материнства и детства в условиях воздействия последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС»; НИИ ОМД. Минск, 1996. Ч. 2. С. 117–126.
15. *Chumak, A.* Immune cells in Chernobyl radiation workers exposed low-dose irradiation / A. Chumak, D. Bazyka, N. Beliaeva // Int. J. of Low Radiation. 2003. Vol. 1, N 1. P. 19–23.
16. *Chronic* low doses radiation effects on the system of children in ^{137}Cs contaminated areas in Belarus / L. P. Titov [at all.] // EAACI 2004 Annual Meeting (Abstract book). Amsterdam, 2004. P. 98.