

Riesgos de la radiación ionizante para la salud: Resultados de la reunión de expertos en Ulm, Alemania, 19 de octubre 2013

Médicos y científicos alertan sobre los daños para la salud causados por la radiación ionizante. Está comprobado que basta unas dosis de aproximadamente tan sólo 1 Milisievert (mSv), para aumentar el riesgo de contraer enfermedades inducidas por radiación. No existe ningún umbral que pueda servir de barómetro para definir una dosis segura, ya que no existe una exposición sin riesgos.

Afiliados suizos y alemanes de la IPPNW invitaron a médicos y científicos de los ámbitos de la biología radiológica, epidemiología, estadística y física, que se reunieron el día 19 de Octubre 2013 en Ulm, Alemania, para discutir el estado científico actual en cuanto al peligro de la radiación ionizante de baja dosis.

El comité de expertos exige que se ajusten las medidas de protección radiológica a los nuevos conocimientos en ésta ciencia. La radiación ionizante causa daños manifiestos a la salud. Gracias a nuevos estudios epidemiológicos existen métodos de cuantificación que permiten determinar una parte de los riesgos. La evaluación de riesgos basada en estadísticas de los supervivientes de Hiroshima y Nagasaki, como colectivo de referencia, se considera obsoleta. En vista de las evidencias actuales se da por hecho que dosis mínimas causan enfermedades.

1. La radiación de fondo causa efectos adversos en la salud medibles mediante estudios epidemiológicos.

Dosis bajas de radiación de fondo (el radón inhalado, la radiación terrestre y cósmica como también radioisótopos naturales ingeridos con los alimentos) causan daños epidemiológicamente comprobables. La alegación de que una dosis se encuentre dentro de los parámetros de la radiación de fondo «natural» y que por lo tanto no hubiese que preocuparse por ella, es equívoca.¹⁻¹⁷



Foto: Ian Thomas Ash, documentingian.com

Los resultados de la reunión son:

1. La radiación de fondo causa efectos adversos en la salud medibles mediante estudios epidemiológicos.
2. El uso de radiación para diagnósticos médicos causa efectos adversos en la salud medibles mediante estudios epidemiológicos.
3. El uso civil de energía nuclear y las pruebas nucleares causan efectos adversos en la salud medibles mediante estudios epidemiológicos.
4. En base a estudios epidemiológicos se pueden evaluar los riesgos para la salud causados por dosis bajas de radiación, aplicando el concepto de la dosis colectiva - un método que permite medir los riesgos de manera previsible y cuantificable.
5. La ICRP todavía deriva los factores de riesgo de los estudios de Hiroshima y Nagasaki, práctica que se considera desfasada.
6. Necesitamos un mejor concepto de protección radiológica, que se base en la consideración de los riesgos y en la implementación de una ley estricta para minimizar la exposición a la radiación.

2. El uso de radiación para diagnósticos médicos causa efectos adversos en la salud medibles mediante estudios epidemiológicos.

Existen evidencias de que tanto los TAC como las radiografías convencionales aumentan el riesgo de desarrollar ciertos tipos de cáncer, mayoritariamente cáncer de mama, leucemias, carcinoma de tiroides y cáncer cerebral. Son más susceptibles niños y adolescentes que adultos, y aún más embriones y fetos.¹⁸⁻⁴⁰

Es urgente recomendar la limitación del uso de Rx con función diagnóstica e intervencional a los casos estrictamente necesarios, usar sólo TAC de dosis reducida siguiendo indicaciones muy precisas y siempre que resulte posible, emplear resonancias magnéticas o ultrasonidos.

En algunas cohortes poblacionales, el riesgo es mayor, como por ejemplo en el caso de las mujeres con predisposición genética para el cáncer de mama. Es recomendable no incluir a éstas mujeres en los screening radiológicos.⁴¹⁻⁴⁵

3. El uso civil de energía nuclear y las pruebas nucleares causan efectos adversos en la salud medibles mediante estudios epidemiológicos.

El uso de armas nucleares (hasta ahora más de 2000 pruebas) y los accidentes nucleares han causado la liberación de grandes cantidades de radionúclidos, por lo cual gran cantidad de la población está expuesta a dosis de radiación aumentadas.

Estudios llevados a cabo en los lugares de las pruebas de armas nucleares, sobre todo en Nevada, Semipalatinsk, Chernóbil y Fukushima, demuestran altas tasas de morbilidad y mortalidad.⁴⁶⁻⁵⁴

El uso y la práctica «normal» de plantas nucleares causa daños en la población que vive en los alrededores. En función de la distancia a la planta se demuestra un aumento de leucemia y otros cánceres en recién nacidos y fetos, con la mejor evidencia en un estudio alemán pero con resultados igual de consistentes en otros estudios suizos, franceses e ingleses.⁵⁵⁻⁵⁹

Los trabajadores expuestos enferman más frecuentemente, aunque se hayan respetado las dosis legalmente permitidas. Sus hijos también son más susceptibles a ciertas enfermedades que los hijos de trabajadores no expuestos. En el caso de empleados de minas de uranio y empleados de fabricas de armas nucleares se ha comprobado un aumento de leucemia linfática crónica.⁶⁵⁻⁶⁸

Leucemias y otros cánceres son inducidos por dosis bajas, tal como se ha visto después de las pruebas de armas nucleares, accidentes, en regiones con alta tasa de radiación de fondo, después de Rx con función diagnóstica y después de exposiciones ocupacionales.⁶⁹⁻⁹²


Como consecuencia de exposición a yodo radiactivo, se han observado enfermedades de la glándula de tiroides, incluyendo el cáncer de tiroides en niños, adolescentes y adultos.⁹³⁻⁹⁹ Se ha observado también como consecuencia de bajas exposiciones un aumento de enfermedades no malignas (por ejemplo tumores benignos como meningiomas; enfermedades cardiovasculares, cerebrovasculares, respiratorias, gastrointestinales, endocrinológicas y psíquicas; como también las cataratas.¹⁰⁰⁻¹¹³

A parte de esto, varios estudios han comprobado un defecto en el desarrollo de la inteligencia tras exposiciones radiológicas del cerebro in utero o durante los primeros años de vida. Como posibles fuentes de estas exposiciones cuentan el roentgen diagnóstico, la radioterapia o la exposición tras accidentes nucleares.¹¹⁴⁻¹¹⁶

Después de accidentes nucleares, ya con dosis bajas, se han comprobado procesos teratogénicos en seres humanos y animales.¹¹⁷⁻¹²⁰ Los efectos genéticos en los seres humanos son difíciles de comprobar, ya que apenas aparecen en generaciones posteriores. Sin embargo, una gran cantidad de ensayos con animales provenientes de regiones de Chernóbil y Fukushima, con cambios de generaciones rápidos, demuestran graves daños relacionados a la exposición radioactiva del lugar de recogida. En el hombre también se conocen, desde hace mucho tiempo, éstos daños causados por dosis bajas. Daños transgeneracionales y por lo tanto daños genéticamente fijados se han documentado a menudo en los hijos de los liquidadores de Chernóbil.¹²¹⁻¹²⁸ Hay muchos estudios que muestran los daños genéticos y epigenéticos a largo plazo.¹²⁹⁻¹⁴⁶

4. En base a estudios epidemiológicos se pueden evaluar los riesgos para la salud causados por dosis bajas de radiación, aplicando el concepto de la dosis colectiva - un método que permite medir los riesgos de manera previsible y cuantificable.

El modelo de la dosis colectiva es el punto de referencia actual de la ciencia para estimaciones cuantitativas de daños estocásticos. Nuevos ensayos clínicos han comprobado el modelo «lineal sin umbral» (también llamado modelo lineal-no-threshold). El modelo constata que no existe ninguna dosis umbral que marque una exposición segura.^{147,148}



Siguiendo el modelo de la dosis colectiva y teniendo en cuenta los resultados de ensayos recientes se deben tener en cuenta los siguientes factores de riesgo (EAR = excess absolute risk; exceso de riesgo absoluto):

Para la estimación de cánceres se debe aplicar un factor de 0,2/Sv para la mortalidad y de 0,4/Sv para la incidencia.¹⁴⁹⁻¹⁵¹ UNSCEAR y ICRP siguen trabajando con factores bastante bajos, de 0,05/Sv para la mortalidad y 0,1/Sv para la incidencia de cánceres. En su informe sobre Fukushima del año 2013, la OMS por lo menos reconoce que se tienen que duplicar los factores que se recomendaban antes.¹⁵²

Los factores mencionados son válidos para una población expuesta con distribución normal de edades. Según el ICRP la susceptibilidad se triplica en las edades tempranas (<10 años) y en el caso de los fetos.¹⁵³⁻¹⁵⁵

Para la estimación del riesgo de enfermedades somáticas no malignas (enfermedades no cancerosas), sobre todo las enfermedades cardiovasculares, se deberían aplicar factores equiparables a los factores del cáncer.^{156,157}

Se recomienda que la OMS y los órganos nacionales de protección radiológica empiecen a usar dichos nuevos factores de riesgo como base para estimar los daños causados tras accidentes nucleares.

5. La ICRP todavía deriva los factores de riesgo de los estudios de Hiroshima y Nagasaki, práctica que se considera desfasada.

Instituciones como La Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) todavía usan, hoy en día, las investigaciones hechas en los supervivientes de Hiroshima y Nagasaki para estimar las consecuencias de exposiciones radiológicas. Dichas estimaciones no son aplicables a poblaciones expuestas a dosis aumentadas a largo plazo por las siguientes razones:

Los supervivientes de Japón han sido expuestos a una radiación de tipo gamma, de alta energía, alta penetración y corta duración. Investigaciones radiobiológicas han demostrado que ésta radiación no es tan densa y por lo tanto no tiene el mismo efecto que la radiación alfa o

beta tras incorporarla al cuerpo o la radiación del tipo roentgen o gamma, que se encuentran dentro del espectro de energía constante de la radiación de fondo (tanto natural como artificial).^{158,159}

La tasa de dosis que tuvo la radiación de las bombas fue extremadamente alta y por lo tanto existía la creencia de que el efecto mutante era mayor que en tasas de dosis menores. El ICRP todavía apoya ésta creencia reduciendo en sus datos, el riesgo de desarrollar un cáncer, a la mitad.^{160,161}

La parte de dosis causada por el fallout radiactivo y por la activación de neutrones no fue tomada en cuenta por parte de la Radiation Effects Research Foundation (RERF), aunque sí han causado efectos significativos en las víctimas de Hiroshima y Nagasaki. Esto causa una subestimación del efecto biológico.¹⁶²

Como la RERF empezó a trabajar en el año 1950, le faltaban datos de los primeros 5 años tras los ataques de Hiroshima y Nagasaki. Por eso se tiene que suponer que el registro de efectos teratogénicos, genéticos y los cánceres con periodo de latencia corta está incompleto.

Hay que reconocer que tras los ataques de Hiroshima y Nagasaki, los supervivientes forman un grupo especialmente resistente (survival of the fittest, supervivencia del más apto) y por lo tanto la población seleccionada para los estudios no es representativa. Dicha selección resulta en una subestimación del riesgo radiológico de aproximadamente un 30%.¹⁶³

Los supervivientes constituían un grupo socialmente rechazado. Por eso es probable que en muchos casos la información sobre la procedencia o las enfermedades de las siguientes generaciones no haya sido fiable. Esto sucedió sobre todo para evitar poner en peligro el casamiento y la integración social de los hijos de los supervivientes.¹⁶⁴

*Comentario de los autores: los factores de riesgo aplicados en el concepto de la dosis colectiva indican que tanto las tasas de incidencia como las tasas de mortalidad del cáncer aumentan debido a la carcinogenesis inducida por la radiación. Normalmente el riesgo absoluto (excess absolute risk, EAR) se mide en la unidad 1/Sv.

Partiendo de una radiación de 1 Sv, el factor de riesgo (EAR) de mortalidad por cancer de 0,2/Sv implicaría un aumento del riesgo a la muerte de un 20%. Este valor es adicional al riesgo normal, que es de un 25%. Esto correspondería a un riesgo añadido relativo (excess relative risk, ERR) de $0,2/0,25 = 0,8/Sv$.

6. Necesitamos un mejor concepto de protección radiológica, que se base en la consideración de los riesgos y en la implementación de una ley estricta para minimizar la exposición a la radiación.

La decisión sobre la aceptabilidad de los riesgos de la radiación ionizante es una decisión política común incluyendo en la decisión a las personas más expuestas. Para protegerlas, se debería estimar el riesgo de la manera más adecuada posible y de una forma fácilmente comprensible. En ámbitos de medicina, éstos conceptos ya no son ninguna novedad y han llegado a ser el estándar.

Un concepto basado en el riesgo para la estimación del daño corporal puede que ayude en la reducción de daños causados por dosis bajas. Un catálogo de medidas estructuradas en el marco de la ley de minimización ayuda a bajar más dicho riesgo. El modelo de riesgo/aceptabilidad en el caso de agentes cancerígenos es en su base un buen ejemplo.¹⁶⁵⁻¹⁶⁹

Tiene la máxima prioridad la protección del ser innato y la intangibilidad genética de las generaciones siguientes. Es por eso que la protección radiológica tiene que completar los modelos de los adultos teniendo en cuenta la vulnerabilidad especial de personas innatos y niños.

Ponentes y participantes de la reunión de expertos que tuvo lugar en Ulm, Alemania, el 19 de octubre 2013

- » **Prof. Dr. med. Wolfgang Hoffmann**, MPH, Profesor de Epidemiología y Community Health, Institut für Community Medicine, Universitätsmedizin, Greifswald, Alemania
- » **Dr. rer. nat. Alfred Körblein**, Dipl. Físico, científico independiente, Nuremberg, Alemania, miembro del Consejo Científico de IPPNW.de
- » **Prof. Dr. med. Dr. h.c. Edmund Lengfelder**, Professor em. del Instituto Radiobiológico en la Facultad Médica de la LMU Múnich, Jefe del Instituto Otto Hug para la Salud y el Medioambiente
- » **Dr. rer. nat. Hagen Scherb**, Dipl. Matemático., Helmholtz Zentrum, Centro Aleman de Investigación para la Salud y el Medioambiente, Múnich, Alemania
- » **Prof. Dr. rer. nat. Inge Schmitz-Feuerhake**, Profesora em. de Física Experimental, Universidad de Bremen, Alemania, miembro del Consejo Científico de IPPNW.de
- » **Dr. med. Hartmut Heinz**, Especialista en Medicina del Trabajo, anteriormente Medico Ejecutivo en la Salzgitter AG; miembro del Grupo de Trabajo «Energía Nuclear» de IPPNW.de
- » **Dr. med. Angelika Claußen**, Especialista en Psicoterapia en Bielefeld, Alemania, miembro del Grupo de Trabajo "Energía Nuclear" de IPPNW.de
- » **Dr. med. Winfrid Eisenberg**, anteriormente Medico Ejecutivo del Hospital Pediatrico de Herford, Alemania, miembro del Grupo de Trabajo «Energía Nuclear» de IPPNW.de
- » **Dr. med. Claudio Knüsli**, Medico Ejecutivo en el Hospital Oncologico St. Clara, Basilea, Suiza, miembro del Consejo Ejecutivo de IPPNW.ch
- » **Dr. med. Helmut Lohrer**, Medico de Cabezera en Villingen, Alemania, miembro de la Junta Directiva Internacional de IPPNW, Consejero Internacional de IPPNW.de
- » **Henrik Paulitz**, Dipl.-Biologo., Referente de Energía Nuclear de IPPNW.de en Seeheim, Alemania
- » **Dr. med. Alex Rosen**, Pediatra en Berlin, Alemania, Vicepresidente de IPPNW.de
- » **Dr. med. Jörg Schmid**, Especialista de Psicoterapia en Stuttgart, Alemania, miembro del Grupo de Trabajo «Energía Nuclear» de IPPNW.de
- » **Reinhold Thiel**, Medico de Cabezera, Ulmer Ärzteinitiative, miembro del Grupo de Trabajo «Energía Nuclear» de IPPNW.de

Bibliografía

- 1 Kochupillai N, Verma IC, Grewal MS, Remalingaswami Y: Down's syndrome and related abnormalities in an area of high background radiation in coastal Kerala. *Nature* 1976, 262, 60-61
- 2 Lyman GH, Lyman CG, Johnson W: Association of leukemia with radium groundwater contamination. *JAMA* 1985, 254, 621-626
- 3 Flodin U, Fredriksson M, Persson B, Hardell L: Background radiation, electrical work and some other exposures associated with acute myeloid leukemia in a case-referent study. *Arch Environ Health* 1986, 41, 77-84
- 4 Knox EG, Stewart AM, Gilman EA, Kneale GW: Background radiation and childhood cancers. *J Radiol Prot* 1988, 8, 9-18
- 5 Henshaw DL, Eatough JP & Richardson RB: Radon as a causative factor in induction of myeloid leukaemia and other cancers. *Lancet* 1990, 28, 1008-1012
- 6 Darby S, Hill D, Auvinen A, Barros-Dios JM et al.: Radon in homes and risk of lung cancer: collaborative analysis of individual data from 13 European case-control studies. *BMJ* 2005, Jan. 29, 330 (7485) 223-228
- 7 WHO: Radon and cancer. Fact sheet N°291, September 2009
- 8 Körblein A: Zunahme von Krebs und Säuglingssterblichkeit mit der natürlichen Hintergrundstrahlung in Bayern. *Strahlentelex* 2003, 404/405 (17), 1-4
- 9 Kendall G, Murphy M: Natural environmental radiation and childhood cancer. *Environmental Radon Newsletter* 2007 (52), Childhood Cancer Research Group, University of Oxford
- 10 Kendall G, Little MP, Wakeford R: Numbers and proportion of leukemias in young people and adults induced by radiation of natural origin. *Leuk Res* 2011, 35, 1039-1045
- 11 Kendall G, Little MP, Wakeford R, Bunch KJ et al.: A record-based case-control study of natural background radiation and the incidence of childhood leukaemia and other cancers in Great Britain during 1980 – 2006. *Leukemia* 2013, 27, 3-9
- 12 Menzler S, Schaffrath-Rosario A, Wichmann HE, Kreienbrock L: Abschätzung des attributablen Lungenkrebsrisikos in Deutschland durch Radon in Wohnungen. *Ecomed* 2006
- 13 Gray A, Read S, McGale, P, Darby S.: Lung cancer deaths from indoor radon and the cost effectiveness and potential of policies to reduce them. *BMJ*, 2009, 338, a3110
- 14 Krewski D, Lubin JH, Zielinski JM, Alavanja M et al.: Residential Radon and Risk of Lung Cancer – a Combined Analysis of 7 North American Case-Control Studies. *Epidemiol* 2005, 16, 137-145
- 15 Huch R, Burkhard W: Kosmische Strahlenbelastung beim Fliegen, Risiko für die Schwangerschaft? *Perinat Med* 1992, 4, 67-69
- 16 Huch R: Fliegen während der Schwangerschaft. *Gynäkologe* 2001, 34, 401-407
- 17 Bundesamt für Strahlenschutz: Strahlenthemen – Höhenstrahlung und Fliegen, Salzgitter 2013 www.bfs.de
- 18 Berrington de Gonzalez A, Darby S: Risk of cancer from diagnostic X-rays: estimates for the UK and 14 other countries. *Lancet* 2004; 363(9406):345-351
- 19 Smith-Bindman R, Lipson J, Marcus R, Kim KP et al.: Radiation dose associated with common computed tomography examinations and the associated lifetime attributable risk of cancer. *Arch Intern Med* 2009, 169(22), 2078-2086
- 20 Berrington de Gonzales A, Mahesh M, Kim KP, Bhargavan M et al.: Projected cancer risks from computed tomographic scans performed in the United States in 2007. *Arch Intern Med* 2009, 169(22), 2071-2077
- 21 Doody MM, Lonstein JE, Stovall M, Hacker DG et al.: Breast cancer mortality after diagnostic radiography: findings from the U.S. Scoliosis Cohort Study. *Spine (Phila Pa 1976)* 2000, 25(16), 2052-2063
- 22 Pearce MS, Salotti JA, Little MP, McHugh K et al.: Radiation exposure from CT scans in childhood and subsequent risk of leukaemia and brain tumours: a retrospective cohort study. *Lancet* 2012, 380, 499-505
- 23 Heyes GJ, Mill AJ, Charles MW: Enhanced biological effectiveness of low energy X-rays and implications for the UK breast screening programme. *Br J Radiol* 2006, 79(939), 195-200
- 24 Memon A, Godward S, Williams D, Siddique I, Al-Saleh K: Dental x-rays and the risk of thyroid cancer: a case-control study. *Acta Oncol*, 2010, 49 (4), 447-453
- 25 Brenner DJ: Should we be concerned about the rapid increase in CT usage? *Rev Environ Health* 2010, 25 (1), 63-68
- 26 Brenner DJ, Hall EJ: Cancer risks from CT scans: Now we have data, what next? *Radiology* 2012, 265, 330-331
- 27 Schonfeld SJ, Lee C, Berrington de Gonzales A: Medical exposure to radiation and thyroid cancer. *Clin Oncol* 2011, 23 (4), 244-250

- 28 Pearce MS, Salotti JA, Little MP, Mc Hugh K et al.: Radiation exposure from CT scans in childhood and subsequent risk of leukaemia and brain tumors: a retrospective cohort study. *Lancet* 2012, 380 (9840), 499-505
- 29 Miglioretti DL, Johnson E, Williams A, Greenlee RT et al.: The use of computed tomography in pediatrics and the associated radiation exposure and estimated cancer risk. *JAMA Pediatr* 2013, Jun 10:1-8.doi: 10.1001/jamapediatrics.2013.311 (Expub ahead of print)
- 30 Mathews JD, Forsythe AV, Brady Z, Butler MW et al.: Cancer risk in 680.000 people exposed to computed tomography scans in childhood or adolescence: data linkage study of 11 million Australians. *BMJ* 2013, 346:12360.doi: 10.1136/bmj.12360
- 31 Morin Doody M, Lonstein JE, Stovall M, Hacker DG et al.: Breast cancer mortality after diagnostic radiography: findings from the U.S. Scoliosis Cohort Study. *Spine* 2000, 25, 2052-2063
- 32 Nienhaus A, Hensel N, Roscher G, Hubracht M et al.: Hormonelle, medizinische und lebensstilbedingte Faktoren und Brustkrebsrisiko. *Geburtsh Frauenheilk* 2002, 62, 242-249
- 33 Kuni H, Schmitz-Feuerhake I, Dieckmann H: Mammographiescreening – Vernachlässigte Aspekte der Strahlenrisikobewertung. *Gesundheitswesen* 2003, 65, 443-446
- 34 Hill DA, Preston-Martin S, Ross RK, Bernstein L: Medical radiation, family history of cancer, and benign breast disease in relation to breast cancer risk in young women. *Cancer Causes Control* 2002, 13, 711-718
- 35 Infante-Rivard C: Diagnostic X-rays, DNA repair genes and childhood acute lymphoblastic leukemia. *Health Phys* 2003, 85, 60-64
- 36 Preston-Martin S, Thomas DC, Yu MC, Henderson BE: Diagnostic radiography as a risk factor for chronic myeloid and monocytic leukaemia (CML). *Brit J Cancer* 1989, 59, 639-644
- 37 Wingren G, Hallquist A, Hardell L: Diagnostic X-ray exposure and female papillary thyroid cancer: a pooled analysis of two Swedish studies. *Eur J Cancer Prev.* 1997, 6, 550-556
- 38 Preston-Martin S, White SC: Brain and salivary gland tumors related to prior dental radiography: implications for current practice. *J Am Dental Ass* 1990, 120, 151-158
- 39 Neuberger JS, Brownson RC, Morantz RA, Chin TD: Association of brain cancer with dental X-rays and occupation in Missouri. *Cancer Detect Prev* 1991, 15, 31-34
- 40 Stewart A, Webb J, Hewitt D: A survey of childhood malignancies. *BMJ* 1958, 5086, 1459-1508
- 41 Kuni H, Schmitz-Feuerhake I, Dieckmann H: Mammographiescreening – Vernachlässigte Aspekte der Strahlenrisikobewertung. *Gesundheitswesen* 2003, 65, 443-446
- 42 Smith-Bindman R, Lipson J, Marcus R, Kim KP et al.: Radiation dose associated with common computed tomography examinations and the associated lifetime attributable risk of cancer. *Arch Intern Med* 2009, 169(22), 2078-2086
- 43 Heyes GJ, Mill AJ, Charles MW: Enhanced biological effectiveness of low energy X-rays and implications for the UK breast screening programme. *Br J Radiol* 2006, 79(939), 195-200
- 44 Pijpe A, Andrieu N, Easton DF, Kesminiene A et al.: Exposure to diagnostic radiation and risk of breast cancer among carriers of BRCA1/2 mutations: retrospective cohort study (GENE-RAD-RISK). *BMJ* 2012, 345, e5660
- 45 Stewart A, Webb J, Hewitt D: A survey of childhood malignancies. *BMJ* 1958, 5086, 1459-1508
- 46 Mangano J, Sherman J: Elevated In Vivo Strontium-90 from Nuclear Weapons Test Fallout among Cancer Decedents. *Int J Health Serv* 2011, 41, 137-158
- 47 Knapp HA: Iodine-131 in Fresh Milk and Human Thyroids Following a Single Deposition of Nuclear Test Fall-Out. *Nature* 1964, 202, 534-537
- 48 National Cancer Institute: Estimated exposure and thyroid doses received by the American people from iodine-131 fallout following Nevada atmospheric nuclear bomb tests. www.cancer.gov/i131/fallout/
- 49 Institute of Medicine: Exposure of the American people to Iodine-131 from Nevada nuclear-bomb tests. National Academy Press. 1999
- 50 Kassenova T: The lasting toll of Semipalatinsk's nuclear testing. *Bulletin of the Atomic Scientists*, 2009
- 51 Cardis E, Krewski D, Boniol M, Drozdovitch V et al.: Estimates of the cancer burden in Europe from radioactive fallout from the Chernobyl accident. *Int J Cancer* 2006, 119, 1224–1235
- 52 Körblein A, Küchenhoff H: Perinatal mortality in Germany following the Chernobyl accident. *Radiat Environ Biophys* 1997, 36(1), 3-7
- 53 Körblein A: Perinatal mortality in West Germany following atmospheric nuclear weapons tests. *Arch Environ Health* 2004, Nov, 59 (11), 604-9.
- 54 Körblein A: Strontium fallout from Chernobyl and perinatal mortality in Ukraine and Belarus. *Radiats Biol Radioecol* 2003, 43(2),197-202

- 55 Kaatsch P, Spix C, Schmiedel S, Schulze-Rath R et al.: Epidemiologische Studie zu Kinderkrebs in der Umgebung von Kernkraftwerken (KiKK-Studie). Vorhaben 3602S04334, Deutsches Kinderkrebsregister, Mainz, Herausgegeben vom Bundesamt für Strahlenschutz (BfS), Salzgitter, 2007.
- 56 Spycher BD, Feller M, Zwahlen M, Rösli M et al.: Childhood cancer and nuclear power plants in Switzerland: a census-based cohort study. *Int J Epidemiol* 2011, doi: 10.1093/ije/dyr115
- 57 Committee on Medical Aspects of Radiation in the Environment (COMARE): FOURTEENTH REPORT. Further consideration of the incidence of childhood leukaemia around nuclear power plants in Great Britain. Chairman: Professor A Elliott, 2011, http://www.comare.org.uk/press_releases/documents/COMARE14report.pdf
- 58 Bithell JF, Keegan TJ, Kroll ME, Murphy MF et al.: Childhood Leukaemia near British nuclear Installations: Methodological issues and recent results. *Radiat Prot Dosimetry* 2008, 1-7
- 59 Koerblein A, Fairlie I.: French Geocap study confirms increased leukemia risks in young children near nuclear power plants. *Int J Cancer* 2012, 131(12), 2970-1
- 60 Cardis E, Vrijheid M, Blettner M, Gilbert E et al.: The 15-Country Collaborative Study of Cancer Risk among Radiation Workers in the Nuclear Industry: estimates of radiation-related cancer risks. *Radiat Res* 2007, 167, 396-416
- 61 Zielinski JM, Shilnikova N, Krewski D: Canadian National Dose Registry of Radiation Workers: overview of research from 1951 through 2007. *Int J Occup Med Environ Health* 2008, 21, 269-275
- 62 Wiesel A, Spix C, Mergenthaler A, Queißer-Luft A: Maternal occupational exposure to ionizing radiation and birth defects. *Radiat Environ Biophys* 2011, 50, 325-328
- 63 McKinney PA, Alexander FE, Cartwright RA, Parker L: Parental occupations of children with leukaemia in west Cumbria, north Humberside, and Gateshead. *BMJ* 1991, 302, 681-687
- 64 Dickinson HO, Parker L: Leukaemia and non-Hodgkin's lymphoma in children of male Sellafield radiation workers. *Int J Cancer* 2002, 99, 437-444
- 65 Richardson DB, Wing S, Schroeder J, Schmitz-Feuerhake I et al.: Ionizing radiation and chronic lymphocytic leukemia. *Environ Health Perspect* 2005, 113(1), 1-5
- 66 Möhner M, Lindtner M, Otten H, Gille H-G: Leukemia and Exposure to Ionizing Radiation Among German Uranium Miners. *Am J Ind Med* 2006, 49, 238-248
- 67 Hamblin TJ: Have we been wrong about ionizing radiation and chronic lymphocytic leukemia? *Leuk Res* 2008, 32(4), 523-525
- 68 Rericha V, Kulich M, Rericha R, Shore DL et al.: Incidence of leukemia, lymphoma, and multiple myeloma in Czech uranium miners: a case-cohort study. *Environ Health Perspect* 2006, 114(6), 818-822
- 69 Flodin U, Fredriksson M, Hardell L, Axelson O: Background radiation, electrical work and some other exposures associated with acute myeloid leukemias in a case-referent study. *Arch. Environ. Health* 1986, 41, 77-84
- 70 Knox EG, Stewart AM, Gilman EA, Kneale GW: Background radiation and childhood cancers. *J. Radiol. Prot.* 1988, 8, 9-18
- 71 Henshaw DL, Eatough JP & Richardson RB: Radon as a causative factor in induction of myeloid leukaemia and other cancers. *Lancet* 1990, 28, 1008-1012
- 72 Darby S, Hill D, Auvinen A, Barros-Dios JM et al.: Radon in homes and risk of lung cancer: collaborative analysis of individual data from 13 European case-control studies. *Brit. Med. J.* 2005, Jan.29, 330 (7485) 223-228 WHO Radon and cancer. Fact sheet N°291, September 2009
- 73 Kendall G, Murphy M: Natural environmental radiation and childhood cancer. *Environmental Radon Newsletter* 2007 (52), Childhood Cancer Research Group, University of Oxford
- 74 Kendall G, Little MP, Wakeford R: Numbers and proportion of leukemias in young people and adults induced by radiation of natural origin. *Leuk Res* 2011, 35, 1039-1045
- 75 Menzler S, Schaffrath-Rosario A, Wichmann HE, Kreienbrock L: Abschätzung des attributablen Lungenkrebsrisikos in Deutschland durch Radon in Wohnungen. *Ecomed* 2006
- 76 Huch R, Burkhard W: Kosmische Strahlenbelastung beim Fliegen, Risiko für die Schwangerschaft? *Perinat Med* 1992, 4, 67-69
- 77 Brenner DJ: Should we be concerned about the rapid increase in CT usage? *Rev Environ Health* 2010, 25 (1), 63-68
- 78 Pearce MS, Salotti JA, Little MP, Mc Hugh K et al.: Radiation exposure from CT scans in childhood and subsequent risk of leukaemia and brain tumors: a retrospective cohort study. *The Lancet* 2012, 380 (9840), 499-505

- 79 Miglioretti DL, Johnson E, Williams A, Greenlee RT et al.: The use of computed tomography in pediatrics and the associated radiation exposure and estimated cancer risk. *JAMA Pediatr* 2013, Jun 10:1-8.doi: 10.1001/jamapediatrics.2013.311 (Expub ahead of print)
- 80 Morin Doody M, Lonstein JE, Stovall M, Hacker DG et. al.: Breast cancer mortality after diagnostic radiography: findings from the U.S. Scoliosis Cohort Study. *Spine* 2000, 25, 2052-2063
- 81 Nienhaus A, Hensel N, Roscher G, Hubracht M et. al.: Hormonelle, medizinische und lebensstilbedingte Faktoren und Brustkrebsrisiko. *Geburtsh. Frauenheilk.* 2002, 62, 242-249
- 82 Kuni H, Schmitz-Feuerhake I, Dieckmann H: Mammographiescreening – Vernachlässigte Aspekte der Strahlenrisikobewertung. *Gesundheitswesen* 2003, 65, 443-446
- 83 Infante-Rivard C: Diagnostic x rays, DNA repair genes and childhood acute lymphoblastic leukemia. *Health Phys.* 2003, 85, 60-64
- 84 Preston-Martin S, Thomas DC, Yu MC, Henderson BE: Diagnostic radiography as a risk factor for chronic myeloid and monocytic leukaemia (CML). *Brit. J. Cancer* 1989, 59, 639-644
- 85 Wingren G, Hallquist A, Hardell L: Diagnostic X-ray exposure and female papillary thyroid cancer: a pooled analysis of two Swedish studies. *Eur. J. Cancer Prev.* 1997, 6, 550-556
- 86 Preston-Martin S, White SC: Brain and salivary gland tumors related to prior dental radiography: implications for current practice. *J. Am. Dental. Ass.* 1990, 120, 151-158
- 87 Neuberger JS, Brownson RC, Morantz RA, Chin TD: Association of brain cancer with dental x-rays and occupation in Missouri. *Cancer Detect. Prev.* 1991, 15, 31-34
- 88 Cardis E, Vrijheid M, Blettner M, Gilbert E et. al.: The 15-Country Collaborative Study of Cancer Risk among Radiation Workers in the Nuclear Industry: estimates of radiation-related cancer risks. *Radiat. Res.* 2007, 167, 396-416
- 89 Zielinski JM, Shilnikova N, Krewski D: Canadian National Dose Registry of Radiation Workers: overview of research from 1951 through 2007. *Int. J. Occ. Med. Environ. Health* 2008, 21, 269-275
- 90 Wiesel A, Spix C, Mergenthaler A, Queißer-Luft A: Maternal occupational exposure to ionizing radiation and birth defects. *Radiat. Environ. Biophys.*, 2011, 50, 325-328
- 91 Hillis DM: Life in the hot zone around Chernobyl, *Nature* 1996, 380, 665-708
- 92 Im Kontext: Lyman GH, Lyman CG, Johnson W: Association of leukemia with radium groundwater contamination. *J. Am. Med. Ass.* 1985, 254, 621-626
- 93 Imaizumi M, Usa T, Tominaga T, Neriishi K et al.: Radiation dose-response relationships for thyroid nodules and autoimmune thyroid diseases in Hiroshima and Nagasaki atomic bomb survivors 55-58 years after radiation exposure. *JAMA* 2006, 295(9), 1011-1022
- 94 Völzke H, Werner A, Wallaschofski H, Friedrich N et al.: Occupational exposure to ionizing radiation is associated with autoimmune thyroid disease. *J Clin Endocrinol Metab* 2005, 90(8), 4587-4592
- 95 Cardis E, Howe G, Ron E, Bebeshko V et al.: Cancer consequences of the Chernobyl accident: 20 years on. *J Radiol Prot* 2006, 26(2), 127-140
- 96 Hamilton TE, van Belle G, LoGerfo JP: Thyroid neoplasia in Marshall islanders exposed to nuclear fallout. *JAMA* 1987, 258, 629-636
- 97 Hamilton PG, Chiacchierini RP, Kaczmarek RG: A follow-up study of persons who had Iodine-131 and other diagnostic procedures during childhood and adolescence. U.S. Dept. Health and Human Services, Public Health Service, Rockville, Maryland 20857, August 1989
- 98 Mürbeth S, Rousarova M, Scherb H, Lengfelder E: Thyroid cancer has increased in the adult populations of countries moderately affected by Chernobyl fallout. *Med Sci Monit* 2004, 10, 300-306
- 99 Cardis E., Kesminiene A, Ivanov V, Malakhova I et al.: Risk of thyroid cancer after exposure to 131-I in childhood. *J Natl Cancer Inst* 2005, 97, 724-732
- 100 Preston-Martin S, White SC: Brain and salivary gland tumors related to prior dental radiography: implications for current practice. *J Am Dental Ass* 1990, 120, 151-158
- 101 Longstreth WTJr, Phillips LE, Drangsholt M, Koepsell TD et al.: Dental X-rays and the risk of intracranial meningioma: a population-based case-control study. *Cancer* 2004, 100, 1026-1034
- 102 Claus EB, Calvocoressi L, Bondy ML et al. Dental x-rays and risk of meningioma. *Cancer* 2012; 118: 4530-4537
- 103 Rodvall Y, Ahlbom A, Pershagen G, Nylander M et al.: Dental radiography after age 25 years, amalgam fillings and tumours of the central nervous system. *Oral Oncol* 1998, 34, 265-269
- 104 Zielinski JM, Ashmore P, Band P, Jiang H et al.: Low dose ionizing radiation exposure and cardiovascular disease mortality: cohort study based on Canadian national dose registry for radiation workers. *Int J Occup Med Environ Health* 2009, 22, 27-33

- 105 Little MP, Azizova TV, Bazyka D, Bouffler SD et al.: Systematic review and meta-analysis of circulatory disease from exposure to low-level ionizing radiation and estimates of potential population mortality risks. *Environ Health Perspect* 2012, 120, 1503-1511
- 106 Arizova TV, Muirhead CR, Druzhinina MB, Grigoryeva ES et al.: Cerebrovascular diseases in the cohort of workers first employed at Mayak PA in 1948-1958. *Radiat Res* 2010, 174, 851-864
- 107 McGeoghegan D, Binks K, Gilles M, Jones S et al.: The non-cancer mortality experience of male workers at British Nuclear Fuels plc, 1946-2005. *Int J Epidemiol* 2008, 37, 506-18
- 108 Lomat L, Galburt G, Quastel MR, Polyakov S et al.: Incidence of childhood disease in Belarus associated with the Chernobyl accident. *Environ. Health Persp* 1997, 105 (Suppl. 6), 1529-1532
- 109 Zalutskaya A, Mokhort T, Garmaev D, Bornstein SR: Did the Chernobyl incident cause an increase in Typ 1 diabetes mellitus incidence in children and adolescents? *Diabetologia* 2004, 47, 147-148
- 110 Loganovsky K, Havenaar JM, Tintle NL, Guey LT et al.: The mental health of clean-up workers 18 years after the Chernobyl accident. *Psychol Med* 2008, 38, 481-488
- 111 Bromet EJ, Havenaar JM, Guey LT: A 25 year retrospective review of the psychological consequences of the Chernobyl accident. *Clin Oncol (R. Coll. Radiol.)*, 2011, 23, 297-305
- 112 Schmitz-Feuerhake I, Pflugbeil S: Strahleninduzierte Katarakte (Grauer Star) als Folge berufsmäßiger Exposition und beobachtete Latenzzeiten. *Strahlentelex* 2006, 456-457, 1-7
- 113 Chodick G, Bekiroglu N, Hauptmann M, Alexander BH et al.: Risk of cataract after exposure to low doses of ionizing radiation: a 20-year prospective cohort study among US radiologic technologists. *Am J Epidemiol* 2008, 168(6), 620-631
- 114 Hall P, Adami H-O, Trichopoulos D, Pedersen NL et al.: Effect of low doses of ionising radiation in infancy on cognitive function in adulthood: Swedish population based cohort study. *BMJ* 2004, 328(7430), 19
- 115 Heiervang KS, Mednick S, Sundet K, Rund BR: Effect of low dose ionizing radiation exposure in utero on cognitive function in adolescence. *Scand J Psychology* 2010, 51(3), 210-215
- 116 Heiervang KS, Mednick S, Sundet K, Rund BR: The Chernobyl accident and cognitive functioning: a study of Norwegian adolescents exposed in utero. *Dev Neuropsychol* 2010, 35, 643-655
- 117 Körblein A, Küchenhoff H: Perinatal mortality in Germany following the Chernobyl accident. *Radiat Environ Biophys* 1997, 36(1), 3-7
- 118 Körblein A: Perinatal mortality in West Germany following atmospheric nuclear weapons tests. *Arch Environ Health* 2004, Nov, 59 (11), 604-9.
- 119 Körblein A: Strontium fallout from Chernobyl and perinatal mortality in Ukraine and Belarus. *Radiats Biol Radioecol* 2003, 43(2),197-202
- 120 Busby C, Lengfelder E, Pflugbeil S, Schmitz-Feuerhake I: The evidence of radiation effects in embryos and fetuses exposed to Chernobyl fallout and the question of dose response. *Medicine, Conflict and Survival* 2009, 25, 20-40
- 121 Møller AP, Bonisoli-Alquati A, Rudolfson G, Mousseau TA: Chernobyl birds have smaller brains. 2011 *PloS ONE* 6 (2): e16862.doi:10.1371/journal.pone.0016862
- 122 Møller AP, Mousseau TA: Efficiency of bio-indicators for low-level radiation under field conditions. *Ecol Indicat* 2010, doi:10.1016/j.ecolind.2010.06.013
- 123 Bonisoli-Alquati A, Voris A, Mousseau TA, Møller AP et al.: DNA damage in barn swallows (*hirundo rustica*) from the Chernobyl region detected by use of the comet assay. *Comparative Biochemistry and Physiology* 2010, 151 (3), 271-277
- 124 Mousseau TA, Møller AP: Chernobyl and Fukushima: Differences and Similarities – a biological perspective. *Transactions of the American Nuclear Society* 2012, 107, 200
- 125 Sperling K, Pelz J, Wegner RD, Schulzke I et al.: Frequency of trisomy 21 in Germany before and after the Chernobyl accident. *Biomed Pharmacother* 1991, 45, 255-262
- 126 Hillis DM: Life in the hot zone around Chernobyl, *Nature* 1996, 380, 665-708
- 127 Liaginskaia AM, Tukov AR, Osipov VA, Prokhorova ON: Genetic effects in the liquidators of consequences of Chernobyl nuclear power accident. *Radiats Biol Radioecol* 2007, 47, 188-195 (in Russ.)
- 128 Schmitz-Feuerhake I: Genetisch strahleninduzierte Fehlbildungen. *Strahlentelex* 2013, 644-645(27), 1-5
- 129 Scherb H, Weigelt E, Brüske-Hohlfeld I: European stillbirth proportions before and after the Chernobyl accident. *Int J Epidemiol* 1999, 28(5), 932-40
- 130 Scherb H, Weigelt E: Congenital Malformation and Stillbirth in Germany and Europe Before and After the Chernobyl Nuclear Power Plant Accident. *Environ Sci & Pollut Res* 2003, Special Issue 1, 117–125

- 131 Scherb H, Weigelt E: Spaltgeburtenrate in Bayern vor und nach dem Reaktorunfall in Tschernobyl. *Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie* 2004, 8 106-110(5)
- 132 Scherb H, Voigt K: Trends in the human sex odds at birth in Europe and the Chernobyl Nuclear Power Plant accident, *Reproductive Toxicology* 2007, 23, 593-599
- 133 Kusmierz R, Voigt K, Scherb H: Is the human sex odds at birth distorted in the vicinity of nuclear facilities (NF)? A preliminary geo-spatial-temporal approach. Klaus Greve / Armin B. Cremers (Eds.): *EnviroInfo 2010 Integration of Environmental Information in Europe. Proceedings of the 24th International Conference on Informatics for Environmental Protection Cologne / Bonn, Germany, Shaker Verlag, Aachen 2010, 616-626*
- 134 Scherb H, Voigt K: The human sex odds at birth after the atmospheric atomic bomb tests, after Chernobyl, and in the vicinity of nuclear facilities. *Environ Sci Pollut Res Int* 2011, 18(5), 697-707
- 135 Scherb H, Sperling K: Heutige Lehren aus dem Reaktorunfall von Tschernobyl. *Naturwissenschaftliche Rundschau*, 2011, 64 (5), 229-239
- 136 Sperling K, Neitzel H, Scherb H: Evidence for an increase in trisomy 21 (Down syndrome) in Europe after the Chernobyl reactor accident. *Genet Epidemiol* 2012, 36(1), 48-55
- 137 Scherb H, Kusmierz R, Voigt K: The human sex odds at birth in France – a preliminary geo-spatial-temporal approach in the vicinity of three selected nuclear facilities (NF): Centre de Stockage (CdS) de l'Aube, Institute Laue-Langevin (ILL) de Grenoble, and Commissariat à l'Énergie Atomique (CEA) de Saclay/Paris. Wittmann J, Müller M: *Simulation in Umwelt- und Geowissenschaften – Workshop Leipzig. Shaker Verlag, Aachen 2013, 23-38*
- 138 Ziegłowski V, Hemprich A: Facial cleft birth rate in former East Germany before and after the reactor accident in Chernobyl. *Mund Kiefer Gesichtschir* 1999, 3 (4), 195–9
- 139 Sperling K, Pelz J, Wegner RD, Dorries A et al.: Significant increase in trisomy 21 in Berlin nine months after the Chernobyl reactor accident: temporal correlation or causal relation? *BMJ* 1994, 309,158–162.
- 140 Zatsepin P, Verger P, Robert-Gnansia E, Gagniere B et al.: Cluster of Down's syndrome cases registered in January 1987 in the Republic of Belarus as a possible effect of the Chernobyl accident. *Int J Rad Med* 2004 (Special Issue), 6, 57–71.
- 141 Liaginskaja AM, Tukov AR, Osipov VA, Prokhorova ON: Genetic effects in the liquidators of consequences of Chernobyl nuclear power accident. *Radiats Biol Radioecol* 2007, 47, 188-195 (in Russ.)
- 142 Wertelecki W: Malformations in a Chernobyl-impacted region. *Pediatrics* 2010, 125, 836-843
- 143 Schmitz-Feuerhake I: Genetisch strahleninduzierte Fehlbildungen. *Strahlentext* 2013, 644-645(27), 1-5
- 144 Dubrova YE: Monitoring of radiation-induced germline mutation in humans. *Swiss Med Wkly* 2003, 133, 474-478
- 145 Scherb H, Voigt K: Strahleninduzierte genetische Effekte nach Tschernobyl und in der Nähe von Nuklearanlagen. *Helmholtz Zentrum München, Neuherberg, Okt. 2013.*
- 146 Lazjuk G, Verger P, Gagnière B, Kravchuk Zh et al.: The congenital anomalies registry in Belarus: a tool for assessing the public health impact of the Chernobyl accident. *Reprod Toxicol* 2003, 17, 659-666
- 147 Pearce MS, Salotti JA, Little MP, Mc Hugh K et al.: Radiation exposure from CT scans in childhood and subsequent risk of leukaemia and brain tumors: a retrospective cohort study. *Lancet* 2012, 380 (9840), 499-505
- 148 Mathews JD, Forsythe AV, Brady Z, Butler MW et al.: Cancer risk in 680.000 people exposed to computed tomography scans in childhood or adolescence: data linkage study of 11 million Australians. *BMJ* 2013, 346:12360.doi: 10.1136/bmj.12360
- 149 Bauer S, Gusev BI, Pivina LM, Apsalikov KN et al.: Radiation exposure due to local fallout from Soviet atmospheric nuclear weapons testing in Kazakhstan: solid cancer mortality in the Semipalatinsk historical cohort, 1960-1999. *Radiat Res.* 2005, 164(4 Pt 1), 409-419
- 150 Körblein A, Hoffmann W: Background radiation and cancer mortality in Bavaria: an ecological analysis. *Arch Environ Occup Health* 2006, 61(3),109-114
- 151 Cardis E, Vrijheid M, Blettner M, Gilbert E et al.: The 15-Country Collaborative Study of Cancer Risk among Radiation Workers in the Nuclear Industry: estimates of radiation-related cancer risks. *Radiat Res* 2007, 167, 396-416
- 152 World Health Organization (WHO): Health risk assessment from the nuclear accident after the 2011 Great East Japan Earthquake and Tsunami based on a preliminary dose estimation. 2013, 32
- 153 Bauer S, Gusev BI, Pivina LM, Apsalikov KN et al.: Radiation exposure due to local fallout from Soviet atmospheric nuclear weapons testing in Kazakhstan: solid cancer mortality in the Semipalatinsk historical cohort, 1960-1999. *Radiat Res.* 2005, 164(4 Pt 1), 409-419

- 154 Körblein A, Hoffmann W: Background radiation and cancer mortality in Bavaria: an ecological analysis. Arch Environ Occup Health 2006, 61(3), 109-114
- 155 ICRP: Radiation and your patient: A Guide for medical practitioners. A web module produced by Committee 3 of the International Commission on Radiological Protection (ICRP).
http://www.icrp.org/docs/rad_for_gp_for_web.pdf
- 156 Little MP, Azizova TV, Bazyka D, Bouffler SD et al.: Systematic review and meta-analysis of circulatory disease from exposure to low-level ionizing radiation and estimates of potential population mortality risks. Environ Health Perspect 2012, 120, 1503-1511
- 157 Shimizu Y, Kodama K, Nishi N, Kasagi F et al.: Radiation exposure and circulatory disease risk: Hiroshima and Nagasaki atomic bomb survivor data, 1950-2003. BMJ 2010, 340, b5349
- 158 Straume T: High-energy gamma rays in Hiroshima and Nagasaki: implications for risk and WR. Health Physics 1995, 69, 954-956
- 159 Frankenberg D, Kelnhofer K, Bär K, Frankenberg-Schwager M: Enhanced neoplastic transformation by mammography X rays relative to 200 kVp X rays: indication for a strong dependence on photon energy of the RBEM for various end points. Radiat Res 2002, 157, 99-105
- 160 Jacob P, Ruhm W, Walsh L, Blettner M et al.: Is cancer risk of radiation workers larger than expected? Occup Environ Med 2009, 66(12), 789-796
- 161 World Health Organization (WHO): Health risk assessment from the nuclear accident after the 2011 Great East Japan Earthquake and Tsunami based on a preliminary dose estimation. 2013, 32
- 162 Watanabe T, Miyao M, Honda R, Yamada Y: Hiroshima survivors exposed to very low doses of A-bomb primary radiation showed a high risk for cancers. Environ Health Prev Med 2008, 13, 264-270
- 163 Stewart AM, Kneale GW: A-bomb survivors: factors that may lead to a reassessment of the radiation hazard. Int J Epidemiol 2000, 29, 708-14
- 164 Yamasaki JN, Schull WJ: Perinatal loss and neurological abnormalities among children of the Atomic bomb. Nagasaki and Hiroshima revisited, 1949 to 1989. JAMA 1990, 264, 605-609
- 165 Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) in der Fassung vom 15.07.2013 www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/Rechtstexte/pdf/Gefahrstoffverordnung.pdf?blob=publicationFile&v=12
- 166 Bekanntmachung zu Gefahrstoffen 910 (BekGS 910) <http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/TRGS/pdf/Bekanntmachung-910.pdf?blob=publicationFile&v=10>
- 167 Kalberlah F, Bloser M, Wachholz C: Toleranz- und Akzeptanzschwelle für Gesundheitsrisiken am Arbeitsplatz. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin 2005. 174 Seiten, Projektnummer: F 2010
- 168 Leitfaden zur Quantifizierung von Krebsrisikozahlen bei Exposition gegenüber krebserzeugenden Gefahrstoffen für die Grenzwertsetzung am Arbeitsplatz 2008, Fachbeitrag <http://www.baua.de/de/Publikationen/Fachbeitraege/Gd34.pdf?blob=publicationFile&v=7>
- 169 Weitere Literatur zu Risiko-Akzeptanz: [http://www.dguv.de/dguv/ifa/Fachinfos/Exposition-Risiko-Beziehung-\(ERB\)/Grundlagen-des-Risikokonzeptes/index.jsp](http://www.dguv.de/dguv/ifa/Fachinfos/Exposition-Risiko-Beziehung-(ERB)/Grundlagen-des-Risikokonzeptes/index.jsp)



Dirección para pedir el artículo:

IPPNW German Affiliate – International Physicians for the Prevention of Nuclear War/
Physicians in Social Responsibility

Körtestr. 10 · 10967 Berlin, Alemania

Tel.: +49 - 30 - 68 80 74 - 0

Fax: +49 - 30 - 683 81 66

ippnw@ippnw.de · www.ippnw.de

Para descargar el artículo en línea: www.ippnw.de/commonFiles/pdfs/radiacion_ionizante.pdf

Todos los derechos reservados. La reproducción de este artículo solamente se permite con autorización previa.

Redacción: Reinhold Thiel (responsable según el derecho de prensa), Dr. Winfrid Eisenberg, Henrik Paulitz.

Contacto: paulitz@ippnw.de

© IPPNW e.V., 15 de enero 2014