

## EVIDENCIAS SOBRE LA HORMESIS POR RADÓN-222 EN EL BALNEARIO ELGUEA. CUBA.

**Ángela Manchado Martín** <sup>(1)</sup>, **Pablo de Jesús Cervantes González** <sup>(1)</sup> y **Leandro Lantigua Obregón** <sup>(2)</sup>.

(1) Centro Nacional de Medicina Natural y Tradicional. Calle 44 #502 entre Ave. 5ta y 5ta-A, Miramar, Playa, Ciudad de la Habana, Cuba. Email: angelamanchado@infomed.sld.cu

(2) Centro Termal Elguea. Corralillo, Villa Clara, Cuba. Teléfono: 042 686292.

### RESUMEN

Elguea, Centro Termal ubicado al norte-centro de la Isla de Cuba, posee, como recurso natural termal importante, aguas mineromedicinales radiactivas que son surgentes a través de un sistema de fallas geológicas y están asociadas a la anomalía radiactiva más intensa (U, Th, K) localizada, hasta el momento, en la superficie del país, tiene un control tectónico y está asociado a sedimentos carbonatados de edad Cretácico.

Las concentraciones de Radio-226 y Radón-222 en agua alcanzan los 0.879 nCiL<sup>-1</sup> y 5.96 nCiL<sup>-1</sup> 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 1.43 nCiL<sup>-1</sup>.

Estos estudios realizados en el Balneario Elguea, brindan evidencias sobre los efectos horméticos (excitantes) del Radón-222 en el hombre, o sea, la respuesta biopositiva del humano ante agentes geobiológicos activos (radiaciones ionizantes) en bajas dosis. Los resultados de los chequeos médicos sistemáticos efectuados al personal que labora en el centro 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.

### ABSTRACT

The Elguea Spa is located on the North Center Cuban Island and the most important thermal natural resource is the radioactive ground water, natural hot spring correlated with geological faults systems and anomalous values of uranium, thorium and potassium contents. This gamma anomaly is the most intensity of Cuba and is associated with Cretaceous limestone.

Radio-226 and Radon-222 concentrations in water sample were up to 0.879 nCiL<sup>-1</sup> and 5.96 nCiL<sup>-1</sup> respectively. For this reason during the last ten years has been achieved many dosimetric studies for the Effective Dose Control of the Spa's professional workers. The air Radon-222 indoor concentration was up to 1.43 nCiL<sup>-1</sup>.

Dosimetric studies carry out indoors Elguea Spa brings up evidences about Radon-222 hormetic effect (excite) in human at low dose radiation. The systematic medical observation results over professional workers continuity exposed at high dose radiation indicated very low indicators of negative human health effects.

### INTRODUCCIÓN

En las últimas cuatro décadas, sin contar los esfuerzos desde tiempos remotos como en los que se desempeñó 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 y Luckey 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 electrónicas, 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 radiactivo). 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.

Por lo que en el presente trabajo se brindan evidencias sobre los efectos horméticos estudiados en el personal profesionalmente expuesto continuamente a las radiaciones alfa provenientes del Radón-222 que está contenido en las aguas mineromedicinales. Este personal ha recibido durante 5 años o más, dosis acumulativas por exposición a la radiación alfa que van desde 0.8 Sv hasta 5.6 Sv.

Los resultados de los chequeos médicos sistemáticos efectuados al personal que labora en el Balneario Elguea 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.

## **Memorias de la Primera Convención de Ciencias de la Tierra en abril del 2005**

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.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **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 [Luckey, 1998] 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 [Stebbing, 1982], el desarrollo neuromuscular, el aumento de la agudeza auditiva y visual, el aprendizaje y la memoria, la fecundidad, la competencia inmunológica [Townsend, 1960], la disminución de la mortalidad por cáncer y la longevidad [Luckey, 1998]. 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, 1997].

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

Nuestras experiencias en los balnearios con el Radón-222 han seguido las recomendaciones de la Balneología Europea [Armijo, 1994] que especifican el uso de las aguas radioactivas en el tratamiento de las siguientes afecciones del organismo humano:

## Memorias de la Primera Convención de Ciencias de la Tierra en abril del 2005

|  |   |
|--|---|
| 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 patologías que se muestran en la Tabla No. I.

### 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 radioactivas, en las distintas afecciones del ser humano y si ésta dosis se mantiene por debajo del límite superior permisible anual.

**Tabla No. I Existencia de resultados con validación médica y/o clínica en el balneario Elguea.**

| No. | Patologías ó afecciones                       | Balneario Elguea. |
|-----|---|-------------------|
| 1   | Procesos inflamatorios crónicos               | X                 |
| 2   | Procesos respiratorios                        | X                 |
| 3   | Afecciones digestivas                         | X                 |
| 4   | Afecciones dermopáticas                       | X                 |
| 5   | Procesos inflamatorios ginecológicos crónicos |                   |
| 6   | Afecciones nerviosas                          | X                 |
| 7   | Afecciones renales                            |                   |
| 8   | Afecciones circulatorias                      | X                 |

En los tratamientos balneológicos con aguas radioactivas aprovechamos los “efectos horméticos” del Radón-222, el cual, en concentraciones de bajos niveles produce efectos beneficiosos en el organismo humano.[Soto, 1996]

## Memorias de la Primera Convención de Ciencias de la Tierra en abril del 2005

Las curas más usuales con aguas radioactivas 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” [Cervantes, 1996; Gómez, 1994].

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.[Gómez, 1994 y Nasske, 1985]

### RESULTADOS

Los Factores de Conversión [Nasske, 1985] 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. II se presenta la Dosis Equivalente Efectiva a la que está expuesto el personal profesional del Balneario Elguea [Cervantes, 1996].

**Tabla No. II – Dosis Equivalente Efectiva. Balneario Elguea.**

| Vía de incorporación.   | Cuerpo entero (Sv año <sup>-1</sup> ) |
|-------------------------|---------------------------------------|
| Inhalación de Radón-222 | 0.32                                  |

Como se puede apreciar en la Tabla, la Dosis Equivalente Efectiva, a las que está expuesto el personal profesional son elevadas y muy superiores a los 50 mSv año<sup>-1</sup> que regulan las organizaciones internacionales de protección a las radiaciones ionizantes particularmente la ICRP (International Commission on Radiological Protection) [Gómez, 1994]. También estos organismos definen los niveles de "baja dosis" como el total de dosis recibida menor que 10 mSv año<sup>-1</sup> a una elevada tasa de dosis en un evento separado o menos de 20 mSv año<sup>-1</sup> 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 año<sup>-1</sup>, tomando en consideración la dosis que puede ser físicamente depositada en una célula aislada[Edward, 1998 y Felhendenger, 1997], planteado en un análisis sobre las bajas dosis, del Task Group del INSC (International Nuclear Societies Council, 1998).

### DISCUSIÓN

#### 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 Elguea, 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 personal expuesto.

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. III, el personal profesionalmente expuesto en el Balneario Elguea, 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

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

## Memorias de la Primera Convención de Ciencias de la Tierra en abril del 2005

**Tabla No. III Resultados de los chequeos médicos del personal profesionalmente expuesto a la acción del Radón-222 en el Balneario Elguea de Cuba.**

| N/O                                  | Años de trabajo | Dosis Efectiva (Sv) | Tamaño muestra | Fumador |    | Chequeos médicos |      | A | B    | C | D | E | F |
|--------------------------------------|-----------------|---------------------|----------------|---------|----|------------------|------|---|------|---|---|---|---|
|                                      |                 |                     |                | sí      | no | anual            | sem  |   |      |   |   |   |   |
| 1                                    | 0-5             | 0.8                 | 2              | -       | 2  | 2                | -    | 0 | 0    | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2                                    | 5-10            | 2.4                 | 5              | -       | 5  | 4                | 1    | 0 | 1    | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3                                    | 10-15           | 4.0                 | 5              | 1       | 4  | 4                | 1    | 0 | 0    | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4                                    | 15-20           | 5.6                 | 1              | 1       | -  | 1                | -    | 0 | 0    | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <b>Totales</b>                       |                 |                     | 13             | 2       | 11 | 11               | 2    | 0 | 1    | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <b>Indicadores de comportamiento</b> |                 |                     |                |         |    | 0.85             | 0.15 | 0 | 0.08 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| N/O                                  | Años de trabajo | Dosis Efectiva (Sv) | G | H    | I    | J    | K | L | M    | N    | O    | P  |     |     | Q   |     |   |
|--------------------------------------|-----------------|---------------------|---|------|------|------|---|---|------|------|------|----|-----|-----|-----|-----|---|
|                                      |                 |                     |   |      |      |      |   |   |      |      |      | in | n   | pf  | #   | sn  | h |
| 1                                    | 0-5             | 0.8                 | 0 | 0    | 0    | 0    | 0 | 0 | 0    | 0    | 0    | 0  | 2   | 0   | 2   | 0   | 0 |
| 2                                    | 5-10            | 2.4                 | 0 | 0    | 1    | 1    | 0 | 0 | 1    | 2    | 2    | 0  | 4   | 1   | 4   | 0   | 0 |
| 3                                    | 10-15           | 4.0                 | 0 | 0    | 2    | 0    | 0 | 0 | 0    | 0    | 0    | 0  | 5   | 0   | 6   | 1   | 0 |
| 4                                    | 15-20           | 5.6                 | 0 | 1    | 0    | 0    | 0 | 0 | 0    | 0    | 0    | 0  | 1   | 0   | 0   | 0   | 0 |
| <b>Totales</b>                       |                 |                     | 0 | 1    | 3    | 1    | 0 | 0 | 1    | 2    | 2    | 0  | 12  | 1   | 12  | 1   | 0 |
| <b>Indicadores de comportamiento</b> |                 |                     | 0 | 0.08 | 0.23 | 0.08 | 0 | 0 | 0.08 | 0.15 | 0.15 | 0  | 0.9 | 0.1 | 0.9 | 0.1 | 0 |

Simbología correspondiente a la Tabla:

A: Anemias frecuentes  
 B: Asma bronquial  
 C: Estados gripales  
 D: Tuberculosis  
 E: Cáncer  
 F: Muerte por cáncer  
 G: Artritis reumatoidea  
 H: Neuropatías  
 I: Alergias

J: Intoxicaciones, problemas digestivos  
 K: Diabetes  
 L: Hepatitis  
 M: Estados ansiosos  
 N: Estados depresivos  
 O: Desarreglos menstruales  
 P: Relaciones sexuales: Intensas (in), Normales (n), Poco frecuentes (pf)  
 Q: Hijos: Número de hijos (#), Afecciones del Sistema Nervioso Central (sn), Hereditarias (h)

## BIBLIOGRAFÍA

1. Armijo, V., J. San Martín, 1994. Radiactividad en las aguas mineromedicinales. Radioterapia, *Curas Balnearias y Climáticas: Talasoterapia y Helioterapia*, (Madrid). Editorial Complutense, (d): 271-277.
2. Bogoljubov, W., 1988. Clinical aspect of radontherapy in the USSR. *Phys. Med. Balneol. Klimatol*, (URSS). (17): 59-61.
3. Calabrese, E., L. Baldwin, 1997. Quantitatively based methodology for the evaluation of chemical hormesis, *Hum. Ecol. Risk Assess.*, (Estados Unidos). (4): 545-554.
4. Cervantes, P., A. Moreno, A. Manchado, 1996. Niveles de exposición a las radiaciones ionizantes en el Balneario Elguea de la República de Cuba. *Edición Colección Summa. Ciencias Experimentales Universidad Jaume*, (España): 311-317.
5. Edward, J., E. Calabrese, L. Baldwin, 1998. Hormesis as a biological hypothesis. *Department of Environmental Health Perspectives*, (Estados Unidos). (106) Supplement 1: 357-362.
6. Felndenger, L., H. Muhlensiepen, V. Bond, C. Sanhars, 1997. An Intracellular stimulation of biochemical control mechanisms, *Health Physics*, (Alemania). (52): 663.
7. Gómez, 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., 1998. Radiation Hormesis: Biopositive effect of Radiation, *Radiation Science and Health*, (Estados Unidos): 15 p.
9. Nasske, D., B. Gerich, 1985. Dosis fak toren fur inhalation oder ingestion von Radionuklidverbindurger (Erwachssene), Institut fur Strahlenhygiene des Landesgesundheitsamtes, *ISH – Hoelft* (República Federal de Alemania): 63 – 505.
10. S/A, 1981. Limits for inhalation of Radon-222 daughters by workers, ICRP, Ed. Pergamon Press. Oxford, (Inglaterra): (32).
11. S/A, 1998. Low Doses of ionizing radiation incurred at low dose rate. Action Plan 1997-1998, *International Nuclear Societies Council*. (Inglaterra).
12. Soto, J., J. Gómez, 1996. Hormesis por Rn-222 en Balnearios, Trabajo presentado en Congreso de Turismo y Salud, Palacio de las Convenciones, (Cuba).
13. Stebbing, A., 1982. Hormesis, the stimulation of growth by low levels of inhibitors, *Science of the Total Environment*, (Inglaterra). (22): 213-234.
14. Townsend, J., T. Luckey, (1960). Hormoligosis in pharmacology, *Journal Am. Med. Assoc.* (Inglaterra). (173): 44-48.