



Health Consequences of «Chernobyl» in Children

Abstracts

Organized by
PSR / IPPNW Switzerland
and the
Faculty of Medicine,
University of Basel

Saturday
February 15, 2003
(8.30 am to 5 pm)

Zentrum für Lehre und
Forschung (ZLF)
Cantonal Hospital
Basel / Switzerland



Measuring the Cs137 load among school children, in Belarus
Prof. Nesterenko, Institute of Radioprotection, Belrad, Minsk
Photo : Solange Fernex



PSR/IPPNW Switzerland/Schweiz/Suisse

Physicians for Social Responsibility/International Physicians for the Prevention of Nuclear War
Ärztinnen und Ärzte für soziale Verantwortung/zur Verhütung des Atomkrieges
Médecins pour une Responsabilité Sociale/pour la Prévention de la Guerre nucléaire



Faculty of Medicine, University of Basel
Medizinische Fakultät der Universität Basel
Faculté de médecine, Université de Bâle



Tchernobyl trabajos científicos Rusos.

NUEVE AÑOS PARA CREAR Y DIRIGIR EL INSTITUTO MÉDICO ESTATAL DE GOMEL: PROF. YURI I. BANDAZHEVSKY

Michel Fernex

CONTROL DE LA ACUMULACIÓN DE CESIO 137 EN EL ORGANISMO DE NIÑOS DE LA REGION DE BIELORRUSIA EN CHERNOBYL. EFICACIA DE LAS MEDIDAS RADIOPROTECTORAS.

V. B. Nesterenko

Instituto para Radioprotección "Belrad", Minsk, Bielorrusia

CESIO (CS-137) Y DISFUNCIONES CARDIOVASCULARES EN NIÑOS DE AREAS RADIOCONTAMINADAS

G.S. Bandazhevskaya, V.B. Nesterenko, V.I. Babenko, T.V. Yerkovich

OBSERVACIÓN DE MUTACIONES INDUCIDAS POR RADIACIÓN EN HUMANOS. LA EXPERIENCIA DE CHERNOBYL

Yuri E. Dubrova

Departamento de Genética, Universidad de Leicester, Leicester LE1 7RH, Reino Unido

DINÁMICA DE MUTAGÉNESIS DE POBLACIONES DE PEQUEÑOS MAMÍFEROS SALVAJES EXPUESTOS CRÓNICAMENTE A BAJAS DOSIS DE RADIACIÓN A LO LARGO DE MÁS DE 20 GENERACIONES POST-CHERNOBYL

R. I. Goncharova, N. I. Ryabokon

Instituto de Genética y Citología, Academia Nacional de las Ciencias de Bielorrusia
Minsk, República de Bielorrusia

ESTUDIOS SOBRE EL POSIBLE IMPACTO DEL ACCIDENTE DE CHERNOBYL HACIENDO USO DEL REGISTRO NACIONAL DE MALFORMACIONES CONGÉNITAS DE BIELORRUSIA

Lazjuk G.I., Zatsepin I. O., Kravchyk Zh. P., Khmel R. D.

Instituto Bielorruso de Enfermedades Hereditarias, Minsk, Belarus

MORTALIDAD PERINATAL Y MALFORMACIONES CONGÉNITAS TRAS EL ACCIDENTE DE CHERNOBYL

Alfred Körblein

Instituto Medioambiental de Munich (Umweltinstitut München e.V.)

ak@umweltinstitut.org



**UN REGISTRO NACIONAL DE CÁNCER PARA EVALUAR LA EVOLUCIÓN
TRAS EL ACCIDENTE**

Prof A. Okeanov
Instituto de Investigación Clínica de Medicina de la Radiación y Endocrinología,
Minsk, Bielorrusia

**ALGUNAS CARACTERÍSTICAS DEL DESARROLLO DE LA PATOLOGÍA
CRÓNICA EN LOS NIÑOS DE BIELORRUSIA VIVIENDO BAJO CONDICIONES
PERMANENTES DE RADIACIÓN DE BAJA DOSIS**

Gres N. A., Arinchin A. N., Ospennikova L. A.
República de Bielorrusia, Minsk, Instituto de medicina de radiación y endocrinología.

**INCIDENCIA DE ENFERMEDADES EN NIÑOS DE DIFERENTES CONDI-
CIONES**

Elena Veliseeva

**LA FRECUENCIA E INTENSIDAD DE LAS REACCIONES AUTOINMUNES
EN NIÑOS Y ADOLESCENTES VIVIENDO EN REGIONES RADIOECOLÓGI-
CAS DISTINTAS DE BIELORRUSIA**

Vorontsova T., Kuchinskaya E., Mokhort T., Karlovich N.
Instituto Clínico de Investigación sobre Medicina de Radiación y Endocrinología,
Minsk, Bielorrusia.



Nueve años para crear y dirigir el Instituto Médico Estatal de Gomel: Prof. Yuri I. Bandazhevsky

MICHEL FERNEX

El Prof. W. Steinbrich, Decano de la Facultad Médica de Basilea, invitó a su colega el Prof. Y. I. Bandazhevsky a presentar el resultado de sus investigaciones en Gomel, donde él consideró que tenía que trabajar siendo ésta la provincia más contaminada tras Chernobyl. Bandazhevsky, patólogo, se convirtió en el Rector de su Facultad médica, donde se formaron unos 1000 médicos dispuestos a trabajar en la provincia más radio-contaminada de Bielorrusia. Desafortunadamente, el Prof. Bandazhevsky no ha podido asistir al Simposium.

Esperábamos que hablase de la patofisiología de las enfermedades degenerativas de los diferentes órganos y sistemas, en niños con una incorporación crónica de cesio (Cs_{137}) en los diferentes órganos. Su enfoque inicial fue el de estudiar la correlación entre las observaciones clínicas o anatómo-patológicas y los niveles de Cs_{137} medidos, no sólo en el medio ambiente sino también en el organismo de los pacientes. La concentración de Cs_{137} medida en todos los órganos en las autopsias se convirtió en la fuente principal de información de la radiotoxicidad del cesio. Bandazhevsky verificó todos sus resultados en humanos, efectuando también trabajos experimentales con roedores alimentados con trigo radio-contaminado, o que habían recibido inyecciones de Cs_{137} .

Tras un ingesta oral de comida contaminada, la distribución de este radionucleidos en los diferentes órganos varía de especie a especie. En las ratas, el corazón y el riñón acumulan de 10 a 14 veces más Cs_{137} que el animal como promedio (Figura 1). Los hamsters son más adecuados para estudios de reproducción que las ratas, ya que el Cs_{137} produce las mismas anomalías en los fetos que las encontradas en las mujeres altamente radiocontaminadas.

En cientos de autopsias, Bandazhevsky mostró la gran diferencia que existe entre los niveles de Cs_{137} en los diferentes órganos. En los humanos, la distribución varía según la edad, sexo y actividad. Las glándulas endocrinas y el timo son los órganos que absorben la mayor cantidad de Cs_{137} , como se muestra en la Tabla 1 para 52 niños nacidos tras Chernobyl. En la misma población, la carga de radiocesio en los diferentes órganos es de 3 a 5 veces mayor en niños que en adultos.



En mujeres embarazadas, la placenta que protege al feto de que el Cs_{137} de la sangre de la madre circule hasta él, almacena este radionucleidos. Por encima de ciertos niveles esto acarrea disfunciones endocrinas y de otro tipo de la placenta, causando un desarrollo anormal del feto, causando malformaciones o una muerte prematura. Durante el periodo de la lactación, la madre reduce la carga de Cs_{137} de su propio organismo a través de la leche. Esto causa una rápida acumulación del Cs_{137} en órganos importantes del bebé. Se mostró que los bebés de 0 a 6 meses de edad acumulan un máximo de Cs_{137} en el páncreas (hasta 12,000 Bq/kg, 45 veces más que en el hígado, en casos individuales), pero también se acumula en otras glándulas endocrinas.

En el 2003 ningún niño de 0 a 15 años fue confrontado con el "shock de yodo ^{131}I " de Abril-Mayo de 1986. Sin embargo, los radionucleidos de larga vida, principalmente el Cs_{137} y el estroncio (Sr_{90}), ambos con una vida media física de unos 30 años, permanecieron sorprendentemente estables en el medio ambiente, y como este radionucleido está constantemente siendo reciclado a través de la cadena alimenticia, el Cs_{137} se ha convertido en la mayor fuente de radiación artificial crónica (interna) de algunos órganos de los niños de la región de Chernobyl. Desafortunadamente, la comida radiocontaminadas se distribuye en todo el país, lo que progresivamente difumina el factor geográfico. Los exámenes a los niños posibilitan el estudio del papel del Cs_{137} en el desarrollo de procesos patológicos, excluyendo el impacto de los radionucleidos de corta vida de abril a junio de 1986.

El radiocesio en el medio ambiente produce una irradiación difusa debido a rayos gamma, que pueden alcanzar a los humanos. Cuando se incorpora al organismo, los componentes más citotóxicos del Cs_{137} son los rayos beta, que afectan a las células que se encuentran sólo a distancias de centímetros, en el tejido donde se acumula este radionucleido. Sucede lo mismo con el Sr_{90} , que se concentra en la superficie interior de los huesos. Es por lo tanto esencial estar al tanto de la distribución desigual del Cs_{137} en el organismo, ya que se tiene en cuenta junto con el radio-yodo, al menos en el caso de la glándula tiroidea.

Cuando se estima la dosis radiológica en un niño, tras haberse incorporado Cs_{137} con la comida durante años, es difícil calcular la dosis dañina a su sistema endocrino o inmune, ya que la dosis debería ser calculada para cada órgano individual donde se concentra el Cs_{137} . El tejido adiposo, la piel, los huesos y hasta el hígado, el riñón, y el cerebro concentran bastante menos Cs_{137} que las glándulas endocrinas, el timo, el corazón y la pared intestinal. Las investigaciones del Prof. Bandazhevsky contribuyen al esclarecimiento de los procesos patológicos asociados con este radionucleidos. Él ha encontrado una correlación entre la carga de Cs_{137} de los órganos y los hallazgos clínicos o patológicos. Bandazhevsky también ha comenzado a estudiar el impacto patológicos del Sr_{90} , y la sinergia entre las diferentes radionucleidos incorporados. Estas investigaciones deberían, por supuesto, continuar.



Figura 1: Inyecciones diarias de 180 Bq de Cs₁₃₇ a ratas durante 10 días causaron una acumulación promedio de 850 B/kg en las ratas

[eje y:

1 = animal en promedio

2 = hígado

3 = riñones

4 = corazón

5 = bazo

6 = músculos esqueléticos

7 = testículos

8 = pulmones

pie de figura: los niveles medios de Cs₁₃₇ en los órganos de las ratas, que son de 4 a 14 veces superiores que los niveles promedio de todo el animal]

Tabla 1: Niveles medios de Cs₁₃₇ en los órganos de 52 niños del área de Gomel, medidos en autopsias

Órganos	Bq/kg
1. Tiroides	2,004 ± 288
2. Suprarrenales	1,576 ± 290
3. Páncreas	1,359 ± 650
4. Timo	930 ± 278
5. Músculos esqueléticos	902 ± 234
6. Intestino delgado	880 ± 140
7. Intestino grueso	758 ± 182
8. Riñón	645 ± 135
9. Bazo	608 ± 109
10. Corazón	478 ± 106
11. Pulmón	429 ± 83
12. Cerebro	385 ± 72
13. Hígado	347 ± 61

Referencias:

Bandazhevsky Yu. I., Lelevich V. V. & al. Clinical and experimental aspects of the effect of incorporated radionuclides upon the organism. pp 128, Gomel 1995.

Ver también los 5 abstracts de los pósters de Bandazhevsky en Kiev, 4-8 junio 2001, Health Effects of the Chernobyl Accident: Result of 15 Years Follow-up studies. International J. of Radiation Medicine, No 1-2, 2001.



Control de la acumulación de CESIO 137 en el organismo de niños de la region de Bielorrusia en chernobyl. eficacia de las medidas radioprotectoras.

V. B. NESTERENKO

Instituto para Radioprotección "Belrad", Minsk, Bielorrusia

La catástrofe de Chernobyl expuso el 23% del territorio de Bielorrusia a una contaminación de Cs-137 de más de 1 Curie por kilómetro cuadrado ($>37,000$ Bq/m² de Cs-137). La producción agrícola se detuvo en 264,000 hectáreas. Desde 1986, unos 2 millones de personas, entre ellas 500,000 niños, han vivido en esta área, contaminada principalmente con Cs-137 y Sr-90; 135,000 fueron enviados a vivir a sitios más seguros. La mayor fuente de radiación para los seres humanos tras Chernobyl es ahora la ingesta de alimentos producidos localmente. Debido a la pobreza y a la reducción del apoyo por parte de las autoridades, la cantidad de radionucleidos en dichos alimentos a permanecido elevada desde hace 16 años, y podría permanecer así durante décadas.

El Catedrático Bandazhevsky, Rector del Instituto Estatal Médico de Gomel, condujo más de 20 tesis sobre el impacto del Cs-137 incorporado sobre la salud de los niños. Por encima de 20 Bq/kg de peso corporal (PC) la función cardiaca se altera; con niveles superiores a 50 Bq/kg PC ocurren disfunciones combinadas de órganos, especialmente desórdenes inmunológicos y endocrinos. Esto se debe a la alta concentración de este radionucleido en varios órganos: suprarrenales, tiroides, páncreas, timo y miocardio (Bandazhevsky et al. 2001).

Las familias en áreas rurales deben tener acceso gratuito a medidas radiométricas de la contaminación de los vegetales, frutas, setas, y leche de sus propias vacas. Deben aprender a evitar la comida más contaminada. Es por ello que el "Belrad" creó 370 centros de control de la radiación. Debido a limitaciones de tipo financiero, solo se han podido mantener en activo 56 (20 de ellos financiados por iniciativas Alemanas de ayuda a Chernobyl). Con la misma dieta, los niños acumulan de 3 a 5 veces más cesio que los adultos.

Desde 1995, el "Belrad" a medido la carga corporal total de Cs-137 en más de 200,000 niños de pueblos y aldeas. El 90% de los niños en áreas rurales tenían un nivel de Cs-137 superior a 20 Bq/kg PC. Los valores medios medidos en las aldeas de los distritos de Gomel y Brest pueden alcanzar de 100 a 200 Bq/kg PC, llegando algunos niños a presentar valores de 2000 Bq/kg PC. Hay valores medidos en los distritos de Narovlya que alcanzan incluso los 6,700 y 7,300 Bq/kg PC.



El estado provee dos comidas gratuitas a los niños en el colegio y en las guarderías, y una cura de un mes en sanatorios en un entorno radiológicamente seguro. Estas medidas son caras, y existe una tendencia a excluir ciertas comunidades de este programa de protección. Desafortunadamente, estas medidas de prevención no han acarreado una satisfactoria reducción de la carga del Cs-137. Es por ello que nosotros comenzamos a distribuir un absorbente biológico natural, la pectina, extraída de manzanas, un suplemento alimentario ampliamente usado en Ucrania, de seguridad conocida y de conocidos efectos reductores de la carga de metales pesados y cesio (Gres et al., 1997).

Se planteó la pregunta de si este absorbente seguiría siendo activo en el caso de que solamente se ingiriera comida “limpia”, es decir, comida con muy pocos radionucleidos artificiales. Por lo tanto, emprendimos un estudio controlado con 64 niños durante su estancia en un sanatorio usando por una parte pectina en polvo y por otra parte un placebo similar. Las madres expresaron su conformidad con el estudio por escrito. A los niños se les dio de manera aleatoria cajas numeradas de polvos, conteniendo bien pectina o bien el placebo.

Resultados: la carga de cesio se midió con un espectrómetro (antropo-gammámetro RUG-992), antes y después de la **cura de tres semanas de doble ciego con pectina versus placebo**. El preparado fue bien tolerado y todos los niños completaron la cura (algunos tuvieron que marcharse antes del control).

La tabla 1 muestra la carga de Cs-137 medido antes y después de las curas. Por debajo de 5 Bq/kg se ha anotado 5.0 por ser el límite de precisión instrumental. Los valores medios iniciales se situaban justo por encima de 30 Bq/kg PC en ambos grupos. Tras la cura, ningún niño del grupo placebo tenía valores inferiores a 20 Bq/kg PC, mientras que el valor más grande del grupo que recibió pectina fue de 15.4, siendo la media de 11.25 Bq/kg PC.

Con comida “limpia” y placebo durante 3 semanas la reducción media de Cs-137 fue de 13.9%. Con comida limpia y pectina la reducción fue del 65.6%. La diferencia es estadísticamente significativa ($p < 0.01$).

Desde hace unos pocos años, las actividades de los equipos móviles de “Belrad”, basados en medidas de radioprotección estándar, con programas educativos para las familias, han iniciado en cantinas de escuelas de poblaciones altamente contaminadas una campaña de distribución intermitente de 4 semanas de un preparado de pectina, enriquecido con 8 vitaminas y 3 oligoelementos, 3 veces al año. Se les daba una cucharada de pectina con agua en cada comida. El polvo seco está basado en restos de manzana molidos, que contiene sobre todo fibra y un 16% de pectina, enriquecido con vitaminas. *El seguimiento de la carga media de Cs-137 en dichas comunidades de niños muestra que*

Table 1

Double-blind comparison of the ^{137}Cs whole-body Count (Bq/kg), before and after 3-week cure with a pectin versus a placebo preparation

Comparison of the ^{137}Cs whole-body count (Bq/kg bodyweight) in children before and after 3 week placebo intake				Comparison of the ^{137}Cs whole-body count (Bq/kg bodyweight) in children before and after 3 week pectin intake			
Name & Year of birth	Sex	^{137}Cs whole-body count before placebo intake, Bq/kg	^{137}Cs whole-body count after placebo intake, Bq/kg	Name & Year of birth	Sex	^{137}Cs whole-body count before pectin intake, Bq/kg	^{137}Cs whole-body count after pectin intake, Bq/kg
A.R.V., 1992	M	48.36	41.83	A.A.N., 1993	F	40.19	15.26
A.D.E., 1990	M	37.00	31.18	B.I.S., 1992	F	26.03	12.58
A.N.O., 1990	F	36.21	31.25	B.J.H.E., 1990	F	34.93	13.89
B.V.G., 1992	M	35.22	27.47	G.A.N., 1993	F	34.53	15.44
V.A.V., 1994	M	34.72	29.07	G.E.V., 1993	M	34.04	14.12
G.D.A., 1993	M	34.44	30.47	G.F.V., 1990	F	33.85	15.26
G.A.S., 1993	M	33.92	28.00	G.N.O., 1992	M	32.51	11.73
G.V.V., 1993	M	33.54	29.20	G.V.V., 1991	F	32.50	12.68
G.V.S., 1993	M	32.46	27.5	G.M.N., 1992	F	31.82	12.16
Z.M.N., 1994	F	31.19	27.53	G.V.N., 1990	F	31.33	13.85
I.K.A., 1991	F	30.53	28.52	Z.K.V., 1991	F	31.10	14.71
K.V.S., 1993	F	30.34	25.42	I.Y.A., 1990	M	30.91	12.64
K.E.M., 1990	F	29.46	25.18	K.A.S., 1994	M	30.13	11.85
K.N.V., 1990	F	28.63	24.9	K.A.S., 1991	M	29.48	5.00
K.Y.A., 1992	F	28.44	23.67	K.L.L., 1990	M	29.16	12.38
L.K.A., 1991	F	28.23	24.20	K.V.A., 1990	M	29.03	5.00
M.Y.U.A., 1994	F	28.09	23.20	K.V.E., 1993	M	28.91	13.18
M.E.A., 1992	M	27.96	26.25	I.A.S., 1993	F	28.19	5.00
P.E.A., 1991	M	27.40	25.60	M.Y.A.N., 1992	F	28.07	5.00
P.Y.V., 1990	F	27.23	20.08	M.R.S., 1992	M	27.87	11.62
R.S.P., 1991	M	26.52	22.54	P.F.M., 1993	M	27.80	11.93
S.I.A., 1992	M	26.30	24.05	S.E.F., 1993	F	26.17	12.34
S.E.M., 1994	F	26.14	23.74	T.A.V., 1993	F	25.81	10.18
T.A.A., 1992	M	25.90	21.64	T.V.S., 1991	M	25.76	11.03
T.E.S., 1992	F	25.73	21.91	F.D.A., 1992	M	25.65	9.21
Kh.S.I., 1993	F	25.52	22.30	Ch.D.V., 1993	M	25.44	10.03
Kh.T.F., 1993	F	25.50	23.91	Sh.R.A., 1990	M	25.33	11.86
Sh.Ya.N., 1992	F	25.35	21.05	Yu.A.L., 1993	F	25.33	5.00
Yu.A.V., 1992	M	25.32	22.82	Mean value		30.07 ± 0.72	11.25 ± 0.63
Z.I.S., 1993	M	24.77	20.03				
Mean value		30.02 ± 0.93	25.82 ± 0.80				

Average decrease of the ^{137}Cs load was of 13.9 %

Average decrease of ^{137}Cs load was 62.6 %

The difference is statistically significant, $p < 0.01$





tras comenzar con unos niveles medios de 100 Bq/kg PC, se miden después de medio año niveles medios de 20 Bq/kg PC o incluso inferiores (fig 1) (Nesterenko et al. 2001).

Referencias:

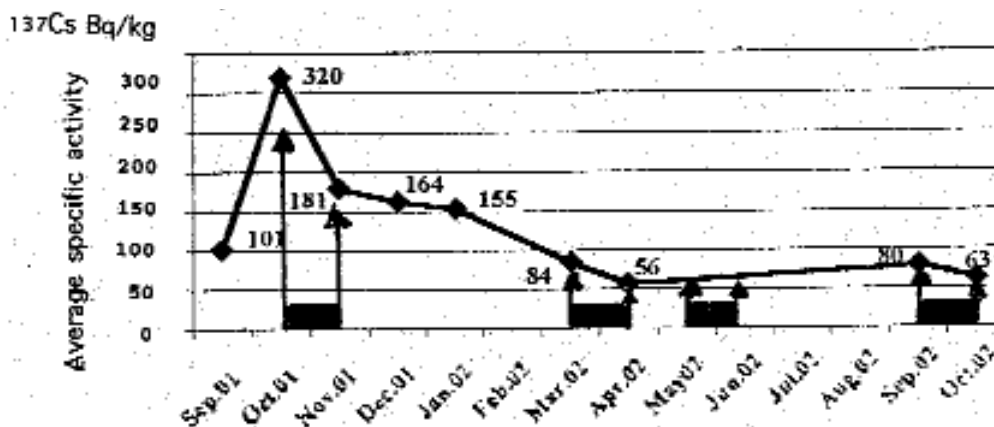
Bandazhevsky Yu. I. et al.: Cs-137 incorporado y Patología: 5 Abstracts en el “International J of Radiation Medicine” (Kiev, Ucrania) Vol 3, p. 10-12, 2001

Gres N. A. et al.: Einfluss der Pekinpräparate auf die Dynamik der mikroelementären Zusammensetzung des Kinderbluts. Sammelwerk des wissenschaftlichen klinischen Forschungsinstitutes für Strahlenmedizin und Endokrinologie, Minsk, p. 108-116, 1997

Nesterenko W. B.: Strahlenmonitoring der Bevölkerung und der Nahrungsmitteln in der Tschernobyl-Zone von Belarus, “Pravo I ekonomika”. Minsk 1999 / Radioprotective Measures for the Belarusian Population after the Chernobyl Accident. Internat. J. of Radiation Medicine Vol. 3, No 12 p. 72, 2001



Fig 1: Evolución de la carga media de Cs-137 en el organismo de niños escolares (pueblo de Polesye, distrito de Chechersk, región de Gomel) tras 4 curas con pectina (de septiembre 2001 a octubre 2002).



El pico de Cesio incorporado en otoño del 2001 corresponde a un incremento del consumo de frutas del bosque y hongos y setas, que es máximo en este periodo. Las curas de pectina, representadas como rectángulos negros entre dos flechas, podrían parcialmente prevenir este aumento en otoño del 2002.

CESIO (CS-137) Y DISFUNCIONES CARDIOVASCULARES EN NIÑOS DE AREAS RADIOCONTAMINADAS

G.S. BANDAZHEVSKAYA, V.B. NESTERENKO, V.I. BABENKO, T.V. YERKOVICH

Introducción

Los niños que viven en áreas altamente contaminadas por la lluvia radioactiva de Chernobyl sufren, con una frecuencia alta, de enfermedades crónicas. Una de las más comunes es el incremento de la fatiga asociada a alteraciones del sistema cardiovascular, incluyendo hipertensión arterial, murmullo cardíaco sistólico, y alteraciones electrocardiográficas de conducción y alteraciones metabólicas, en los casos de medidas elevadas de Cs-137 en los organismos de estos niños. En casos de muerte súbita, se encontraron niveles elevados de Cs-137 en el miocardio en la autopsia.

Objetivo

Para comprobar si la incorporación de Cs-137 juega un papel en la patogénesis de tales enfermedades cardiovasculares, se diseñó un estudio de simple ciego en el que se comparó



la función cardiaca de 3 grupos de niños con diferentes niveles de Cs-137 en el organismo. En cada grupo, los resultados se compararon también antes y tras un tratamiento de 2 semanas a base de pectina. El médico examinó a los niños sin conocer los niveles de Cs-137 medido en sus organismos por medio de espectrometría.

Método

Para este estudio de simple ciego, se seleccionaron 94 niños en total, de ellos 46 eran niños y 48 niñas, con edades comprendidas entre los 7 y los 17, y habitantes permanentes de áreas rurales altamente contaminadas de la región de Gomel. Fueron médicamente examinados dos veces durante su estancia de 3 semanas en el sanatorio “Serebryanye Klyuchi”. El médico no conocía el nivel de radiocontaminación de los niños que examinaba, hasta que se registraron todos los resultados médicos.

Se orientó a las familias sobre el estudio, y el consentimiento informado fue dado por ambos madre e hijo. La historia y quejas pasadas fueron anotadas. También se registraron los signos clínicos, especialmente aquellos concernientes a la semiología respiratoria y cardiovascular, incluyendo la presión arterial y el ECG.

La actividad específica del Cs-137 fue medida por un espectrómetro automatizado de un equipo móvil del “Belrad” según iban llegando los niños.

El Prof. Nesterenko dividió a los niños en **3 grupos homogéneos desde el punto de vista radiológico**, e idénticos según edad y sexo:

- En el **grupo 1** fueron incluidos 31 niños tenían una actividad específica media de Cs-137 en el organismo de 38 ± 2.4 Bq/kg de peso corporal (PC)
- En el **grupo 2**, 30 niños con una actividad media de Cs-137 de 122 ± 18.5 Bq/kg PC.
- El **grupo de control** consistía en 33 niños, con niveles muy bajos de Cs-137 (<5.0 Bq/kg PC). Este grupo no recibió pectina (la pectina se administró en forma de un polvo seco de extracto de manzana molida con un contenido del 15% en pectina, y enriquecido con vitaminas, de nombre “Vitapect©”).

Cuando los exámenes clínicos y radiométricos fueron completados, se administró un tratamiento a base de pectina: a los niños de los grupos 1 y 2 recibieron una cucharada llena del preparado, para ser ingerido con agua o leche en cada comida (siendo ésta libre de radionucleidos artificiales).

Tras la cura de pectina, que fue limitada a 16 días en vez de las 4 semanas planeadas por factores económicos, se volvió a medir la actividad específica del Cs-137 en el organismo de todos los niños, y fueron reexaminados clínicamente como al principio, sin que el médico conociera los valores de Cs-137 medidos.



Resultados

Casi todos los niños de los grupos 1 y 2 provienen de familias en las que las comidas están basadas en alimentos **producidos por ellos mismos**, como carne, vegetales y leche: 22/30 niños en el grupo 1 (71%), y 30/30 en el grupo 2 (100%). También consumen bayas salvajes, setas y caza. En el grupo de control sólo consumían productos propios 19 familias (57.6%).

A la llegada al sanatorio, muchos de los niños se aquejaban de dolor en la región precordial, dolores de cabeza, debilidad, irritabilidad o sangrados nasales. Dichas quejas las tenían 10 niños del grupo de control (10.3%), 12 del grupo 1 (38.7%), y 19 del grupo 2 (63.4%); además se observó fatiga permanente y ánimo depresivo en 10 niños del grupo 2 (33.3%).

La Figura 1 muestra la evolución de **la carga media de Cs-137**: 0 – 0.5 Bq/kg PC en el grupo de control (permaneció por debajo del límite de precisión del espectrómetro); en el grupo 1, descendió de 38 inicial a 23 ± 2.5 Bq/kg PC de Cs-137 tras el tratamiento con pectina. En el grupo 2, descendió de 122 a 88 ± 18.5 Bq/kg PC.

A la llegada al sanatorio se midió **la presión arterial** (Fig. 2). Se registró hipertensión, definida como valores superiores a 20 mm/Hg, que es el valor límite superior para estas edades, en 8 niños del grupo 1 (25.8%), 15 niños del grupo 2 (51.9%), y 3 niños del grupo de control (9.1%). También se observó hipotensión en hasta 10% de los niños del grupo 2.

En lo que respecta a los hallazgos en el **examen de auscultación cardíaco** a la llegada, se observaron latidos claros y fuertes en 5 niños del grupo 1 (16.2%), 4 del grupo 2 (13.3%) y en 17 del grupo 3 (51.9%). Se escucharon murmullos sistólicos funcionales en el 58% de los niños del grupo 1, el 73.4% del grupo 2 y en el 36.4% de los niños del grupo de control.

Se registraron **alteraciones del ECG**, con ritmo anormal, PQ>0.2", o anomalías de repolarización antes y tras el tratamiento con pectina (Figura 3). Se hallaron valores normales del ECG en 4 niños del grupo 1 (12.9%), en 2 del grupo 2 (6.6%) y en 16 niños del grupo de control (48.5%). La mejora fue parcial, probablemente debido a que la carga de Cs-137 todavía seguía siendo excesiva. Incorporando la normalización en los dos grupos tomando pectina, se observa que 6/68 tenían valores normales antes del tratamiento con pectina (8.82%), frente a 14/58 tras el tratamiento (24.14%).

Conclusiones

Los niños que habitan en áreas rurales contaminadas con Cs-137, y que consumen alimentos producidos por su familia así como frutas salvajes y setas, acumulan cesio en su



organismo. Con una carga elevada de Cs-137, los síntomas cardiovasculares incluyendo la hipertensión y alteraciones del ECG son más frecuentes que en el grupo de control, con unos niveles de Cs-137 muy bajos (<5 Bq/kg PC).

Tras un tratamiento a base de pectina de 2 semanas de duración, los niveles de Cs-137 en los grupos 1 y 2 disminuyeron, y los síntomas cardiacos y los cambios en el ECG tienden a normalizarse. Algunas anomalías pueden ser ya irreversibles. Sin embargo, el tratamiento de 2 semanas con pectina fue insuficiente para reducir de manera suficiente la carga de Cs-137, que podría haber alcanzado una tasa de curaciones mayor. Los tratamientos de pectina deberían haber sido más prolongados, de unas 3 o 4 semanas de duración, y repetirse 3 o 4 veces al año, tal y como se hace en Ucrania y en algunas comunidades altamente contaminadas de Bielorrusia.

Referencias:

Bandazhevsky Yu.I.: Patofisiología de la emisión radioactiva incorporada. Gomel, State Medical Institute, pp 57, Gomel 1998

Bandazhevsky Yu.I. y Bandazhevskaya G. Cesio incorporado y patología cardiovascular. International Journal of Radiation Medicine 3 p. 11-12, 2001



Figura 1
Promedio de la carga de Radiocesio (Cs137), en 3 grupos de niños antes y después de el tratamiento de 16 días con pectina

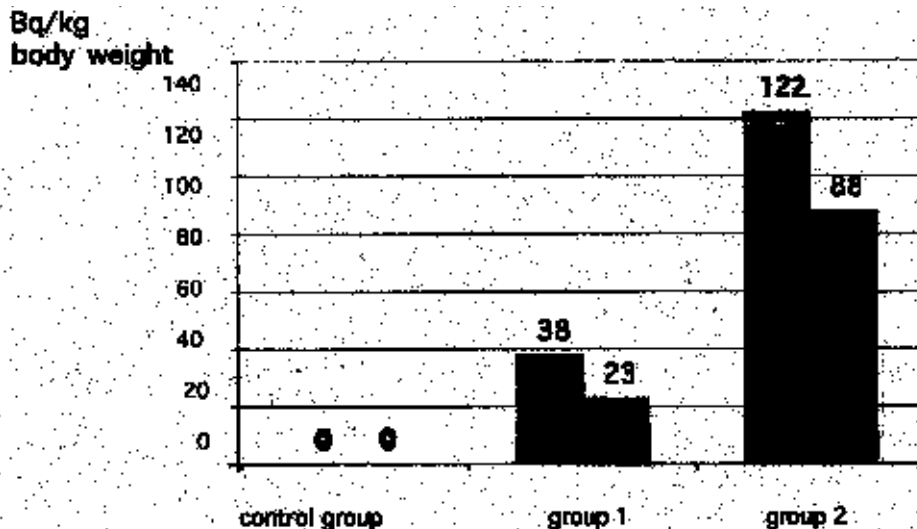
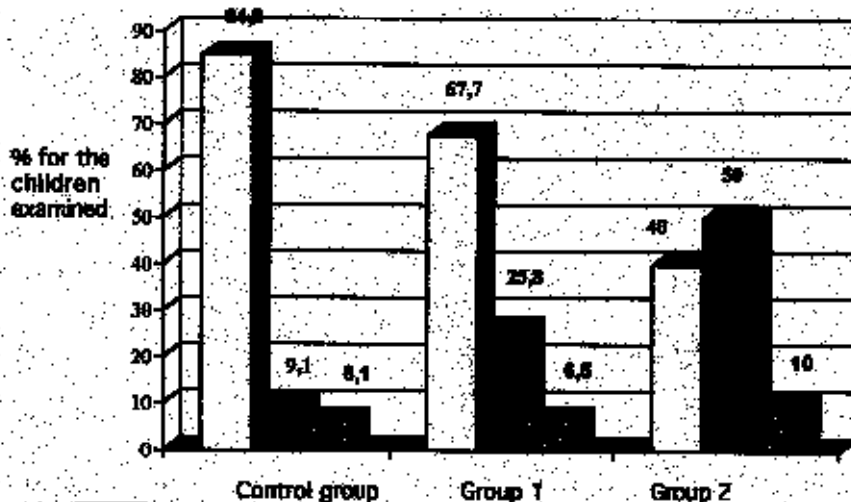


Figura 2
Presión arterial en tres grupos de niños con diferentes valores promedio de Cs137 en el organismo



[eje y: “% de los niños examinados”]

Primera columna: % de los niños con presión arterial normal

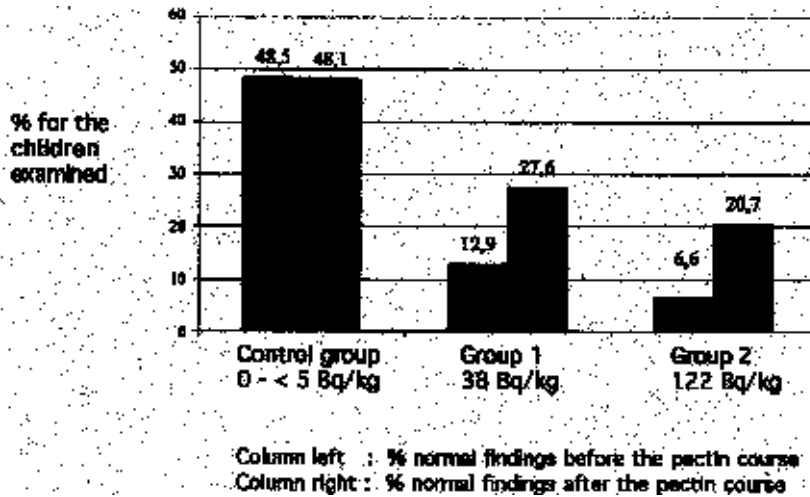
Segunda columna (más oscura): % de los niños con hipertensión*

Tercera columna: % de los niños con hipotensión

*Diferencia significativa entre el grupo de control y el grupo 1 o el grupo 2: $p < 0.05$



Figura 3
Resultados normales de ECG en grupos de niños
con diferentes valores promedio de Cs137 en el organismo



[eje y: “% de los niños examinados”]

Columna izda: % de resultados normales antes del tratamiento con pectina

Columna dcha: % de resultados normales después del tratamiento con pectina

OBSERVACIÓN DE MUTACIONES INDUCIDAS POR RADIACIÓN EN HUMANOS. LA EXPERIENCIA DE CHERNOBYL

YURI E. DUBROVA

Departamento de Genética, Universidad de Leicester, Leicester LE1 7RH, Reino Unido

El esfuerzo para predecir las consecuencias genéticas de la exposición humana a radiaciones ionizantes ha sido con certeza uno de los temas más importantes de la genética humana de los últimos 50 años. Sin embargo, a pesar de numerosos estudios experimentales, se sabe poco sobre los efectos de la exposición a radiación sobre las mutaciones germinales en humanos. Recientemente hemos desarrollado un nuevo sistema para observar mutaciones inducidas mediante radiación sobre las células germinales, basado en un grupo de loci (localizaciones) minisatélite hipervariables de repetición en tandem [1]. Esta técnica emplea loci minisatélite altamente inestables, y debido a la gran tasa de mutaciones espontáneas que alteran la longitud de los alelos (número de copias repetidas) provee un sistema capaz de detectar mutaciones inducidas en muestras de población relativamente pequeñas.



Haciendo uso de esta técnica, hemos analizado la frecuencia de mutación minisatélite en niños nacidos en áreas fuertemente contaminadas de la región Mogilev de Bielorrusia, y de las regiones de Kiev y Zhitomir de Ucrania tras el accidente de Chernobyl [1-3]. Los resultados de nuestros estudios muestran que las tasas de mutación minisatélite son 1.6-1.7 veces mayores en las familias expuestas de Bielorrusia y Ucrania respecto a las no expuestas. Además, en la cohorte de Bielorrusia, la tasa de mutaciones era significativamente mayor en las familias con una estimación mayor de dosis paterna crónica externa e interna a Cesio-137, consistente con que las mutaciones germinales hayan sido inducidas por radiación. Nuestros datos también sugieren que la elevada tasa de mutaciones paternas halladas en la cohorte de familias expuestas de Ucrania puede ser atribuida a la alta exposición inicial interna y externa debida a los radionucleidos de vida corta.

Recientemente hemos extendido este análisis a otra cohorte de familias irradiadas crónicamente expuestas a la lluvia radioactiva cerca de las instalaciones nucleares de Semipalatinsk, en Kazajstán [4]. Los resultados de este estudio también muestran una tasa de mutaciones germinales elevada en la población expuesta, y demuestran una correlación significativa entre la tasa de mutaciones y la desintegración de los radioisótopos a finales de la década de los 50 y antes del cese de las pruebas nucleares atmosféricas y de superficie.

En resumen, los resultados de nuestros estudios proveen la primera evidencia experimental de que la radiación ionizante incrementa la tasa de mutaciones en poblaciones humanas, y muestran que los loci minisatélite son una herramienta poderosa para observar mutaciones germinales en humanos.

Referencias

- Dubrova, Y.E., Nesterov, V.N., Krouchinsky, N.G., Ostapenko, V.A., Neumann, R., Neil, D.L. & Jeffreys, A.J. Human minisatellite mutation rate after Chernobyl accident. *Nature* 380, 683-686 (1996)
- Dubrova, Y.E., Nesterov, V.N., Krouchinsky, N.G., Ostapenko, V.A., Vergnaud, G., Giraudeau, F., Buard, J. & Jeffreys, A.J. Further evidence for elevated human minisatellite mutation rate in Belarus eight years after the Chernobyl accident. *Mutat. Res.* 381, 267-278 (1997).
- Dubrova, Y.E., Grant, G., Chumak, A.A., Stezhka, V.A. & Karakasian, A.N. Elevated minisatellite mutation rate in the post-Chernobyl families from Ukraine. *Am. J. Hum. Genet.* 71, 801-809 (2002).
- Dubrova, Y.E., Bersimbaev, R.I., Djansugurova, L.B., Tankimanova, M.K., Mamyrbayeva, Z.Zh., Mostonen, R., Lindholm, C., Hultén, M. & Salmaa S. Nuclear weapons tests and human germline mutation rate. *Science* 295, 1037 (2002).



DINÁMICA DE MUTAGÉNESIS DE POBLACIONES DE PEQUEÑOS MAMÍFEROS SALVAJES EXPUESTOS CRÓNICAMENTE A BAJAS DOSIS DE RADIACIÓN A LO LARGO DE MÁS DE 20 GENERACIONES POST-CHERNOBYL

R. I. GONCHAROVA, N. I. RYABOKON

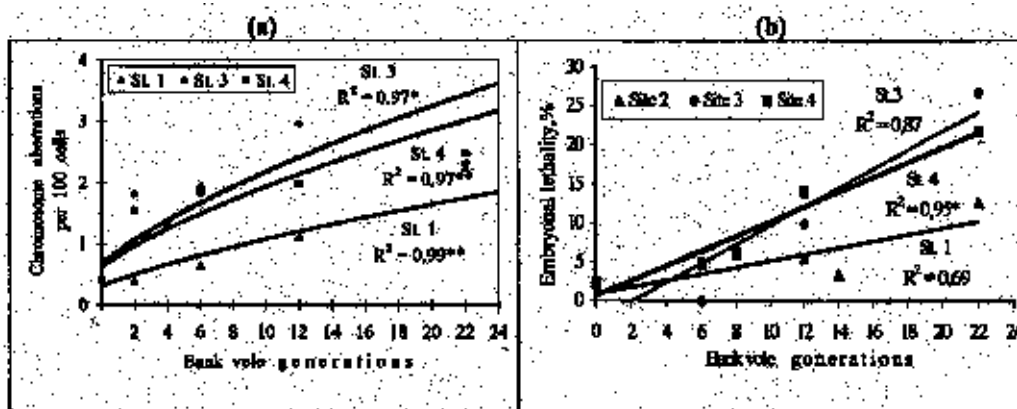
*Instituto de Genética y Citología, Academia Nacional de las Ciencias de Bielorrusia
Minsk, República de Bielorrusia*

La evaluación del riesgo genético por radiación ionizante está basada en datos humanos de tasas de mutación espontánea y en datos de mutaciones inducidas por radiación en ratones (Sankaranarayanan, Chakraborty, 2000). Para predecir el riesgo en generaciones humanas posteriores que soporten una radiación crónica de baja dosis, es necesario conocer las regularidades de la mutagénesis en series de generaciones de animales irradiados de manera crónica.

Se ha estudiado la dinámica de la mutagénesis de poblaciones en generaciones consecutivas de poblaciones naturales de ratas de agua (*Clethrionomys glareolus*), que vivían en áreas con cantidades distintas de deposición de radionucleidos debidos a la lluvia radioactiva de Chernobyl. Las ratas de agua fueron capturadas en cuatro zonas distintas. Los niveles de contaminación por Cs-137 de las zonas 1, 2, 3 y 4 fueron de 8, 18, 220 y 1256 kBq/m² respectivamente. Se anotaron incrementos en la frecuencia de las mutaciones estructurales y genómicas, tanto en las células somáticas como en las germinales, en estas poblaciones crónicamente irradiadas en las cuatro zonas en 1986-1996 para comparar con los datos pre-Chernobyl. Las frecuencias de los daños citogenéticos (aberraciones cromosómicas, micronúcleos, células poliploides) en las células somáticas de los animales resultaron depender de la concentración de los radionucleidos básicos que causan las dosis, de la tasa de absorción de la dosis (2-730 µGy/día) y de la dosis total absorbida por el organismo (0.02-7.3 cGy). Por lo tanto, se demostró que las frecuencias estudiadas fueron causadas por irradiación de baja dosis (Ryabokon et al., 2000).

Se debe enfatizar que las dosis de radiación eran máximas en 1986 en las cuatro zonas, y decrecieron mucho en los siguientes 10 años. Por lo tanto, las tasa media de la dosis total absorbida por las ratas en las zonas 1, 3 y 4 decreció un factor 2-15. A pesar de esta disminución en las dosis de radiación, se observó un incremento significativo en las frecuencias de las mutaciones somáticas y de la mortalidad embriológica a lo largo de muchas generaciones de animales. Un análisis de regresión ha revelado la relación tanto entre el nivel de mutagénesis somática como entre la mortalidad embriológica y el número de generaciones

irradiadas. Los datos de las aberraciones cromosómicas y de la mortalidad embriológica se han ajustado por funciones exponenciales y lineales respectivamente (Fig. 1 y 2).



Aproximación exponencial a la dinámica de las frecuencias de aberraciones cromosómicas, $Y = A \times X^B \times \exp(C \times X)$ (a)

Y aproximación lineal a las frecuencias de mortalidad embriológica, $Y = A + B \times X$ (b)
* - $P < 0.05$; ** - $P < 0.01$

De manera que se ha revelado por vez primera que la característica principal de la dinámica de la mutagénesis en poblaciones de mamíferos bajo condiciones crónicas de exposición a muy bajas dosis es un incremento gradual de la tasa de daños citogenéticos somáticos y letalidad embriológica a lo largo de 1-22 generaciones de animales irradiados. Se han calculado las frecuencias de las aberraciones cromosómicas por unidad de dosis absorbida y por unidad de porcentaje de dosis absorbida, para evaluar la eficiencia genética de la radiación en el caso de generaciones crónicamente irradiadas. Hemos mostrado un incremento en la eficiencia genética de las bajas dosis desde la primera a la vigesimosegunda generación de ratas de agua.

Cuales son las causas de este incremento de los efectos sobre las células somáticas y germinales en generaciones consecutivas de dosis tan bajas de irradiación crónica?

Las mutaciones somáticas ocurren de manera nueva en cada generación, y por ello su frecuencia debería disminuir en las generaciones consecutivas debido al pronunciado descenso de la exposición a la radiación. En la realidad, sin embargo, se observa un patrón opuesto - un incremento de la mutabilidad somática. El incremento de la mutabilidad y de los defectos fisiológicos en las generaciones no expuestas primera - tercera de los descendientes de progenitores irradiados lo detectaron por primera vez los investigadores I. Vorobtsova y T. Nomura, en animales. Más tarde, varios investigadores constataron la presencia de dicha inestabilidad germinal transgeneracional en los descendientes de las generaciones primera y segunda de personas irradiadas (Dubrova et al, 2002).



El incremento de la eficiencia genética de la radiación ionizante de baja dosis en las generaciones subsiguientes, cada una viviendo en un entorno con dosis de radiación decrecientes, no puede estar causada únicamente por la acumulación de la carga genética en la población. Creemos que el incremento de la frecuencia de las mutaciones por unidad de dosis en una serie de poblaciones crónicamente irradiadas es la primera de las muchas manifestaciones de la inestabilidad cromosómica germinal transgeneracional. La disponibilidad de las respuestas con retraso de los mamíferos en cada generación irradiada hace que las células somáticas de los animales sean más sensibles al impacto de la radiación decreciente.

Hemos establecido anteriormente que en el caso de una irradiación aguda la estimación de la dosis de duplicación de las células somáticas de las ratas de agua y la de las células germinales de ratas de laboratorio y la de los linfocitos humanos es muy parecida (Goncharova, Smolich, 2002).

La radiosensibilidad cercana de los mamíferos y de las personas posibilita la extrapolación de las regularidades observadas en las poblaciones de mamíferos sobre la dinámica de mutagénesis a los seres humanos. Un estudio epidemiológico nórdico muestra que las frecuencias de las aberraciones cromosómicas predicen el riesgo total de cáncer en los sujetos sanos (Hagmar et al., 1994, 2000). Tomando estos puntos en consideración, el incremento de la frecuencia del daño citogenético sobre múltiples generaciones irradiadas se puede considerar un marcador del incremento de la incidencia del cáncer.

Por otro lado, emitimos la hipótesis de que como consecuencia del incremento del nivel de la mutabilidad de las células somáticas, la salud de las personas está empeorando (Goncharova, 1996, 2000). Actualmente hay datos que confirman esta hipótesis. A. Lyaginskaya (2002) ha mostrado que los niños nacidos de padres irradiados a los 1-20 años se caracterizan por una mayor morbilidad, incluyendo defectos del desarrollo congénitos, que los niños de un grupo de control.

En este momento no está todavía claro que el incremento del nivel de las mutaciones somáticas y su aumento en las generaciones subsiguientes estén asociadas con efectos sobre la salud. Sin embargo, aunque todavía exista cierta incertidumbre, nuestros resultados y las recientes evidencias sobre las reacciones mutagénicas y fisiológicas a la exposición a la radiación ionizante en las primeras generaciones de animales y humanos señalan la importancia del problema de las bajas dosis para los seres humanos.

Ryabokon N.I., Smolich I.I., Goncharova R.I. Genetic processes in chronically irradiated populations of small mammals // *Environ. Management and Health.*- 2000. Vol. 11, Nº 5.- P.443-446.
Goncharova R., Smolich I., Genetic efficiency of low-dose ionising radiation in small mammals under chronic irradiation // *Radiation Biology. Radioecology.*- 2002. Vol. 42, Nº 6.- P.659-665 (en ruso).
Goncharova R.I. // *Low Doses of Radiation: Are They Dangerous?* / Ed. E.B. Burlakova. Nova Science Publishers, Inc. New York, 2000. P.289-314.



Estudios sobre el posible impacto del accidente de Chernobyl haciendo uso del registro nacional de malformaciones congénitas de Bielorrusia

LAZJUK G.I., ZATSEPIN I. O., KRAVCHYK ZH. P., KHMEL R. D.
Instituto Bielorruso de Enfermedades Hereditarias, Minsk, Belarus

El Registro Nacional de Bielorrusia (BNR) de malformaciones congénitas (CM) ha estado funcionando en Bielorrusia desde 1979 con un sistema estatal de vigilancia de los nacimientos con malformaciones. El Registro Nacional registra todas las malformaciones congénitas listadas en el ICD 9-10 halladas en los recién nacidos antes de darles el alta en maternidad (los primeros 6 días de vida), en niños nacidos muertos que pesan más de 500 g con una edad de gestación de 22 semanas, y también en los abortos de cualquier edad de gestación, obtenidos de los embarazos terminados por razones genéticas. Antes de 1994 se registraron nueve grupos de CM, las llamadas malformaciones congénitas de registro obligatorio (ORCM), que aparecen en la Tabla 1. Se completa una notificación estándar para cada nacimiento por la unidad que ha diagnosticado el caso, y la información se transfiere al Instituto de Enfermedades Hereditarias de Bielorrusia (BIHD) en formato de tarjetas y de discos magnéticos, donde se analizan los datos de cada año utilizando programas de ordenador especiales. La completitud y lo oportuno de los registros es controlado por cinco centros médico-genéticos regionales (MGC) y por los investigadores del BIHD. Tras un muestreo de los informes médicos en las unidades de maternidad, las visitas de las familias al MGC y los exámenes de las autopsias, el diagnóstico puede ser verificado. En Bielorrusia todos los bebés que murieron y todos los abortos obtenidos antes de la llegada término del embarazo son examinados por patólogos. La información del número de nacimientos y datos demográficos requeridos se obtienen del Ministerio de Estadística y del Ministerio de Salud. La información sobre la situación radiológica se obtienen del Instituto de Medicina de Radiación y el Comité de Hidrometeorología.

Cada año, el BNR controla unos 80,000 nacimientos. Junto con el BNR funcionan tres subprogramas (registros específicos) en el Instituto de Enfermedades Hereditarias de Bielorrusia, incluyendo el registro de las anomalías embrionales halladas en fetos, obtenidos de abortos legales inducidos (unos 43,000 casos), el registro de enfermedades autosómicas cromosómicas (unos 3,000 casos) y el registro de síndromes CM múltiples (unos 3,000 casos). Los investigadores que llevan a cabo los programas de los registros pueden intercambiar la información mediante redes informáticas locales.

Dentro de un proyecto francés-bielorruso, se llevó a cabo un estudio especial (visitas a unidades de maternidad) para evaluar la completitud de los registros. El estudio mostró que los datos del BNR no eran completos y que requerían correcciones en todas las regiones inspeccionadas.



Los datos del BNR pueden utilizarse para efectuar análisis de la dinámica de las ORCM en áreas contaminadas y no-contaminadas de Bielorrusia, ya que la incidencia de las ORCM en la población es bastante elevado y pueden ser diagnosticadas fácilmente, y el porcentaje de casos no registrados antes y después del accidente de Chernobyl es prácticamente igual, 11.7% y 12.2% respectivamente. El porcentaje de los casos no registrados en las áreas contaminadas y no-contaminadas era también prácticamente el mismo.

El registro de los fenotipos centinelas (SPh) para detectar posibles impactos genéticos del accidente de Chernobyl no parece muy prometedor. Esto puede explicarse por el pequeño número (menor de 5,000) de nacimientos anuales en las áreas con alta densidad de contaminación (superior a 555 kBq/km²), la baja incidencia de la mayoría de las unidades nosológicas Eph y el conocimiento insuficiente de estas anomalías por los médicos en ejercicio.

Se encontró un incremento de las ORCM tanto en las áreas contaminadas como en los controles. Sin embargo, el incremento de la incidencia de las ORCM fue mayor en las áreas contaminadas (Tabla 1).

Tabla 1

Número absoluto e incidencia de las malformaciones congénitas de registro obligatorio en Bielorrusia en los períodos pre- y post-Chernobyl (1:1000)

Malformaciones congénitas y sus codificaciones en el ICD-10	Áreas contaminadas Cs ¹³⁷ 15 Ci/km ² (N - 17)		Control (N - 30)		Total
	1983-1985	1987-2000	1983-1985	1987-2000	
	Anencefalías Q00	10 0.3	54 0.6	23 0.5	
Espina bífida Q0.5	21 0.7	98 1.2	43 0.9	231 1.3	393 1.2
Labio viperino y/o fisura palatina Q35. Q37	29 1.0	121 1.4	33 0.7	241 1.4	424 1.3
Polidactilismo Q69	6 0.2	119 1.4**	20 0.4	157 0.9**	302 0.9
Defectos de reducción de miembros Q71. Q73	14 0.5	59 0.7**	13 0.3	78 0.4**	164 0.5
Atresia de esófago Q39. Q39.2	1 0.03	11 0.1	8 0.2	32 0.2	52 0.2
Atresia rectal Q42. Q42.3	6 0.2	14 0.2	4 0.1	20 0.1	44 0.1
Síndrome de Down Q90	30 1.0	69 0.8	27 0.5	183 1.0	309 0.9
Malformaciones congénitas múltiples Q86. Q87. Q89.7. Q91-93. Q96-99	30 1.0	197 2.4*	55 1.1	332 1.9*	614 1.8
Total de ORCM	147 5.0	742 8.9*	226 4.6	1411 8.0*	2526 7.4
Incremento %	78%		74%*		

Diferencia significativa p<0.05;

** - Diferencia significativa p<0.01



Mortalidad perinatal y malformaciones congénitas tras el accidente de Chernobyl

ALFRED KÖRBLEIN

Instituto Medioambiental de Munich (Umweltinstitut München e.V.)

ak@umweltinstitut.org

Abstract

Se ha investigado la mortalidad perinatal en Alemania y su posible relación con el accidente nuclear de Chernobyl el 26 de abril de 1986. Haciendo uso de datos anuales de la mortalidad perinatal de los años 1980-1993, se ha efectuado un análisis de la tendencia de los datos basado en un modelo estadístico apropiado, dando como resultado un incremento significativo en 1987. Además, se ha calculado la concentración de cesio en las mujeres embarazadas utilizando los datos de la concentración de cesio en la leche. Se han encontrado picos de la mortalidad mensual al principio y al final de 1987 que coinciden con dos picos de la concentración de cesio en las mujeres con un retraso de siete meses. La asociación es altamente significativa ($p < 0.001$). La relación entre la concentración de cesio y la mortalidad perinatal es curvilínea con una potencia de la dosis de 3.5 (intervalo de confianza de 95%, 1.5 a 7).

Se halló la misma asociación en los datos de la mortalidad infantil mensual de Polonia. Tanto el tiempo de retraso como la potencia de la dosis coinciden en los datos de Alemania y de Polonia dentro de los límites de error. Los datos de la mortalidad perinatal mensual de la ciudad de Kiev en Ucrania exhiben un incremento altamente significativo en noviembre de 1987, el mismo mes en el que se encuentra el mayor exceso de la mortalidad perinatal en los datos de Alemania. Un análisis de la tendencia de la incidencia de los niños nacidos muertos en el sur del estado de Bavaria, donde la lluvia radioactiva por Chernobyl fue mayor que en el resto de Alemania, muestra también un incremento altamente significativo del 80% en noviembre de 1987.

Los datos alemanes de las malformaciones congénitas en recién nacidos sólo estaban disponibles en el caso del estado de Bavaria. En el sur de Bavaria, la incidencia de las malformaciones era significativamente mayor que en el norte de Bavaria en noviembre y diciembre de 1987. La frecuencia de las malformaciones de estos dos meses combinados muestra un incremento altamente significativo relacionado con la contaminación de cesio en la tierra a nivel de distrito. También se encontró una dependencia similar altamente significativa con la concentración de cesio en Bavaria por Scherb et al. analizando la frecuencia de los niños nacidos muertos en 1987.



Los resultados consistentes de los que se informa aquí discrepan con el concepto predominante de una dosis segura (dosis umbral) de 50 mSv para efectos no-estocásticos de la radiación ionizante. Tras Chernobyl, la dosis a los fetos en las áreas más contaminadas de Bavaria se estimó en 0.5 mSv, dos órdenes de magnitud menor que dicha dosis umbral. Es por ello que el concepto de una dosis segura para el daño por radiación durante el desarrollo fetal debe ser cuestionado.

Palabras clave: Chernobyl, mortalidad perinatal, niños nacidos muertos, malformaciones congénitas

Referencias:

Korblein A, Kuchenhoff H., Perinatal mortality in Germany following the Chernobyl accident. *Radiat Environ Biophys* 1997 Feb; 36(1): 3-7

Scherb H, Weigelt E, Bruske-Hohlfeld I. Regression analysis of time trends in perinatal mortality in Germany 1980-1993. *Environ Health Perspect.* 2000 Feb; 108(2): 159-65

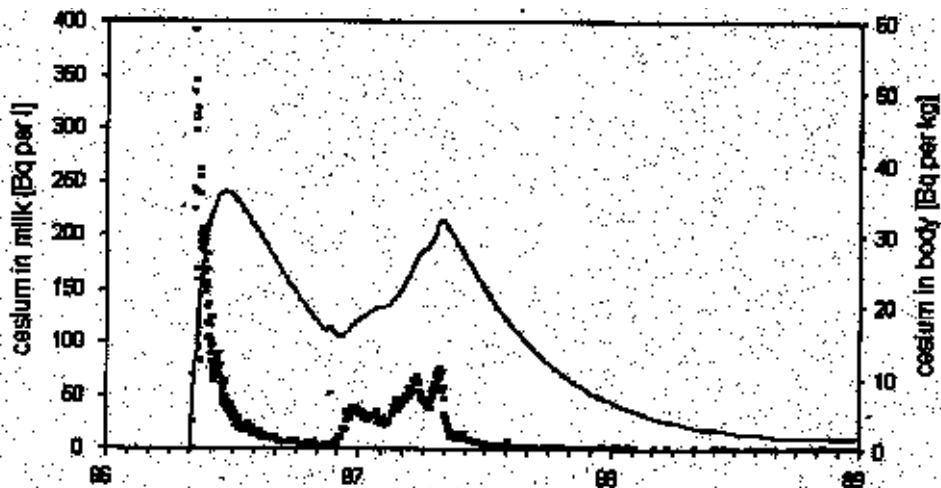


Figura 1: Concentración de cesio en la leche de vaca (puntos) y en el organismo de la mujer (línea continua), calculada con una vida media biológica de 86 días.

[eje x: Años, eje y izda: cesio en leche (Bq por litro), eje y dcha: cesio en el cuerpo (Bq por kg)]

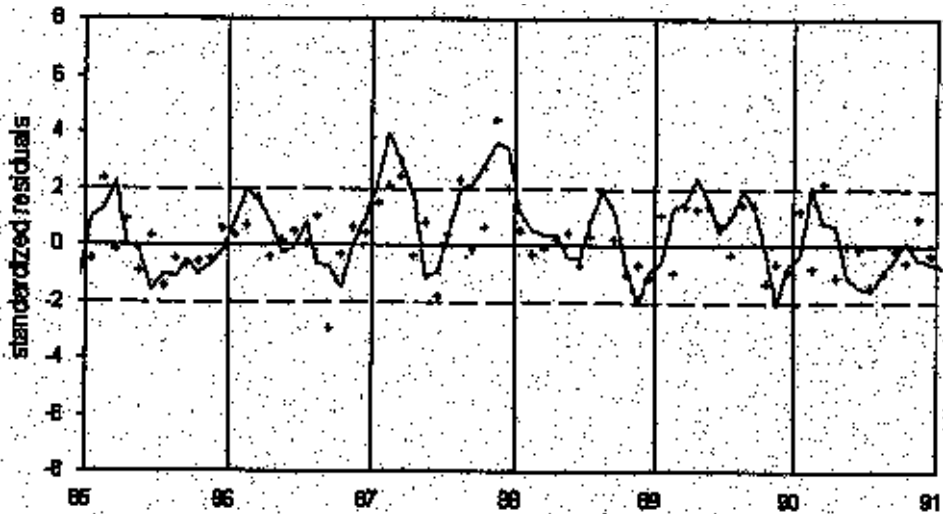


Figura 2: Desviaciones de lo observado respecto a lo esperado, en la frecuencia de la mortalidad perinatal mensual (puntos) en Alemania, en unidades de la desviación estándar (residuos estandarizados). La línea continua muestra la curva promediada cada tres meses, y la línea discontinua muestra el rango de 2 desviaciones estándar. Los picos al principio y al final de 1987 pueden asociarse con picos en la concentración de cesio de las mujeres embarazadas con un retraso de 7 meses (ver Figura 1).

[*eje x:* Años, *eje y:* residuos estandarizados]



Un registro nacional de cáncer para evaluar la evolución tras el accidente

PROF. A. OKEANOV

Instituto de Investigación Clínica de Medicina de la Radiación y Endocrinología, Minsk, Bielorrusia

Hemos considerado el Registro Nacional de Cáncer para efectuar un estudio base sobre la incidencia de los tumores malignos en Bielorrusia. El Registro se puso en marcha 1973. Se ha efectuado una comparación de los datos de las áreas contaminadas y las no contaminadas a través de índices estandarizados (método de estandarización directa - estándar internacional - Mundo), usando índices de edad por 100,000 ciudadanos. Se utilizaron modelos de tendencias para la estimación de los cambios del incremento de la incidencia.

La Tabla 1 presenta los índices estandarizados promedio de la incidencia y el factor de regresión lineal para 2 periodos (1976-1985 y 1990-2000). En general, en la República la incidencia promedio de todas las neoplasias malignas se incrementó significativamente un 39%, de 155,9 a 217,9 por 100,000 habitantes.

Estadísticamente se observa un crecimiento significativo de la incidencia en toda la regiones del país, y de manera más prominente en la región de Gomel: un 55,9%. En 1976-1985 la incidencia en la región de Gomel era menor que el nivel medio nacional, pero en 1990-2000 excedía el nivel medio nacional por haber tenido un rápido crecimiento de la incidencia comparado con otras regiones del país.

Tabla 1: Incidencia de las neoplasias malignas en toda las localizaciones y cambios de las frecuencias promedio por año en Bielorrusia (basado índices estandarizados, estándar, Mundo).

Región	Incidencia promedio y error		-	Factor de regresión y error		-
	1976-1985	1990-2000		1976-1985	1990-2000	
Brest	150,1±2,81	199,5±2,6	<0,001	2,80±0,26	2,30±0,40	>0,05
Vitebsk	158,2±3,24	217,9±3,5	<0,001	2,60±0,63	2,90±0,67	>0,05
Gomel	147,5±2,52	224,6±6,3	<0,001	2,79±0,24	5,80±0,86	<0,01
Grodno	143,8±3,11	207,2±4,2	<0,001	2,72±0,71	3,52±0,79	>0,05
Minsk	145,3±3,26	216,6±3,9	<0,001	3,01±0,48	2,77±0,91	>0,05
Mogilev	166,4±3,98	219,6±3,1	<0,01	4,04±0,45	2,80±0,46	>0,05
Minsk ciudad	223,5±5,72	263,7±1,76	<0,001	5,51±0,25	-0,08±0,58	<0,001
Bielorrusia	155,9±3,80	217,9±3,4	<0,001	3,76±0,32	3,15±0,44	>0,05

Se efectuó una estimación de la dinámica de la incidencia para los 2 periodos de tiempo utilizando un análisis de regresión. El incremento máximo del factor de regresión se detec-



tó la región de Gomel: de 2,79 en 1976-1985 a 5,8 en 1990-2000. En las demás regiones no se detectó un incremento significativo del factor de regresión, observándose en la mayoría de la regiones una disminución.

La dosis a la población y la dosis acumulada individual en las poblaciones rurales son el doble que en el caso de los ciudadanos urbanos (la dosis a la población para los ciudadanos rurales en el periodo 1986-1994 excedía por un factor 2 a la dosis para la población urbana de la región de Gomel: 7349 y 3656 Sv.pers respectivamente) [1]. Un análisis de los cambios del factor de regresión antes y tras el accidente mostró que la aceleración de las tasas de incidencia en las áreas rurales era más pronunciado que en las poblaciones urbanas.

Un estudio de la incidencia del cáncer en los territorios con diferentes niveles de contaminación mostró una dependencia significativa del crecimiento de la incidencia con el nivel de la contaminación. Dicha dependencia se observa con respecto a la incidencia del cáncer en algunas localizaciones: estómago, intestino, vejiga, tiroides, y tipos de tumores que de acuerdo con la literatura están relacionados con dosis de radiación ionizante [2].

Antes del accidente de Chernobyl el promedio del índice estandarizado de 10 años de la incidencia del cáncer de tiroides en el país era de $1,1 \pm 0,04$, y en los años tras el accidente: $5,5 \pm 0,51$ por cada 100,000 habitantes. Después de 1990 la incidencia del cáncer de tiroides alcanzó los mayores niveles jamás registrados en el mundo en los años considerados. La mayor tasa de incidencia se observó en la región de Gomel: $8,9 \pm 0,82$.

El índice de incidencia de las neoplasias malignas entre los trabajadores de la limpieza que vivían la región de Gomel fue significativamente mayor comparado con otras regiones del país. Además, se observaron diferencias profundas no sólo en la incidencia de cáncer sino también en la distribución del mismo. Entre las neoplasias malignas se observó un crecimiento estadísticamente significativo de la incidencia en el caso de las neoplasias malignas de los órganos digestivos (ICD IX 140-159) y respiratorios (ICD IX 160-165). La incidencia anual de estas formas de cáncer se incrementó en un promedio del 14,9% ($_ < 0.0005$) y del 24,7% ($_ < 0.0003$).

Referencias:

1. J. Kenigsberg, V. Minenko, E. Buglova et. al. Population exposure doses in Belarus after the Chernobyl accident and prognosis of stochastic effects. Nine years of Chernobyl. Medical effects, Minsk, 1995, vol. 2, pp. 61.69.
2. Effects of A-bomb radiation on the human body. Tokyo, Harwood Academy Publishers, Bankodo Ltd, 1995, 419 P.



Algunas características del desarrollo de la patología crónica en los niños de Bielorrusia viviendo bajo condiciones permanentes de radiación de baja dosis

GRES N. A., ARINCHIN A. N., OSPENNIKOVA L. A.
República de Bielorrusia, Minsk, Instituto de medicina de radiación y endocrinología.

Palabras clave: radiación, dosis, niños, patologías del cristalino, cataratas, gastritis crónica, atrofia, metaplasia intestinal.

Abstract

El grupo estudiado incluía a 137 niños con edades entre 6-15 años, viviendo constantemente en el sur de Polesie. La dosis efectiva total promedio de la radiación fue de 2.2 mSv/año (0.4 a 9.7 mSv). La dosis efectiva total varió de 3.2 a 71 mSv (dosis promedio de 15.4 mSv). La dosis era sobre todo debida a radiación interna (74%), causada por la incorporación de radiocesio al organismo. El grupo de control estaba formado por 92 niños de la misma edad, que vivían en áreas del norte de Pooserie no contaminadas con radionucleidos.

El ojo es uno de los órganos radiosensibles, siendo su parte más sensible el cristalino. Inicialmente se diagnosticó de cataratas a tres niños con edades de 11,12 y 15 años respectivamente, en el grupo expuesto. Cuando se diagnosticaron las cataratas, la dosis total calculada de estos niños era de 15.3, 17.1 y 25.9 mSv respectivamente. Además de la catarata completa por radiación, existe probablemente un estadio de patología de cristalino con un desarrollo de opacidades en el mismo. Durante los exámenes oftalmológicos sistemáticos se diagnosticaron patologías del cristalino en el 53.7% del grupo de los 137 niños. En el grupo de control se hallaron patologías del cristalino en el 29.3%. La correlación entre el número de opacidades del cristalino, por un lado, y el nivel de la actividad del Cs137 en el organismo de los niños, por el otro, se muestra en la Figura 1. El número de las opacidades del cristalino en ambos ojos crece con el nivel de la actividad específica del Cs137 en el organismo (Figura 1).

Para evaluar la posibilidad de desarrollar patologías del cristalino con la edad, llevamos a cabo un seguimiento oftalmológico de 21 niños a lo largo de tres años, con un intervalo de un año. Se encontró una progresión de la patología del cristalino en el 42.9% de los niños.

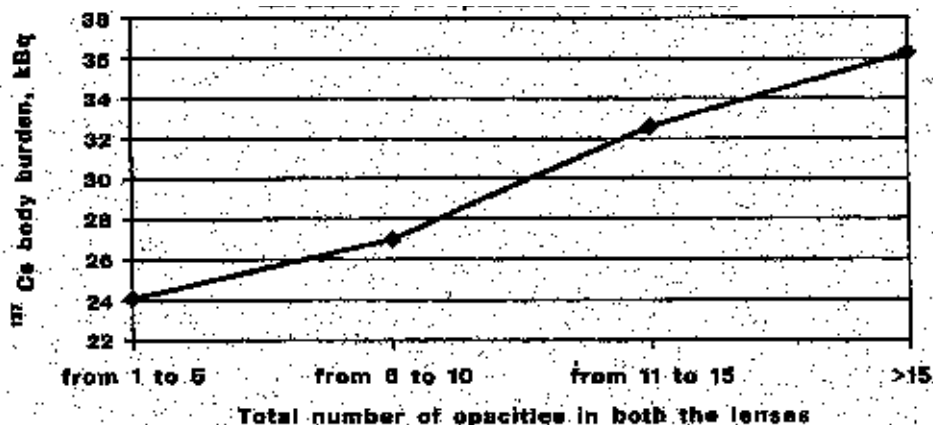


Figura 1 Correlación entre la carga de radiocesio del organismo y el número de opacidades en ambos cristalinos.

[eje x: número total de opacidades en ambos cristalinos. De 1 a 5. De 6 a 10. De 11 a 15. >15, eje y: carga de Cs en el organismo, kBq]

Gastritis

Además del ojo, también puede considerarse que el **tracto gastrointestinal** es muy susceptible a la radiación interna. En un grupo representativo de 289 niños, expuestos a dosis de 0.9 a 4.7 mSv, se estimó que la fuente de radiación era interna en el 69-77%. El 72% de estos niños mostraron signos clínicos de gastritis crónica.

El examen microscópico de las biopsias mostraron una atrofia de la membrana mucosa en el 16.1%. Esto es significativamente superior a lo que se encuentran en el grupo de control: 2.7%. Se encontró metaplasia de la membrana mucosa en el 5.4% y 2.7% respectivamente.

Estos hallazgos histológicos, la atrofia y la metaplasia, son alteraciones morfológicas que se encuentran en personas de edad. En niños, dichos cambios pueden considerarse como una predisposición para cambios precancerosos.

Un seguimiento de estos niños a lo largo de ocho años mostró procesos de atrofia en el 12.5% de los casos. El número de niños con metaplasia se incrementó hasta el 20.8%. Es interesante señalar que entre estos niños, aquellos **nacidos en 1986-1987**, expuestos a la radiación durante el desastre de Chernobyl, en un periodo crítico de su vida (in utero, y en el período posnatal inicial), **la atrofia de la membrana mucosa y la metaplasia permaneció sin cambios** (Figura 2).

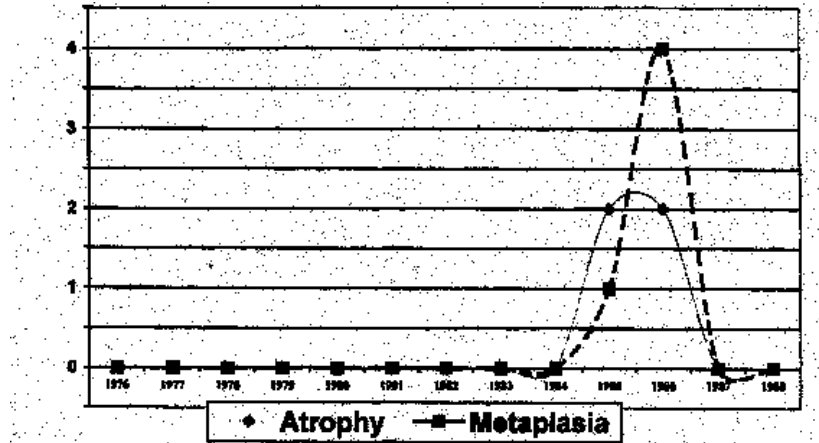


Figura 2: Nuevos casos de gastritis en niños, con atrofia y metaplasia de la membrana mucosa, dependiendo de la fecha de nacimiento
 [eje x: año de nacimiento, eje y: número de niños]

Infecciones crónicas recurrentes en niños de edades de 0 a 14 años

Un análisis comparativo mostró que los niños expuestos a la radiación tienen una incidencia significativamente mayor ($p < 0.05$) de bronquitis crónica recurrente y de infecciones crónicas del tracto urinario, cuando se les compara con los niveles de la república de Bielorrusia. Las Figuras 3 y 4 muestran las diferencias entre los niños de las áreas radiocontaminadas y los niveles del resto de Bielorrusia, para estas dos diferentes infecciones crónicas.

El análisis de los datos presentados nos lleva a pensar de que todavía existe una probabilidad de efectos altamente dañinos debida a una exposición interna por radiación ionizante.

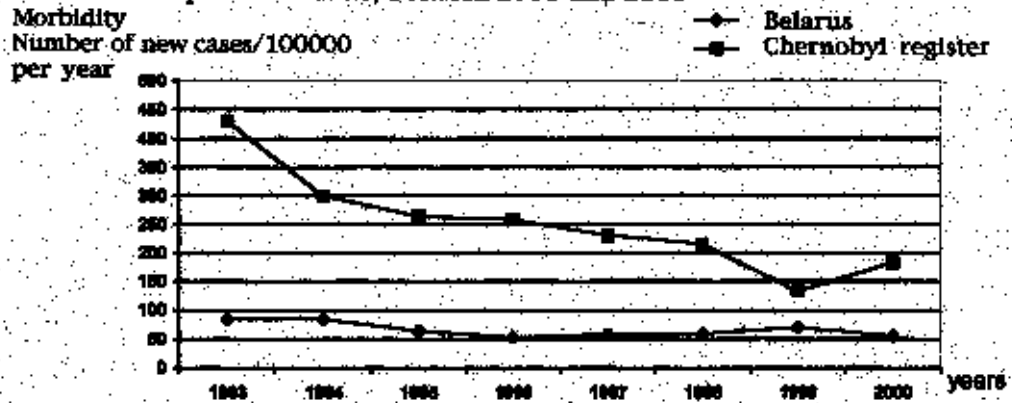


Figura 3: Comparación del número de las primeras manifestaciones de **bronquitis crónica recurrente** entre los niños de las áreas radio-contaminadas respecto a los niveles del resto de Bielorrusia, entre 1993 y el año 2000.

[*eje x:* años, *eje y dcha:* morbilidad; número de nuevos casos/100,000 por año, *eje y izda:* Bielorrusia; registro de Chernobyl]

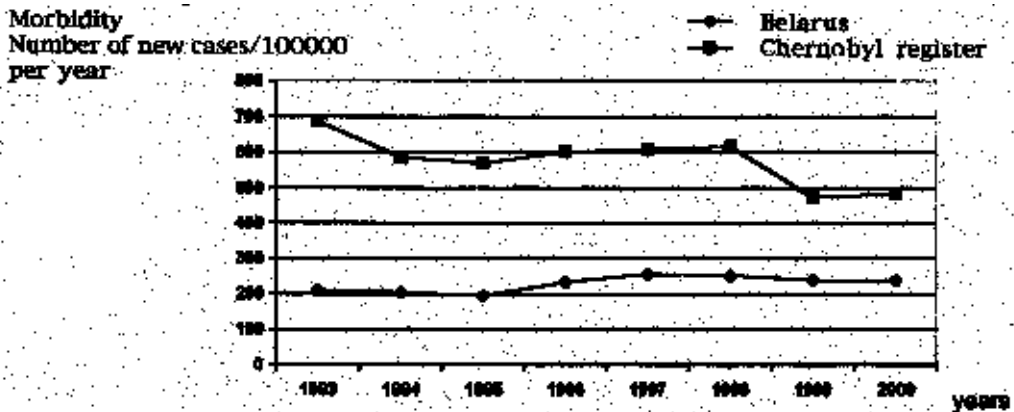


Figura 4: Comparación del número de las primeras manifestaciones de las **infecciones crónicas recurrentes del tracto urinario** entre los niños de las áreas radio contaminadas respecto a los niveles del resto de Bielorrusia, entre 1993 y el año 2000.

[*eje x:* años, *eje y dcha:* morbilidad; número de nuevos casos/100,000 por año, *eje y izda:* Bielorrusia; registro de Chernobyl]



Incidencia de enfermedades en niños de diferentes condiciones

ELENA VELISEEVA

Presentamos un estudio sobre la condición sanitaria de niños con edades comprendidas entre los 0 y los 14 años, supervisados en la policlínica infantil ocho de Minsk, de 1997 al 2001. El número total de niños que tuvimos a nuestro cargo fue de 19,098 en 1997, incluyendo 1701 niños que fueron evacuados de la zona radiocontaminada de Chernobyl. En el año 2001 tuvimos 19,673 niños de los cuales 900 provenían del zona de Chernobyl.

El número de **niños sanos**, o aquellos sin ninguna afección patológica seria, decreció un factor 1.7 en los niños de la policlínica (de 1,222 a 739) en los cinco años, pero en el "grupo de Chernobyl" el número de niños sanos descendió en un factor 10: de 36 en 1997 a 3 en el 2001 (Fig. 1 A & B). El número de **bebés sanos** decreció un factor 13.6 (del 4.1% al 0.3%). Esto significa que únicamente 3 niños de 856 nacieron sanos en el 2001.

Las enfermedades crónicas son afecciones que requieren una supervisión y un tratamiento médico permanente; su número se incrementó en un factor 1.24, de 3,360 en el caso de los niños "sedentarios" en 1997, a 4.153 en el 2001 (Fig. C & D). Entre los niños de "Chernobyl" los números se incrementaron en un factor 1.74, de 780 en 1997 a 454 en el 2001. Entre los niños crónicamente enfermos, lo más habitual fueron los **desórdenes gastrointestinales** (40%), pero en los niños reasentados de Chernobyl representan el 76.4% de las enfermedades crónicas en el 2001 (688 casos de los 900 niños). En este último grupo, el número de inválidos creció.

Los datos sobre la incidencia de las diferentes afecciones, calculados sobre una población de 100,000 niños de Minsk, muestran que incidencia de las **anomalías congénitas** se incrementó en un factor 1.6, de 1,191 en 1997 a 1,906 en el 2001. En el grupo de "Chernobyl" el incremento fue de 833 a 1,333. La proporción de **malformaciones cardiacas** se incrementó de ser el 55.9% de todas las anomalías (135 casos) en 1997 al 78.9% (375 casos) en el 2001.

Durante este periodo, el **asma bronquial** se incrementó en un factor 1.7 en toda la población (de 175 a 1,118 casos por cada 100,000 niños), con un incremento de un factor 1.89 en el grupo de "Chernobyl" (de 1,058 a 2,000), con el doble de casos severos respecto al grupo total. En los últimos años, las enfermedades alérgicas combinadas, especialmente **la dermatitis atópica, y la rinitis alérgica** se volvieron más frecuentes, y se asociaron con el asma bronquial (Ref. 1).



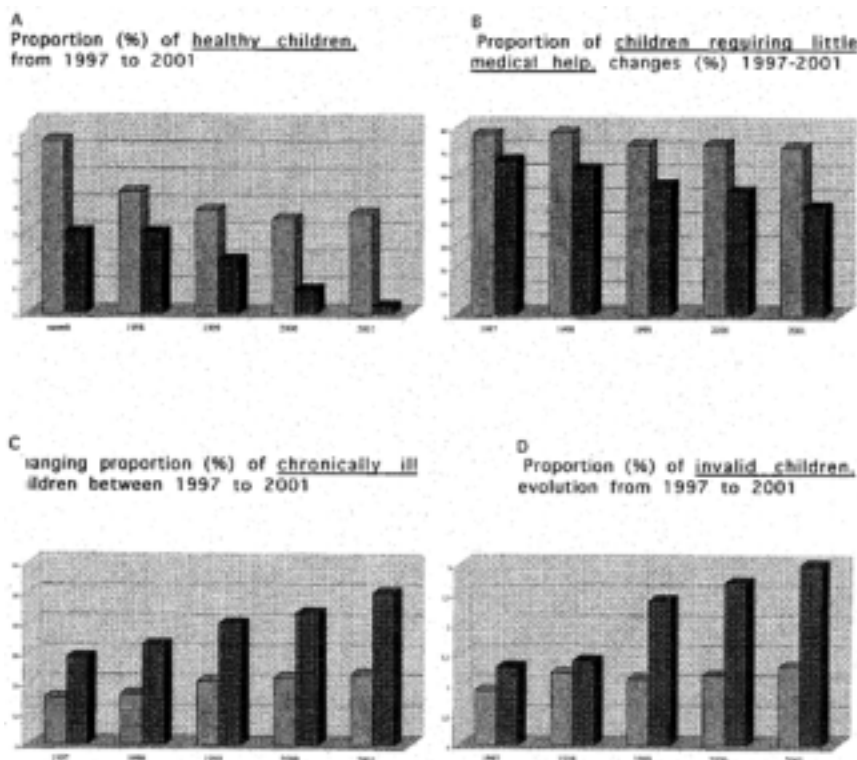
La incidencia de tumores por cada 100,000 se incrementó en un factor 1.5 en toda población, de 109 a 162 casos, **pero se incrementó un factor 2.8 en los "niños de Chernobyl"**, de 470 a 1,333. Los **tumores malignos** se incrementaron en un factor 2.1 (de 57 a 121) en toda población. En los niños de la policlínica ocho los **tumores cerebrales** representaban el 26,5% (3 casos) de los tumores malignos, cinco años más tarde representaban el 45% (10 casos). Sólo 2 casos de entre los tumores cerebrales eran de familias evacuadas.

Figura 1, de A a D: Estudio de los Problemas de Salud entre 1997 y el 2001, entre los niños supervisados por la policlínica ocho. La mayoría provienen del área de Minsk (columna izquierda) y se comparan con la minoría del 10% de los niños evacuados de las **áreas radiocontaminadas de "Chernobyl"** (columna derecha).

- A: Proporción (%) de niños sanos de 1997 al 2001.
- B: Proporción de los niños que requerían poca ayuda médica, cambio (%) 1997-2001.
- C: Cambio de la proporción (%) de los niños crónicamente enfermos entre 1997 y el 2001.
- D: Proporción (%) de los niños inválidos, evolución desde 1997 al 2001.

Columna izquierda: Niños del área en Minsk.

Columna derecha: Niños de Chernobyl reasentados en Minsk.





La glándula tiroides fue específicamente inspeccionada en 1000 de nuestros niños desde 1998 hasta el 2002. **La incidencia de la tiroiditis se incrementó en un factor 14 (de 0.48 al 6.76%)**. El bocio nodular se incrementó en un factor 4 durante este periodo (de 0.96 al 4.0%, ver Fig. 2). También creció la incidencia de otras enfermedades endocrinas en los niños de la población de Minsk. Estos hallazgos concuerdan con las expectativas tras el desastre Chernobyl [Ref. 2].

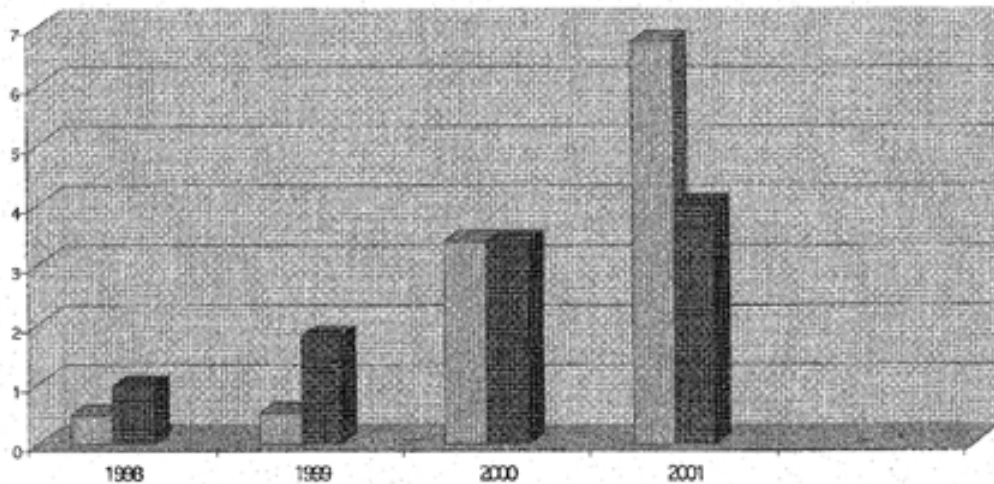


Figura 2: Inspección especial de la glándula tiroides de 1,000 niños para el diagnóstico de la Tiroiditis y el bocio.

[*eje x:* incidencia de la tiroiditis y del bocio nodular en 1,000 niños supervisados en la Policlínica ocho de 1998 al 2001, *eje y:* columna derecha: Tiroiditis, columna izquierda: Bocio nodular]

Conclusión:

En la policlínica ocho hemos notado un deterioro de la salud de los niños desde 1997 al 2001, con un incremento de la incidencia de diferentes enfermedades. Los niños que provienen de familias originarias de la región radiocontaminada de Chernobyl muestran un deterioro más rápido de su salud. Las causas de este deterioro son complejas, y pueden incluir factores ecológicos, radiológicos, y económicos.

Referencias:

- 1) Zhernosek V. F. Combined allergic pathology in children suffering from bronchial asthma / - Medical News. - 8. P. 69-71
- 2) The guard of maternity and childhood in cases of influence from Chernobyl's disaster: material of scientific explorations 1991-1995 years. Part 2. M.: Scientific Exploration Institute of the guard of maternity and childhood of Health Ministry of Republic of Belarus, 1996. 174 p.



La frecuencia e intensidad de las reacciones autoinmunes en niños y adolescentes viviendo en regiones radioecológicas distintas de Bielorrusia

VORONTSOVA T., KUCHINSKAYA E., MOKHORT T., KARLOVICH N.
Instituto Clínico de Investigación sobre Medicina de Radiación y Endocrinología, Minsk, Bielorrusia

Se ha observado una asociación entre la exposición a la radiación y un incremento de la frecuencia de la autoinmunidad de la tiroides en poblaciones expuestas a la lluvia radioactiva, y en pacientes tratados con yodo radioactivo (1, 2).

Objetivo: Estimar la incidencia de las reacciones autoinmunes a antígenos de la tiroides en niños y adolescentes viviendo en regiones radioecológicas distintas de Bielorrusia, 6-7 años y 13-15 años tras el desastre de Chernobyl.

Sujetos: Se recogió el suero sanguíneo de niños y adolescentes que vivían en el pueblo contaminado de Hoiniki (región de Gomel, contaminación promedio por Cs 137 - 0.19-0.56 MBq/m²) y en el pueblo no-contaminado de Braslav (región de Vitebsk, menos de 0.04 MBq/m²) durante los años 1992-1993 y 1999-2001. Todos los niños fueron seleccionados al azar durante programas de revisiones médicas. El grupo **Hoiniki93** contenía 287 individuos (144 niños y 123 niñas). El grupo **Hoiniki99** constaba de 251 personas (130 niños y 121 niñas). El grupo **Braslav93** estaba formado por 208 personas (95 niños y 113 niñas). El grupo **Braslav01** contenía 250 individuos (115 niños y 135 niñas).

Métodología: Se midieron las concentraciones en suero de los anticuerpos antitiroglobulina (AB-TG) y antitiroperoxidasa (AB-TPO) mediante un ensayo radioinmune. Se utilizó el test-t del estudiante o el χ^2 para el análisis estadístico.

Resultados: Tal y como muestra la Tabla 1, en el grupo Hoiniki93 los niveles de AB-TPO fueron positivos en el 11.1%, y los de AB-TG en un 2.8%. La frecuencia del AB-TPO en el grupo Hoiniki93 fue significativamente mayor que en el grupo Hoiniki99 ($p < 0.001$) y que en el grupo de control ($p < 0.001$). Encontramos que el porcentaje total de los anticuerpos positivos en los dos grupos de Hoiniki era realmente mayor que en los dos grupos de Braslav ($p < 0.001$). No vimos diferencias en la incidencia de los niveles positivos de AB-TG entre los diferentes grupos.

**Tabla 1:** Incidencia de anticuerpos positivos dependiendo de la región

Tipo de anticuerpo	Hoiniki93 (%) n=287	Hoiniki99 (%) n=250	Braslav93 (%) n=208	Braslav01 (%) n=251
AB-TG	2.8	2.4	1.9	2.8
AB-TPO	11.1**^ p<0.001	2.8#^ p<0.05, p<0.001	0.9	0.4
AB-TG + AB-TPO	5.6** p=0.02	3.9	0.96	-
Total	19.5*^ p<0.001	9.1 p<0.02	3.8	3.2 *

con los 2 grupos de Braslav
**- con el grupo Braslav93

^- con el grupo Hoiniki99
#- con el grupo Braslav01

Conclusiones: Resumiendo nuestros datos, podemos señalar que la incidencia de los anticuerpos de la tiroides en los niños y adolescentes de las regiones contaminadas es significativamente mayor que en los niños que viven en regiones no-contaminadas, tanto en 1993 como en los años 1999-2001. En 1999 (13 años tras el desastre de Chernobyl) la frecuencia del AB-TPO y el porcentaje total disminuyeron comparándolo con 1993. Los resultados obtenidos indican que las reacciones autoinmunes pueden ser consecuencias indirectas de la radiación.

Referencias:

1. Hancock S. L., Cox R. S., McDougall I. R. Thyroid disease after treatment of Hodgkin's disease. N. Engl. J. Med., 1991; 325: 599-605
2. Nagataki S., Shibata Y., Inoue S., Yokoyama N., Izumi M., Shimaoka K. Thyroid disease among atomic bomb survivors in Nagasaki. JAMA, 1994, 272: 364.



Trabajos rusos traducidos ANTERIORMENTE EN LA REVISTA:

Nº 72

Radiocesio y malformaciones congénitas

Bandazhevsky Yu. I.

Instituto para la Seguridad Radiactiva, Bielorrusia

(Resumen)

Nº 72

Control de la contaminación por cesio en niños de Bielorrusia tras Chernobyl.

Radioprotección con pectina

Nesterenko V. B., Babenko V. I., Erkovich T. V., Derjugo V. A., Babenko I. V.,
Nesterenko I. E.

Instituto para la Protección Radoactiva "Belrad", Minsk, Bielorrusia

(Resumen)