

EVIDENCIAS SOBRE LA HORMESIS POR RADÓN-222 EN EL BALNEARIO SAN DIEGO DE LOS BAÑOS. PINAR DEL RÍO. CUBA.

Autores: MSc. Ing. Ángela Manchado Martín¹
MSc. Ing. Pablo de Jesús Cervantes González¹
DrSc. Ing. Juan Romero Sánchez¹
Dr. Luis Rodríguez²

Institución: ⁽¹⁾ Centro Nacional de Medicina Natural y Tradicional. C. Habana.
⁽²⁾ Balneario San Diego de los Baños. Los Palacios. Pinar del Río.

E-mail: angelamanchado@infomed.sld.cu

RESUMEN

San Diego de los Baños, Centro Termal ubicado en la región occidental de la Isla de Cuba, en la zona noreste de la provincia de Pinar del Río, municipio Los Palacios posee, como recurso natural termal importante, aguas mineromedicinales radiactivas que son surgentes a través de un sistema de fallas geológicas y que han sido estudiadas por los autores de este trabajo a través de mediciones en tres manantiales fundamentales: El Tigre, El Templado y La Gallina los cuales brotan en el cauce del Río San Diego de los Baños. Este Yacimiento de Aguas Mineromedicinales tiene un control tectónico y está asociado a rocas carbonatadas de la Fm. Artemisa de edad Oxfordiano Superior-Cretácico Inferior.

Las concentraciones de Radio-226 y Radón-222 en agua alcanzan los 138 mBqL⁻¹ y 66 609.3 Bqm⁻³ respectivamente, debido a lo cual se han realizado estudios dosimétricos durante años con el objetivo de controlar las Dosis Efectivas a las que están expuestos pacientes y personal profesional que labora en la instalación, partiendo de la exposición a la concentración de Radón-222 en aire de hasta 1.14 nCiL⁻¹ y en recintos cerrados de hasta 1.87 nCiL⁻¹.

Estos estudios, dirigidos al control de padecimientos de cáncer, muerte por cáncer y afecciones provocadas por deficiencias en el sistema inmunológico sobre trabajadores que han laborado en

este Centro Termal, brindan evidencias sobre los efectos horméticos del Radón-222 en el Balneario San Diego de los Baños.

ABSTRACT

San Diego de los Baños, Thermal Center located in the western region of the Republic of Cuba, in the northeast area of Pinar del Río province, Los Palacios municipality possesses, as important thermal natural resource, hot spring radioactive mineral waters through a system of geologic faults and that they have been studied by the authors of this work through measurements in three fundamental springs: El Tigre, El Templado and La Gallina which spring up in the bed of San Diego de los Baños River. This mineral waters deposit has a tectonic control and it is associated to carbonated rocks of Artemisa Formation.

Radio-226 and Radon-222 concentrations in water reach 138 mBqL^{-1} and $66\ 609.3 \text{ Bqm}^{-3}$ respectively, through that they have been carried out dosimetric studies during years with the objective of controlling the Effective Doses that are exposed patient and professional personnel that works in the installation, leaving from the exposure to Radon-222 concentration up to 1.14 nCiL^{-1} in air and up to 1.87 nCiL^{-1} in closed place.

These studies, directed to the control of cancer disease, death for cancer and affections caused by deficiencies in the immune system on workers that have worked in this Thermal Center, offer evidences of biopositive effects of Radon-222 in San Diego de los Baños Spa.

INTRODUCCIÓN

En las últimas cuatro décadas, sin contar los esfuerzos desde tiempos remotos como en los que se desempeño Paracelsus, el padre de las dosis infinitesimales, hace más de 400 años, el cual se basaba en el principio de que "La dosis hace al veneno" ó "La dosis exacta diferencia a un veneno de un remedio": Científicos de las más diversas nacionalidades han trabajado arduamente para brindar evidencias experimentales o empíricas sobre la no-linealidad entre las dosis-respuesta a las radiaciones de bajo nivel de dosis o de bajas tasas de dosis, enfrentando la hipótesis LNT

(linear no-threshold), que plantea la existencia de una relación lineal sin umbral alguno, entre las dosis de radiación y su respuesta más irreversible en el ser humano (el cáncer), para todos los tipos de radiaciones ionizantes.

Recientemente, en Noviembre del 2000, se efectuó, en Washington, EU, una reunión con la participación de médicos y especialistas en radiación de Alemania, Canadá, China, Estados Unidos, Polonia y el Reino Unido, en cuyo marco se presentó la evidencia experimental de que las suposiciones básicas actuales de la protección frente a las radiaciones: "*todas las exposiciones a la radiación crean riesgos en las células expuestas*" y "*los efectos de las exposiciones son linealmente proporcionales a las dosis, sin ningún umbral*", **no se cumplen a bajas dosis y a bajas tasas de dosis.**

Investigadores en el tema como Stebbing ARD y Luckey TD han publicado unos 400 artículos sobre Hormesis con distintos agentes bioactivos y en especial con las radiaciones, donde han expuesto sus resultados en animales y en humanos, estos últimos, realizados con sobrevivientes japoneses a las explosiones atómicas, personal profesionalmente expuesto en las centrales electronucleares, observadores de explosiones atómicas en el aire y sobrevivientes de Chernovil, que ponen de manifiesto un efecto biopositivo de las radiaciones de baja dosis en el organismo humano.

En nuestro país contamos con 2 balnearios: San Diego de los Baños y Elguea, en cuyas aguas está presente el elemento bioactivo Radón-222 (elemento radioactivo). Durante años en estos balnearios se han realizado las determinaciones de la concentración de este gas noble, el cálculo de las Dosis Equivalentes Efectivas a las que son sometidos los pacientes y el tratamiento de diferentes afecciones a la salud del ser humano.

En el presente trabajo se brindan evidencias sobre los efectos horméticos estudiados en el personal profesional del Balneario San Diego, expuesto continuamente a las radiaciones alfa provenientes del Radón-222 que está contenido en las aguas mineromedicinales. Este personal ha recibido durante un tiempo entre 5 a 40 años dosis acumulativas por exposición a la radiación alfa que van desde 5.6 Sv hasta 22.4 Sv.

Los resultados de los chequeos médicos sistemáticos efectuados al personal que labora en el Balneario San Diego manifiestan que los índices de comportamiento de las enfermedades que pueden ser provocadas por la exposición continua a elevadas dosis de radiación ionizante y de aquellas que pueden ser inhibidas por las mismas, mediante la estimulación de diferentes funciones fisiológicas del organismo humano, son nulos o muy bajos.

No obstante, a pesar de la pequeña muestra de estudio que hemos tenido a nuestra disposición pero debido a que este personal se somete a chequeos médicos sistemáticos, podemos inferir que los tratamientos con bajas dosis de radiación a que son sometidos los pacientes provocan efectos beneficiosos en su estado de salud general y aumentan su calidad de vida.

Key words: hormesis, U shaped + dose response, low dose + stimulation, adaptation + pollution, beta curve y dose + subthreshold.

Concepto de Hormesis y principales efectos.

Hormesis del griego hormo que significa "yo excito", es la estimulación de cualquier sistema por dosis bajas de un agente bioactivo, este término fue sugerido por Southam y Erlich (1943) para denominar así a la concentración efectiva de compuestos fenólicos aplicados en las maderas de los árboles la cual los protegía del ataque de hongos. Actualmente la Hormología es el estudio de la excitación. Toda la teoría que se ha desarrollado al respecto esta basada en el principio de que "bajas dosis de determinados agentes bioactivos provocan un efecto biopositivo y que elevadas dosis de los mismos agentes provocan un efecto bionegativo".

Con relación a las radiaciones que es el caso que nos ocupa, varias funciones fisiológicas muestran hormesis por radiación, encontrándose entre ellas: el crecimiento [13], el desarrollo neuromuscular, el aumento de la agudeza auditiva y visual, el aprendizaje y la memoria, la fecundidad, la competencia inmunológica [14], la disminución de la mortalidad por cáncer y la longevidad. (Luckey, 1990 y 1993) [8]. También y de mucha importancia, numerosas investigaciones indican hacia la estimulación de respuestas metabólicas y fisiológicas como son

la síntesis de: metalotionina, ADN, ARN, estrés proteico; generación de tejidos y consumo de oxígeno. (Calabrese E J y Baldwin L A, 1998).[3]

Experiencias con dosis riesgosas de Radón-222, en el tratamiento de diferentes patologías en balnearios de Rusia, son expuestas por Bogoljubov, 1988 en sus artículos.[2]

Nuestras experiencias en los balnearios con el Radón-222 han seguido las recomendaciones de la balneología europea [1] que especifican el uso de las aguas radiactivas en el tratamiento de las siguientes afecciones del organismo humano:

Procesos inflamatorios crónicos:	Disminuye tumefacciones articulares y los dolores.
Procesos respiratorios:	Bronquitis, Rinofaringitis, asma.
Afecciones digestivas:	Gastritis dolorosas, Enterocolitis, estados espásticos.
Afecciones dermopáticas:	Dermatosis pruriginosas, úlceras, heridas atónicas.
Procesos inflamatorios ginecológicos crónicos:	Disminuye las inflamaciones.
Afecciones nerviosas:	De índole funcional, Neurosis.
Afecciones renales:	Nefropatías albuminúricas.
Afecciones circulatorias:	Trastornos circulatorios no orgánicos.

De las anteriores aplicaciones se han tenido resultados, con validación médica y/o clínica de la respuesta, en las siguientes patologías (ver Tabla No. 1):

Tabla No. 1 – Existencia de resultados con validación médica y/o clínica en el balneario en estudio.

No.	Patologías ó afecciones	Balneario San Diego.
1	Procesos inflamatorios crónicos	X
2	Procesos respiratorios	X
3	Afecciones digestivas	X
4	Afecciones dermopáticas	X

5	Procesos inflamatorios ginecológicos crónicos	X
6	Afecciones nerviosas	X
7	Afecciones renales	X
8	Afecciones circulatorias	

Determinación de Radón-222 en agua y aire.

Las determinaciones de Radón-222 en agua y en aire fueron realizadas con Detectores Sólidos de Trazas Nucleares. El detector utilizado fue el LR-115 Tipo II de la Pathe Kodak de Francia. Este detector es sensible a las radiación alfa presente en la cadena de desintegración de los elementos radiactivos.

Para las determinaciones en aire utilizamos un dispositivo muy sencillo que consta de:

- Detector
- Portadetector plástico
- Membrana discriminadora Radón/Torón

Para las determinaciones en agua fue utilizado un dispositivo que consta de:

- Un pomo (tarro) plástico de 1 litro de capacidad
- Junta de goma
- Detector
- Portadetector de cristal
- Membrana discriminadora Radón/Torón

El tiempo de monitoreo fue de 48 horas para el agua y 96 horas para el aire, con doble detector en cada estación de medición.

Después de retirado el detector se somete en el laboratorio a los procesos de revelado, conteo de trazas e interpretación.

Tabla No. 2 – Resultados obtenidos.

Yacimiento	N	Radón-222 (Agua) nCiL -1	Radón-222 (aire) nCiL -1	Radio-226 (agua) nCiL -1
San Diego de los Baños	6	2.14	1.14	0.004

Estudios Dosimétricos.

Los estudios dosimétricos tienen el objetivo de determinar las Dosis Equivalentes Efectivas por exposición a radiaciones ionizantes provenientes del Radón-222 que reciben los “curistas” y personal profesionalmente expuesto en las instalaciones balneológicas.

Por otra parte, es de mucha utilidad conocer qué dosis utilizaremos en los diferentes tratamientos con aguas radiactivas, en las distintas afecciones del ser humano y si ésta dosis se mantiene por debajo del límite superior permisible anual.

En los tratamientos balneológicos con aguas radiactivas aprovechamos los “efectos horméticos” del Radón-222, el cual, en concentraciones de bajos niveles produce efectos beneficiosos en el organismo humano.[12]

Las curas más usuales con aguas radiactivas son la hidroterapia combinada con la inhalación y la hidropínica mediante la ingestión de cantidades dosificadas de estas aguas. Debido a esto, los cálculos de la Dosis están dirigidos a la “Dosis por Inhalación de Radón-222”y “Dosis por Ingestión de Radón-222” [4, 7 y 10].

El cálculo de la Dosis Equivalente Efectiva se fundamenta en la utilización de “Factores de Conversión” determinados en Modelos Dosimétricos que simulan los diferentes “órganos críticos” del cuerpo humano.[7 y 9]

Estos Factores de Conversión [9] son aplicados a las concentraciones de Radón-222 determinados en agua y a la concentración de Radón-222 determinada en el aire de las instalaciones balneológicas, obteniendo como resultado las Dosis Equivalentes Efectivas en el “cuerpo entero” la cual se compara con los “Límites de Dosis Permisibles” que fijan los organismos internacionales de protección a las radiaciones ionizantes.

En la Tabla No. 3 se presentan las Dosis Equivalentes Efectivas a las que está expuesto el personal profesional del Balneario San Diego [4].

Tabla No. 3 – Dosis Equivalente Efectiva. Balneario Elguea. (Personal profesionalmente expuesto)

Vía de incorporación.	Órgano Crítico Cuerpo entero (Sv año⁻¹)
Inhalación de Radón-222	0.56

El cálculo anterior se obtiene considerando 2000 horas de trabajo por año.

En la Tabla se puede apreciar que la Dosis Equivalente Efectiva a la que está expuesto el personal profesional son elevadas y superiores a los 50 mSv/año que regulan las organizaciones internacionales de protección a las radiaciones ionizantes, particularmente la ICRP (International Commission on Radiological Protection) [7] . También estos organismos definen los niveles de "baja dosis" como el total de dosis recibida menor que 10 mSv a una elevada tasa de dosis en un evento separado o menos de 20 mSv año⁻¹ para una dosis recibida continuamente.

No obstante todos estos límites máximos permisibles están bajo discusión científica ya que no toman en consideración el tipo de radiación, considerándose por muchos autores que para la radiación alfa existe un límite de baja dosis, que puede llegar hasta los 4000 mSv, tomando en consideración la dosis que puede ser físicamente depositada en una célula aislada[5 y 6], planteado en un análisis sobre las bajas dosis, del Task Group del INSC (International Nuclear Societies Council) [11].

Resultados de los chequeos médicos.

Con el objetivo de presentar un análisis de la relación dosis-respuesta sobre el personal profesionalmente expuesto a inhalación continua de Radón-222 en el balneario San Diego de los Baños, nos planteamos a priori, para cada afección, los signos o parámetros médicos que manifiestan una respuesta bionegativa y/o biopositiva, que permitan una validación del mismo.

Las afecciones que estudiamos, son aquellas, en las que tenemos una mayor probabilidad de que han respondido al estímulo de la acción del Radón-222, bien de riesgo máximo como es el cáncer, deformaciones hereditarias en descendientes así como, afecciones que pueden ser inhibidas mediante la estimulación de diferentes funciones fisiológicas como son: anemias, desórdenes nerviosos y esterilidad.

Como podemos apreciar en la Tabla No. 4, el personal profesionalmente expuesto en el Balneario San Diego, sometido a chequeos médicos sistemáticos durante sus años de trabajo presenta índices de comportamiento nulos o muy bajos en las afecciones de elevado riesgo al estar expuestos continuamente a altas dosis de radiaciones ionizantes y en las que son inhibidas debido a la estimulación de funciones fisiológicas del organismo humano por las radiaciones ionizantes.

CONCLUSIONES BASADAS EN DIAGNÓSTICOS CLÍNICOS

- El personal profesional del Balneario San Diego de los Baños está expuesto continuamente a elevadas Dosis Efectivas de radiaciones ionizantes.
- Los chequeos médicos sistemáticos manifiestan bajos índices de comportamiento de afecciones a la salud.
- No se han detectado hasta el momento afecciones hereditarias en descendientes.
- No se han detectado hasta el momento casos de esterilidad masculina o femenina en la muestra estudiada.

- Los efectos hematopoyéticos y relajantes, estimulados por la exposición a las radiaciones alfa, están presentes en la muestra estudiada.
- Los resultados obtenidos permiten inferir la existencia de efectos horméticos por Radón-222 en el Balneario San Diego.

RECOMENDACIONES

- Continuar estas investigaciones sobre el personal profesionalmente expuesto en otros Balnearios de Cuba y Latinoamérica que posean aguas radiactivas.
- Seleccionar un 20 % de la muestra estudiada con el fin de someterlas a estudios citogenéticos para determinar: presencia de aberraciones cromosómicas y detección de micronúcleos.
- Continuar con los chequeos y control médico sistemáticos del personal profesionalmente expuesto en los Balnearios.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Armijo V. M y San Martín J. (1994): *Curas Balnearias y Climáticas, Talasoterapia y Helioterapia*. Editorial Complutense. Madrid, 624p.
- [2] Bogoljubov, W. M. (1988): *Clinical aspect of radontherapy in the USSR*. Phys. Med. Balneol. Klimatol. Vol. 17, pp: 59-61.
- [3] Calabrese, E. J and Baldwin, L. A. (1997): *Quantitatively based methodology for evaluation of chemical hormesis*. Hum. Ecol. Risk Assess, Vol. 4 pp: 545-554.
- [4] Cervantes, G. P., Moreno, C. A. M. y Manchado, M. A. (1996): *Niveles de exposición a las radiaciones ionizantes en el Balneario Elguea de la República de Cuba*. Edición Colección Summa. Ciencias Experimentales Universidad Jaume, Castellón. España pp: 311-317.
- [5] Edward, J, Calabrese E. J. and Baldwin L. A. (1998): "Hormesis as a biological hypothesis." In *Environmental Health Perspective*. Vol. 106, Supplement 1.
- [6] Felndenger, L. E, Muhlensiepen, H, Bond, V. P y Sanhars, C. *An Intracellular stimulation of biochemical control mechanisms*. Health Physics. Vol. 52, 663 p.
- [7] Gómez A. J. (1994): *Medida de niveles de radioactividad en aguas. Estimación de las dosis de radiación producidas*. Tesis de Dr. en Física, Univ. de Cantabria, Facultad de Ciencias, Dpto. de Física aplicada. España, 239 p.
- [8] Luckey, T. D. (1998): *Radiation Hormesis: Biopositive effect of Radiation*. In *Radiation Science and Health*. 15p.
- [9] Nasske, D.; Gerich, B. (1985): *Dosis fak toren fur inhalation oder ingestion von Radionuklidverbindurger (Erwachssene)*. Muncher. Federal Republic of Germany. Institut fur Strahlenhygiene des Bundesgesundheitsamtes. ISH – Hoelft. pp: 63 – 505.

[10] S/A. (1981): *Limits for inhalation of Radon-222 daughters by workers*. ICRP Publication No. 32. Ed. Pergamon Press. Oxford. 32p.

[11] S/A. (1997-1998): *Low Doses of ionizing radiation incurred at low dose rate*. Action Plan, International Nuclear Societies Council. 30p.

[12] Soto, T. J y Gómez A. J. (1996): *Hormesis por Rn-222 en Balnearios*. En Memorias del Congreso de Turismo y Salud, Habana. Cuba.

[13] Stibbing, A. R. D. *Hormesis, the stimulation of growth by low levels of inhibitors*. CSI. Total Environ. Vol. 22, pp: 213-234.

[14] Tocunsend, J. F, and Luckey, T. D. (1960): *Hormoligosis in pharmacology*. Journal Am. Med. Assoc. Vol. 173, pp: 44-48.

Tabla No. 4 Resultados de los chequeos médicos del personal profesionalmente expuesto a la acción del Radón-222 en el Balneario San Diego de los Baños. Cuba.

A	B	C	D	E		F		G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T			U			V	W	
				s	n	an	se														in	n	pf	#	snc	h			
1	5-10	5.6	12	1	11	0	3	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	3	2	8	0	11	0	0	0	0
2	10-15	8.4	9	2	7	3	0	1	1	3	0	0	1	0	0	0	0	0	2	2	5	0	10	1	17	0	0	0	0
3	15-20	11.2	3	1	2	6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	3	0	6	0	0	0	0
4	20-40	22.4	14	3	11	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	9	2	31	1	0	1	0
Totales			38	7	31	9	3	1	3	6	0	1	3	0	1	0	1	4	2	8	3	30	3	65	1	0	1	0	
Indicadores de comportamiento						0.24	0.08	0.03	0.08	0.16	0	0.03	0.08	0	0.03	0	0.03	0.1	0.05	0.21	0.08	0.92	0.08	1.71	0.03	0	0.03	0	

Simbología correspondiente a la Tabla

- A:** Número de orden
- B:** Años de trabajo
- C:** Dosis Efectiva en Sv
- D:** Tamaño de la muestra.
- E:** Fumador (sí ó no).
- F:** Chequeos médicos (Anual y Semestral)
- G:** Anemias frecuentes
- H:** Asma bronquial
- I:** Estados gripales
- J:** Artritis reumatoidea
- K:** Neuropatías
- L:** Alergias
- M:** Intoxicaciones, problemas digestivos
- N:** Diabetes
- O:** Tuberculosis
- P:** Hepatitis
- Q:** Estados ansiosos
- R:** Estados depresivos
- S:** Desarreglos menstruales
- T:** Relaciones sexuales: Intensas (in), Normales (n) y Poco Frecuentes (pf)
- U:** Hijos: número de hijos, Afecciones del Sistema Nervioso Central (snc) y Hereditarias (h)
- V:** Cáncer
- W:** Muerte por cáncer