

ВПЛИВ ВНУТРІШНЬОУТРОБНОГО ОПРОМІНЕННЯ ТА ІНШИХ АНТЕНАТАЛЬНИХ ЧИННИКІВ РИЗИКУ НА СТАН ЗДОРОВ'Я ТА ФІЗИЧНИЙ РОЗВИТОК ДІТЕЙ У ПОСТНАТАЛЬНОМУ ПЕРІОДІ ОНТОГЕНЕЗУ

Є.І. Степанова, В.Ю. Вдовенко

Державна установа «Національний науковий центр радіаційної медицини
Національної академії медичних наук України», м. Київ

Резюме

У статті наведено результати визначення наслідків внутрішньоутробного опромінення та дії інших антенатальних чинників ризику на стан здоров'я та фізичний розвиток у дитячому та підлітковому віці.

Матеріали та методи. У динаміці після аварії на ЧАЕС спостерігалися 1144 дітей, які зазнали внутрішньоутробного опромінення. Оцінювався вплив радіаційного та інших антенатальних чинників ризику на стан їх здоров'я та фізичний розвиток з урахуванням доз загального опромінення і доз опромінення щитоподібної залози плода.

Результати та обговорення. Встановлено, що рівень здоров'я внутрішньоутробно опромінених дітей на всіх етапах постнатального онтогенезу був нижчий, ніж у дітей контрольної групи. Виявлено взаємозв'язок між наявністю хронічних соматичних захворювань у дітей та дозою загального опромінення плода. Показано, що хронічна соматична патологія формувалася частіше при опроміненні щитоподібної залози плода в дозі, що перевищує 0,36 Гр, а порушення фізичного розвитку частіше реєструвалися при опроміненні щитоподібної залози плода в діапазоні доз 0,76-1,0 Гр. Найбільш висока частота дисгармонійного розвитку реєструвалася при дозах, що перевищують 1,0 Гр.

Ключові слова

Чорнобильська катастрофа, внутрішньоутробне опромінення, діти, стан здоров'я, фізичний розвиток.

Дослідження ефектів внутрішньоутробного опромінення є одним із пріоритетних напрямків сучасної радіобіології [1, 2]. На сьогодні з'ясова-

© Є.І. Степанова, В.Ю. Вдовенко

на закономірність проявів ранніх реакцій плода. Показано, що радіочутливість плода тим вища, чим він молодший [3]. При цьому критичним є період від дев'ятого до сорокового дня після за-



чаття [4, 5]. Ризик виникнення несприятливих ефектів у цей строк в 4 рази перевищує аналогічний ризик при опроміненні в інші періоди ембріогенезу [6-9].

Результати досліджень свідчать про те, що в дітей, опроміненних внутрішньоутробно, порівняно з контролем, спостерігається підвищення показників загальної захворюваності та показників захворюваності за багатьма класами хвороб [7-10].

Деякими авторами виявлено порушення фізичного розвитку дітей, опроміненних внутрішньоутробно в прибережних селах р. Теча (доза на плід 38,0 мЗв) [11, 12]; а в Чорнобильського контингенту — І.Е. Воробцова та співавт. [13]. У наступні роки життя в цих дітей частіше виявлявся дисгармонійний тип фізичного розвитку [14, 15].

Мета роботи — визначити наслідки внутрішньоутробного опромінення та дії інших антенатальних чинників ризику на стан здоров'я та фізичний розвиток у дитячому та підлітковому віці.

Матеріали та методи

Для оцінки наслідків дії радіаційного та інших антенатальних чинників ризику на плід нами вивчалися стан здоров'я та фізичний розвиток внутрішньоутробно опроміненних дітей загальною чисельністю 1144 осіб, які народилися з 26 квітня 1986 по 20 лютого 1987 року. Діти спостерігалися від народження до 18 років. Цей контингент був розподілений на 3 групи:

I основна група — діти, які народилися від вагітних на час Чорнобильської аварії жінок, евакуйованих із м. Прип'ять.

II основна група — діти, які народилися від вагітних на час Чорнобильської аварії жінок та залишилися проживати в II-III зонах радіоактивного забруднення.

III контрольна група — діти 1986 року народження (р.н.), які народилися та проживають у радіаційно благополучному регіоні.

Розподіл дітей за гестаційним віком на час аварії наведено на рис. 1.

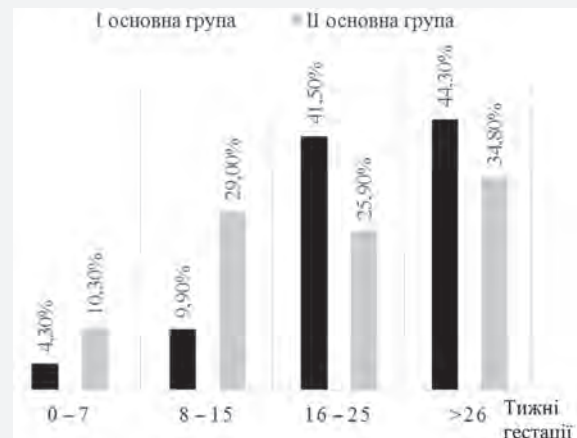
Дозове навантаження на щитоподібну залозу плода в I та II основних групах вірогідно не відрізнялось і коливалось від 0,01 до 3,34 Гр.

Залежно від гестаційного віку середні дози опромінення щитоподібної залози плода склали: до 8 тижнів — 0,0; від 8 до 15 тижнів — 0,31; від 16 до 25 тижнів — 0,85; більше за 25 тижнів — 0,62 Гр.

Для оцінки впливу різних чинників ризику на стан здоров'я дітей та їх фізичний розвиток

Рисунок 1

Розподіл внутрішньоутробно опроміненних дітей за гестаційним віком на час Чорнобильської аварії



нами вивчалися: стан здоров'я батька та матері, особливості їх професійної діяльності, наявність шкідливих звичок (тютюнопаління), акушерсько-гінекологічний анамнез, особливості перебігу вагітності, пологів та післяпологового періоду, дані про стан дитини у період новонародженості, її фізичний розвиток та перенесені захворювання впродовж усього дитинства. Отримані дані були зіставлені з гестаційним віком на час дії радіаційного чинника, дозами опромінення усього тіла, щитоподібної залози плода та дитини.

Дози загального опромінення плода у I основній групі коливались від 10,0 до 376,0 мЗв; у дітей II основної групи сумарні дози загального опромінення, що були накопичені по 2004 рік, склали 10,5-72,1 мЗв [16].

Для статистичної обробки отриманих даних використовували програмне забезпечення Microsoft® Excel 2002, StatSoft, Inc. (2011). STATISTICA (data analysis software system), версія 10 (www.statsoft.com).

Результати та їх обговорення

Відмічено те, що професійні чинники ризику мали переважно батьки дітей I основної групи, оскільки вони працювали на Чорнобильській АЕС ще до аварії. За кількістю інших чинників ризику діти обох основних груп не відрізнялися від контролю (табл. 1).

Для встановлення ймовірного взаємозв'язку між станом здоров'я дітей та дією антенатальних чинників ризику нами використовувався кореляційний аналіз.

Розрахунки показали, що на стан здоров'я дітей основних та контрольної груп впливали

Таблиця 1

Частота деяких чинників ризику у дітей основних та контрольної груп (%)

Чинник ризику	I основна група	II основна група	Контрольна група
Професійні шкідливості у батька	19,2	3,4	2,8
Шкідливі звички у батьків	20,8	21,6	25,1
Наявність хронічної соматичної патології:			
- у батька	19,2	17,9	19,4
- у матері	22,2	19,2	20,5
Пізні першороділля	12,9	13,4	10,4
Повторнороділля старші за 35 років	18,5	19,2	20,1
Обтяжений акушерський анамнез	18,5	26,9	26,4
Ускладнений перебіг вагітності	44,9	40,4	41,1
Ускладнений перебіг пологів	57,4	59,6	61,7
Радіаційний чинник	100,0	100,0	-

наступні чинники ризику: професійні шкідливості у батьків ($r=0,337-0,390$); шкідливі звички у батьків ($r=0,402-0,486$); наявність хронічної соматичної патології у батька ($r=0,374-0,382$) та у матері ($r=0,412-0,443$); вік матері ($r=0,415-0,432$); обтяжений акушерсько-гінекологічний анамнез ($r=0,454-0,467$); ускладнений перебіг вагітності ($r=0,507-0,523$) та пологів ($r=0,318-0,339$).

Ці чинники ризику обумовлювали зниження адаптаційних можливостей організму не тільки в неонатальний період, ранньому віці, але й на наступних етапах онтогенезу, підвищували ризик розвитку хронічної соматичної патології та сприяли виникненню відхилень у процесах фізичного розвитку. При додатковому впливі радіаційного чинника на плід рівень здоров'я дітей основних груп на всіх етапах постнатального розвитку був більш низьким, ніж у дітей контрольної групи. Починаючи з трирічного віку в них більш високими темпами знижувалася кількість практично здорових дітей та підвищувалася кількість дітей, які мали хронічну соматичну патологію (рис. 2).

При цьому найбільш швидко формування хронічної соматичної патології відбувалося у дітей, які зазнали внутрішньоутробного опромінення в ранні строки гестації (рис. 3).

Для визначення впливу радіаційного чинника на стан здоров'я дітей ми враховували дози загального опромінення та дози опромінення щитоподібної залози плода.

Розрахунки показали, що мав місце прямий кореляційний зв'язок між дозою загального опромінення в період внутрішньоутробного розвитку та наявністю у дітей хронічної соматичної патології (тобто III групи здоров'я). У I основній групі коефіцієнт кореляції склав $r=0,43$, у II основній групі — $r=0,39$ ($p<0,05$). В апроксимованому вигляді ця залежність відображена на рис. 4.

Рисунок 2

Кількість дітей, які мали хронічну соматичну патологію, у динаміці післяваріантного періоду



Рисунок 3

Формування хронічної соматичної патології в динаміці післяварійного періоду у дітей, які зазнали дії радіаційного чинника в різні строки внутрішньоутробного розвитку

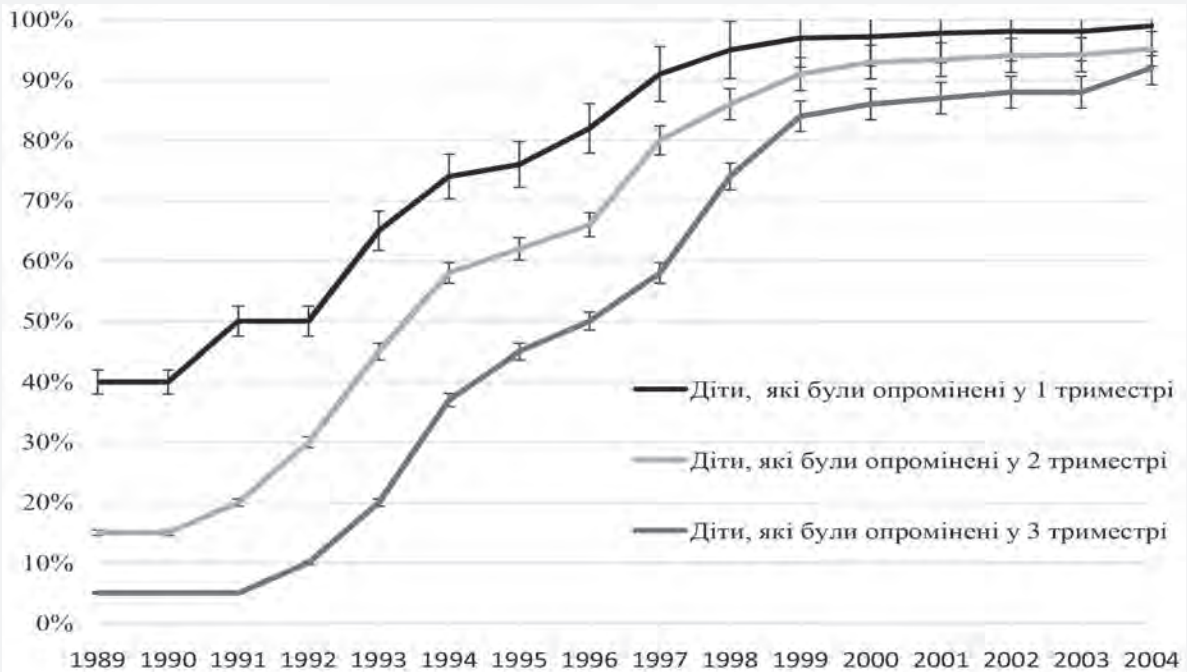
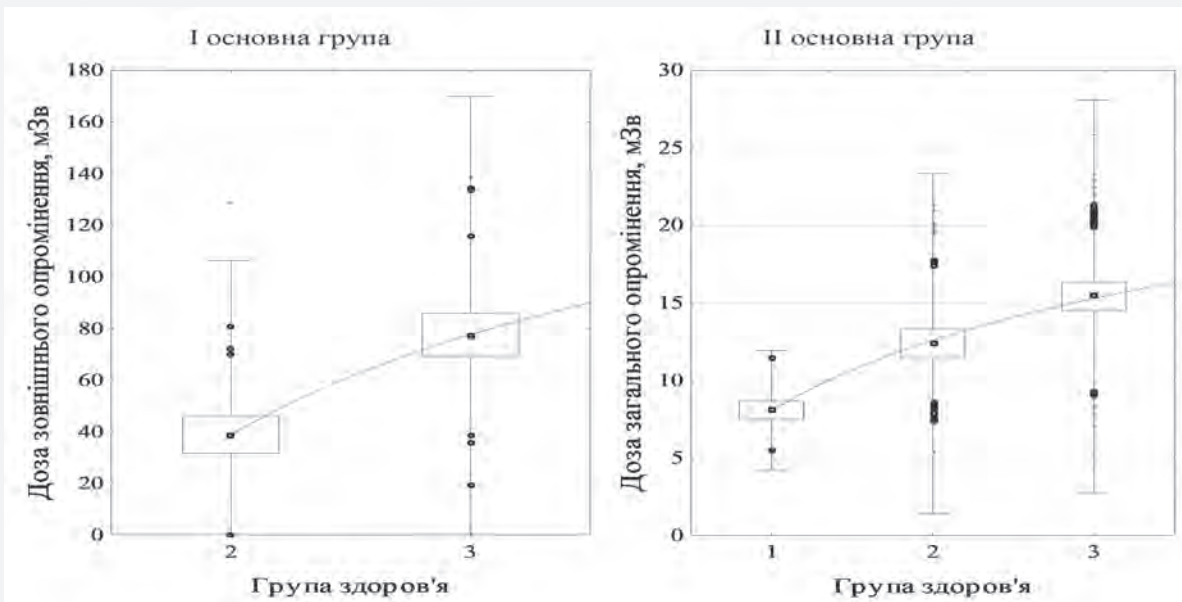


Рисунок 4

Залежність рівня здоров'я дітей від дози загального опромінення в період внутрішньоутробного розвитку



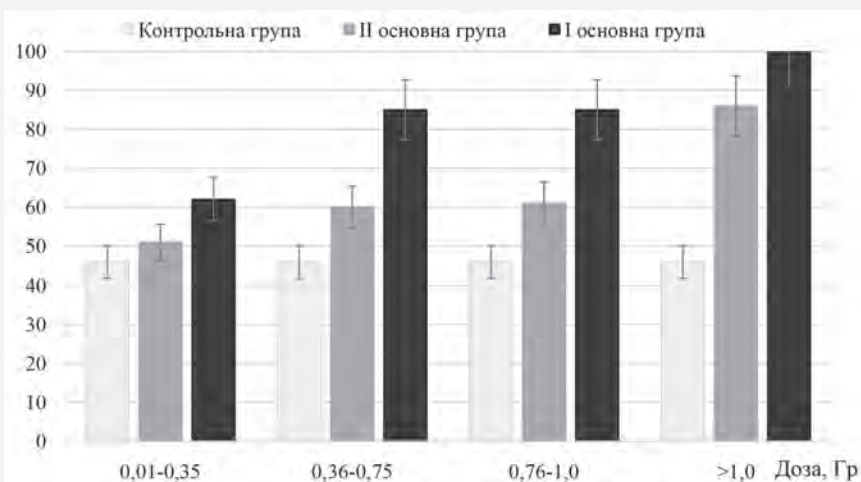
На формування хронічної соматичної патології в постнатальний період онтогенезу суттєво впливала і доза опромінення щитоподібної залози плода. Відмічено, що у 1993-1997 рр. III група здоров'я вірогідно частіше реєструвалася у дітей при дозовому навантаженні на щитоподібну залозу плода, що

перевищувало 0,36 Гр, а при дозі понад 1,0 Гр вона реєструвалася майже у всіх дітей (рис. 5).

У 2002-2005 роках такої залежності не спостерігалось, оскільки у переважній більшості підлітків обох основних груп сформувалась хронічна соматична патологія.

Рисунок 5

Кількість дітей, які мали хронічну соматичну патологію при опроміненні щито-подібної залози плода в різному діапазоні доз



Оцінка фізичного розвитку показала, що середньогрупові параметри маси, довжини тіла, окружності голови (ОГ) і грудної клітки (ОГК) у новонароджених основних групи не відрізнялися від показників контролю ($p > 0,05$) і відповідали популяційній нормі (табл. 2).

Аналіз індивідуальних параметрів показав, що число великих плодів у I та II основних групах складало 7,2 і 10,7% та не перевищувало дані контролю — 7,8% ($p > 0,05$). Однак серед дітей II основної групи частіше (7,6%), ніж у контролі (2,9%), народжувалися діти з «малою до строку» масою тіла ($p < 0,01$).

Серед «малих до строку» дітей переважав гіпопластичний варіант (пропорційно маленька дитина). Для великих плодів характерним було збільшення не тільки маси, але й довжини тіла, а також інших параметрів фізичного розвитку, виражене, однак, у меншому ступені, ніж збільшення маси. У жодному випадку не зареєстровано народження дітей з окружністю голови нижчою за вікові нормативи.

На 1-му році життя у дітей I основної групи щомісячні прибавки маси та довжини тіла відповідали показникам контролю, і у віці 1 рік вони досягали $10,52 \pm 0,23$ кг і $75,02 \pm 1,07$ см (у контролі $10,64 \pm 0,21$ кг і $75,12 \pm 1,09$ см, $p > 0,05$). У дітей, що народилися в II та III зонах радіоактивного забруднення, відзначена менша величина маси тіла у віці 1 рік ($9,50 \pm 0,38$ кг) — $p < 0,05$, тоді як довжина тіла ($74,72 \pm 1,35$ см) не відрізнялася від такої дітей контрольної групи ($p > 0,05$).

У дошкільному та молодшому шкільному віці середні величини показників фізичного розвитку дітей I і II основних груп істотно не відрізнялися від вікових норм. При оцінці індивідуальних параметрів встановлено, що в 64,2-71,1% дітей вони відповідали середньому рівню, у 18,9-21,1% були нижчими й в 9,8-16,9% перевищували його. Відзначено підвищення, порівняно з контролем, кількості дітей із дисгармонійним фізичним розвитком, особливо в II основній групі (табл. 3).

Результати досліджень показали, що дисгармонійний тип фізичного розвитку частіше спостерігався у дітей, які зазнали впливу іонізуючого випромінювання до 16-го тижня гестації. Його частота залежала від дози опромінення щито-подібної залози в період внутрішньоутробного розвитку. Якщо доза не перевищувала 0,35 Гр, дисгармонійний тип фізичного розвитку у дітей I та II основних і контрольної груп зустрічався однаково часто (відповідно 10,5; 11,2 та 11,1%). Тен-

Таблиця 2

Показники фізичного розвитку новонароджених основних та контрольної груп

Показник	Групи дітей		
	I основна	II основна	Контрольна
Маса тіла, г	3524,0 \pm 70,0	3272,30 \pm 74,7	3304,00 \pm 59,1
Довжина тіла, см	52,62 \pm 0,31	52,10 \pm 0,37	51,04 \pm 0,28
ОГ, см	35,83 \pm 0,55	33,90 \pm 1,05	35,76 \pm 1,01
ОГК, см	35,00 \pm 0,61	33,50 \pm 0,51	34,50 \pm 0,51

Таблиця 3

Кількість дітей із дисгармонійним фізичним розвитком у динаміці післяварійного періоду (%)

Група	Рік обстеження							
	1989	1991	1993	1995	1997	1999	2001	2003
I основна	6,2	8,3	12,7	16,9	27,4	28,6	32,4	40,7
II основна	9,1*	13,2*	19,8	27,6*	49,3*	48,3*	50,2*	52,7*
Контрольна	4,7	6,9	11,1	15,1	17,1	17,0	24,4	29,3

Примітка: — * Різниця між основною та контрольною групами ($p < 0,05$).

денція до підвищення кількості дітей основних груп із порушеннями фізичного розвитку з'являлася при опроміненні щитоподібної залози плода в діапазоні доз 0,36-0,75 Гр; у дозовому діапазоні 0,76-1,0 Гр вона набувала статистичної значущості ($p < 0,05$). Найбільш високий відсоток дисгармонійно розвинутих дітей реєструвався при дозах, що перевищували 1,0 Гр (рис. 6).

Спостереження у динаміці післяаварійного періоду Чорнобильської катастрофи показали, що у дітей і підлітків, які зазнали гострого внутрішньоутробного опромінення, відмічалось переважно прискорення темпів фізичного розвитку.

На противагу цьому, у дітей і підлітків, які зазнали тривалої дії радіаційного чинника як у період внутрішньоутробного розвитку, так і на наступних етапах онтогенезу, в усі вікові періоди частіше виявлялося уповільнення тем-

Рисунок 6

Частота порушень фізичного розвитку дітей у віці 7 років залежно від гестаційного віку та дози опромінення щитоподібної залози плода

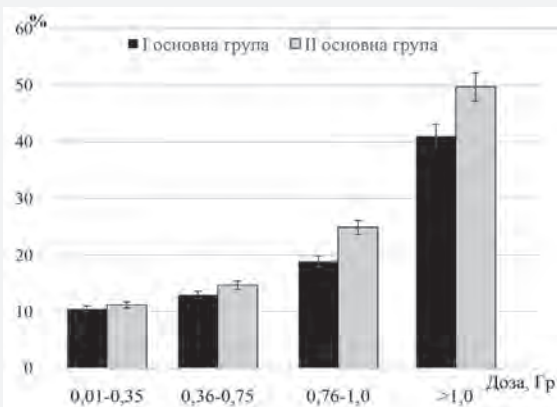
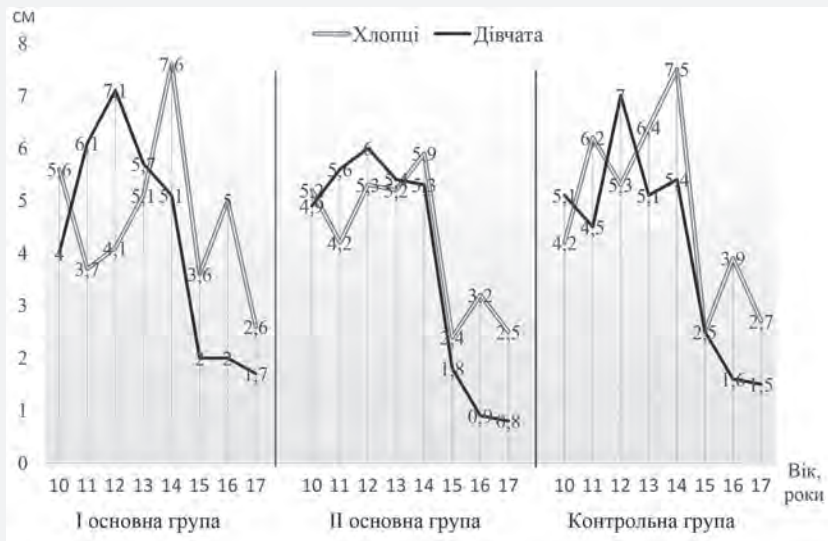


Рисунок 7

Динаміка щорічних приростів росту у дітей та підлітків основних та контрольної груп



пів фізичного розвитку, а крива пубертатного спурту не мала характерного пікового підйому (рис. 7).

Висновки

Таким чином, рівень здоров'я внутрішньоутробно опромінених дітей на всіх етапах постнатального онтогенезу був нижчим, ніж у дітей контрольної групи. Виявлено вірогідний взаємозв'язок між наявністю хронічних соматичних захворювань у дітей та дозою загального опромінення плода. Доведено, що хронічна соматична патологія вірогідно частіше спостерігалася при опроміненні щитоподібної залози плода в дозі понад 0,36 Гр. Тенденція до зростання порушень фізичного розвитку дітей з'являлася при опроміненні щитоподібної залози плода в діапазоні доз 0,36-0,75 Гр; у діапазоні доз 0,76-1,0 Гр вона набувала статистичної значущості. Найбільш високий відсоток дисгармонійно розвинутих дітей реєструвався при дозах, що перевищували 1,0 Гр.

Надійшла до редакції 18.05.2016 р.

Список використаної літератури

1. Bazyka D.A., Loganovsky K.M., Ilyenko I.M., Chumak S.A., Bomko M.O. Gene expression, telomere and cognitive deficit analysis as a function of Chernobyl radiation dose and age: from in utero to adulthood // *Probl. Radiac. Med. Radiobiol.* — 2015. — Dec. — V. 20. — P. 283-310. PubMed PMID: 26695909.
2. Neta G., Hatch M., Kitahara C.M., Ostroumova E., Bolshova E.V., Tereschenko V.P., Tronko M.D., Brenner A.V. In utero exposure to iodine-131 from Chernobyl fallout and anthropometric characteristics in adolescence // *Radiat. Res.* — 2014. — Mar. — V. 181 (3). — P. 293-301. doi: 10.1667/RR13304.1. Epub. 2014 Mar. 10. PubMed PMID: 24611659; PubMed Central PMCID: PMC4068270.
3. International Commission on Radiologic Protection. Doses to the embryo and fetus from intakes of radionuclides by the mother. A report of the International Commission on Radiological Protection // *Ann ICRP.* — 2001. — V. 31. — P. 19-515.
4. Рябухин Ю.С. О возможном механизме активного ответа на облучение в малой дозе // *Медицинская радиология и радиационная безопасность.* — 1999. — V. 44 (1). — С. 9-14.
5. Мельнов С.Б. Экологическая генетика человека в постчернобыльский период // *Экологическая антропология (ежегодник).* — Минск, 2000. — С. 255-267.
6. Булдаков Л.А., Калистратова В.С. Радиоактивное излучение и здоровье. — М.: Информ-Атом, 2003. — 165 с.
7. Sipiagina A.E., Baleva L.S., Pulatova M.K., Sharygin V.L., Suskov I.I., Bondarenko N.A., Terletskaia R.N., Lavrent'eva E.B., Kuz'mina T.B., Zotova S.A. The organization of medical aid to children of various cohorts of supervision, undergone to the influence of small doses of radiation. *Radiats Biol Radioecol.* — 2006 May — Jun. — V. 46 (3). — P. 374-80. PubMed PMID: 16869168.
8. Лук'янова О.М., Антипкін Ю.Г., Дашкевич В.С. Динаміка показників здоров'я дітей з позиції впливу Чорнобильської аварії на систему вагітна-плід-дитина // *Педіатрія, акушерство та гінекологія.* — 2000. — № 1. — С. 5-10.
9. Ломать Л.Н. Состояние здоровья детей, подвергшихся ионизирующему облучению в период внутриутробного развития // *Международ. журн. радиац. медицины.* — 2001. — № 3 (1-2). — С. 227.
10. Stepanova E.I., Vdovenko V.Iu., Misharina Zh.A. Postnatal effects in children irradiated during the intra-uterine development, as a result of failure at the Chernobyl NPP. *Radiats Biol Radioecol.* — 2007 Sep. — Oct. — V. 47 (5). — P. 523-9. Russian. PubMed PMID: 18051677.
11. Evtushenko N.N. Certain characteristics of the perinatal development of children whose parents were exposed to the action of uranium fission products // *Pediatrics.* — 1991. — V. (12). — P. 33-7. PubMed PMID: 1788018.
12. Kossenko M.M., Ostroumova E.V. Physical development. Health status of in-utero exposed persons. In: A.V. Akleyev, M.F. Kisselyov, editors. *Medical-biological and ecological impacts of radioactive contamination of the Techa River.* — Chelyabinsk, 2002. — P. 376-380.
13. Воробцова И.Е. Соматические и генетические последствия действия радиации (сравнительный аспект) // *Радиобиология.* — 1991. — V. 31 (4). — P. 568-70.
14. Results of 14 years observation of children exposed to radiation in prenatal period after the Chernobyl accident / E.I. Stepanova, V.G. Kondrashova, V.Yu. Vdovenko et al. // *International journal of radiation medicine.* — 2002. — V. 4 (1-4). — P. 250-59.
15. Vdovenko V.Iu. Physical development of the teenagers who were exposed to radiation in utero after the accident on the Chernobyl Nuclear Power Plant // *Lik. Sprava.* — 2008 Apr. — Jun. — (3-4). — P. 34-8. PubMed PMID: 19145818.
16. Степанова Е.И., Репин В.С., Вдовенко В.Ю. Клинико-дозиметрический мониторинг детей, облученных внутриутробно. IV съезд по радиационным исследованиям. Тез. докл., Москва 20-24 ноября 2001 г. — М., 2001. — Т. 1. — С. 224.

Influence intrauterine exposure and other factors antenatal risk to health and physical development of the children in the postnatal period ontogenesis

Ye.I. Stepanova, V.Ye. Vdovenko

Summary

Aim. Rate the effects of prenatal exposure and the effects of other antenatal risk factors for health status and physical development of children and adolescents.

Materials and methods. In the dynamics of the accident at the Chernobyl nuclear power plant occurred in 1144 children exposed in utero exposure. Assessing the impact of radiation and other antenatal risk factors for the condition of their health and physical development, taking into account the total radiation dose and the dose of the thyroid gland of the fetus.

Results and discussion. It was established that the level of health of children exposed in utero at all stages of postnatal ontogenesis was lower than children in the control group. A significant correlation between the presence of chronic somatic diseases in children and the total dose exposure of the fetus. It has been shown that chronic somatic pathology often formed during irradiation of the thyroid gland of the fetus at a dose greater than 0.36 Gy, and impaired physical development often recorded by irradiation of the thyroid gland of the fetus in the dose range of 0.76-1.0 Gy. The highest frequency of disharmonious development was recorded at doses exceeding 1.0 Gy.

Keywords: the Chernobyl disaster, in utero exposure, children, health, physical development.