

ARTICULO ORIGINAL

DAÑO HEMATOLOGICO PROVOCADO POR LA RADIACION EN EL PERSONAL PROFESIONAL QUE TRABAJA EN EL SERVICIO DE DIAGNOSTICO POR IMAGENES DEL HOSPITAL N° 1 DE LA CAJA NACIONAL DE SALUD

IS THERE A WBC DECREASE IN THE IMAGING DIAGNOSIS SERVICE'S PERSONAL AT "HOSPITAL OBRERO N° 1 - LA PAZ" AFTER EXPOSURE TO IONIZING IRADIATION

Dra. Lourdes Riveros Gonzáles*, Dr. Pedro Artieda A.**,
MSC.Dra. Ma. del Pilar Navia B.***, Dra. Vivian Jiménez F.****

RESUMEN

Pregunta de investigación

¿Existirá disminución en el recuento de glóbulos blancos en el personal médico y en los técnicos radiólogos del Servicio de Diagnóstico por Imágenes del Hospital Obrero N° 1 de la Caja Nacional de Salud, de la ciudad de La Paz, por su frecuente exposición a las radiaciones ionizantes?

Objetivo

Evaluar las modificaciones que sufre el recuento de glóbulos blancos en los médicos y técnicos radiólogos que trabajan en el Servicio de Diagnóstico por Imágenes del Hospital Obrero N° 1 de la Caja Nacional de Salud, (La Paz.)

Diseño

Descriptivo, corte transversal.

Lugar

Servicio de Diagnóstico por Imágenes del Hospital Obrero N° 1 - Caja Nacional de Salud (La Paz-Bolivia).

Participantes

Médicos especialistas en Radiología, médicos residentes de Radiología y Técnicos radiólogos.

Resultados

Existe correlación negativa entre la cantidad de leucocitos y el tiempo de exposición a la radiación medido en horas semanales, esto quiere decir que a mayor tiempo de exposición, menor cantidad de leucocitos, encontrándose un valor de correlación ($\rho = -0.66$) y un valor p de la prueba de Spearman $p > 0.0030$ (significativo), lo cual confirma que sí existe correlación negativa.

Palabras clave

Radiación y leucocitos. Efectos de la radiación en la sangre. Riesgo ocupacional por la radiación

ABSTRACT

Research Question:

Is there a WBC decrease in the Imaging diagnosis Service's personal at "Hospital Obrero N° 1 - La Paz" after exposure to ionizing irradiation.

Objectives:

To evaluate variations in the Imaging Diagnosis Services Staff at "Hospital Obrero N° 1 - La Paz" during their daily work.

Design:

Cross transversal Study

Place

Service of Imagen Diagnosis of the Hospital Obrero N° 1 of the Caja Nacional de Salud, of the city of The Paz.

Participants

Medical specialists in Radiology, resident doctors of Radiology and Technical radiologists.

Result

Negative correlation Exists between the quantity of leukocytes and the time of exposure to the irradiation measured in weekly hours, this means that to greater time of exposition to radiation, minor amount of leukocytes, found a value of correlation ($\rho = 0,66$) and a value p of the test of Spearman $p < 0.0030$ (significant), which confirms that there is a negative correlation.

Key words

Irradiation and WBC counts. Occupational Hazard.

* Médico Radiólogo del Servicio de Diagnóstico por Imágenes del Hospital Obrero N° 1 de la Caja Nacional de Salud. Profesora Titular de la Cátedra de Medicina I - Facultad de Medicina - UMSA

** Médico Hematólogo Jefe del servicio de Hematología y Banco de Sangre del Hospital Obrero N° 1 de la Caja Nacional de Salud. Profesor Titular Cátedra de Medicina I - Facultad de Medicina - UMSA

*** Médico Epidemiologa Clínica, Docente Titular- IINSAD, Facultad de Medicina - UMSA.

**** Médico Residente de Ginecología y Obstetricia - CNS

INTRODUCCION

Esta revisión nos permite considerar los efectos biológicos de los Rayos X. Estos efectos son secundarios a interacciones a nivel atómico con la materia, que pueden tomar la forma de ionización o excitación de electrones orbitales, lo cual lleva al depósito de energía en el tejido. Este depósito de energía puede llevar a cambios moleculares (daños) reversibles o no. La reversibilidad de los efectos depende de varios factores, pero en términos generales se puede decir que está relacionada con la dosis y el tiempo que se le da al tejido para recuperarse. ⁽¹⁾

Los efectos resultantes de la radiación pueden aparecer casi inmediatamente o a lo largo de un periodo considerable de tiempo. Por eso se habla de:

- A. Efectos Tempranos: ocurren en minutos o días.
Por ejemplo:
Síndrome de Exposición Aguda.
Daño tisular local (piel, gónadas, extremidades)
Depresión hematológica
Daño Citogénico
- B. Efectos Tardíos: ocurren en meses o años. Por ejemplo:
Leucemia
Otras neoplasias (hueso, pulmón, mama)
Daño tisular local (piel, gónadas, ojos)
Acortamiento de la esperanza de vida
Daño genético
- C. Efectos de la Irradiación en el Feto. Son tempranos o tardíos, pero merecen consideración especial ya que las células del feto son más sensibles a la radiación que las del adulto. Puede ocurrir:
Muerte prenatal o neonatal
Malformaciones congénitas
Tumores malignos
Disminución en el crecimiento y desarrollo ⁽²⁻⁴⁾

Radiosensibilidad celular e hística.

Las células presentan diferente grado de sensibilidad a la radiación, según la estirpe o línea celular.

- A. Muy radiosensibles (leucocitos, eritroblastos, espermatogonias).
- B. Relativamente radiosensibles (mielocitos, células de las criptas intestinales, células basales de la epidermis).
- C. Sensibilidad intermedia (células endoteliales, células de las glándulas gástricas, osteoblastos, condroblastos, espermatozoides, etc.).
- D. Relativamente radioresistentes (granulocitos, osteocitos, espermatozoides, eritrocitos).
- E. Muy radioresistentes (fibrocitos, condrocitos, células musculares y nerviosas).

Aunque la radiosensibilidad de un tejido es similar a la de las células que lo forman, no es su expresión directa porque un tejido u órgano está formado por dos componentes: el parénquima (compartimento que contiene las células características del tejido en cuestión) y el formado por tejido conjuntivo y vasos. Los dos tienen distinta radiosensibilidad.

EFFECTOS TEMPRANOS DE LA RADIACION

Daño Sistémico:

Para producir una respuesta a la radiación en los seres humanos en un plazo de unos días o unas semanas, la dosis recibida debe ser importante. Estos efectos precoces de la exposición a la radiación no se alcanzan nunca en las técnicas de radiología diagnóstica modernas. Hace muchos años, los efectos tempranos de la radiación eran las respuestas más comúnmente observadas en los radiólogos, los técnicos e incluso algunos pacientes sometidos a exámenes por rayos X⁽⁵⁻⁶⁾.

Antes de la introducción de los monitores de radiación personales, el único seguimiento efectuado en los trabajadores de entornos de rayos X y sustancias de radio era un examen periódico de la sangre. En él se incluían recuentos totales de células y diferenciales de glóbulos blancos (leucocitos). Si se reducía el nivel de leucocitos en más de un 25% con respecto al nivel normal debía darse descanso a la persona implicada o dedicarla a actividades no relacionadas con entornos radiactivos hasta que recuperara sus niveles sanguíneos normales. En esa

época no se sabía que la dosis mínima necesaria en todo el cuerpo para producir una disminución hematológica mensurable es de 25 rad (250 mGy), aproximadamente. Aquellos trabajadores eran sometidos a fuertes dosis de radiación, según las normativas actuales.

Los signos y síntomas clínicos de la fase de enfermedad manifiesta de letalidad por radiación aguda pueden clasificarse en los tres grandes grupos, ya mencionados: hematológico, gastrointestinal y neuromuscular. Los signos hematológicos están relacionados con cambios en las células de la sangre periférica. Después de la exposición se reduce la cantidad en la sangre de glóbulos rojos (eritrocitos), glóbulos blancos (leucocitos) y plaquetas (trombocitos). Los síntomas gastrointestinales son náuseas, vómitos y diarrea, anorexia, cólicos intestinales, deshidratación y pérdida de peso. Los síntomas neuromusculares son falta de atención, apatía, sudoración, fiebre, dolor de cabeza e hipertensión ⁽⁷⁻⁸⁾.

Síndrome hematológico:

Con dosis de radiación a cuerpo entero comprendidas en el intervalo de aproximadamente 200 a 1.000 rad produce el llamado síndrome hematológico. El sujeto sufre inicialmente síntomas leves propios del síndrome prodrómico, que pueden aparecer al cabo de unas horas y prolongarse durante varios días. El período de latencia posterior puede extenderse hasta cuatro semanas y se caracteriza por un sentimiento general de bienestar. En la fase de latencia no se ven signos de enfermedad aunque el número de células presentes en el flujo sanguíneo periférico puede estar bajo.

El periodo de enfermedad manifiesta se caracteriza por posibles vómitos, diarrea leve, malestar general, letargia y fiebre. En el síndrome hematológico se produce una reducción del número de glóbulos blancos, glóbulos rojos y plaquetas en la sangre. Cada uno de estos tipos de células siguen patrones de depleción característicos. La disminución de glóbulos rojos en la sangre puede interferir con los mecanismos de defensa frente a las infecciones. Justo antes de la muerte, se presentan cuadros de graves hemorragias y deshidratación. La muerte se produce por infección generalizada, desequilibrio electrolítico y deshidratación. Si la dosis no es letal, la recuperación se inicia al cabo de 2 a 4 semanas, pero puede tomar hasta 6 meses.

Las principales medidas cuantitativas de la letalidad por radiación en el hombre son las dosis necesarias para producir un síndrome dado y el tiempo de supervivencia media como veremos más adelante. Debe quedar claro que raramente puede establecerse una diferenciación precisa relacionada con la dosis y con el tiempo en la secuencia de acontecimientos asociada a cada síndrome. Para dosis de radiación muy altas, el período de latencia desaparece por completo; en cambio, en el caso de dosis muy bajas puede no presentarse el síndrome prodrómico, con lo que tampoco existe período de latencia asociado ⁽³⁻⁷⁾.

Efecto sobre la médula ósea:

En el adulto la médula roja, donde se producen las células sanguíneas, se encuentra localizada en los huesos planos como el ileón, el esternón y las costillas, y en las epífisis de los huesos largos. En esta zona hay células totipotenciales que dan origen a las células madres de las 4 series de las células sanguíneas: los normoblastos (precursores de los eritrocitos), los linfoblastos (precursores de los linfocitos), los mieloblastos (precursores de los granulocitos) y los megacarioblastos (que dan origen a las plaquetas).

Los linfocitos son las células que más se afectan por causa de la radiación.

Cáncer.

Está comprobado que la radiación puede provocar a largo plazo el desarrollo de cáncer en casi cualquier lugar del cuerpo. A continuación mencionamos los más comunes:

- A. Leucemia: Tal como mencionamos al hablar del efecto a largo plazo de la radiación sobre los cromosomas, la leucemia es el principal tipo de cáncer asociado a la radiación.
- B. Tiroides.
- C. Hueso.
- D. Piel.
- E. Mama.
- F. Pulmón.
- G. Hígado.

RADIOBIOLOGIA CELULAR.

Para causar un mismo efecto de la radiación se requiere una mayor dosis in vitro que in vivo. Las macromoléculas irradiadas pueden ser lesionadas en tres formas:

- A. Ruptura de cadena principal. La radiación puede romper la cadena principal y producir moléculas más pequeñas. El resultado es fragmentación y disminución de la viscosidad. Al medir la viscosidad se puede obtener una aproximación sobre el grado de ruptura.
- B. Entrecruzamiento. Las moléculas lesionadas se pueden unir y formar así moléculas aún mayores. Esto da como resultado un aumento en la viscosidad de la solución.
- C. Lesiones puntuales. Son difíciles de detectar y se producen por daños en ligaduras químicas simples. Estas modificaciones pueden, aún cuando sean pequeñas, producir graves trastornos en la función. Se piensa que con dosis baja de radiación éste es el mecanismo responsable de los efectos tardíos observados en el cuerpo.

Todas las formas de lesión molecular mencionadas pueden ser reversibles a través de los procesos de reparación y recuperación celular.

El DNA, por su especial configuración de bases y su estructura única, es la macromolécula más radiosensible de la célula.

Como se verá más adelante, si la lesión por radiación es lo suficientemente grande, es posible observar modificaciones en la forma de los cromosomas conocidas como aberraciones.

El daño al DNA puede ser pequeño y no aparente mediante una aberración cromosómica y aún así ser lo suficientemente importante como para producir la muerte celular. Si este tipo de daño ocurre en una célula germinal, su efecto puede ser visible sólo en las generaciones siguientes.

Basados en lo mencionado sobre daño molecular, las lesiones por radiación al DNA pueden dividirse en las siguientes categorías:

- A. Ruptura de uno de los ejes de la cadena principal.
- B. Ruptura de los dos ejes.
- C. Ruptura y entrecruzamiento.

D. Separación entre bases.

E. Cambio o pérdida de una base (está representado en la figura subsiguiente).

Los primeros cuatro, aunque ocasionan una lesión estructural evidente, son todos reversibles. El quinto, lesión puntual, no es reversible y conlleva una mutación genética que puede ser transmitida a otras generaciones celulares ^(9,10).

MATERIAL Y METODOS

El objetivo general es evaluar las modificaciones que sufre el recuento de glóbulos blancos en los médicos y técnicos radiólogos que trabajan en el Servicio de Diagnóstico por Imágenes que trabaja en el Hospital Obrero N° 1 de la Caja Nacional de Salud, de la ciudad de La Paz. Se utilizó el diseño de corte transversal que permitió observar las alteraciones de las células en un solo momento en el tiempo.

Fueron considerados todo el personal del Servicio de Diagnóstico por imágenes (médicos y técnicos), expuestos a las radiaciones ionizante. Los criterios de inclusión fueron: no tener antecedentes de enfermedad hematológica o entidad que afecte el número de leucocitos y que no cursen con infecciones intercurrentes en el momento de la muestra. De las 28 muestras, 2 fueron excluidas por presentar infección respiratoria alta. El estudio se realizó en 26 personas, de las cuales 11 médicos y 15 radiólogos.

Los participantes correspondían a médicos especialistas en Radiología, médicos residentes de Radiología y técnicos radiólogos.

Todo el personal médico especialista en Radiología, médicos residentes de la especialidad y los técnicos radiólogos que trabajan en el Servicio de Diagnóstico por Imágenes fueron elegidos para el estudio, fueron excluidos dos técnicos por presentar infección intercurrente en el tracto respiratorio superior (n°=26). Las muestras de sangre se obtuvieron en ayuno, por punción venosa, a las 8:00 AM., fueron analizadas por un experto hematólogo, quien realizó el recuento de glóbulos rojos, blancos, serie blanca y plaquetas, utilizando la técnica manual en cámara de New Bawer, el estudio morfológico se realizó con tinción May Gruwald Giemsa. Cada uno del grupo

de estudio tuvo que llenar una hoja de recolección de datos en la que se solicitó información referente a la edad, antecedentes patológicos, sexo, ocupación, antigüedad en radiología y tiempo de exposición semanal; el tiempo de exposición a la radiación fue sumada entre las horas semanales de trabajo institucional y extrahospitalario (gabinetes privados) en el caso de algunos médicos y técnicos. La información fue analizada en una base de datos y

procesado en un ordenador Toshiba-Satellite®1905-s277, pentium®4, con el programa Stata 6.

RESULTADOS:

A través de la presentación de variables, se realizó el análisis con estadística descriptiva, mostrando su distribución de acuerdo a su comportamiento como se observa en los Cuadros N° 1 y N° 2.

**CUADRO N° 1
DISTRIBUCION DE VALORES HEMATOLOGICOS EN EL GRUPO DE ESTUDIO**

VARIABLES	Promedio	De	IC 95%
Hematocrito	49.69	7.34	46.72 - 52.65
Hemoglobina	16.57	2.44	15.59 - 17.56
Glóbulos blancos	4782.69	906.08	4416.71 - 5148.66
Cayados	0.73	0.66	0.46 - 1.00
Segmentados	56.50	3.92	54.91 - 58.08
Eosinófilos	1.84	1.28	1.32 - 2.36
Basófilos	0.26	0.60	0.02 - 0.51
Linfocitos	36.07	4.03	34.44 - 37.70
Monocitos	4.57	1.72	3.88 - 5.27
Plaquetas	170692.30	36986.23	155753.20 - 185631.40
Edad	40.19	9.28	36.44 - 43.94
T _ exposición semanal	50.19	14.12	44.48 - 55.89
Antigüedad	10.88	7.57	7.82 - 13.94

Fuente: Elaboración propia

Como determina el Cuadro N° 1, el promedio de glóbulos blancos es de 4782.69 por mm³ con una desviación estándar de 906.08 y un intervalo de confianza de 95% ubicado entre 4416. a 5148.66 ; esta información es interesante porque revela la tendencia a la leucopenia en los 26 casos de estudio. Los valores de plaquetas y glóbulos rojos se encuentran dentro de parámetros normales.

Referente a al tiempo de exposición semanal medido en horas de exposición el promedio es de 50.19 horas con una desviación estándar de 14.12 y un intervalo de confianza del 95% ubicado entre 44.48 y 55.89. El tiempo de antigüedad tiene un promedio de 10.88 años con un desvío estándar de 7.57 y un intervalo de confianza de 7.82 y 13.94.

**CUADRO N° 2
DISTRIBUCION DE VARIABLES CUALITATIVAS EN EL GRUPO DE PROFESIONALES**

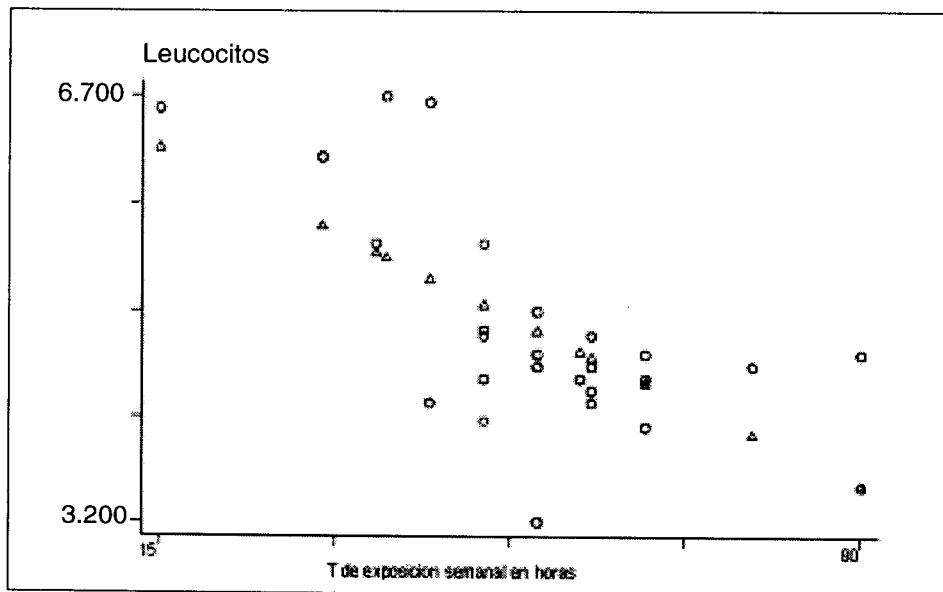
VARIABLES	FRECUENCIA	%
SEXO	Varones	16 61.54
	Mujeres	10 38.46
TABAQUISMO	Si	2 7.69
	No	24 92.31
OCUPACIÓN	Médico Radiólogo	11 42.31
	Técnico Radiólogo	15 57.69

Fuente: Elaboración propia

El tema de género esta predominado por el sexo masculino en un 61.65% y el femenino en un

38.46%; demostraron no tener relación estadística con la disminución de glóbulos blancos.

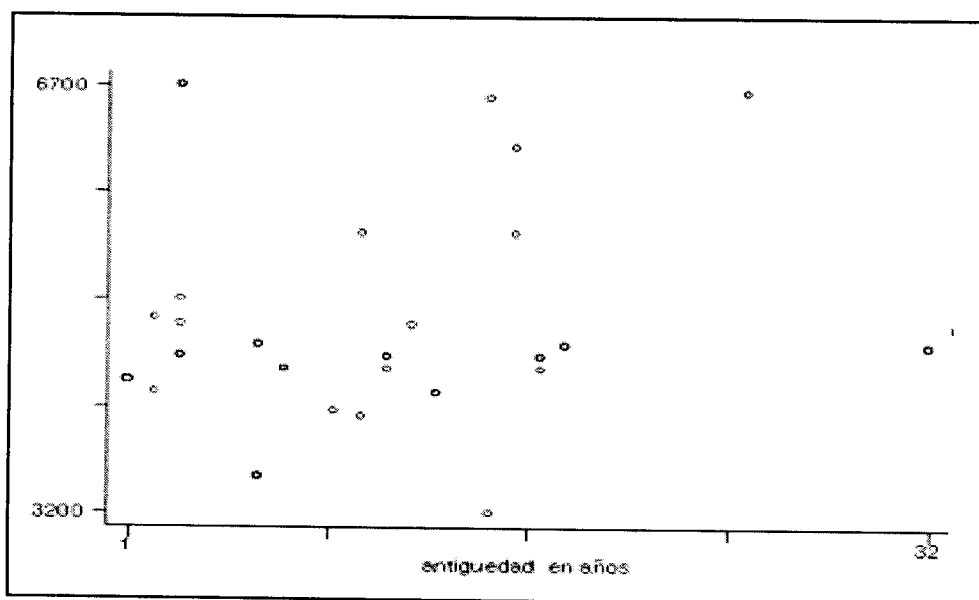
GRAFICO N° 1



El Gráfico N° 1, muestra que existe correlación negativa entre la cantidad de leucocitos y el tiempo de exposición a la radiación medido en horas semanales, esto quiere decir que a mayor tiempo de exposición, menor cantidad de leucocitos, encontrándose un valor de correlación $\rho = -0.66$ y un valor p de la prueba de Spearman $p > 0.0030$ (significativo), lo cual confirma que si existe correlación negativa.

Es importante mencionar que al realizar un análisis estadístico utilizando la prueba de T de Student para observar si existe o no diferencias en el promedio de glóbulos blancos en los varones y mujeres, obtenemos un valor $p > 0.720$ no significativo, demostrando que no existen diferencias; igual sucede con la antigüedad ($p > 0.81$) analizada por la prueba de Anova, con el hábito fumar ($p > 0.54$) y con el cargo de técnico o médico ($p > 0.81$). Estos datos no son concluyentes debido al tamaño de muestra pequeño.

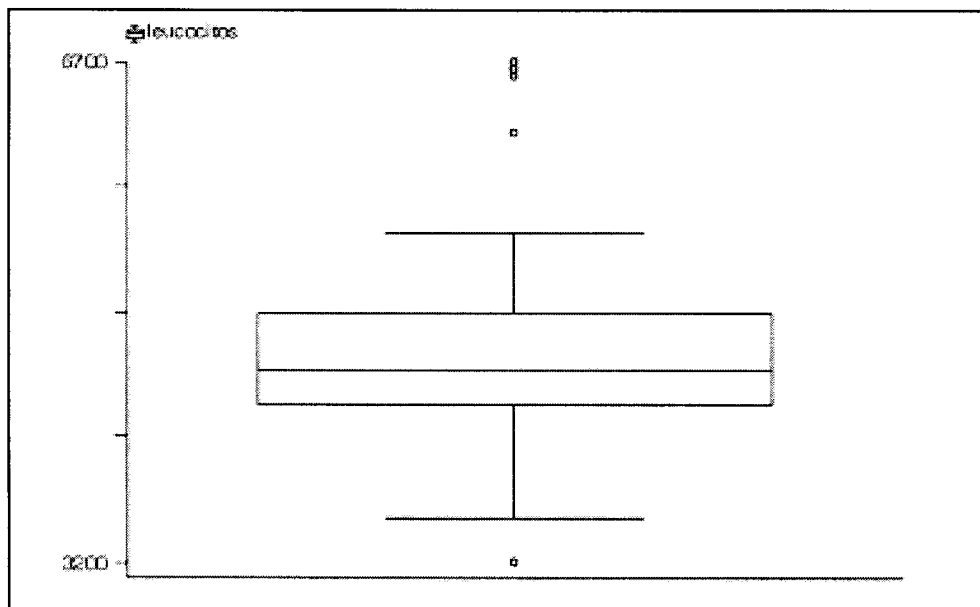
GRAFICO N° 2



El Gráfico N° 2 muestra que no existe correlación entre la cantidad de leucocitos con la antigüedad medida en años de trabajo en radiología, mostrando un valor de correlación $\rho = 0.15$ y un valor p de la

prueba de Spearman $p > 0.44$ (no significativo), lo cual confirma que no existe correlación. De igual manera no es concluyente por el tamaño de la muestra.

GRAFICO N° 3



El Gráfico N° 3, revela el desplazamiento inferior de la mediana del número de glóbulos blancos, ratificando la tendencia franca a la leucopenia.

DISCUSION

Es conocido que todos estamos expuestos a las radiaciones ionizantes, que están presentes en el medio ambiente o en nuestra fuente laboral; por ejemplo, más de las dos terceras partes de la dosis de radiación ionizante recibida como promedio en Francia, corresponde a la radioactividad natural y una cuarta parte a las irradiaciones médicas (principalmente los rayos X). No conocemos con precisión el nivel de exposición a la radiación, considerando que la ciudad de La Paz se encuentra a 3.600 metros sobre el nivel del mar.⁽¹⁻⁷⁾

El hombre está expuesto a diversos tipos de radiaciones ionizantes que producen mas o menos los mismos efectos, pero que son de origen diferente. La exposición a estas radiaciones puede ser un acto voluntario (baños de sol, examen médico) o involuntario.⁽⁸⁻⁹⁾

Las radiaciones ionizantes de origen natural son los rayos ultravioletas del sol, la radiación cósmica y partículas aceleradas en el espacio. La radiación de origen artificial se encuentran en la industria y las de uso médico, como la escintografía, gamma-cámara, cámara de positrones, radioterapia de fuentes radioactivas. La radioactividad de origen artificial son: los rayos X, radiografías y escáner.⁽⁹⁻¹⁰⁾

El conocimiento de estos fenómenos físicos constituyen ya una evidencia establecida y representativa de un riesgo laboral, porque los profesionales que trabajan en ambientes irradiados, están expuestos a las radiaciones ionizantes del medio ambiente y las de la fuente laboral; incluso, como revela el cuadro que vemos a continuación, los enfermos que se someten a un estudio radiológico, para tomarse una radiografía o tomografía, están expuestos inexorablemente a la irradiación. Ejemplo, una tomografía axial computarizada de pelvis equivale a tomarse 500 radiografías de tórax.⁽¹¹⁾

CUADRO N° 3

PROCEDIMIENTO DIAGNOSTICO	N° equivalente de Rx de Tórax
Rx Extremidades y articulaciones	< 0.5
Rx Tórax	1
Rx Cráneo	3.5
Rx Cadera	15
Rx Columna dorsal o pelvis	35
Rx Abdomen	50
Rx Columna lumbar	65
Rx Tránsito esofágico	150
TAC cabeza	115
TAC tórax	400
TAC abdomen o pelvis	500
Gamagrafía renal o tiroidea	50
Gamagrafía ósea	200

Tabla que relaciona la variedad de procedimientos radiológicos y su equivalencia en número de radiografías de tórax, para inferir el riesgo potencial de radiación ionizante al que se expone ⁽¹¹⁾.

Es bien conocido por publicaciones internacionales, sobre el aumento de micronúcleos en personas expuestas ocupacionalmente a radiaciones ionizantes por la exposición crónica constante, constituyéndose en un grupo de riesgo laboral ⁽⁶⁻¹⁰⁾. Esto conduce a determinar un saño cromosómico en los linfocitos.

Los efectos resultantes de la radiación pueden aparecer casi inmediatamente o a lo largo de un periodo considerable de tiempo, por eso se habla de efectos tempranos, refiriéndonos al daño hematológico. En nuestro medio, el tema de la protección radiológica es primitiva e incipiente, por no existir conocimiento sobre el tema y por no contar con el material apropiado; por ejemplo, el profesional de salud expuesto debe utilizar el mandil de protección, protectores gonadales y de la glándula tiroidea, por ser órganos muy sensibles al efecto de la radiación.

Idealmente, el radiólogo al igual que otros especialistas, debería ser un profesional interconsultado, acerca de la aportación de las técnicas radiológicas; siendo él, quien sentará la indicación del tipo de exploración a realizar.

El trabajo que presentamos realizado a 3600 metros sobre el nivel del mar, sencillo en su realización, ha determinado la tendencia franca a la leucopenia, relacionada a las horas de exposición a las

radiaciones ionizantes que presentan individualmente cada uno de los casos de estudio; estos resultados, son concordantes con lo ya establecido en otras latitudes.

Para evitar futuras complicaciones y preservar la integridad física y la salud del personal que labora en áreas irradiadas es preciso conformar un "Comité de Protección Radiológica" con las siguientes funciones:

1. Asesorar e informar a la Dirección de la institución de todos los aspectos sobre seguridad radiológica y garantía de calidad;
2. Revisar sistemáticamente el Programa de Seguridad Radiológica y Garantía de Calidad para garantizar que las fuentes, equipos y prácticas autorizados se usan de forma segura y de acuerdo con las regulaciones vigentes y las condiciones de las autorizaciones
3. Recomendar las acciones correctivas necesarias para modificar las deficiencias identificadas en el Programa de Seguridad Radiológica y Garantía de Calidad
4. Recomendar las medidas para garantizar el uso seguro de las fuentes radiactivas o equipos generadores de radiación autorizados por la Autoridad Reguladora;
5. Revisar periódicamente el programa de capacitación de todas las personas que utilizan fuentes de radiación ionizante;

6. Recibir y evaluar las denuncias internas y externas sobre trasgresiones a la seguridad radiológica y garantía de calidad;
7. Evaluar los casos de sobreexposiciones;

Como se pudo demostrar, el estudio muestra que existe correlación negativa entre la cantidad de leucocitos y el tiempo de exposición a la radiación medido en horas semanales, esto quiere decir que a mayor tiempo de exposición, menor cantidad de leucocitos, encontrándose un valor de correlación $\rho = -0.66$ y un valor p de la prueba de Spearman $p > 0.0030$ (significativo), lo cual confirma que si existe correlación negativa.

Es importante mencionar que al realizar un análisis estadístico utilizando la prueba de T de Student para

observar si existe o no diferencias en el promedio de glóbulos blancos en los varones y mujeres, obtenemos un valor $p > 0.720$ no significativo, demostrando que no existen diferencias; igual sucede con la antigüedad profesional. ($p > 0.81$) analizada por la prueba de Anova, con el hábito de fumar ($p > 0.54$) y con el cargo de técnico o médico ($p > 0.81$)

Nuestro estudio sugiere que existe asociación entre, la tendencia a la leucopenia y la mayor exposición en horas semanales a las radiaciones ionizantes en el personal médico y técnicos radiólogos, que trabajan en el Servicio de Diagnóstico por Imágenes del Hospital Obrero N° 1 de la Caja Nacional de Salud.

REFERENCIAS

1. Bushong, Stewart. Manual de Radiología para Técnicos. Harcour- Brace. Madrid, 1998.
2. Dowd, Steven; Tilson Elwin. Practical Radiation Protection and Applied Radiobiology. W.B. Saunders. Second Edition. New York 1999.
3. Hall, Eric. Radiobiology for Radiologist. Lippincott Williams & Wilkins. 4th edition. New York, 1993.
4. Putman, Charles; Ravin, Cad. Text Book of Diagnostic imaging. Vol. 1. W.B. Saunders. Second Edition. New York 1994.
5. Sutton, David. Radiology and Imaging and for Medical students. Churchill Livingstone - VI Edición. Edimburgo, 1998.
6. Structural shielding design and evaluation for medical use of x rays and gamma rays of energy up to 10 Mev. NCRP 49. 1976.
7. Primer seminario-taller de diseño y blindaje de instalaciones de servicios de radiología. Departamento de Salud Radiológica, CSS; Organización Panamericana de la Salud. 1992.
8. Biological Dosimetry: Chromosomal Aberration. Analysis for Dose Assessment. Technical Reports series N° 260, 1986. International Atomic Energy Agency Vienna.
9. Maluf Sharbel W., Erdtman Bernardo, Monitorizacão de Profissionais expostos ao raio-x a través da técnica do cometa e frequência de micronucleos, genetics and molecular biology 1998; vol. 21 - N° - supplement.
10. Tirado BN, Navía BM, Cuti M. Pesquisa de dano genotóxico en personal médico y paramédico del Hospital Obrero N° 1. Gestión 2000-2002. Cuadernos del Hospital de clínicas. 2002; (47): 33-39.
11. Santos L, Benloch MJ, Beseler B, Sánchez M, Grieco M, Sanantonio F. et al. Bol Soc Val pediatri 2002;22; 186.