

# Las recomendaciones de la ICRP *vis à vis* las secuelas del accidente de Fukushima: Algunas lecciones preliminares

Abel J. González

## INTRODUCCIÓN

El accidente nuclear de las centrales nucleares de Fukushima Dai-ichi no tiene precedentes en escala y en evolución. La Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) creó un Grupo de Trabajo (ICRP TG84) para recoger las primeras lecciones aprendidas del accidente *vis-à-vis* el sistema de protección recomendado por la ICRP. La ICRP es una organización independiente benéfica y no gubernamental que fue creada en 1928 por el Congreso Internacional de Radiología con el objeto de incorporar, para el beneficio público, las ciencias de la protección contra los efectos perniciosos de la exposición a las radiaciones ionizantes (la así llamada *protección radiológica*), y desde entonces es el principal organismo mundial que genera recomendaciones en esta área. En 2007, la ICRP publicó recomendaciones revisadas sobre la protección radiológica (ICRP, 2007a), las que son aplicables a la protección contra la exposición a la radiación del accidente de Fukushima.

El ICRP TG84 espera compilar las lecciones aprendidas en relación con los esfuerzos realizados para proteger a las personas de la exposición a la radiación durante y después de la situación de emergencia causada por el accidente y, a la luz de estas lecciones, considerar recomendaciones *ad hoc* para el fortalecimiento del sistema de protección radiológica de la ICRP para hacer frente a este tipo de exposición de emergencia.

Al momento de escribir esta memoria, el ICRP TG84 aún no ha terminado su trabajo. Sin embargo, el autor, quien es el Presidente del ICRP TG84, tiene el propósito de describir su opinión personal sobre los principales temas examinados por el grupo. La intención no es adelantarse a los trabajos del ICRP TG84, sino sólo revisar algunas de las cuestiones de protección radiológica que han sido discutidas por el grupo.

## LECCIONES PRELIMINARES

En relación con las recomendaciones de la ICRP y mientras se desarrollan las secuelas del accidente, una serie de lecciones preliminares iniciales ya se están aprendiendo, incluyendo los siguientes:

- (1) Los “coeficientes de riesgo nominal ajustado por el detrimento” recomendados por la ICRP para fines de protección radiológica están siendo mal interpretados y utilizados para especular sobre muertes teóricas que ocurrirían en el futuro, atribuibles al accidente.**

A raíz del accidente se están realizando cálculos especulativos de muertes hipotéticas que serían atribuibles a la exposición a la radiación. Esto se lleva a cabo simplemente multiplicando los coeficientes de riesgo nominal ajustados al detrimento por una dosis efectiva colectiva teórica que es calculada sumando pequeñas dosis sobre grandes poblaciones y sobre largos períodos de tiempo. Los coeficientes son recomendados por

la ICRP exclusivamente con fines de protección radiológica y no para hacer este tipo de especulaciones.

Sin ninguna evidencia demostrable de los efectos reales, este tipo de cálculos teóricos y epistemológicamente erróneos también se han hecho en relación con el accidente de Chernobyl (OIEA, 2005; Yablokov et al, 2009; Cardis et al, 2006). No es sorprendente que el mismo tipo de especulaciones también se estén haciendo (y seguramente seguirán haciéndose) en relación con el accidente de Fukushima, tanto en Japón como en otros lugares. Estas especulaciones crean mucha ansiedad, preocupación y temor excesivo en la población afectada y pueden causar daños de tipo emocional muy graves.

Sin embargo, hay una buena noticia: la capacidad científica para atribuir efectos sobre la salud debidos a la exposición a la radiación ionizante es actualmente objeto de análisis por el Comité Científico de las Naciones Unidas sobre los Efectos de las Radiaciones Atómicas (UNSCEAR), un respetado organismo científico intergubernamental que informa directamente a la Asamblea General de las Naciones Unidas (AGNU). UNSCEAR prevé que un informe definitorio sobre este espinoso tema podría estar finalizado para su próxima reunión en mayo de 2012 y la AGNU ha requerido recientemente a UNSCEAR que presente en su 67a sesión, prevista para el año 2012, el informe antedicho (AGNU, 2011). La ICRP deberá hacer frente a la importante cuestión de la atribución de efectos a bajas dosis, tan pronto como el UNSCEAR presente este informe.

**(2) Ha habido una gran confusión sobre las magnitudes y unidades de aplicación en protección radiológica, la que ha sido exacerbada por la traducción y ha confundido la comunicación.**

Las magnitudes y unidades utilizadas en protección radiológica han provocado una gran confusión en el público, los tomadores de decisiones e incluso en los científicos en Japón. Un dificultad substancial es que las magnitudes *dosis equivalente*, *dosis efectiva* y *equivalente de dosis* tienen una terminología similar y también una unidad común con el mismo nombre, el *sievert*. El problema parece haber sido especialmente relevante en el reporte de dosis equivalentes de tiroides, las que se confundían con dosis efectivas, dando, por lo tanto, la falsa impresión de que las dosis equivalentes de la tiroides eran mucho más altas.

La comunicación difusa, causada principalmente por el uso equívoco de términos técnicos, y a veces agravada por dificultades en la traducción, puede contribuir a una mayor ansiedad pública y acciones erróneas por los tomadores de decisiones.

Otro problema está relacionado con la ausencia de una magnitud formal para la dosis ponderada por la efectividad del tipo de radiación en la región de dosis altas, una deficiencia que ya había producido problemas graves en el momento del accidente Tokai-mura.

**(3) El sofisticado sistema de protección de la ICRP para restringir la exposición interna puede haber sido mal entendido por el público y los medios de comunicación, en el sentido de que las exposiciones internas son percibidas como más peligrosas que las exposiciones externas**

El malentendido dio lugar a una gran preocupación entre la población sobre la exposición de radiación interna, un tema que muy a menudo conduce a la confusión. La necesidad de regular la exposición de la actividad incorporada en el cuerpo, y la consiguiente acumulación de dosis de radiación a través del tiempo, ha llevado a la ICRP a recomendar que la dosis a controlar deba ser la dosis comprometida y no la dosis realmente incurrida. Esta recomendación y los mecanismos de evaluación utilizados aseguran que la dosis realmente incurrida es probablemente mucho menor a la comprometida.

Más aún, una reciente revisión de los riesgos debidos a la exposición a la radiación externa versus aquellos derivados de la exposición interna [Mobbs et al, 2011] concluyó que la evidencia disponible de estudios animales y celulares indica que el uso de la dosis media dentro de los órganos, tejidos o regiones de tejido, ofrece una razonable estimación del riesgo, aún cuando la irradiación provenga de sustancias radiactivas que se encuentran en el interior del cuerpo.

A pesar de estos resultados, una lección del accidente es que una determinada dosis ocasionada por la exposición a contaminación interna se percibe generalmente como más peligrosa que la misma dosis pero debida a exposición a irradiación externa. Este parece ser un tema de preocupación entre el público en general y también para algunos especialistas. La ICRP debería considerar abordar específicamente y de forma global el problema del riesgo de las dosis de exposición interna frente al de la exposición externa.

Una declaración clara de la ICRP sobre el tema podría reducir la ansiedad en la población sobre el riesgo de exposición interna. UNSCEAR ha iniciado un proyecto sobre los “efectos biológicos de determinados emisores internos” y, aunque se trata de un desarrollo en progreso, podría ser útil para confrontar el problema.

#### **(4) La falta de recomendaciones internacionales de protección *ad hoc* para rescatistas complicó la regulación de las dosis ocupacionales.**

El régimen internacional de protección ocupacional fue previsto para trabajadores “normales” (o “corrientes”) trabajando en “situaciones normales” o, extraordinariamente, en “circunstancias excepcionales” que pueden incluir exposiciones de emergencia de los trabajadores “normales” (OIEA, 1996). El régimen incluye un límite máximo de dosis efectiva de 50mSv por año para situaciones normales y del doble de ese valor para las circunstancias excepcionales.

Se debería reconocer que el régimen vigente de protección ocupacional no fue ni visualizado ni pensado para “socorristas” (o sea para personal de equipos de rescate y salvamento), como los que participan en las acciones protectivas requeridas para lidiar con eventos extremos, tales como fue el accidente de Fukushima. En caso de una catástrofe como fue Fukushima, los “socorristas” son esenciales para salvaguardar a la población de secuelas mayores y habitualmente están dispuestos a incurrir riesgos elevados para lograr sus objetivos humanitarios. Ellos se regulan por un régimen laboral disímil al de los trabajadores “normales”. Sin embargo, no está claro a nivel internacional qué criterios se deberían aplicar para proteger a los “socorristas” contra la radiación y no existe una reglamentación adecuada al respecto.

Habría entonces una necesidad urgente de generar recomendaciones claras que cubran el espectro completo de los trabajadores que deben participar en la mitigación de las consecuencias de un accidente nuclear o radiológico, sean estos trabajadores “normales” o “socorristas”. Las recomendaciones y la normativa necesaria deberían desarrollarse en estrecha coordinación con la Organización Internacional del Trabajo.

**(5) Los nuevos conceptos recomendados por ICRP para la protección del público, tales como límite de dosis, restricción de dosis y nivel de referencia han sido bien utilizados por las autoridades pertinentes en Japón, pero son ampliamente malinterpretados por el público y sus representantes y también por los especialistas en general.**

La ICRP ha publicado recomendaciones sobre la protección de la población en situaciones de emergencia y de las que residen a largo plazo en zonas contaminadas después de un accidente nuclear o emergencia radiológica (ICRP, 2009 a y b), las que se adaptan a sus principales recomendaciones en la Publicación 103 (ICRP, 2007 a). Estas recomendaciones se basan en requerimientos generales de justificación de las medidas de intervención y de optimización de las acciones de protección, considerando para las dosis individuales los conceptos de límite de dosis, restricción de dosis y nivel de referencia. Sin embargo, el control de las emergencias sigue siendo fundamentalmente conducido mediante decisiones de intervención con medidas de protección sobre la base de criterios de dosis que activen las acciones de protección. Parece que estos criterios han sido muy útiles a las autoridades japonesas y han facilitado las acciones de protección.

La puesta en práctica de la optimización de estrategias de protección con niveles de referencia de acuerdo con las nuevas recomendaciones de la ICRP ha causado cierta confusión sobre todo en la manera de aplicarla a situaciones que ya han ocurrido. Parecería que las nuevas recomendaciones, basadas en la optimización de una estrategia global y el uso de niveles de referencia, podrían ser muy eficaces en la etapa de planificación y preparación de emergencias, pero en la etapa de respuesta inmediata el enfoque recomendado anteriormente sobre la base de niveles de intervención (ICRP, 1992) parecería ser más fácil y eficaz de emplear.

Por otra parte, se plantean dudas en el uso de los valores numéricos de los límites de dosis y los niveles de referencia. De hecho, el público se siente confundido por la aplicación de niveles de referencia que son mucho más altos que el límite de dosis que había sido establecido por las autoridades antes del accidente. La gente no puede entender por qué el límite de dosis de 1 mSv por año, que era válido antes del accidente, puede ser más elevado después del accidente, que es cuando la gente espera estar mejor y no peor protegida. Una pregunta típica del público es la siguiente: ¿Cuál es la razón para consentir que dosis individuales de 20 a 100 mSv por año sean aceptables ahora, después del accidente, cuando dosis superiores a 1 mSv por año eran inaceptables antes del accidente? . El contraste entre los valores numéricos de los límites de dosis anual *vis-à-vis* aquellos de los niveles de referencia anual (por ejemplo, 1 mSv *vis-à-vis* 20-100 mSv) no son fáciles de comprender y aceptar por un público escéptico.

La advertencia de la ICRP que el límite de dosis se aplica a la suma de dosis adicionales de todas las prácticas reguladas no es útil porque no es entendible para el público. Más

aún, la expresión japonesa para el límite de dosis, 線量限度, indica inequívocamente un nivel de dosis que no debe superarse

Este es un tema importante ya que puede crear incertidumbre en los miembros del público y sus representantes. La ICRP recomienda que los límites de dosis se apliquen a las dosis *adicionales* provenientes de fuentes *reguladas*, la que se añade a las *dosis existentes*. Es decir que el límite de dosis de 1mSv por año se debe entender como que la ICRP espera que las fuentes reguladas no dupliquen la mínima dosis total existente, la que aún en situaciones extremas no puede ser menor a alrededor de 1mSv por año. Pero existe una confusión entre los conceptos de *dosis adicional*, tal como la antedicha dosis añadida por la introducción de fuentes controlables, y el de *dosis existente*, por ejemplo la dosis que ya existe cuando las medidas de control se deciden.

También hay problemas con la comprensión de los conceptos de *dosis proyectada* (que es la dosis que se esperaría fuera recibida si no se tomaran medidas de protección), *dosis evitable* (que es la dosis prevenible mediante la aplicación de una o un conjunto de contramedidas, es decir, la diferencia entre la dosis prevista si no se hubiera aplicado la(s) contramedida(s) y la dosis proyectada real) y *dosis residual* (que es la dosis que se espera que sea recibida después de que se haya terminado la intervención, o se haya tomado la decisión de no intervenir). Estos conceptos se ilustran en detalle en la Publicación 82 de la ICRP (ICRP, 1999), pero la explicación ha sido más exigua en las siguientes publicaciones de la ICRP.

La ICRP debería aclarar en forma rápida y comprensiva el uso previsto de todos los conceptos cuyo objetivo es la restricción de las dosis del público, es decir el de límite de dosis, de construcción de dosis y de nivel de referencia, así como de los conceptos requeridos para gestionar las secuelas de una emergencia, tales como los de dosis proyectada, evitable y residual.

#### **(6) Los padres dudan que los niños estén debidamente protegidos por las recomendaciones de la ICRP.**

La protección de los niños de las secuelas del accidente ha sido un tema muy sensible en Japón y debería ser una prioridad para la ICRP. Los padres no están convencidos de que sus hijos estén bien protegidos. Están persuadidos que los niños son más susceptibles a los efectos dañinos de la exposición a la radiación y no pueden entender cómo se los protegerá si se emplean para ellos los mismos límites de dosis, restricciones de dosis y niveles de referencia que se utilizan para los adultos.

Se debería reconocer que los padres tienen algunas buenas razones para estar confundidos. El informe de UNSCEAR del año 2006 establece claramente que las estimaciones del riesgo de cáncer para una cohorte de niños podría ser un factor de 2 a 3 veces mayor que las estimaciones para una cohorte de todas las edades, es decir de más del 100%. Sin embargo, el sistema de protección se basa en el concepto de coeficiente de riesgo nominal, donde la diferencia entre el riesgo de cáncer para una cohorte que incluya a los niños y el riesgo para otra cohorte que excluya a los niños es de  $5,5 \cdot 10^{-2} \text{ Sv}^{-1} - 4,1 \cdot 10^{-2} \text{ Sv}^{-1} = 1,4 \cdot 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$ , es decir de alrededor del 25%. Esto parece ser una contradicción entre las estimaciones de UNSCEAR y el paradigma de la ICRP. Pero no lo es, porque los coeficientes de la ICRP representan valores nominales de riesgo en

lugar de valores de riesgos específicos de un determinado grupo de población. Sin embargo, la cuestión ha provocado una preocupación muy razonable en los padres de los niños afectados.

Por otra parte, la ICRP ha señalado claramente que “después que se hubiere producido una situación de emergencia, las medidas previstas de protección deberían evolucionar para mejorar las condiciones reales de todas las poblaciones expuestas de que se trate, debiéndose prestar especial atención a las mujeres embarazadas y los niños”, y que “sería de esperar que cuando sea probable que niños y otros grupos sensibles se encuentren en la zona afectada, las consecuencias y la estrategia de protección de estos grupos se considerarán explícitamente en el régimen de planificación de emergencias” (ICRP, 2009 a y b).

Sin embargo, no han sido previstos ni límites de dosis, ni restricciones de dosis ni niveles de referencia específicos para los niños, y ésto junto a la percepción que los niños son más radio-sensibles que los adultos es lo que preocupa a los padres.

En mayo de 2011 el UNSCEAR puso en marcha un proyecto sobre "Los riesgos de la radiación y sus efectos en los niños". Aunque se trata de un trabajo aun en progreso, de acuerdo a los primeros resultados, contrariamente a lo que se dijo en el informe del 2006, no parecería haber evidencia de que el riesgo de radiación de los niños sea generalmente mayor que el de los adultos, aunque parece haber determinados tipos de cáncer donde éste podría ser el caso.

Cualquier nueva recomendación de la ICRP sobre este tema debería tener en cuenta los resultados de los trabajos en curso en el UNSCEAR.

#### **(7) Los acuerdos internacionales de carácter intergubernamental sobre los niveles aceptables de radiactividad en los productos de consumo son incoherentes e inconsistentes.**

Es normal que los productos de consumo utilizados por el público, tales como los alimentos, el agua y muchos productos no-comestibles, puedan contener trazas de sustancias radiactivas. Después de un accidente nuclear o radiológico los niveles de actividad de algunos elementos radioactivos pueden incrementarse. Esto ha ocurrido después del accidente de Fukushima y la presencia de elementos radioactivos en productos de consumo de origen japonés ha creado (y sigue creando) gran alarma y aprensión tanto en Japón como en otros lugares.

El control de trazas de sustancias radioactivas en productos de consumo parece ser uno de los principales problemas prácticos no resueltos aún en protección radiológica. La ICRP ha tratado el tema en su publicación 104 (ICRP, 2007), indicando que seguía con interés el desarrollo de criterios estandarizados de radioactividad en productos de consumo, los que se venían desarrollando bajo la égida de organizaciones internacionales intergubernamentales (CAC, 2006; OIEA, 2004a y b; OMS, 2011). Sin embargo, la situación ha evolucionado en un sistema contradictorio, porque estos acuerdos intergubernamentales se han convertido en incoherentes e inconsistentes entre sí y de difícil explicación para el público.

Una cuestión a discutir es si la ICRP debería recomendar un conjunto de valores de exención del control regulador de carácter universal y así facilitar la adopción de estos valores en un acuerdo intergubernamental.

**(8) Tal como era previsible, los afectados por el accidente padecen de estigma por su asociación con la radiación y la radioactividad y de consecuentes efectos psicológicos dañinos para la salud; sin embargo, la ICRP no ha reconocido en sus recomendaciones los efectos psicológicos asociados a la exposición a la radiación.**

El estigma radiológico es una marca de percepción de vergüenza que está asociada a los accidentes radiológicos o nucleares. Hoy por hoy esta es una de las tribulaciones más graves que sufren las personas afectadas por el accidente de Fukushima. La gente se avergüenza de identificarse como residente de la zona de Fukushima. Sus productos son rechazados por sus clientes habituales y el contacto social se ha limitado. Esta estigmatización es también responsable de una gran ansiedad entre las mujeres de capacidad reproductiva; por ejemplo, la gente cree sinceramente que las niñas de edad escolar del área de Fukushima, no serán capaces de concebir un bebé en el futuro, y muchas mujeres encintas preguntan si deben interrumpir su embarazo.

Las experiencias previas de accidentes radiológicos y nucleares significativos, tales como los accidentes de Goiânia (OIEA, 1988) y de Chernóbil (OIEA, 1991), ya habían demostrado que el estigma de las personas afectadas es una consecuencia significativa de este tipo de accidentes, la que puede dar lugar a efectos psicológicos perjudiciales para la salud de estas personas. La Organización Mundial de la Salud juzga que los efectos psicológicos deben ser considerados como efectos sobre la salud.

Sin embargo, no hay recomendaciones de la ICRP para proteger a las personas contra la estigmatización radiológica y sus consecuentes efectos psicológicos. La ICRP podría considerar recomendaciones *ad hoc* para hacer frente a lo que parece ser un efecto sanitario significativo de los accidentes graves. No hay duda de que esta es una cuestión importante que vale la pena discutir, reconociendo sin embargo que quizás no pueda ser resuelta de una manera integral y convincente por la ICRP.

**(9) No existen claras recomendaciones cuantitativas de la ICRP para hacer frente a la remediación de los territorios “contaminados” y la eliminación de escombros “contaminados”, las que son cuestiones importantes al hacer frente a las secuelas de los accidentes que involucren la liberación de grandes cantidades de sustancias radioactivas al medio ambiente.**

La remediación de territorios “contaminados” con bajos niveles de radioactividad y la posterior eliminación de los escombros “contaminados” que resultan de esa remediación son las principales preocupaciones y desafíos para las autoridades japonesas que entienden en la supresión de las secuelas del accidente de Fukushima. Pero, para esta demandante empresa, no disponen de un asesoramiento internacional cuantitativo y claro. Es que, respondiendo a la presencia de sustancias radiactivas en un territorio, los expertos en protección radiológica han sido incapaces de contestar sin ambigüedades una pregunta simple y directa de ansiosos miembros del público: ¿Es seguro para mí y mi familia vivir aquí? Los expertos generalmente tratan de explicar que, mientras que el

territorio esta, de hecho, “contaminado”, su “remediación” tiene que ser “optimizada” y, dependiendo de muchos factores (generalmente incomprensibles para el público en general), se puede llegar a la conclusión que les esta permitido permanecer allí o que por el contrario deben abandonar su hábitat.

Estas respuestas no concluyentes e inconsistentes a las preguntas simples e insofisticadas de los miembros del público no son serviciales para los que se sienten afectados y desprotegidos. Más grave aún, a veces los expertos aconsejan implícitamente a los afectados que en última instancia es responsabilidad de ellos tomar la decisión de abandonar o permanecer en las tierras “contaminadas”. No es de sorprender que la gente se sienta muy confundida e incrédula y que los tomadores de decisiones no sepan muy bien que hacer.

La comunicación sobre la contaminación y la remediación utiliza términos que generan una connotación distinta a la denotación deseada. El término “contaminación” es particularmente pernicioso porque los expertos lo entienden como la detección de elementos radioactivos, aún en cantidades pequeñísimas, mientras que para el público es casi un sinónimo de peligro. Las soluciones prácticas sugeridas para resolver el enigma de si un territorio necesita o no de remediación, han sido poco convincentes para un público crecientemente escéptico. Los argumentos técnicos han sido mediocres y desconcertantes, con la connotación equivocada reemplazando a la deseada denotación.

Se necesitan con urgencia claras directrices internacionales sobre los niveles de exención de la radiactividad en territorios “contaminados” y la ICRP podría ayudar a formularlas.

**(10) Hay una falta de recomendaciones de la ICRP actualizada sobre la política de monitoreo ambiental ulteriormente a una gran liberación accidental de materiales radiactivos al medio ambiente.**

Las últimas recomendaciones de la ICRP sobre los principios de vigilancia radiológica del medio ambiente son de un cuarto de siglo de antigüedad (ICRP, 1985), y no se ajustan a una liberación catastrófica de sustancias radioactivas.

Desde el comienzo del accidente de Fukushima las autoridades japonesas tuvieron que organizar un monitoreo de emergencia en respuesta a la liberación masiva de material radiactivo a la atmósfera que produjo el accidente. Tuvieron que ser emitidas normativas básicas sobre el proceso de vigilancia de la radiación con el objetivo declarado de proporcionar una información detallada de la distribución de dosis en la zona afectada.

Se pueden derivar muchas lecciones de estos esfuerzos de las autoridades japonesas para establecer una política de vigilancia tras un accidente grave, las que podrían complementar el sistema de protección radiológica.

**(11) La comunicación pública de las políticas de protección radiológica después de un accidente sigue siendo un problema no resuelto.**

La comunicación pública sobre las secuelas del accidente fue y sigue siendo un problema grave en Japón. La ICRP había abordado en su publicación 96 el tema de la comunicación fiable y precisa y de la difusión de la información como un elemento clave para el éxito de los esfuerzos de protección radiológica en las secuelas de un evento extremo (ICRP, 2005). En la literatura están disponibles muchas recomendaciones para este fin y la ICRP sugirió entonces que las autoridades nacionales se refieran al material disponible en el establecimiento de sus estrategias de comunicación.

El accidente de Fukushima ha reiterado la importancia de la comunicación para la buena gestión de las consecuencias de una catástrofe radiológica. Una lección a considerar es si la ICRP debería ampliar las recomendaciones de la Publicación 96 sobre este asunto. En cualquier caso, no hay duda de que esta es un área clave para el desarrollo futuro. Cualquier actividad debe hacer uso de la vasta experiencia en este campo que está disponible fuera de las disciplinas clásicas de la protección radiológica.

## **CONCLUSION**

En suma, la comunidad radio-proteccionista internacional tiene oportunidad de asimilar las muchas lecciones de protección radiológica que se pueden extraer de la experiencia del accidente de Fukushima. El ICRP TG84 espera completar su informe dentro de un año y perfeccionarlo con las lecciones que se vayan sucediendo en el ínterin. La ICRP debería retroalimentar las lecciones aprendidas en sus recomendaciones.

## **REFERENCIAS**

- CAC, 2006. Codex Alimentarius Commission. Codex General Standard for Contaminants and Toxins in Foods. CODEX STAN 193-1995, Rev.2-2006. Codex Alimentarius Commission, Geneva, 2006.
- Cardis et al, 2006. Cardis E, Krewski D, Boniol et al, Estimates of the Cancer Burden in Europe from Radioactive Fallout from the Chernobyl, International Journal of Cancer, Volume 119, Issue 6, pp.1224-1235, [www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/fulltext/112595693/HTMLSTART](http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/fulltext/112595693/HTMLSTART)
- Cooper, 2011. Radiation Protection Principles (in this publication)
- IAEA, 1988. The Radiological Accident in Goiania. IAEA, VIENNA, 1988. STI/PUB/815. ISBN 92-0-129088-8.
- IAEA, 1991. The International Chernobyl Project: Assessment of Radiological Consequences and Evaluation of Protective Measures. Report by an International Advisory Committee. IAEA, 1991. STI/PUB/884. ISBN 92-0-129091-8
- IAEA, 1996. International Atomic Energy Agency. International Basic Safety Standards for Protection Against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources. Safety Standards. Safety Series 115. International Atomic Energy Agency, Vienna.
- IAEA, 2004a. International Atomic Energy Agency. Measures to Strengthen International Cooperation in Nuclear Radiation and Transport Safety and Waste Management. Resolution of the IAEA General Conference GC(48)/RES/10 under 805 A., 4., pt. 23; Radiological Criteria for Radionuclides in Commodities. International Atomic Energy Agency, Vienna.
- IAEA, 2004b. International Atomic Energy Agency. Application of the Concepts of Exclusion, Exemption and Clearance. IAEA Safety Guide RS-G-1.7. International Atomic Energy Agency, Vienna.

- IAEA, 2005. Press Release.  
[http://chernobyl.undp.org/english/docs/pr\\_chernobyl\\_forum\\_050905.pdf](http://chernobyl.undp.org/english/docs/pr_chernobyl_forum_050905.pdf)
- ICRP, 1985. Principles of Monitoring for the Radiation Protection of the Population. ICRP Publication 43. Ann. ICRP 15 (1).
- ICRP, 1991. 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60. Ann. ICRP 21 (1-3).
- ICRP, 1992. Principles for Intervention for Protection of the Public in a Radiological Emergency. ICRP Publication 63. Ann. ICRP 22 (4).
- ICRP, 1999. Protection of the Public in Situations of Prolonged Radiation Exposure. ICRP Publication 82. Ann. ICRP 29 (1-2).
- ICRP, 2005. International Commission on Radiological Protection. Protecting People against Radiation Exposure in the Event of a Radiological Attack; ICRP Publication 96; Ann. ICRP 35 (1), 2005
- ICRP, 2007a. International Commission on Radiological Protection. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection; ICRP Publication 103; Ann. ICRP 37 (2-4), 2007
- ICRP, 2007b. International Commission on Radiological Protection. Scope of Radiological Protection Control Measures; ICRP Publication 104; Ann. ICRP 37 (5), 2007
- ICRP, 2009a. International Commission on Radiological Protection. Application of the Commission's Recommendations for the Protection of People in Emergency Exposure Situations; ICRP Publication 109; Ann. ICRP 39 (1), 2009.
- ICRP, 2009b. International Commission on Radiological Protection. Application of the Commission's Recommendations to the Protection of People Living in Long-term Contaminated Areas After a Nuclear Accident or a Radiation Emergency; ICRP Publication 111; Ann. ICRP 39 (3), 2009.
- Mobbs *et al*, 2011. Mobbs S F, Muirhead C R and Harrison J D. J. Radiol. Prot. 31 (2011) 289–307
- RJG, 2011. Report of the Japanese Government to the IAEA Ministerial Conference on Nuclear Safety- The Accident at TEPCO's Fukushima Nuclear Power Stations; Nuclear Emergency Response Headquarters; Government of Japan; June 2011 [<http://www.iaea.org/newscenter/focus/fukushima/japan-report.pdf>]
- UNGA, 2011. Resolution on the effects of atomic radiation being adopted by the 66<sup>th</sup> UN General Assembly at the time of writing this paper.
- WHO, 2011. World Health Organization. Guidelines for Drinking-water Quality, third ed. World Health Organization, Geneva..
- Yablokov *et al*, 2009. Chernobyl: Consequences of the Catastrophe for People and the Environment. Written by Alexey V. Yablokov (Center for Russian Environmental Policy, Moscow, Russia), Vassily B. Nesterenko, and Alexey V. Nesterenko (Institute of Radiation Safety, Minsk, Belarus). Consulting Editor Janette D. Sherman-Nevinger (Environmental Institute, Western Michigan University, Kalamazoo, Michigan). Annals of the New York Academy of Sciences. Volume 1181, December 2009, 335 Pages [Note: The Academy has recently warned in its webpage that *this volume is out of stock and will not be reprinted by the Academy*]