



**UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOANÁLISIS
ESCUELA DE BIOANÁLISIS
CATEDRA DEL COMPONENTE DE INVESTIGACIÓN
“DR. RAFAEL LUNA”
MÉRIDA ESTADO MÉRIDA**



**HEMOGRAMA Y FROTIS DE SANGRE PERIFERICA EN EL
PERSONAL DE SALUD EXPUESTO A RADIACIONES
IONIZANTES EN EL IAHULA DEL ESTADO MÉRIDA.**

www.bdigital.ula.ve

TESISTAS: Br. Lueidy Y. Gómez A.

C.I: V-24.551.467

Br. Génesis K. Salas L.

C.I: V-24.608.119

TUTOR: Prof.Dr. Adan Colina

COTUTOR: Prof.Dra Carmen Lozano

Mérida, FEBRERO de 2020



**UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOANÁLISIS
ESCUELA DE BIOANÁLISIS
CATEDRA DEL COMPONENTE DE INVESTIGACIÓN
“DR. RAFAEL LUNA”
MÉRIDA ESTADO MÉRIDA**



**HEMOGRAMA Y FROTIS DE SANGRE PERIFERICA EN EL
PERSONAL DE SALUD EXPUESTO A RADIACIONES
IONIZANTES EN EL IAHULA DEL ESTADO MÉRIDA.**

Trabajo presentado como requisito para optar al título de
Licenciado en Bioanálisis

www.bdigital.ula.ve

TESISTAS: Br. Lueidy Y. Gómez A.

C.I: V-24.551.467

Br. Génesis K. Salas L.

C.I: V-24.608.119

TUTOR: Prof.Dr. Adan Colina

COTUTOR: Prof.Dra Carmen Lozano

Mérida, FEBRERO de 2020

DEDICATORIA

Eternamente agradecida con Dios por cada oportunidad, por guiar mis pasos y acompañarme en cada momento.

A mis padres Reinaldo Gómez y Luz Marina Ardila, sin importar las dificultades siempre han estado presentes, brindándome su amor incondicional y confianza. Gracias por ir de la mano siempre y nunca soltarme, éste logro es de ustedes.

A mi hermana Derly Gómez por ser mi gran apoyo, mi mejor regalo.

A mi familia; tíos, primos, nonos, varios de ellos no han podido estar presentes en el transcurso de este camino pero, sin importar la distancia su cariño y apoyo están presentes.

A María Ardila y Cecilia Castañeda, parte de mi crecimiento personal se los debo a ustedes, enseñándome que con bondad, humildad y amor se puede lograr grandes cosas. La distancia no ha sido impedimento para seguir brindándome su amor y cariño.

A mis amigos, los que han formado parte de esta gran experiencia, haciendo de cada etapa un nuevo aprendizaje lleno de gratos momentos.

A Sabrina Guillen, gracias por cada risa y experiencia vivida, por cada consejo, sin duda un camino divertido.

A Génesis, Nahirith, José G, y Vilnets, amigos que me regalo la universidad. Un camino lleno de tantas risas y momentos únicos.

Lueidy Gómez

DEDICATORIA

A mis padres Deisy y Gilberto, por haberme formado con valores y principios, muchos de mis logros se los debo a ustedes, incluyendo este. Espero Dios me permita devolverles un poco de lo mucho que han hecho por mí.

A mis hermanos, Jesús y José, mis mejores recuerdos son junto a ustedes, gracias por cuidarme, motivarme y apoyarme. Los amo.

A Doña Rita y Don Jesús. El mejor ejemplo de perseverancia y trabajo. Dios me bendijo con unos abuelos tan maravillosos.

A mis tíos, que con sus ejemplos me motivan a seguir creciendo y con sus consejos a mejorar día tras día.

A Bianca Luis y Jesús Mora, por todo el apoyo brindado, por los consejos, por la motivación y por inculcar en mí el deseo de ser mejor cada día, son un gran ejemplo de dedicación y constancia. Gracias totales tíos.

A mis primos, desde el más pequeño al más grande, Julian, Abril, Manuel, Santy, Naty, Valeria, Valentina, Jesús Miguel, Daniela, Patricia, Frank y Melissa. Cada uno ha dejado una huella imborrable en mi vida. El sacrificio de no verlos los domingos ha valido la pena. Los adoro.

A Javier, por la paciencia y las sonrisas en medio de las preocupaciones. Gracias por siempre estar.

A Lueidy, Nahirith, José G. y Vilnets, los mejores amigos que la universidad me pudo dar. El apoyo de ustedes hizo del camino un sinfín de hermosos paisajes.

Génesis Salas

AGRADECIMIENTO

A Dios y a la Virgen María, por iluminarnos y guiarnos en este hermoso camino.

A la Universidad de Los Andes, nuestra casa de estudio, y a todos los docentes que nos han formado. Dios les bendiga.

Al profesor Adán Colina, nuestro tutor. Gracias por sus aportes, ideas y orientación en el desarrollo de esta investigación.

A la profesora Carmen Lozano, nuestra cotutora. Por su paciencia, conocimientos y dedicación. Gracias además por abrirnos las puertas del Centro Diagnostico Aurilab, lo que hizo posible el desarrollo experimental de la investigación. Un Dios le pague.

Al licenciado Pedro Ramírez, jefe del departamento de radiología del IAHULA, por siempre estar atento a nuestras necesidades y por la colaboración prestada.

Al personal técnico de radiología del IAHULA, sin su participación nuestro investigación no hubiese sido posible.

Lueidy Gómez

Génesis Salas

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|--|----|
| INTRODUCCIÓN | 15 |
| Planteamiento del problema | 15 |
| Justificación de la investigación | 17 |
| MARCO TEÓRICO | 18 |
| Marco Referencial | 18 |
| Marco Conceptual | 21 |
| Generalidades hematológicas | 21 |
| Eritrocitos | 22 |
| Leucocitos | 23 |
| Plaquetas | 24 |
| Estudio del frotis de sangre periférica | 24 |
| Alteraciones cuantitativas de los leucocitos | 27 |
| Anormalidades citomorfológicas de la serie blanca | 28 |
| Alteraciones cuantitativas de las plaquetas | 29 |
| Radiobiología | 29 |
| Leyes de radiosensibilidad | 31 |
| Factores de los cuales depende el efecto biológico de las radiaciones | 32 |
| Clasificación de los efectos producidos por las radiaciones ionizantes | 32 |
| Efectos biológicos producidos por las radiaciones ionizantes | 34 |
| Clasificación de los trabajadores ocupacionalmente expuestos | 37 |
| Vigilancia individual | 37 |
| Medidas básicas de protección radiológica | 38 |
| Marco Legal | 39 |
| Marco Histórico | 41 |
| OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN | 43 |
| Objetivo General | 43 |
| Objetivos Específicos | 43 |
| MARCO METODOLÓGICO | 44 |

| | |
|---|----|
| Enfoque de la Investigación | 44 |
| Tipo de Investigación | 44 |
| Diseño de la Investigación | 45 |
| Población y Muestra | 45 |
| Operacionalización de las variables | 47 |
| Recolección de la Información | 48 |
| Técnicas de recolección de la información | 48 |
| Instrumentos de recolección de la información | 53 |
| Metodología | 55 |
| PRESENTACIÓN DE RESULTADOS | 60 |
| DISCUSIONES | 86 |
| CONCLUSIONES | 88 |
| RECOMENDACIONES | 89 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 90 |
| ANEXOS | 94 |

www.bdigital.ula.ve

ÍNDICE DE TABLA

| | |
|---|----|
| TABLA 1. Parámetros relacionados con los hematíes | 23 |
| TABLA 2. Parámetros relacionados con los leucocitos | 24 |
| TABLA 3. Anormalidades citomorfológicas de la serie roja | 26 |
| TABLA 4. Inclusiones eritrocitarias | 26 |
| TABLA 5. Leucocitosis | 27 |
| TABLA 6. Leucopenia | 28 |
| TABLA 7. Anormalidades citomorfológicas de la serie blanca | 28 |
| TABLA 8. Alteraciones morfológicas de las plaquetas | 29 |
| TABLA 9. Distribución del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el IAHULA. Mérida 2019 | 60 |
| TABLA 10. Distribución del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el IAHULA, según grupo etario y sexo. Mérida 2019 | 61 |
| TABLA 11. Uso de protección radiológica por el personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el IAHULA. Mérida 2019 | 62 |
| TABLA 12. Valores del hemograma de la serie roja y plaquetas de personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el IAHULA. Mérida 2019 | 63 |
| TABLA 13. Valores del hemograma de la serie blanca y del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el IAHULA. Mérida 2019 | 64 |
| TABLA 14. Relación de los valores del recuento de eritrocitos del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el IAHULA, según la edad y sexo. Mérida 2019 | 65 |
| TABLA 15. Relación de los valores de la determinación de Hemoglobina del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el IAHULA, según la edad y sexo. Mérida 2019 | 66 |
| TABLA 16. Relación de los valores de la determinación de Hematocrito del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el IAHULA., según la edad y sexo. Mérida 2019 | 67 |
| TABLA 17. Relación de los valores de la determinación de Plaquetas del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el IAHULA, según la edad y sexo. Mérida 2019 | 68 |
| TABLA 18. Relación de los valores de la determinación de Leucocitos del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el IAHULA, según la edad y sexo. Mérida 2019 | 69 |
| TABLA 19. Relación de los valores del recuento de Linfocitos del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el IAHULA, según la edad y sexo. Mérida 2019 | 70 |

| | |
|--|----|
| TABLA 20. Relación de los valores del recuento de Eritrocitos del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el IAHULA, según los factores externos. Mérida 2019 | 71 |
| TABLA 21. Relación de los valores del recuento de Hemoglobina del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el IAHULA, según los factores externos. Mérida 2019 | 72 |
| TABLA 22. Relación de los valores del recuento de Hematocrito del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el IAHULA, según los factores externos. Mérida 2019 | 73 |
| TABLA 23. Relación de los valores del recuento de Plaquetas del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el IAHULA, según los factores externos. Mérida 2019 | 74 |
| TABLA 24. Relación de los valores del recuento de Leucocitos del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el IAHULA, según los factores externos. Mérida 2019 | 75 |
| TABLA 25. Relación de los valores del recuento de Linfocitos del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el IAHULA, según los factores externos. Mérida 2019 | 76 |
| TABLA 26. Relación de los valores del recuento de Eritrocitos del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el IAHULA, según los factores externos. Mérida 2019 | 77 |
| TABLA 27. Relación de los valores del recuento de Hemoglobina del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el IAHULA, según los factores externos. Mérida 2019 | 78 |
| TABLA 28. Relación de los valores del recuento de Hematocrito del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el IAHULA, según los factores externos. Mérida 2019 | 79 |
| TABLA 29. Relación de los valores del recuento de Plaquetas del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el IAHULA, según los factores externos. Mérida 2019 | 80 |
| TABLA 30. Relación de los valores del recuento de Leucocitos del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el IAHULA, según los factores externos. Mérida 2019 | 81 |
| TABLA 31. Relación de los valores del recuento de Linfocitos del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el IAHULA, según los factores externos. Mérida 2019 | 82 |
| TABLA 32. Alteraciones morfológicas de los Glóbulos Rojos del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el IAHULA. Mérida 2019 | 83 |
| TABLA 33. Alteraciones morfológicas de los Glóbulos Blancos del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el IAHULA. Mérida 2019 | 84 |
| TABLA 34. Alteraciones morfológicas de las Plaquetas del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el IAHULA. Mérida 2019 | 85 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| FIGURA 1. Distribución del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el IAHULA, según el área de trabajo y el tiempo de antigüedad laboral. Mérida 2019 | 60 |
| FIGURA 2. Distribución del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el IAHULA según grupo etario y sexo. Mérida 2019. | 61 |
| FIGURA 3. Uso de protección radiológica por el personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el IAHULA. Mérida 2019 | 62 |
| FIGURA 4. Valores del hemograma de la serie roja y plaquetas de personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el IAHULA. Mérida 2019 | 63 |
| FIGURA 5. Valores del hemograma de la serie blanca y del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el IAHULA. Mérida 2019 | 64 |
| FIGURA 6. Relación de los valores del recuento de eritrocitos del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el IAHULA. Mérida 2019 | 65 |
| FIGURA 7. Relación de los valores de la determinación de Hemoglobina del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el IAHULA. Mérida 2019 | 66 |
| FIGURA 8. Relación de los valores de la determinación de Hematocrito del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el IAHULA. Mérida 2019 | 67 |
| FIGURA 9. Relación de los valores de la determinación de Plaquetas del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el IAHULA, según factores internos. Mérida 2019 | 68 |
| FIGURA 10. Relación de los valores de la determinación de Leucocitos del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el IAHULA. Mérida 2019 | 69 |
| FIGURA 11. Relación de los valores del recuento de Linfocitos del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el IAHULA, según los factores internos. Mérida 2019 | 70 |
| FIGURA 12. Relación de los valores del recuento de Eritrocitos del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el IAHULA, según los factores externos. Mérida 2019 | 71 |
| FIGURA 13. Relación de los valores del recuento de Hemoglobina del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el IAHULA, según los factores externos. Mérida 2019 | 72 |
| FIGURA 14. Relación de los valores del recuento de Hematocrito del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el IAHULA, según los factores externos. Mérida 2019 | 73 |
| FIGURA 15. Relación de los valores del recuento de Plaquetas del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el IAHULA, según los factores externos. Mérida 2019 | 74 |

| | |
|---|----|
| FIGURA 16. Relación de los valores del recuento de Leucocitos del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el IAHULA, según los factores externos. Mérida 2019 | 75 |
| FIGURA 17. Relación de los valores del recuento de Linfocitos del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el IAHULA, según los factores externos. Mérida 2019 | 76 |
| FIGURA 18. Relación de los valores del recuento de Eritrocitos del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el IAHULA, según los factores externos. Mérida 2019 | 77 |
| FIGURA 19. Relación de los valores del recuento de Hemoglobina del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el IAHULA, según los factores externos. Mérida 2019 | 78 |
| FIGURA 20. Relación de los valores del recuento de Hematocrito del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el IAHULA, según los factores externos. Mérida 2019 | 79 |
| FIGURA 21. Relación de los valores del recuento de Plaquetas del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el IAHULA, según los factores externos. Mérida 2019 | 80 |
| FIGURA 22. Relación de los valores del recuento de Leucocitos del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el IAHULA, según los factores externos. Mérida 2019 | 81 |
| FIGURA 23. Relación de los valores del recuento de Linfocitos del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el IAHULA, según los factores externos. Mérida 2019 | 82 |
| FIGURA 24. Alteraciones morfológicas de los Glóbulos Rojos del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el IAHULA. Mérida 2019 | 83 |
| FIGURA 25. Alteraciones morfológicas de los Glóbulos Blancos del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el IAHULA. Mérida 2019 | 84 |
| FIGURA 26. Alteraciones morfológicas de las Plaquetas del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el IAHULA. Mérida 2019 | 85 |

RESUMEN

Dada la importancia y frecuencia con que se utilizan las radiaciones ionizantes en los hospitales a nivel mundial, se intenta buscar una relación en cuanto al tiempo de exposición a éstas y la presencia de cambios hematológicos. Teniendo como objetivos: Observar si existen alteraciones morfológicas en el frotis de sangre periférica. Valorar sus efectos y su relación con edad, sexo y antigüedad laboral. Identificar las medidas de protección y control radiológico que posee el personal. El estudio presenta un enfoque cualitativo-cuantitativo, basado en una investigación analítica con diseño experimental, empleando como técnicas de recolección de información revisión documental, encuesta, hemograma y frotis de sangre periférica. En el cual participaron 14 profesionales del área de la salud que laboran en el IHULA del Municipio Libertador de la ciudad de Mérida. Se determinó que el 100% no cumple con las normas de protección radiológica. El hemograma arrojó, disminución de: eritrocitos (20%), hemoglobina (13%), hematocrito (13%), plaquetas (13%) y leucocitos (13%), estableciéndose una correlación negativa en función de la edad, años de exposición y el escaso uso de protección radiológica. El frotis precisó Poiquilocitosis moderada, con Dacriocitos, Equinocitos, Acantocitos, Ovalocitos y Estomatocitos de intensidad escasa a moderada. 100% presentó macroplaquetas, lo cual podría indicar presencia de plaquetas inmaduras en sangre periférica. Fueron observadas, además alteraciones en la morfología de los leucocitos, las células presentaron como patrón común vacuolas intracitoplasmáticas. Por lo tanto deben implementarse medidas de vigilancia clínica periódica para detectar oportunamente citopenias relacionadas con la exposición a radiaciones ionizantes.

Palabras claves: Radiaciones ionizantes, hemograma, frotis, citopenia, morfología.

GLOSARIO

Abetalipoproteinemia: Es una afección hereditaria que impide que el organismo absorba completamente ciertas grasas de los alimentos.

Citocinas: Grupo de proteínas producidas por diversos tipos celulares que actúan fundamentalmente como reguladores de las respuestas inmunitaria e inflamatoria.

Disergonomica: condiciones desfavorables en el desarrollo de las funciones inherentes de un individuo a su puesto de trabajo.

Electrones: es una partícula elemental estable cargada negativamente que constituye uno de los componentes fundamentales del átomo.

Estirpe: En una sucesión hereditaria, conjunto formado por la descendencia de un grupo que conforman una misma línea celular.

Milisievert (mSv): Una milésima parte de sievert, la unidad de medida de la dosis efectiva de la radiación ionizante, que toma en cuenta la sensibilidad relativa de distintos tejidos y órganos expuestos a la radiación.

Mielofibrosis: trastorno en el que el tejido fibroso reemplaza a las células hematopoyéticas de la médula ósea, lo que conlleva la producción anómala de glóbulos rojos, anemia e hipertrofia del bazo.

Radionucleido: es un átomo que tiene un exceso de energía nuclear, lo que lo hace inestable y que por tanto degenera emitiendo radiaciones ionizantes.

Totipotencial: que pueden dar lugar a un organismo completo.

INTRODUCCIÓN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Casi inmediatamente al descubrimiento de las radiaciones ionizantes, se extendió muchísimo su uso en diversas áreas. En medicina sus aplicaciones van desde la esterilización de material quirúrgico hasta el diagnóstico y el tratamiento de enfermedades. Su principal ventaja es la observación no invasiva del interior del organismo. Las técnicas más utilizadas son la radiografía convencional, tomografía computarizada y mamografía.

Sin embargo, las radiaciones pueden ocasionar efectos no deseados, que están relacionados con los cambios en la bioquímica celular y la apoptosis, ya sea por alteración molecular o por la formación de radicales libres. El daño celular es particularmente importante si la radiación afecta a las moléculas que portan el código genético (ADN) o al ARNm (que porta información para sintetizar las proteínas), cambios que ponen en riesgo la supervivencia y la reproducción de las células, aunque frecuentemente sean reparados por éstas. No obstante si la reparación no es adecuada, puede dar por resultado células viables, pero modificadas.¹

Actualmente cobra importancia los efectos de la radiación ionizante a dosis bajas y aún más a dosis menores de 20 mSv/año (miliSieverts/año), límite establecido por los organismos internacionales para la población expuesta laboralmente como el valor por debajo del cual el riesgo es mínimo pero no inexistente.¹ Las dosis recibidas por el personal ocupacionalmente expuesto se determinan mediante el uso de un detector llamado dosímetro personal, sin embargo la principal limitación de este método es que no mide el impacto biológico que la radiación tiene sobre el ser vivo. Además en la mayoría de los centros de salud no se emplean las medidas de protección necesarias.

Dada la importancia y frecuencia con que se utilizan las radiaciones ionizantes en los departamentos de radiología de los hospitales a nivel mundial, se intenta buscar una

relación en cuanto al tiempo de exposición a radiaciones y la presencia de cambios hematológicos. Empleando para ello estudios como el hemograma y frotis de sangre periférica, dirigidos principalmente a detectar variaciones cuantitativas y morfológicas en el tejido sanguíneo, ya que de acuerdo a la literatura éste es un tejido muy radiosensible.

El término hemograma, fue introducido por V. Schilling en 1931 como la forma de expresar el estado global de la sangre a partir de un conjunto de criterios clinicobiológicos. Actualmente gracias a la automatización constituye una de las pruebas de laboratorio más solicitadas ya que no sólo forma parte del estudio inicial de cualquier paciente, sino que muchas veces resulta del todo imprescindible para el diagnóstico de las hemopatías o el seguimiento evolutivo de las enfermedades en general. El recuento celular es la medida de la concentración de las células que circulan por la sangre: eritrocitos, leucocitos y plaquetas, y junto a la concentración de la hemoglobina, el valor hematocrito y los índices eritrocitarios constituye el llamado perfil hematológico básico o hemograma. Por su parte el frotis de sangre periférica es una técnica que permite el estudio morfológico de las células, mediante el uso de una coloración específica, la práctica de una extensión sanguínea es muy importante en hematología, ya que muchas hemopatías se diagnostican con solo observar las características morfológicas de la célula circulante.²

El planteamiento desarrollado sobre la temática en estudio permite formular la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es la correspondencia del hemograma y frotis de sangre periférica en el personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes del IAHULA del estado Mérida, desde julio de 2019 hasta febrero de 2020?

JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Los efectos de la exposición a radiaciones ionizantes se han estudiado desde la aparición de las mismas, sin embargo en nuestro país no se han publicado resultados en relación a esta temática, es por ello que se pretende realizar un monitoreo al personal de salud ocupacionalmente expuesto, al analizar la dinámica de algunos indicadores hematológicos y morfológicos susceptible a variaciones por exposición a las radiaciones ionizantes, ya que podrían ser las manifestaciones iniciales de otras patologías, de especial importancia como leucemia y linfoma, y su relación con los factores de tiempo de exposición. Lo que permitirá identificar en la población objeto de estudio posibles alteraciones tempranas del tejido sanguíneo que si no son detectadas oportunamente podrían conducir a la aparición de ciertas patologías ocupacionales.

www.bdigital.ula.ve

MARCO TEÓRICO

Marco Referencial

En las ciencias de la salud actual las radiaciones ionizantes se han convertido en una herramienta de trabajo crucial, ya que a través de ellas se ha facilitado el diagnóstico oportuno y temprano de patologías, y a nivel terapéutico ha mejorado la sobrevida y pronóstico de los pacientes. Sin embargo su transferencia de energía puede generar daños en el DNA celular de modo directo en el núcleo o de modo indirecto a través de radicales libres, en la médula ósea y otros órganos, con el riesgo potencial de generar desde alteraciones tempranas reversibles hasta cáncer.¹ Algunos autores exponen:

Fernández (2012) en su tesis titulada: Prevalencia de leucopenia en trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes, atendidos en el laboratorio clínico de la subdirección provincial de riesgos del trabajo del IESS de Pichincha. Realizó un estudio de tipo retrospectivo, analítico-estadístico. La población corresponde a pacientes que han asistido al laboratorio clínico de la subdirección provincial de riesgos del trabajo desde el año 2010 hasta Febrero del 2012, a los cuales se les había realizado hemogramas y estudios de fragilidad cromosómica. Tomando como muestra 217 trabajadores. Se determinó que el porcentaje de prevalencia de leucopenia es de 7,37 %. Analizando la prevalencia en cada grupo de exposición, existen más casos de leucopenia a partir de los 10 años de exposición, con mayor susceptibilidad en el género femenino, tanto en la disminución de leucocitos, como en el aumento de la fragilidad cromosómica.³ Se concluye entonces, que el seguimiento a los trabajadores de la salud, para establecer la aparición de los cambios biológicos producidos por la exposición a radiaciones ionizantes y complementado con la vigilancia médica estricta, podría evitar la aparición de efectos indeseables en el personal. Se reafirma la importancia de los exámenes de laboratorio como registros cronológicos en la detección de las distintas manifestaciones clínicas del personal durante la exposición a radiaciones ionizantes.

Chávez (2011), realizó un estudio titulado “Variaciones del hemograma en el personal de salud expuestos a radiaciones ionizantes, en los hospitales de tercer nivel, Sucre 2011”. Cuyo objetivo fue determinar la variación del hemograma en el personal de salud expuestos a radiaciones ionizantes de acuerdo a los factores internos y externos en los hospitales de tercer nivel de Bolivia, para indagar la repercusión de las radiaciones sobre las células sanguíneas. La investigación tiene un enfoque cualitativo-cuantitativo, y es un estudio descriptivo, transversal y analítico. La población estuvo comprendida por todo el personal de salud que trabaja expuesta a radiaciones ionizantes, en los hospitales del tercer nivel de Bolivia, con una muestra de 50 personas. Para la obtención de los datos se realizó el hemograma de forma manual y por el método automatizado, combinando ambos métodos para corroborar los datos obtenidos, garantizando de esta manera un control de calidad y datos precisos. El recuento de eritrocitos, hemoglobina y hematocrito del 6.0% presentaron valores bajos y el 2% valores altos, 8% del personal presentó valores acelerados en la velocidad de sedimentación globular y en el recuento de plaquetas el 100% presentó valores normales. 76% valores bajos de leucocitos y un 2% valores altos. En el caso de los linfocitos un 56% presentó valores bajos y un 8% valores altos. Basófilos y monocitos no presentaron ninguna alteración en el recuento. Los resultados mostraron una correlación negativa en función de los años de trabajo y la concentración de las células sanguíneas, presentando cambios importantes en el campo de la mamografía y tomografía de rayos X.⁴ Los aportes realizados por esta investigación, resultan de gran interés debido a que en Venezuela no existen estudios previos que permitan establecer relaciones entre las radiaciones ionizantes a las cuales se expone el personal de imageneología de los centros asistenciales y los efectos que esto conlleva sobre su salud.

Siguiendo en este orden de ideas, Munar y Ríos (2010), en su estudio titulado: “Análisis del programa de vigilancia epidemiológica de trabajadores con exposición a radiaciones ionizantes en un IPS de Colombia”. Evaluaron, si con el hemograma y la Hormona Estimulante de la Tiroides (TSH) se está realizando un adecuado seguimiento médico a la población en estudio. Así como también, si existe una correlación entre los

valores de la dosimetría con respecto a los resultados de laboratorio. Usando para ello un estudio descriptivo retrospectivo longitudinal con una población de 28 trabajadores del departamento de radiología de un Instituto de Prevención Social de Colombia, con 8 horas de exposición diaria por 5 días a la semana, a las cuales se les realizó un seguimiento dosimétrico y exámenes de laboratorio. Reportándose un 100% de dosimetrías personales por debajo de los límites permisibles, sin embargo dentro de los exámenes de laboratorio se encontró leucocitos anormales 17.86% (2009), leucocitos anormales 14.29% (2010); Eritrocitos anormales 21% (2009), eritrocitos anormales 11% (2010) y TSH anormal 36% (2009), TSH anormal de 11% (2010). Sus autores concluyen que el hemograma y TSH son exámenes básicos para iniciar la evaluación de un trabajador, aunque no son específicos de la exposición.⁵ Por lo tanto, se hace necesario implementar exámenes de laboratorio en el seguimiento clínico de los trabajadores ocupacionalmente expuestos, debido a que los dosímetros no miden el impacto biológico de las radiaciones sobre el organismo, pudiendo las dosimetrías estar por debajo de los límites permisibles y aun así presentarse alteraciones en los resultados de las pruebas de laboratorio realizadas a los trabajadores.

Marco Conceptual

Generalidades hematológicas

La sangre es un tejido líquido que circula permanentemente por el sistema vascular formado por vasos sanguíneos de diverso calibre y en íntimo contacto con todas las células del organismo. Constituida principalmente de plasma, componente líquido en el que se hayan suspendidas las células, que son de tres tipos muy diferentes tanto estructural, funcional y morfológicamente: eritrocitos, leucocitos y plaquetas.²

El conjunto de procesos que conllevan a la formación y al desarrollo de las células sanguíneas es denominado hematopoyesis.⁶ La localización de la hematopoyesis en el organismo humano varía con el desarrollo, esta actividad se encuentra estrechamente regulada por factores de crecimiento o citocinas que actúan sobre los procesos de diferenciación y maduración celular.²

La sangre se renueva continuamente, ciertos mecanismos reguladores suministran al torrente circulatorio una cantidad de eritrocitos, leucocitos y plaquetas equivalente a la cantidad de estos mismos elementos cuando se destruyen o envejecen.⁶ Todas las células de la sangre derivan de una única célula o progenitor común conocida como célula madre pluripotente, o stem cell, que en el sujeto adulto normal se halla en la médula roja de los huesos.⁶

En la hematopoyesis se produce toda una serie de fenómenos que se inician en las células con la autoduplicación, seguida por la diferenciación y la maduración, y que culminan con la formación de los elementos sanguíneos morfológica y funcionalmente maduros. Desde el compartimiento de células madre y en los siguientes se establecen dos grandes líneas celulares:

- **Línea o serie mieloide:** a la que pertenecen los eritrocitos, los granulocitos (neutrófilos, basófilos y eosinófilos), los monocitos y las plaquetas.
- **Línea o serie linfoide:** a la que pertenecen los linfocitos B, linfocitos T y linfocitos natural killer.⁶

Eritrocitos: células con función respiratoria. Son el componente celular más abundante, carecen de núcleo y organelas citoplasmáticas, transportan la hemoglobina en el sistema vascular con el fin de garantizar la oxigenación de los tejidos.²

- **Hematocrito:** El hematocrito corresponde con el volumen ocupado por los eritrocitos en relación al volumen total de la sangre. Está directamente relacionado con la concentración de la hemoglobina, por lo que su medida constituye el procedimiento más simple para el diagnóstico de la anemia. Así un descenso de hematocrito es indicativo de anemia, mientras que su aumento lo es de poliglobulia. No obstante debe tenerse siempre en cuenta que el valor diagnóstico del hematocrito depende en gran medida de que el volumen plasmático sea normal.²

Una disminución del volumen del plasma (hemoconcentración) se traducirá en un aumento relativo del hematocrito (así como de la concentración de hemoglobina) y, por tanto, en una falsa poliglobulia. Por el contrario, un aumento del volumen plasmático (hemodilución) producirá un descenso del hematocrito (y también de la concentración de hemoglobina) y, con ella, una falsa anemia.²

- **Hemoglobina:** Es una proteína globular, que está presente en altas concentraciones en los glóbulos rojos y se encarga del transporte de O₂ del aparato respiratorio hacia los tejidos periféricos; y del transporte de CO₂ y protones (H⁺) de los tejidos periféricos hasta los pulmones para ser excretados.²

- **Índices Eritrocitarios:** Maxwell Wintrobe describió los llamados índices eritrocitarios en un intento de relacionar la concentración de hemoglobina en sangre y el hematocrito con el número y tamaño de los eritrocitos. Estos índices permiten conocer el valor medio del volumen y del contenido en hemoglobina, de la población eritrocitaria analizada y fueron determinados mediante cálculo matemático a partir de magnitudes eritrocitarias: volumen corpuscular medio (VCM), hemoglobina corpuscular media (HCM) y concentración corpuscular media de hemoglobina CCMH.⁷

El VCM es el valor medio del tamaño eritrocitario; la HCM, el valor medio del contenido en hemoglobina de cada eritrocito, y la CCMH, la concentración de hemoglobina presente en un litro de eritrocitos. El valor de esta última magnitud que se expresa en gramos por litro, es de aproximadamente el doble del de la concentración de hemoglobina en sangre. La práctica clínica ha demostrado que los índices eritrocitarios, en especial el VCM, son prácticamente imprescindibles para la orientación diagnóstica de la anemia.⁷

- Parámetros relacionados con los hematíes

| | | |
|--|--------------------|--|
| Recuento de hematíes (RBC) | Hombres Mujeres | 4,6 a 6,3 millones/ml 4,2 a 5,2 millones/ml |
| Hematocrito (HTO) | Hombres Mujeres | 40 a 54% 38 a 50% |
| Concentración de hemoglobina (Hb) | Hombres Mujeres | 14 a 18 g/dl 12 a 16 g/dl |
| Volumen corpuscular medio (VCM) | Adulto | 80 a 100 ft |
| Hemoglobina corpuscular media (HCM) | Adulto | 27 a 31 pg |
| Concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM) | Adulto | 32 a 36 g/dl |

Tabla N°1. Muñoz J. Fundamentos y técnicas de análisis hematológicos y citológicos.

Leucocitos: células con función defensiva. Se clasifican en tres subpoblaciones: polimorfonucleares, linfocitos y monocitos. Los polimorfonucleares actúan mediante la fagocitosis; los linfocitos, a través de la inmunidad produciendo anticuerpos contra las sustancias extrañas (inmunidad humoral) o actuando directamente sobre las mismas (inmunidad celular); y los monocitos tienen esencialmente una función fagocítica (macrófagos), pero intervienen también en el proceso de la inmunidad modulando algunas de sus etapas.⁸

El recuento diferencial de leucocitos o fórmula leucocitaria corresponde a la concentración de las subpoblaciones de leucocitos circulantes. En condiciones de

normalidad el recuento diferencial de leucocitos está constituido por cinco poblaciones de leucocitos; granulocitos: neutrófilos, eosinófilos y basófilos; linfocitos y monocitos.²

Parámetros relacionados con los leucocitos

| | | |
|-------------------------------|--------|--------------------------------|
| Recuento de leucocitos | Adulto | 4.000 a 11.000/mm ³ |
| Linfocitos | Adulto | 20-45% |
| Monocitos | Adulto | 3-9% |
| Eosinófilos | Adulto | 1-7% |
| Basófilos | Adulto | 0-2% |

Tabla N°2. Muñoz J. Fundamentos y técnicas de análisis hematológicos y citológicos.

Plaquetas: fragmentos de citoplasma con función hemostática. Tienen como misión prevenir la extravasación de sangre en sistema capilar y contribuir a la coagulación sanguínea en caso de hemorragia.² Valores normales de referencia: 150.000 - 400.000/mm³.

www.bdigital.ula.ve

Estudio del frotis de sangre periférica

El estudio e interpretación del frotis de sangre periférica como parte del hemograma representa la extensión morfológica del estado de los elementos celulares de la sangre. Constituye un examen rutinario que cuando es debidamente interpretado por el observador tiene una enorme utilidad diagnóstica para el médico.⁹ A continuación se describe la morfología celular de los elementos reportados en el hemograma:

- **Eritrocito:** Es el elemento más pequeño y de mayor madurez de la serie roja, tiene un diámetro de 7 a 8 µm, 2 µm de espesor en la periferia y 1 µm en la zona central. Tiene forma de disco bicóncavo. Es una célula anucleada, que posee un citoplasma eosinófilo debido a su abundante contenido de hemoglobina. Se observa un color rojizo más intenso en la periferia. No posee organelas.⁶

- **Segmentado Neutrófilo:** Célula de forma redonda y de tamaño entre 10 y 14 μm , el núcleo está formado por dos o tres lobulaciones, el aspecto del núcleo es de color violeta oscuro.⁶

- **Segmentado Eosinófilo:** Tamaño celular de 12 a 17 μm y forma redonda. El núcleo muestra una coloración violeta, consta generalmente de dos lóbulos unidos por un puente de cromatina. El citoplasma está repleto de gránulos redondeados, acidófilos.⁶

- **Segmentado Basófilo:** Célula redonda, de 10 a 13 μm . El núcleo es de forma irregular, generalmente con dos o tres lobulaciones que son difíciles de observar porque están recubiertas por los gránulos. El citoplasma es basófilo y contiene gránulos grandes de forma esférica o irregular.⁶

- **Linfocitos:** Célula con forma redondeada, tamaño variable. Su núcleo es redondo y ocupa casi todo el citoplasma, se tiñe intensamente de color morado oscuro, citoplasma escaso y ligeramente basófilo.⁶

- **Monocitos:** Célula de aproximadamente 15 a 20 μm . Tiene forma irregular y variable, redonda u ovalada; la membrana citoplasmática muestra prolongaciones con movimientos ondulantes. El núcleo es grande, redondeado o con una hendidura central con aspecto arriñonado. Citoplasma azul claro.⁶

- **Plaquetas:** Son corpúsculos anucleados, se observan como partículas de tamaño pequeño.⁶

A continuación se presentan brevemente las alteraciones morfológicas más importantes de las células sanguíneas y su significado fisiopatológico:

Anormalidades citomorfológicas de la serie roja

| Anormalidad | Descripción | Diagnóstico |
|----------------------|--|---|
| Acantocitos | Hematíes maduros y densamente teñidos, con proyecciones finas de longitud variable. | Abetalipoproteinemia, hepatitis, deficiencia de piruvato kinasa. ⁶ |
| Dacriocitos | Eritrocito en forma de gota o lágrima. | Mielofibrosis primaria y talasemia. ⁶ |
| Ovalocitos | Hematíes maduros en forma ovalada. | Anemia ferropénica, anemia megaloblástica y talasemia. ⁶ |
| Equinocitos | Hematíes maduros, esféricos y proyecciones cortas con extremo romo, distribuidos por toda la superficie. | Insuficiencia renal, deshidrataciones graves y quemaduras. ⁶ |
| Estomatocitos | Eritrocitos con claridad central en forma de hendidura. | Talasemias, hemoglobinopatías, lupus, quemaduras. ⁶ |

Tabla N°3. Muñoz J. Fundamentos y técnicas de análisis hematológicos y citológicos.

Inclusiones eritrocitarias

| Anormalidad | Descripción | Diagnóstico |
|---------------------------------|---|---|
| Cuerpos de Howell-Jolly. | Remanentes nucleares con forma de núcleo pignótico, se localizan cerca de la periferia de la célula. | Esplenectomía, anemias hemolíticas, anemia megaloblástica. ⁸ |
| Punteado basófilo | Granulación de tamaño variable teñida de azul intenso que se distribuye en forma difusa. Son restos ribosomales | Pacientes con intoxicación por plomo y talasemia. ⁸ |
| Anillos de Cabot | Figuras anulares purpúras vistas en los reticulocitos. | Se pueden observar en anemias megaloblásticas. ⁸ |
| Reticulocitos | Se observan una red reticulofilamentosa en el centro del citoplasma del eritrocito | Aumento del proceso regenerativo de la médula ósea, anemia regenerativa. ⁸ |

Tabla N 4. Grinspan Salomón. El estudio del frotis de sangre periférica.

Alteraciones cuantitativas de los leucocitos: A continuación se describen las alteraciones de los leucocitos observados con más frecuencia en la práctica diaria:

Leucocitosis: Incremento por encima de 10.000 leucocitos/ml. El aumento puede ser de uno o más subgrupos de leucocitos. La mayoría de las veces es por un solo tipo de leucocitos, generalmente neutrófilo, con aumento moderado de las otras series.⁹

| Alteración | Observación | Cuadros clínicos |
|---------------------|--|---|
| Neutrofilia | Aumento absoluto de los neutrófilos en sangre periférica por encima de 6.000/mm ³ . | Trastornos inflamatorios, hemorragia aguda, enfermedades hematológica, quemaduras, infecciones bacterianas agudas, intoxicaciones (plomo, mercurio, quinina y cigarrillo). ⁹ |
| Eosinofilia | Aumento absoluto de los eosinófilos en sangre periférica por encima de 300/ml. | Las causas más comunes son: enfermedades alérgicas, parásitos, dermatopatías, neoplasias y enfermedades hematológicas. ⁹ |
| Basofilia | Aumento absoluto de los basófilos en sangre periférica por encima de 75/ml. | Las causas más comunes son síndromes mieloproliferativos crónicos (leucemia mieloide crónica), mixidema, colitis ulcerosa y medicamentos (estrógenos y drogas antitiroideas). ⁹ |
| Linfocitosis | Aumento absoluto de los linfocitos en sangre periférica por encima de 3.000/ml. | Infecciones agudas (eruptivas de la infancia y protozoarios), infecciones crónicas (brucelosis, tuberculosis y sífilis congénita), enfermedades hematológicas (leucemia linfocítica aguda y linfoma no Hodgkin de bajo grado) y endocrinopatías. ⁹ |
| Monocitosis | Aumento absoluto de los monocitos en sangre periférica por encima de 700/ml | Infecciones bacterianas, enfermedades hematológicas y neoplasias (cáncer de ovario, estómago y mama). ⁹ |

Tabla N°5. Romero Hildebrando. Pruebas de laboratorio, interpretación clínica.

Leucopenia: Recuento leucocitario inferior a 4.500/ml. En el adulto la causa más frecuente de leucopenia es por neutropenia.

| <i>Alteración</i> | <i>Observación</i> | <i>Cuadro Clínico</i> |
|--------------------|--|--|
| Neutropenia | Disminución absoluta de los neutrófilos en sangre periférica por debajo de 1.500/ml. | Aplasia medular Agranulocitosis. ⁷ |
| Eosinopenia | Es la disminución del número de eosinófilos. | Infecciones en curso Tratamiento con algunos fármacos. ⁷ |
| Basopenia | Es la disminución del número de basófilos. | Algunas infecciones Neoplasias. ⁷ |

Tabla N 6. Rodak Bernadette. Hematología Fundamentos y Aplicaciones Clínicas.

Anormalidades citomorfológicas de la serie blanca

| <i>Anormalidad</i> | <i>Descripción</i> | <i>Diagnóstico</i> |
|--|--|--|
| Anomalía de Pelger-Huët | Neutrófilos hiposegmentados que poseen sólo dos lóbulos en el núcleo, los cuales se observan muy redondeados y con una cromatina grumosa en su interior. | Forma hereditaria y también secundaria a otras enfermedades, como las infecciones graves, leucemias, metástasis . ⁶ |
| Hipersegmentación | Anomalía presente en segmentados neutrófilos y eosinófilos, los cuales muestran una o más lobulaciones de lo normal. | Infecciones crónicas, deficiencia de vitamina B12, síndromes mielodisplásicos. ⁶ |
| Segmentados neutrófilos con vacuolas. | Vacuolas en el citoplasma de los segmentados neutrófilos. | Infecciones severas y estados tóxicos. ⁶ |
| Hipergranulación en neutrófilos | Aumento del tamaño y de la intensidad de la coloración de los gránulos contenidos en el citoplasma de los neutrófilos. | Infecciones bacterianas y estadios tóxicos. ⁶ |
| Linfocitos vacuolados | Vacuolas intracitoplasmáticas. | Efecto de la radiación ultravioleta o respuesta a tratamiento de quimioterapia. ⁶ |

Tabla N°7. Muñoz J. Fundamentos y técnicas de análisis hematológicos y citológicos.

Alteraciones cuantitativas de las plaquetas

- **Trombocitopenia:** Por disminución en la producción, debido a invasión de la médula ósea por tejido neoplásico, leucemia o incapacidad de producir células como en la anemia aplásica; o por aumento en la destrucción, como en la púrpura trombocitopénica autoinmune.⁶

- **Trombocitosis:** Aumento en los valores de las plaquetas mayor al valor de referencia.⁶

Alteraciones morfológicas de las plaquetas

| Anormalidad | Descripción | Diagnóstico |
|---------------------------------|--|--|
| <i>Megatrombocitosis</i> | Plaquetas de gran tamaño | Suele indicar la presencia de plaquetas inmaduras en sangre periférica. ⁶ |
| <i>Microtrombocitos</i> | Presencia en sangre periférica de plaquetas muy pequeñas | Plaquetas envejecidas. ⁶ |
| <i>Anisocitosis plaquetaria</i> | Plaquetas de distintos tamaños. Suelen observarse plaquetas normales y un número más o menos variable de megatrombocitos | Inespecífica. ⁶ |

Tabla N 8. Muñoz J. Fundamentos y técnicas de análisis hematológicos y citológicos.

Radiobiología

El empleo de rayos X con fines diagnósticos y fines terapéuticos, se extendió a los pocos años del descubrimiento de los mismos por Röntgen en 1895 y de la radiactividad por Becquerel en 1896. Sin embargo, de acuerdo a la literatura la transferencia de energía de las radiaciones ionizantes puede generar daños a nivel celular.¹⁰

El análisis de los efectos biológicos de las radiaciones ionizantes se inició luego de la observación de los efectos de las primeras aplicaciones empíricas de éstas. El hecho de que su utilidad clínica originara un amplio empleo de las mismas fueron causas para

un estudio racional de sus acciones sobre los tejidos. Dando lugar al nacimiento de la radiobiología, ciencia que estudia los fenómenos que suceden cuando un tejido vivo ha absorbido la energía cedida por las radiaciones ionizantes.¹⁰ Las cuales se definen como, partículas, incluidos los fotones que causan la separación de electrones, átomos y moléculas.¹¹ Son radiaciones electromagnéticas de frecuencia muy alta y pequeña longitud de onda.¹⁰

Por otra parte, la radiosensibilidad es la magnitud de respuesta de las estructuras biológicas, provocada por las radiaciones ionizantes. Un elemento biológico es más radiosensible cuando necesita menos dosis de radiación para alcanzar un efecto determinado. No existe célula ni tejido normal o patológico radiorresistente de forma absoluta; pues si se aumenta ilimitadamente la dosis, siempre se puede alcanzar su destrucción. Administrando dosis mínimas en órganos o tejidos, se observaran diferentes grados de alteraciones morfológicas o funcionales, según las líneas celulares de que se trate.¹²

Las células presentan diferentes grados de sensibilidad a la radiación, según la estirpe o línea celular.¹³ Pueden clasificarse en cinco grupos de mayor a menor sensibilidad:

1. Muy radiosensibles: leucocitos, eritroblastos, espermatogonias.
2. Relativamente radiosensibles: mielocitos, células de las criptas intestinales, células basales de la epidermis.
3. Sensibilidad intermedia: células endoteliales, células de las glándulas gástricas, osteoblastos, condroblastos, espermatozoides.
4. Relativamente radioresistentes: granulocitos, osteocitos, espermatozoides, eritrocitos.
5. Muy radiorresistentes: fibrocitos, condrocitos, células musculares y nerviosas.¹³

Leyes de radiosensibilidad

La radiosensibilidad celular está regida por una serie de determinantes que han sido estudiados y aplicados a todas las células del organismo, enunciándose unas leyes biológicas, que conceden mucha importancia a la actividad mitótica,¹⁴ siendo las más importantes:

- **Ley de Bergonié y Tribondeau:** Está basada en la observación de irradiaciones sobre células testiculares, y en función de la actividad mitótica y diferenciación celular, se establecen los siguientes puntos:

- Una célula es tanto más radiosensible, cuanto mayor es su actividad reproductiva.
- Una célula es tanto más radiosensible, cuanto más largo sea su porvenir de división, es decir, cuantas más divisiones deba cumplir en el futuro.
- Una célula es tanto más radiosensible, cuanto menos diferenciadas estén sus funciones.¹⁴

www.bdigital.ula.ve

- **Ley de Ancel y Vitemberg:** La sensibilidad de toda célula que ha de experimentar lesiones por radiación es la misma, pero el tiempo que tardan en aparecer las lesiones inducidas, varía según los distintos tipos de células.¹⁴ Los factores que influyen en el tiempo que tardan en aparecer las lesiones radioinducidas son:

- El estrés biológico que actúa sobre la célula. La actividad reproductiva representa un estrés biológico considerable.
- Las condiciones en que se encuentra la célula en el periodo de pre y post radiación.
- Ciclo celular: la situación de la célula en el momento en que se produce la irradiación, es un factor biológico que influye notablemente en la radiosensibilidad, así las células durante la fase de mitosis son más radiosensibles que durante la fase de síntesis.
- Radiosensibilidad hística: aunque la radiosensibilidad de un tejido es similar a la de las células que lo forman, no es una expresión directa de la misma, a lo que contribuyen varios factores. 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 (mesénquima). Los dos tienen distinta radiosensibilidad. La complejidad del funcionamiento de un tejido, implica que en todo momento, coexisten en él, células en actividad mitótica, en reproducción y con buena o mala oxigenación.¹⁴

Factores de los cuales depende el efecto biológico de las radiaciones

Los daños celulares producidos por la radiación dependen de diversos factores como el tipo de radiación, la cantidad de energía depositada por volumen de tejido, la velocidad a la cual la energía es depositada, la forma en la que la energía se distribuye a través de los tejidos y el tiempo en el que la dosis es acumulada. Los efectos biológicos dependen también de los factores propios del individuo expuesto tales como la edad, sexo, estado de salud, tejido irradiado.¹⁵

Respecto de la edad mientras más joven es el individuo mayor es el efecto deletéreo, debido a que sus células tienen tasa de reproducción más alta. Respecto del sexo, la mujer es más radiosensible dado que, a diferencia del hombre sus células germinales no se renuevan durante su vida y un daño en éstas tiene más probabilidades de repercutir en su prole. Asimismo durante el embarazo el feto es extremadamente sensible a las radiaciones debido a que sus células son indiferenciadas y están en constante reproducción.¹⁶

Clasificación de los efectos producidos por las radiaciones ionizantes

La mayoría de los efectos adversos para la salud producidos por la exposición a radiación ionizante pueden agruparse en dos categorías generales: deterministas (también denominadas reacciones tisulares nocivas) y estocásticos.¹⁷

- **Efectos deterministas:** Si como consecuencia de la irradiación se produce la muerte de un número elevado de células en un órgano o tejido, este sufrirá una pérdida de

función, efecto que se conoce como determinista. La gravedad de los efectos deterministas es proporcional a la dosis de radiación recibida, siempre y cuando esta sea superior a la dosis umbral, dosis que establece el límite entre la aparición o no del efecto. Estos efectos ocurren tras la exposición a dosis relativamente altas, y se ponen de manifiesto a corto-medio plazo. Este tipo de efectos son de naturaleza somática, no pudiendo heredarse.¹⁷

- **Efectos estocásticos:** Como consecuencia de la irradiación, la célula puede no morir, sino verse modificada (mutada), lo que podrá llevar a la aparición de un efecto estocástico. Si la mutación ocurre en células germinales puede transmitirse a la descendencia (efecto estocástico heredable); mientras que si la célula afectada es somática, el efecto se producirá en la persona irradiada (efecto estocástico somático). Estos efectos ocurren tras exposición a dosis o tasas de dosis bajas de radiación y la probabilidad de que ocurran, aumenta con la dosis de radiación recibida. La gravedad del efecto depende de factores como el tipo de célula afectado y el mecanismo de acción del agente implicado.¹⁷

Efectos estocásticos somáticos: actualmente se sabe que el efecto estocástico somático más relevante tras irradiación con dosis bajas es el aumento en la incidencia de cáncer.¹⁷

Efectos estocásticos heredables: La radiación puede producir mutaciones en células germinales masculinas o femeninas, las cuales pueden transmitirse a la descendencia del individuo irradiado, ocasionando alteraciones genéticas de muy diverso tipo y gravedad.¹⁷

Efectos biológicos producidos por las radiaciones ionizantes

- **Sistema hematopoyético:** Las células indiferenciadas, con rápida división son las más sensibles a los efectos de la radiación, tal es el caso de las células del sistema hematopoyético y el sistema linfático relacionado. Las más sensibles son las células madre o precursoras de la médula ósea, las que normalmente dan lugar a todas las

células sanguíneas circulantes y plaquetas, así como el tejido linfático encontrado en el bazo, hígado, ganglios linfáticos y timo.¹⁸

Los glóbulos rojos maduros y las plaquetas circulantes son particularmente resistentes, lo cual es probablemente debido a la pérdida del núcleo. Los linfocitos circulantes son bastante sensibles. Los efectos por la muerte de las células precursoras no serán vistos hasta días o semanas después, cuando las células maduras (resistentes a la radiación) sean removidas de la circulación. El efecto es la pancitopenia (depresión de todos los tipos celulares), resultante en hemorragia (por reducción plaquetaria), infección (por depresión de los glóbulos blancos) y anemia (por la caída en la producción de glóbulos rojos).¹⁸

- **Sistema reproductor:** las células del sistema reproductor son altamente sensibles a los efectos de la radiación. En el hombre, las células precursoras y la espermatogonia proliferativa en los testículos son altamente sensibles; sin embargo, el esperma maduro muestra una resistencia considerable. También son resistentes las células intersticiales de los testículos las cuales controlan la producción hormonal y los caracteres secundarios. Por lo tanto, una dosis esterilizadora no afectaría el comportamiento masculino.¹⁸

La esterilidad no es vista en forma inmediata sino algunos meses después dado que la espermatogénesis lleva de 64 a 72 días y las formas maduras son resistentes, sin embargo pueden sustentar daño genético hereditario. Aunque las dosis bajas pueden producir esterilidad, en general el efecto es temporal y el recuento de espermatozoides se normaliza luego de 1 o 2 años.¹⁸

En la mujer, la radiación destruye a ambos, el óvulo y el folículo maduro, lo cual también reduce la producción hormonal. Por lo tanto la esterilidad radiogénica puede ir acompañada de una menopausia artificial con efecto significativo sobre las características sexuales. La dosis total, la tasa de dosis y la edad son importantes; las mujeres jóvenes son más capaces de recuperar la fertilidad que las mayores.¹⁸

- **Efectos sobre el ADN:** Existe considerable evidencia que sugiere que los ácidos nucleicos, especialmente el ADN, son el blanco primario de daño celular causado por la radiación ionizante. Las rupturas en la cadena de ADN pueden interrumpir la función molecular de distintas maneras. Se puede alterar la transcripción del código genético, así como la síntesis de la cadena del código (la imagen duplicada en espejo de la secuencia de bases).¹⁸

En muchos casos, la ruptura de la doble cadena de ADN puede ser reparada por enzimas como la ADN polimerasa y la ADN ligasa, las que detectan los sitios de ruptura y los corrigen. Las rupturas tienen menos probabilidad de ser reparadas antes de la mitosis y durante la transcripción y replicación, cuando la molécula de ADN existe en forma de cadena simple. También puede ocurrir una reparación incorrecta cuando una base es reemplazada por otra diferente o cuando las enzimas reparadoras realizan una lectura incorrecta.¹⁸

- **Efectos de la irradiación celular a nivel molecular:** La absorción de energía por radiación ionizante produce daño a nivel molecular por acción directa o indirecta. Por acción directa el daño ocurre como resultado de la ionización de los átomos de moléculas claves para el sistema biológico. Esto causa inactivación o alteración funcional de la molécula. La acción indirecta involucra la producción de radicales libres reactivos cuyo daño tóxico en moléculas claves resultará en un efecto biológico.¹⁸

- **Efectos en la médula ósea:** En la médula ósea se encuentran las células madre precursoras de la hematopoyesis, que son células autorrenovables y totipotenciales. Estas células darán origen a otras líneas celulares que progresivamente se irán diferenciando hacia cualquier línea linfohematopoyética de la sangre periférica. Las células madre forman otros precursores comprometidos (cada vez más diferenciados) que dan origen a las distintas células funcionales que son transportadas hacia el torrente sanguíneo (hematíes, plaquetas y linfocitos).¹⁹

Dado que cumplen todos los requisitos de radiodensibilidad celular enunciados por Bergonié y Tribondeau, dosis relativamente pequeñas de radiación ionizante pueden provocar la “depoblación” o despoblación de las células que constituyen la médula ósea. La elevada susceptibilidad a la radiación de las células madre y precursores comprometidos es la causa del denominado “síndrome hematopoyético de la radiación”.¹⁹ Las principales consecuencias por la lesión de la médula ósea son la anemia aplásica, leucemia y otros tumores.¹³

- **Anemia aplásica:** Síndrome que se produce como resultado de una insuficiencia medular, se caracteriza por la existencia de pancitopenia periférica e hipoplasia medular. Puede ser adquirida o constitucional. Las formas adquiridas de la anemia aplásica pueden aparecer después de la exposición a factores ambientales. La exposición a radiación produce aplasia dependiendo de la dosis y extensión.²⁰

Siendo la médula ósea un tejido en división celular constante, se ve muy afectada después del daño al ADN que causa la radiación ionizante. Los individuos afectados varían desde radiólogos hasta personas que han sido expuestas a alguna fuente de radiación mal manejada. La anemia aplásica puede aparecer de manera súbita o de manera insidiosa.²⁰

Los signos y síntomas son típicos de las deficiencias de cada una de las células. Así, como las plaquetas son las primeras en terminarse, los signos como petequias, hemorragias bucales, epistaxis y hemorragias retinianas son los primeros en presentarse. En la exploración física se observa palidez de piel y mucosas. Las manifestaciones de la anemia aplásica se limitan al sistema hematológico y muchas veces los pacientes se encuentran subjetivamente bien.²⁰

Las características de la anemia aplásica son la pancitopenia y hipocelularidad medular. La biometría hemática es el primer estudio de diagnóstico, y revela grados variables de anemia, trombocitopenia y leucopenia. Los reticulocitos se encuentran disminuidos o ausentes.²⁰

Clasificación de los trabajadores ocupacionalmente expuestos

Los trabajadores se consideraran ocupacionalmente expuestos cuando puedan recibir dosis superiores a 1 mSv por año oficial y se clasificaran en dos categorías:

- Categoría A: personas que, por las condiciones en que se realiza su trabajo, pueden recibir una dosis superior a 6 mSv por año oficial.
- Categoría B: personas que, por las condiciones en que se realiza su trabajo, es muy improbable que reciban dosis superiores a 6 mSv por año oficial.²¹

Vigilancia individual

Se realiza en función de la categoría del trabajador y de la zona.

- Trabajadores expuestos de categoría A y en las zonas controladas. Es obligatorio el uso de dosímetros individuales que midan la dosis externa, representativa de la dosis para la totalidad del organismo durante toda la jornada laboral. En caso de riesgo de exposición parcial o no homogénea deben utilizarse dosímetros adecuados en las partes potencialmente más afectadas.²¹

Si el riesgo es de contaminación interna, es obligatoria la realización de medidas o análisis pertinentes para evaluar las dosis correspondientes. Las dosis recibidas por los trabajadores expuestos deben determinarse cuando las condiciones de trabajo sean normales, con una periodicidad no superior a un mes para la dosimetría externa, y con la periodicidad que, en cada caso, se establezca para la dosimetría interna, para aquellos trabajadores expuestos al riesgo de incorporación de radionucleidos.²¹

- Trabajadores expuestos de categoría B. Las dosis recibidas se pueden estimar a partir de los resultados de la vigilancia del ambiente de trabajo.²¹

Medidas básicas de protección radiológica

Las medidas de protección radiológica contra las radiaciones ionizantes se basan en el principio de que la utilización de las mismas debe estar plenamente justificada con relación a los beneficios que aporta y ha de efectuarse de forma que el nivel de

exposición y el número de personas expuestas sea lo más bajo posible, procurando no sobrepasar los límites de dosis establecidos para los trabajadores expuestos, las personas en formación, los estudiantes y los miembros del público.²¹ Estas medidas consideran los siguientes aspectos:

- Evaluación previa de las condiciones laborales para determinar la naturaleza y magnitud del riesgo radiológico y asegurar la aplicación del principio de optimización.
- Clasificación de los lugares de trabajo en diferentes zonas, considerando la evaluación de las dosis anuales previstas, el riesgo de dispersión de la contaminación y la probabilidad y magnitud de las exposiciones potenciales.
- Clasificación de los trabajadores expuestos en diferentes categorías según sus condiciones de trabajo.
- Aplicación de las normas y medidas de vigilancia y control relativas a las diferentes zonas y las distintas categorías de trabajadores expuestos, incluida, si es necesaria, la vigilancia individual.
- Vigilancia sanitaria.
- Limitar el tiempo de exposición.
- Aumentar la distancia a la fuente, ya que la dosis disminuye de manera inversamente proporcional al cuadrado de la distancia.
- Apantallamiento de los equipos y la instalación.
- Uso de: lentes, guantes plomados, delantales plomados, cuellos tiroideos, cabina de plomo, protector gonádico, dosimetría personal.²

Marco Legal

A nivel nacional se dispone de un marco legal contenido en varios instrumentos que regulan la prestación del trabajo garantizando la salud del trabajador. Así pues, en la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (2000), en su artículo 83 se consagra el derecho a la salud, como un derecho social fundamental de los ciudadanos y ciudadanas y la obligación del Estado de garantizarlo como parte del derecho a la vida.²²

El concepto de salud se entiende, siguiendo la doctrina sanitaria de la Organización Mundial de la Salud, como un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente como la ausencia de afecciones o de enfermedades. No se limita a la simple atención de la salud, sino que abarca una amplia gama de factores socio-económicos que promueven las condiciones a merced de las cuales las personas pueden llevar una vida sana. Se trata, entonces, de un derecho humano indispensable para el ejercicio de los demás derechos.

El artículo 87 de la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela manifiesta que:

Toda persona tiene derecho al trabajo y el deber de trabajar. Todo patrono o patrona garantizará a sus trabajadores condiciones de seguridad, higiene y ambiente de trabajo adecuados. El Estado adoptará medidas y creará instituciones que permitan el control y la promoción de esas condiciones.²² De la transcripción del artículo, se observan

claramente las obligaciones que atañen a cada una de las personas, Estado y particulares, comprometidas con la situación de acceso al empleo o forma de obtenerlo.

La Ley Orgánica del Trabajo (2006), en el Título IV sobre Condiciones de Trabajo, artículo 185, establece que el trabajo debe prestarse en condiciones que permita a los trabajadores su desarrollo físico y psíquico normal, así como que el ambiente donde se trabaja, mantenga condiciones satisfactorias.²³ De igual modo, esta Ley hace referencia acerca de la Higiene y Seguridad en el Trabajo, señalando la obligación del patrono de tomar medidas que respondan a las necesidades de salud de sus trabajadores. Tampoco

podrá exponerlos a la acción de agentes físicos, ergonómicos, psicosociales u otros que pudieran causar daño a su salud.²³

La Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo (LOPCYMAT, 2005), es una Ley fundamental de la seguridad social, cuyo objeto es garantizar a los trabajadores condiciones de seguridad, salud y bienestar, en un ambiente laboral adecuado y propicio para el ejercicio pleno de sus facultades físicas y mentales.²⁴ De conformidad con el artículo 19 de esta Ley, además, se establecen como obligaciones de los empleadores, no sólo garantizar a los trabajadores condiciones de Prevención, Salud, Seguridad y Bienestar en el Trabajo, sino también instruir y capacitarlos respecto a la prevención de accidentes, enfermedades profesionales, así como también en lo que se refiere a uso de dispositivos personales de seguridad y protección.²⁴

La LOPCYMAT en su artículo 70 define las enfermedades profesionales como: “Los estados patológicos contraídos o agravados con ocasión del trabajo o exposición al medio en el que el trabajador o la trabajadora se encuentra obligado a trabajar, tales como los imputables a la acción de agentes físicos y mecánicos, condiciones disergonómicas, meteorológicas, agentes químicos, biológicos, factores psicosociales y emocionales, que se manifiesten por una lesión orgánica, trastornos enzimáticos o bioquímicos, trastornos funcionales o desequilibrio mental, temporales o permanentes”.²⁴

El Reglamento de las Condiciones de Higiene y Seguridad en el Trabajo (2007), tiene por objeto establecer las condiciones de higiene y seguridad industrial de cumplimiento obligatorio para patronos y trabajadores. Su importancia radica en que regula las normas relacionadas con salud ocupacional, tiene carácter coercitivo tanto para el trabajador como para el empleador, establece que los trabajadores tienen derecho a conocer los riesgos a los que son sometidos en sus puestos de trabajo y que se les debe educar para identificar los mismos.²⁵

Respecto a la protección radiológica existe un conjunto de normativas adaptadas a las internacionales que incluyen las Normas Venezolanas COVENIN (NVC) sobre

radiaciones ionizantes, las cuales se deben cumplir en toda institución donde se operen equipos de rayos X. Entre ellas están:

Norma Venezolana COVENIN 2259:1995. *Radiaciones Ionizantes. Límites anuales de dosis.*

Norma Venezolana COVENIN 3299:1997. *Programa de Protección Radiológica*

Norma Venezolana COVENIN 3496:1999. *Protección Radiológica. Medidas de Seguridad para la protección contra radiaciones Ionizantes y las fuentes de radiación.*²⁵

Marco Histórico

En la segunda mitad del siglo XIX se han debido producir rayos X muchas veces y en cantidad, sin que su presencia fuera advertida, por algunos de los numerosos experimentadores que estudiaban la descarga eléctrica a través de gases. Su existencia fue descubierta por Wilhelm Konrad Röntgen (1845-1923) cuando, en el otoño de 1895, notó que algunos cristales de platinocianuro de bario mostraban una fuerte fluorescencia al funcionar un tubo de descarga.²⁶

Pensando que este fenómeno podía deberse a luz de algún tipo procedente del tubo, lo envolvió en papel negro, pero encontró que la fluorescencia no disminuía. Así descubrió un nuevo tipo de radiación, que podía pasar a través de papel negro con la mayor facilidad. Hizo una profunda investigación de las propiedades de los rayos y publicó un informe preciso, con la fotografía de rayos X jamás tomada (la mano de su esposa), antes de fin de año.²⁶

La noticia de este descubrimiento produjo un interés mundial y los médicos utilizaron los rayos casi inmediatamente, tanto diagnóstico como para tratamiento. Se emplearon para localizar cuerpos extraños en tejidos y fracturas de huesos y para tratar casos de cáncer, en lo que se hizo algún proceso alentador.²⁶

El propio Becquerel, quien descubrió la radiactividad, sufrió las consecuencias de la exposición a radiaciones, presentando lesiones en la piel cuando guardó en un bolsillo un frasco que contenía radio. Marie Curie, ganadora en dos ocasiones del premio Nobel, falleció víctima de leucemia, con certeza consecuencia de la exposición a radiaciones ionizantes.²⁷

Se documentan además, un gran número de fallecimientos en el colectivo de los primeros trabajadores expuestos a radiaciones, entre los que destacan aquellos que laboraban con sales de radio para pintar las esferas luminosas de relojes y mirillas, que desarrollaban cáncer de mandíbula por la rutina de humedecer los pinceles con la boca.²⁷

A raíz de la utilización de las bombas atómicas en las ciudades japonesas de Hiroshima y Nagasaki, se pudo estudiar ampliamente la población de supervivientes y evaluar de mejor manera los efectos biológicos ocasionados por las radiaciones a largo plazo.²⁷

Es indudable que el uso de las radiaciones en la actualidad, sobre todo con fines médicos, tanto terapéuticos como diagnósticos constituyen uno de los más grandes beneficios de los que ha podido disfrutar la humanidad pero no fue así en sus inicios, ya que existieron daños atribuibles a exposiciones a radiación que ahora no se justificarían.²⁷

Sin embargo, la radiactividad es uno de los más grandes descubrimientos realizados por el hombre contemporáneo, ya que a medida que se profundizó en su conocimiento se descubrieron importantes campos de aplicación de esta herramienta, tanto en la medicina, en la agricultura, en la industria y en muchas otras áreas, que hacen que en la actualidad los aparatos emisores de radiaciones ionizantes sean prácticamente insustituibles.²⁷

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivo General

Analizar la correspondencia del hemograma y frotis de sangre periférica en el personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, de los centros asistenciales del estado Mérida, desde julio de 2019 hasta febrero de 2020.

Objetivos Específicos

Determinar la influencia de la radiación ionizante sobre los parámetros hematológicos (hemoglobina, hematocrito, leucocitos y plaquetas) realizados a los trabajadores del estudio.

Observar si existen alteraciones morfológicas en el frotis de sangre periférica del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes.

Valorar los efectos de las radiaciones ionizantes en el personal de salud ocupacionalmente expuesto y su relación con edad, sexo y antigüedad laboral.

Identificar las medidas de protección y control radiológico que posee el personal.

MARCO METODOLÓGICO

Enfoque de la Investigación

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo y cualitativo, ya que mediante la realización del hemograma se determinará el recuento de cada una de las series celulares presentes en sangre; y por medio del frotis de sangre periférica se estudiará datos cualitativos a cerca de la morfología de dichas células.

“El enfoque cuantitativo utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas previamente, y confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente en el uso de la estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento en una población”. Además, definen el enfoque cualitativo como un método de recolección de datos sin medición numérica, como las descripciones y las observaciones.²⁸

Los estudios cuantitativos se asociación con los experimentos, las encuestas con preguntas cerradas o los estudios que emplean instrumentos de medición estandarizados. Por su parte, el estudio cualitativo busca comprender el fenómeno de estudio en su ambiente usual.²⁸

Tipo de Investigación

El estudio realizado está basado en una investigación de tipo analítica, la cual es definida como “aquella investigación que trata de entender las situaciones en términos de las relaciones de sus componentes. Intenta descubrir los elementos que componen cada totalidad y las interconexiones que dan cuenta de su integración”.²⁹

Diseño de la Investigación

El diseño de la presente investigación será de tipo experimental, debido a que se analizará la correspondencia del hemograma y frotis de sangre periférica en el personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes del Hospital Universitario de los Andes, mediante la técnica manual y la tinción de Giemsa, de tal forma que pueda evaluarse los parámetros hematológicos de manera cuantitativa y cualitativa.

El diseño alude a las decisiones que se toman en cuanto al proceso de recolección de datos y de experimentación en el caso de las investigaciones analíticas como la que se presenta en este proyecto, que permitan lograr la validez interna de los resultados.²⁹

Población y Muestra

“La población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones”; mientras que, “la muestra es un subgrupo de la población del cual se recolectan los datos y debe ser representativo de dicha población”.²⁸

La población del actual estudio se considera infinita, debido a que no se conoce con exactitud el número de trabajadores ocupacionalmente expuestos a radiaciones ionizantes. Sin embargo, se establece que la muestra de la presente investigación está representada por 14 profesionales del área de la salud que laboren en el Hospital Universitario de los Andes del Municipio Libertador de la ciudad de Mérida, estado Mérida, y que cumplan con los siguientes criterios de inclusión:

- Personal expuesto a radiaciones ionizantes.
- Edad entre 24 y 65 años.
- Personal de servicio con exposición a radiaciones ionizantes de 5 años como mínimo.
- Jornada laboral diaria igual o mayor a 6 horas.
- Trabajadores que voluntariamente quieran participar en este estudio y que firmen un consentimiento para su inclusión y uso de la información.

Por otro lado, es importante tomar en cuenta los siguientes criterios de exclusión:

- Trabajadores que estén expuestos a factores de riesgo asociados con aparición de alteraciones hematológicas como medicamentos (antibióticos), tabaquismo y actividades extralaborales.
- Antecedentes personales de enfermedades crónicas degenerativas y cáncer previo a la exposición de radiación ionizante.
- Trabajadores con antecedentes personales de enfermedades hematológicas.

www.bdigital.ula.ve

OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

| Variable | Tipo | Definición Conceptual | Definición Operacional | Dimensiones | Indicador |
|------------------------------------|---------------|--|---|--|--|
| Radiación ionizante | Independiente | Consiste en partículas que causan la separación de electrones, átomos y moléculas. | La cuantificación de las radiaciones absorbidas se realiza mediante el uso del dosímetro personal | Alteraciones presentes Alteraciones no presentes | Dosis absorbida |
| Hemograma | Dependiente | Prueba que permite la cuantificación de las células sanguíneas. | Recuento manual de células sanguíneas | Aumento en el número de células Disminución en el número de células | Cuantificación de las células sanguíneas |
| Frotis de sangre periférica | Dependiente | Técnica para la valoración morfológica celular. | Tinción de Giemsa | Células normales Células anormales | Morfología celular |

Recolección de la Información

Técnicas de recolección de la información

“Se entenderá por técnica el procedimiento o forma que se aplicará para la recolección de datos o información”.³⁰ Las técnicas que se aplicarán para la recolección de datos, serán: encuesta, método visual directo para el recuento de células sanguíneas y tinción de Giemsa. Las cuales permitirán obtener datos e información real sobre el objeto de estudio.

- *Encuesta*

La encuesta es definida como: “una técnica que pretende obtener información que suministra un grupo o muestra de sujetos acerca de si mismo, o en relación con un tema en particular”.³⁰

- *Método visual directo para el recuento de células sanguíneas*

El principio del recuento celular es en esencia similar para leucocitos, eritrocitos y plaquetas; solo varían la dilución, el líquido diluyente y el área contada. El recuento celular se realiza en cámara de Neubauer mejorado. Está compuesta por dos superficies elevadas, cada de una de ellas de forma cuadrada, de 3mm x 3mm separadas por una hendidura en forma de H. Este cuadrado grande presenta nueve cuadrados de 1 x 1 mm, y cada uno de estos se haya subdividido en 16, el cuadrado central está subdividido en 25 pequeños. Cada uno de estos cuadrados más pequeños tiene 1/25 o 0,04 mm². Encima de las superficies de recuento se coloca un cubreobjetos. La distancia entre cada superficie de recuento y el cubreobjetos es 0,1 mm; por lo tanto, el volumen total es 0,9 mm³.

- **Recuento de Leucocitos**

Materiales:

- Pipeta de 20 microlitros.
- Pipeta variable de 100- 500microlitros.
- Cámara de Neubauer.
- Tubos de 75 x 12 mm.
- Solución de Turk.

Técnica:

- a) Depositar 380 microlitros de solución de Turk en un tubo de ensayo.
- b) Absorber 20 microlitros de la muestra, limpiar la superficie externa del tip y depositar en la solución de Turk (dilución 1: 20)
- c) Mezclar muy bien la dilución y llenar la cámara de Neubauer con la dilución.
- d) Colocar la cámara en el microscopio y esperar 1 minuto.
- e) Usar el objetivo de bajo poder 10 x para observar la distribución de las células en la cámara y ajustar la intensidad de la luz.
- f) Contar todos los leucocitos contenidos en los cuatro cuadrantes grandes de las esquinas. Además de los leucocitos contados dentro de cada uno de los cuadrantes, se deben contar todos los leucocitos que se encuentran adheridos en la línea horizontal superior y vertical exterior.

El recuento de leucocitos por milímetro cúbico se calcula teniendo en cuenta: volumen del área contada: 0.4 mm³ (1 x 1 x 4), número de células contadas. Y dilución empleada: 1:20.

La fórmula general para los recuentos manuales de células es la que sigue y puede usarse para todos los casos:

$$\text{Recuento total} = \frac{\text{Células contadas} \times \text{Factor de dilución}}{\text{Área (en mm}^2\text{) x profundidad (0,1)}}$$

- **Recuento de Hematíes**

Materiales:

- Pipeta volumétrica de 2 ml
- Micropipeta automática de 10 microlitros
- Cubreobjetos
- Cámara de Neubauer
- Tubo de ensayo
- Microscopio óptico
- Líquido de Hayem

Técnica:

- a) Preparar una dilución 1/200 de la muestra de sangre con líquido de Hayem. 20 microlitros con 3,98 ml de diluyente. Homogeneizar bien la mezcla.
- b) Colocar el cubreobjetos sobre la cámara de Neubauer.
- c) Cargar la cámara con la micropipeta automática y dejar reposarla durante 5 minutos.
- d) Observar al microscopio óptico, realizando un recuento con el objetivo 40X de cinco de los cuadrados de 0,2 mm de lado del cuadrado central.
- e) Hacer una suma de los hematíes contados en esos cinco cuadrados. Y realizar el cálculo con la fórmula aplicada para los glóbulos blancos.

- **Determinación de Hemoglobina:** a través de la técnica de la cianometahemoglobina

Materiales:

- Pipeta volumétrica de 5 ml
- Micropipeta automática de 20 microlitros
- Tubos de vidrio
- Reactivo de Drabkin

Técnica:

- a) Realizar una dilución de la muestra, con una pipeta volumétrica transferir 5ml de la solución de Drabkin a un tubo de ensayo.
- b) Empleando la micropipeta automática añadir al tubo que contiene el líquido de Drabkin 20 microlitros de sangre, mezclar bien la solución por inversión del tubo. Esperar 5 minutos para que se forme la cianometahemoglobina y proceder a la realización de la lectura.

- **Determinación del Hematocrito:** técnica empleada microhematocrito.

Materiales:

- Capilares sin anticoagulante
- Plastilina
- Tabla para la lectura del hematocrito
- Microcentrífuga

Técnica:

- a) Mezclar la muestra sanguínea adecuadamente y llenar un tubo capilar hasta 3/4 partes y sellar con plastilina.
- b) El capilar con la muestra sanguínea se coloca en la microcentrífuga a 10.000 r.p.m. durante 10 minutos.
- c) Leer el porcentaje de hematocrito utilizando la tabla establecida

- **Determinación de los Índices Hematimétricos**

- Volumen corpuscular medio (VCM): Se calcula a partir del hematocrito (HCT) y del recuento del número de hematíes (RBC). Se utiliza la siguiente fórmula para su cálculo:

$$\text{VCM} = \frac{\text{HCT}}{\text{RBC}} \times 10$$

- Hemoglobina corpuscular media (HCM): Se calcula a partir de la concentración de hemoglobina (Hb) y del número de hematíes. Se utiliza la siguiente fórmula para su cálculo:

$$\text{HCM} = \frac{\text{Hb}}{\text{RBC}} \times 10$$

-Concentración hemoglobínica corpuscular media (CHCM): Se calcula a partir de la concentración de hemoglobina y del hematocrito. Para su cálculo se emplea la siguiente fórmula:

$$\text{CHCM} = \frac{\text{Hb}}{\text{HCT}} \times 100$$

- **Recuento de Plaquetas**

Materiales:

- Pipeta volumétrica de 1 ml
- Micropipeta automática de 10 microlitros
- Tubos de vidrio
- Reactivo oxalato de amonio al 1%.

Técnica:

- a) Realizar una dilución 1/100. Para ello transferir 1 ml de la solución de oxalato de amonio a un tubo.
- b) Mezclar muy bien el tubo que contiene la muestra y con una micropipeta automática añadir 10 microlitros de sangre al tubo que contiene el oxalato de amonio.
- c) Mezclar el tubo que contiene la dilución y posteriormente proceder al llenado cámara de Neubauer. Dejar en reposo durante 15 minutos dentro de una cámara húmeda.
- d) Una vez transcurrido el tiempo, se procede a enfocar en el microscopio con objetivo de 10X y la lectura se realiza con objetivo de 40X. Las plaquetas se observa en los 25 cuadrados medianos del cuadro central.

- Tinción de Giemsa

Las tinciones hematológicas se pueden definir como el conjunto de técnicas necesarias para teñir y diferenciar los distintos componentes celulares de la sangre, basándose en el uso de colorantes. Éstos interactúan con los componentes celulares dispuestos a modo de frotis sanguíneo sobre un portaobjetos o cubreobjetos. Los colorantes son sustancias capaces de fijarse selectivamente según su afinidad química.³¹

La tinción de Giemsa está catalogada como una tinción de tipo Romanowsky, cuyo fundamento se basa en el uso de una mezcla formada por un colorante ácido (eosina) y uno o varios colorantes básicos (azul de metileno, azur A, azur B y azur C). El colorante de Giemsa es una solución en metanol de un colorante ácido (eosina) y dos colorantes básicos (azur y azul de metileno). Estos colorantes teñirán las estructuras celulares dependiendo de su carácter ácido o básico.³¹

www.bdigital.ula.ve

Instrumentos de recolección de la información

Un instrumento de recolección de datos “es cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información”.³⁰ Los instrumentos que se aplicarán para la recolección de datos, serán: cuestionario estructurado, hemograma y frotis de sangre periférica.

- Cuestionario estructurado

Consiste en un conjunto de preguntas respecto a una o más variables a medir.²⁸ Éste permitirá el manejo de la información necesaria, relacionada con el tiempo de exposición ocupacional, años de servicio y empleo de medidas de protección.

- Hemograma

Medida de la concentración de las células que circulan por la sangre: eritrocitos, leucocitos y plaquetas, junto a la concentración de hemoglobina, valor del hematocrito y los índices eritrocitarios.¹

- Frotis de sangre periférica

Basado en la extensión de una gota de sangre sobre una lámina cubreobjeto, de tal manera que las células se dispongan formando una sola capa celular que permita evaluar la morfología celular;⁶ ya que debido al uso, cada vez más extendido, de la automatización en hematología, la utilización del frotis de sangre periférica ha disminuido en proporción inversa.

Sin embargo estos autoanalizadores electrónicos permiten determinar con un grado de fiabilidad muy elevado todos los parámetros hematológicos, pero la información morfológica en ocasiones es insuficiente, pues en los casos donde aparecen células patológicas, estos equipos la registran como una alarma, por lo que la observación de dichas células a través del microscopio sigue siendo insustituible en el hallazgo de las alteraciones morfológicas que puedan presentarse en un extendido de sangre periférica, por lo que sigue siendo un complemento fundamental para el diagnóstico hematológico y clínico en general.³²

Metodología

Se informará al personal de salud ocupacionalmente expuesto a radiaciones ionizantes sobre las características del estudio para conocer su interés de participación voluntaria en el mismo y su consentimiento informado para obtener una muestra sanguínea de cada uno de ellos y posteriormente realizar el hemograma y frotis de sangre periférica (anexo 1). Luego se procederá a la aplicación del instrumento diseñado para la recolección de la información (anexo 2). Los datos obtenidos se evaluarán por métodos estadísticos y en base a los resultados se elaborarán las conclusiones y recomendaciones.

El estudio de la sangre requiere de su previa extracción del organismo, la cual se realizará a través de punción venosa, al igual que cualquier otra técnica debe realizarse en condiciones precisas, debido a que los resultados de los análisis sanguíneos depende en gran medida de la correcta obtención y manipulación del espécimen, de forma que una extracción deficiente puede ser la causa de resultados erróneos; la forma de extracción sanguínea más empleada en la práctica clínica y su procedimiento ha sido estandarizado por el National Committee for Clinical Laboratory Standards de EE.UU.²

El lugar de elección es la región venosa antecubital (vena mediana basilíca o mediana cefálica). El torniquete debe retirarse después de introducida la aguja en la vena, con el fin de evitar una concentración excesiva de las células sanguíneas en el lugar de la punción. Al transferir la sangre al tubo debe extraerse previamente la aguja de la jeringa y, una vez destapado el tubo, introducir la punta de la jeringa apoyándola sobre la pared interna del mismo, mediante una ligera presión sobre el embolo, dejar que la sangre resbale con suavidad al interior de la superficie interna, para evitar así la formación de espuma y hemolisis.²

Por su parte, la práctica de una extensión sanguínea es de gran importante en hematología, ya que muchas hemopatías se diagnostican con solo observar las características morfológicas de la célula circulante. La calidad de la extensión es

decisiva para poder apreciar la morfología eritrocitaria, y muy importante para llevar a cabo el recuento diferencial de leucocitos o fórmula leucocitaria.²

La extensión debe hacerse con la máxima rapidez y, de ser posible, antes de mezclar la sangre con el anticoagulante, sin embargo la imposibilidad logística de hacerlo así en prácticamente todos los casos obliga a llevarlas a cabo en el laboratorio a partir de sangre con anticoagulante. En este caso, las extensiones deben realizarse a partir de una muestra recogida con un anticoagulante apropiado y siempre dentro de las tres horas tras haber practicado la extracción sanguínea (temperatura ambiente). El anticoagulante de elección es la sal potásica del ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) a concentración de 3,5 micromol (1,5 a 2,2 mg).

El frotis de sangre periférica se llevará a cabo empleando la técnica manual con dos cubreobjetos. Sujetar el cubreobjetos por las esquinas adyacentes con los dedos pulgar e índice de cada mano. En el centro del cubreobjetos colocar aproximadamente 5 µl de sangre, posteriormente emplear un segundo cubreobjetos cruzado con respecto al primero de manera que los ángulos formen una estrella de ocho puntas. La sangre se extiende por acción capilar entre las dos superficies. Esperar de dos a cuatro segundos y separar los cubreobjetos mediante un movimiento deslizante paralelo.⁷

Dejar secar el extendido durante un mínimo de 30 min, en posición horizontal y a temperatura ambiente. El secado debe ser siempre espontáneo, es decir, sin aplicación de factores que aceleren el proceso tales como aire a presión o estufa desecada, ya que de lo contrario puede alterarse la morfología de los elementos mononucleados. Una vez secas, es preciso teñir las extensiones lo antes posible (antes de las 24 horas) porque el plasma presente en la muestra puede interferir en el proceso de tinción y producir un fondo excesivamente azul.²

Finalmente, el extendido será teñido con la tinción de Giemsa, la cual consiste en:

- (a) Previo a la coloración se debe tener listo el extendido de la muestra sobre una laminilla. Se recomienda que los extendidos sean finos y tengan 1 o 2 horas de secado antes de colorearlos.

- (a) Dentro de la cubeta de tinción, colocar los tapones de gomas que servirán como soporte a las laminillas donde se realizaron los frotis.
- (b) Colocar unas gotas de alcohol metílico al 100% (metanol) sobre el frotis y dejar actuar por 1 minuto, con el fin de fijar y deshidratar la muestra.
- (c) Descartar el metanol presente en la lámina y dejar secar al aire.
- (d) Una vez seco colocar con un gotero la solución final de tinción hasta cubrir la totalidad de la lámina. Dejar actuar por 2 minutos.
- (e) Escurrir el colorante y lavar el frotis con agua destilada o con solución buffer a 7,2.
- (f) Sobre un papel secante dejar secar las láminas al aire libre, dispuestas en forma vertical con ayuda de un soporte.
- (g) Una vez que la extensión esté bien seca, colocarla sobre una lámina portaobjeto, y entre ellas una gota de aceite de inmersión, posteriormente observar al microscopio.
- (h) Enfocar y ubicar un campo de la extensión en el que las células se vean separadas unas de otras, primero con el objetivo 10X y posteriormente con el objetivo 40X, hasta alcanzar el objetivo 100X.

www.bdigital.ula.ve

Luego se realizará la lectura e interpretación del frotis de sangre periférica, la cual se llevará a cabo siguiendo los lineamientos establecidos en la guía teórica sobre la descripción del frotis de sangre periférica y la cuadrícula que incorpora avances novedosos en la descripción del mismo, diseñada por el doctor Juan Carlos Yépez González (anexo 3). La cual establece lo siguiente:

- Toda célula debe ser llamada por su “nombre y apellido”.³³
- Es importantísimo siempre cotejar los resultados del frotis con los Índices Hematimétricos de Wintrobe: HCM, CHCM y VCM, ya que constituyen un excelente control de calidad de los resultados e incluso evalúa la veracidad de los resultados electrónicos.³³
- Para la correcta evaluación, es imprescindible la utilización del objetivo de 100X, ya que el mismo capta detalles minuciosos utilísimos y claves para la descripción óptima.³³

- Se describe en el siguiente orden: Eritrocitos, leucocitos y plaquetas. A los eritrocitos ordenadamente se les valora: El tamaño, forma, color, variaciones del color, inclusiones, normoblastemia y parasitemia. Para evaluar el tamaño recuerde iniciar desde un linfocito pequeño. Para estudiar el tamaño, forma, color, variaciones del color, cantidad plaquetaria, es necesario recorrer 10 campo consecutivos. Cada característica se cuantifica y se coloca en la tabla.³³

- Eritrocitos: respecto al tamaño, si el promedio de microcitos y macrocitos (cantidad) es normal el frotis es normocítico, por lo que el grado no se considera. Es decir, solo se describe como normocítico. El termino anisocitosis solo se emplea siempre y cuando los microcitos y/o macrocitos sean significativos (escaso, moderado, abundante). El termino anisocitosis va seguido por el grado luego la alteración (microcítico y/o macrocítico), con su respectiva cantidad (escasa, moderada, abundante). Respecto a la forma: Ante la ausencia de formas significativas (escaso, moderado, abundante), se omite el término poiquilocitosis.³³

- En la poiquilocitosis, solo se tienen en cuenta aquellas formas que sean significativas, tanto para la selección del grado como para la cantidad. Si una forma da dentro de la normalidad debe omitirse tanto para el cálculo del grado y mucho menos mencionarla en la descripción. El término poiquilocitosis va seguido por el grado luego por la forma alterada, con su respectiva cantidad (escasa, moderada, abundante).³³

- Respecto al color, si el promedio de hipocrómicos (cantidad) es normal el frotis es normocrómico, por lo que el grado no se considera. Es decir, solo se describe como normocrómico. El término hipocrómico sólo se emplea siempre y cuando la hipocromía sea significativa (escasa, moderada, abundante). El término va seguido por el grado luego con su respectiva cantidad (escasa, moderada, abundante). Normoblastemia: En caso de que existan normoblastos, el recuento diferencial permitirá obtener el porcentaje de normoblastos en función de 100 leucocitos. Si hay normoblastos recuerde hacer la corrección a la cuenta de leucocitos.³³

- Leucocitos, para describir la morfología leucocitaria alterada es necesario realizar simultáneamente el recuento diferencial el cual arrojará el porcentaje y que tipo leucocitos presentan alteraciones cualitativas, tales como: vacuolas, granulaciones

tóxicas, cuerpos de Döhle, linfocitos activados, neutrófilo hipersegmentado, Chédiak–Higashi, entre otros. En caso de que no se detecten alteraciones morfológicas de los leucocitos se reporta: Leucocitos morfológicamente normales, independientemente a su cantidad.³³

- Plaquetas, si las plaquetas no presentan alteraciones del tamaño, en el recorrido del frotis (anisocitosis: micro y macrotrombocitos), de la forma (poiquilocitosis), satelitismo y cúmulos: Se reportan morfológicamente normales y con su respectiva cantidad.³³

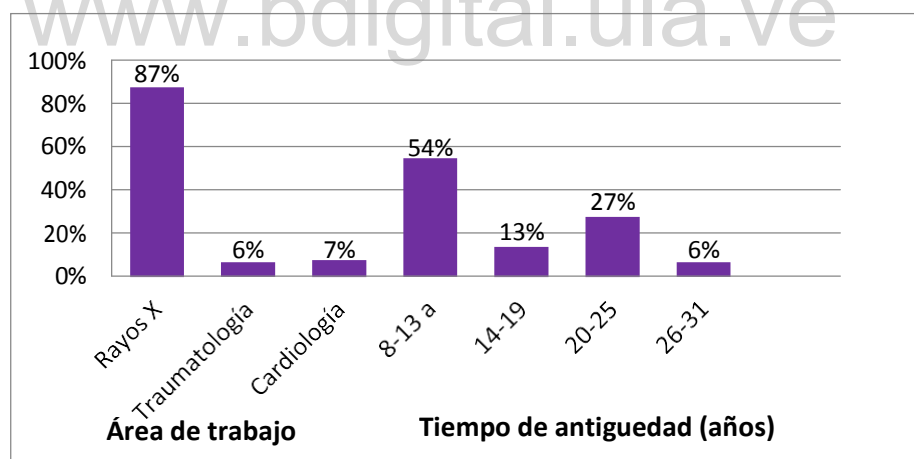
www.bdigital.ula.ve

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Tabla N°9 Distribución del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el Instituto Autónomo Hospital Universitario de los Andes, según el área de trabajo y el tiempo de antigüedad laboral. Mérida 2019.

| Área de trabajo | % | Tiempo de antigüedad laboral (años) | % |
|----------------------|------|-------------------------------------|------|
| Rayos X | 87 | 8-13 | 54 |
| Traumatología | 6 | 14-19 | 13 |
| Cardiología | 7 | 20-25 | 27 |
| Total | 100% | 26-31 | 6 |
| | | Total | 100% |

Gráfico N°1. Distribución del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el Instituto Autónomo Hospital Universitario de los Andes, según el área de trabajo y el tiempo de antigüedad laboral. Mérida 2019.



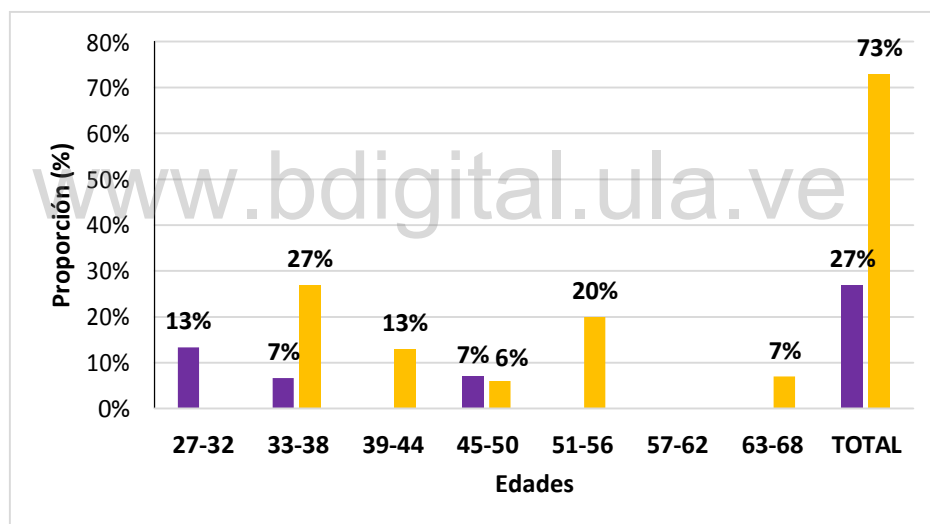
Fuente: datos obtenidos a partir de la encuesta aplicada a los trabajadores.

Del 100% de la población el 87% pertenece al área de Rayos X, 6% al área de traumatología y 7% al área de cardiología. Respecto al tiempo de antigüedad laboral 54% tiene entre 8 y 13 años de antigüedad, 13% de 14 a 19 años, 27% se ubican entre 20 a 25 años y el 6% restante entre 26 y 31 años.

Tabla N°10 Distribución del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el Instituto Autónomo Hospital Universitario de los Andes, según grupo etario y sexo. Mérida 2019.

| Edad (años) | 27-32 | 33-38 | 39-44 | 45-50 | 51-56 | 57-62 | 63-68 | Total |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Femenino % | 13 | 7 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | 27% |
| Masculino % | 0 | 27 | 13 | 6 | 20 | 0 | 7 | 73% |
| Total | 13% | 34% | 13% | 13% | 20% | 0% | 7% | 100% |

Gráfico N°2 Distribución del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el Instituto Autónomo Hospital Universitario de los Andes, según grupo etario y sexo. Mérida 2019.



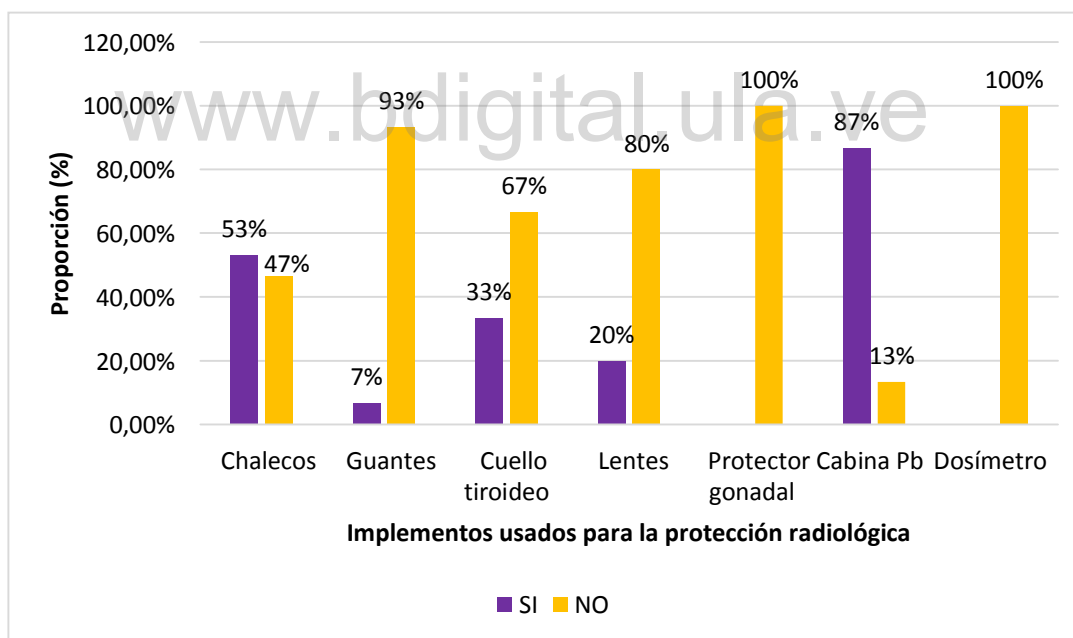
Fuente: datos obtenidos a partir de la encuesta aplicada a los trabajadores.

Se evidencia que existe un predominio del sexo masculino en un porcentaje del 73% frente al sexo femenino con un porcentaje del 27%, y respecto a la edad del personal el mayor porcentaje se encuentra comprendido entre las edades de 33 a 38 años, representado por un 34%.

Tabla N°11 Uso de protección radiológica, por el personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el Instituto Autónomo Hospital Universitario de los Andes. Mérida 2019.

| Protección radiobiológica | SI | NO | Total |
|----------------------------------|-----------|-----------|--------------|
| Chalecos | 53 | 47 | 100% |
| Guantes | 7 | 93 | 100% |
| Cuello tiroideo | 33 | 67 | 100% |
| Lentes | 20 | 80 | 100% |
| Protector gonádico | 0 | 100 | 100% |
| Cabina de plomo | 87 | 13 | 100% |
| Dosímetro | 0 | 100 | 100% |

Gráfico N°3 Uso de protección radiológica, por el personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el Instituto Autónomo Hospital Universitario de los Andes. Mérida 2019.



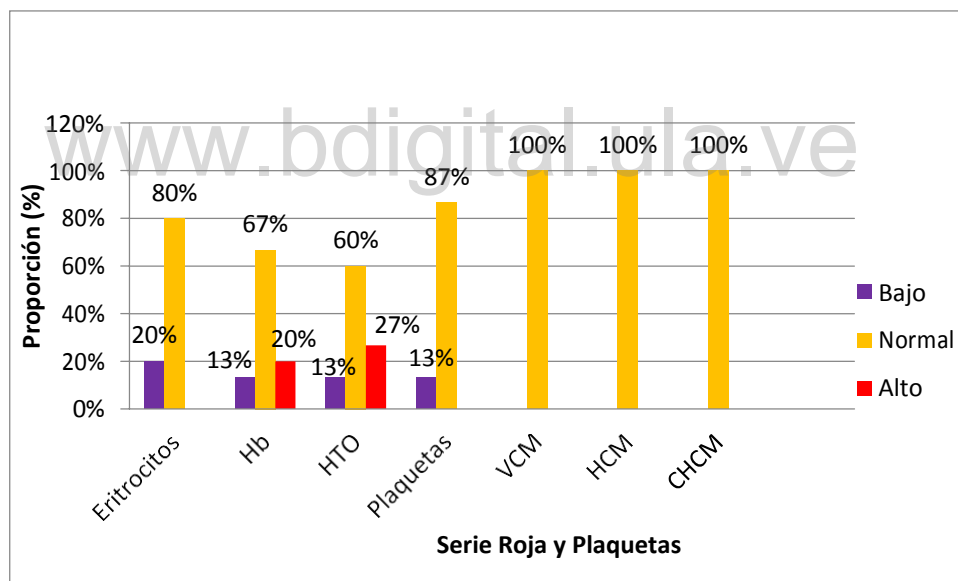
Fuente: datos obtenidos a partir de la encuesta aplicada a los trabajadores.

El personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes usa como protección radiológica la cabina Pb 87%, chalecos 53%, cuello tiroideo 33%, siendo en menor proporción el uso de lentes y guantes con un 20% y 7% respectivamente. Es importante resaltar que el 100% no utiliza protector gonadal ni tampoco dosímetro.

Tabla N°12 Valores del hemograma de la serie roja y plaquetas de personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el Instituto Autónomo Hospital Universitario de los Andes. Mérida 2019.

| Valores | Bajo | Normal | Alto | Total |
|--------------------|------|--------|------|-------|
| Eritrocitos | 20 | 80 | 0 | 100% |
| Hemoglobina | 13 | 67 | 20 | 100% |
| Hematocrito | 13 | 60 | 27 | 100% |
| Plaquetas | 13 | 87 | 0 | 100% |
| VCM | 0 | 100 | 0 | 100% |
| HCM | 0 | 100 | 0 | 100% |
| CHCM | 0 | 100 | 0 | 100% |

Gráfico N°4 Valores del hemograma de la serie roja y plaquetas de personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el Instituto Autónomo Hospital Universitario de los Andes. Mérida 2019.



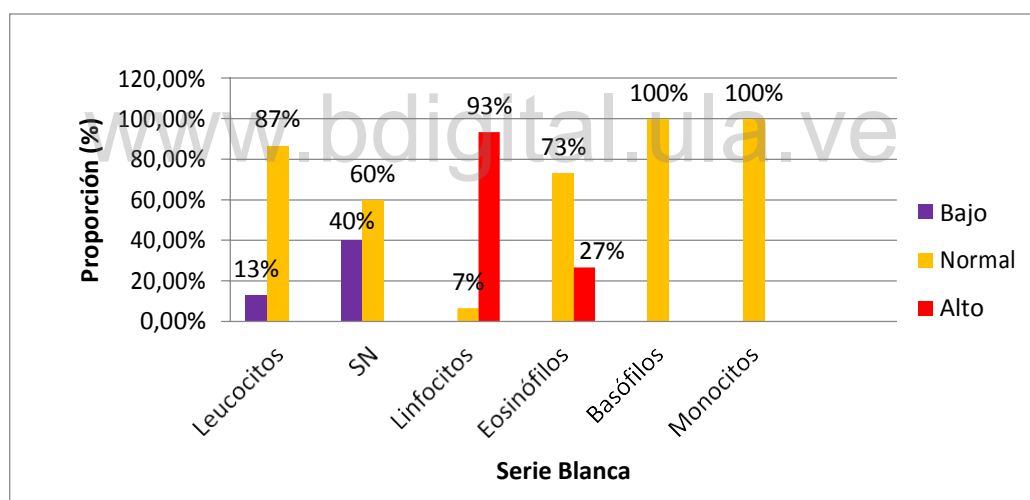
Fuente: datos obtenidos del resultado del hemograma realizado a los trabajadores.

El personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes presentó valores bajos en: en el recuento de eritrocitos 20%, hemoglobina 13%, hematocrito 13% y plaquetas 13%; por el contrario un % presentó valores altos de hemoglobina y hematocrito en un 20% y 27% respectivamente. Mientras que los índices eritrocitarios presentaron valores normales.

Tabla N°13 Valores del hemograma de la serie blanca del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el Instituto Autónomo Hospital Universitario de los Andes. Mérida 2019.

| Parámetros | Bajo | Normal | Alto | Total |
|------------------|------|--------|------|-------|
| Leucocitos | 13 | 87 | 0 | 100% |
| Seg. Neutrófilos | 40 | 60 | 0 | 100% |
| Linfocitos | 0 | 7 | 93 | 100% |
| Seg. Eosinófilo | 0 | 73 | 27 | 100% |
| Seg. Basófilo | 0 | 100 | 0 | 100% |
| Monocitos | 0 | 100 | 0 | 100% |

Gráfico N°5 Valores del hemograma de la serie blanca del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el Instituto Autónomo Hospital Universitario de los Andes. Mérida 2019.



Fuente: datos obtenidos del resultado del hemograma realizado a los trabajadores.

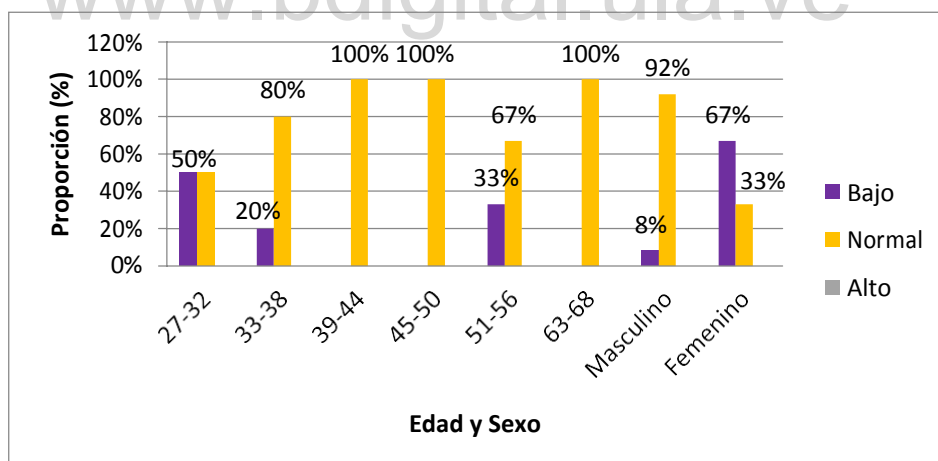
13% del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes presentó valores bajos en el recuento de leucocitos, mientras que, los segmentados neutrófilos arrojaron un 40% de valores bajos. Por otro parte, se presentaron valores altos respecto a los linfocitos en 93% y en 27% para los eosinófilos.

Relación de los valores del Hemograma con la edad y sexo

Tabla N°14 Relación de los valores del recuento de eritrocitos del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el Instituto Autónomo Hospital Universitario de los Andes, según la edad y sexo. Mérida 2019.

| Grupo etario | Recuento bajo | Recuento normal | Recuento alto | Total (%) |
|------------------|---------------|-----------------|---------------|-----------|
| 27-32 | 50 | 50 | 0 | 100% |
| 33-38 | 20 | 80 | 0 | 100% |
| 39-44 | 0 | 100 | 0 | 100% |
| 45-50 | 0 | 100 | 0 | 100% |
| 51-56 | 33 | 67 | 0 | 100% |
| 63-68 | 0 | 100 | 0 | 100% |
| Sexo | | | | |
| Masculino | 8 | 92 | 0 | 100% |
| Femenino | 67 | 33 | 0 | 100% |

Gráfico N°6 Relación de los valores del recuento de eritrocitos del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el Instituto Autónomo Hospital Universitario de los Andes, según la edad y sexo. Mérida 2019.



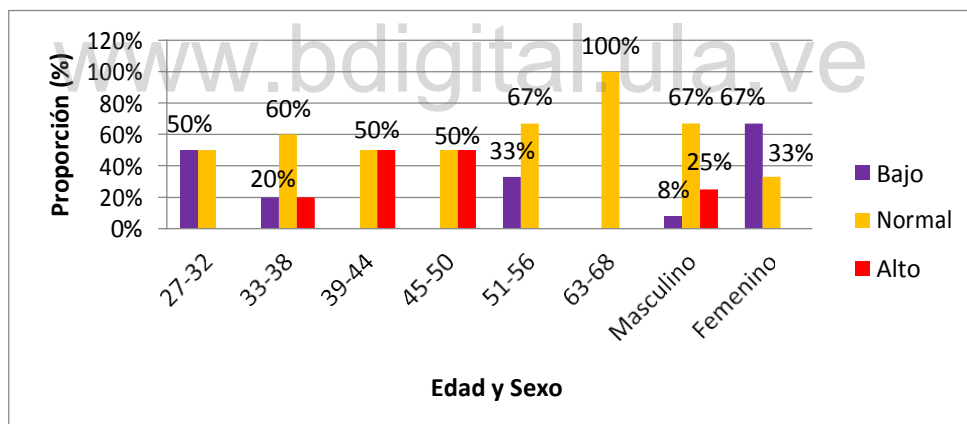
Fuente: datos obtenidos del resultado del hemograma y la encuesta aplicada a los trabajadores.

Se observó alteraciones en el recuento de eritrocitos respecto al rango referencial, presentándose mayor porcentaje de valores bajos entre las edades comprendidas de 27 a 32 años con un 50% y de 51 a 56 años con un 33%, con mayor predominio en el sexo femenino representado por el 67% de la población.

Tabla N°15 Relación de los valores de la determinación de Hemoglobina del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el IHULA, según la edad y sexo. Mérida 2019.

| Grupo etario | Valores bajos | Valores normales | Valores altos | Total (%) |
|------------------|---------------|------------------|---------------|-----------|
| 27-32 | 50 | 50 | 0 | 100% |
| 33-38 | 20 | 60 | 20 | 100% |
| 39-44 | 0 | 50 | 50 | 100% |
| 45-50 | 0 | 50 | 50 | 100% |
| 51-56 | 33 | 67 | 0 | 100% |
| 63-68 | 0 | 100 | 0 | 100% |
| Sexo | | | | |
| Masculino | 8 | 67 | 25 | 100% |
| Femenino | 67 | 33 | 0 | 100% |

Gráfico N°7 Relación de los valores de la determinación de Hemoglobina del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el Instituto Autónomo Hospital Universitario de los Andes, según la edad y sexo. Mérida 2019.



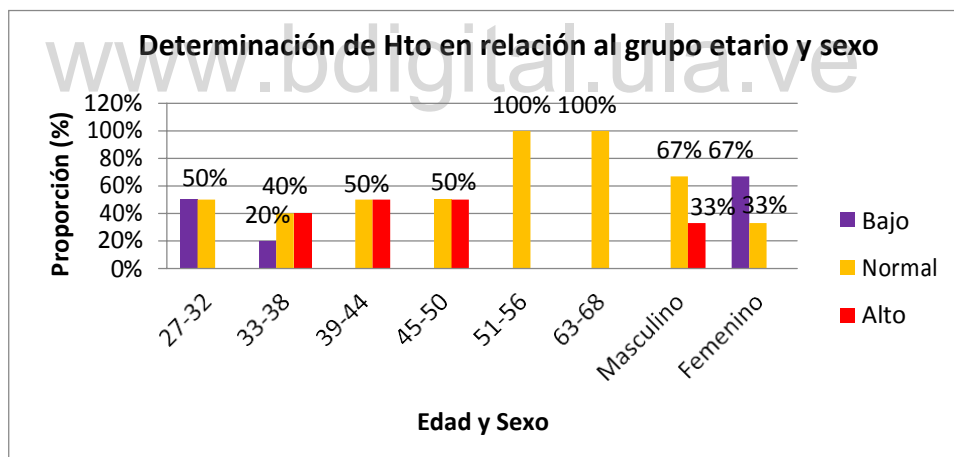
Fuente: datos obtenidos del resultado del hemograma y la encuesta aplicada a los trabajadores.

El personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, presentó alteraciones en la cuantificación de hemoglobina respecto al rango de referencia, reflejando mayor porcentaje de valores bajos entre las edades comprendidas de 27 a 32 años y 51 a 56 años, con mayor predominio en el sexo femenino con un 67%. Mientras que los valores altos arrojaron un 50% entre las edades comprendidas de 39 a 44 años y 45 a 50 años, con mayor predominio en el sexo masculino con el 25%.

Tabla N°16 Relación de los valores de la determinación de Hematocrito del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el IHULA, según la edad y sexo. Mérida 2019.

| Grupo etario | Valores bajos | Valores normales | Valores altos | Total (%) |
|--------------|---------------|------------------|---------------|-----------|
| 27-32 | 50 | 50 | 0 | 100% |
| 33-38 | 20 | 40 | 40 | 100% |
| 39-44 | 0 | 50 | 50 | 100% |
| 45-50 | 0 | 50 | 50 | 100% |
| 51-56 | 0 | 100 | 0 | 100% |
| 63-68 | 0 | 100 | 0 | 100% |
| Sexo | | | | |
| Masculino | 0 | 67 | 33 | 100% |
| Femenino | 67 | 33 | 0 | 100% |

Gráfico N°8 Relación de los valores de la determinación de Hematocrito del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el IHULA, según la edad y sexo. Mérida 2019.



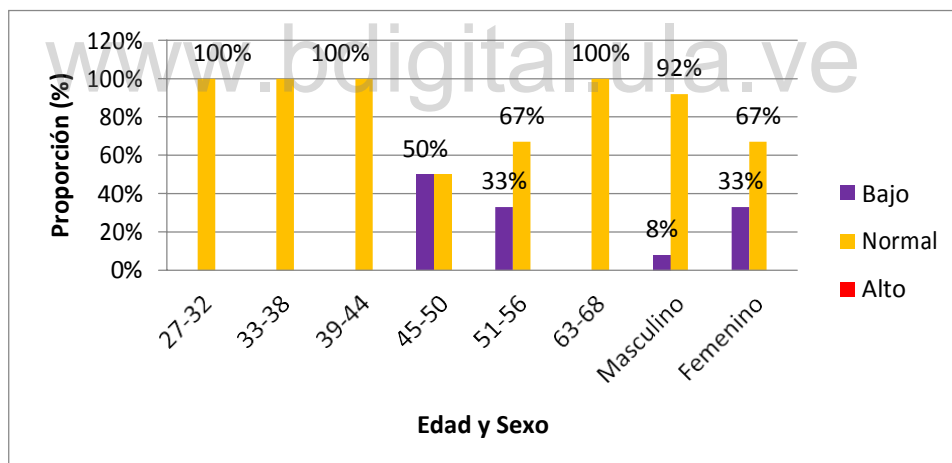
Fuente: datos obtenidos del resultado del hemograma y la encuesta aplicada a los trabajadores.

50% de la población perteneciente al rango de edades entre 27-32 años evidenció valores bajos, al igual que el 20% de la población de 33-38 años, con predominio en el sexo femenino en un 67%. Por el contrario se observó valores altos entre los rango de edades entre 33-50 años, representado por el sexo masculino en un 33%.

Tabla N°17 Relación de los valores de la determinación de Plaquetas del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el IHULA, según la edad y sexo. Mérida 2019.

| Grupo etario | Recuento bajo | Recuento normal | Recuento alto | Total (%) |
|------------------|---------------|-----------------|---------------|-----------|
| 27-32 | 0 | 100 | 0 | 100% |
| 33-38 | 0 | 100 | 0 | 100% |
| 39-44 | 0 | 100 | 0 | 100% |
| 45-50 | 50 | 50 | 0 | 100% |
| 51-56 | 33 | 67 | 0 | 100% |
| 63-68 | 0 | 100 | 0 | 100% |
| Sexo | | | | |
| Masculino | 8 | 92 | 0 | 100% |
| Femenino | 33 | 67 | 0 | 100% |

Gráfico N°9 Relación de los valores de la determinación de Plaquetas del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el Instituto Autónomo Hospital Universitario de los Andes, según la edad y sexo. Mérida 2019.



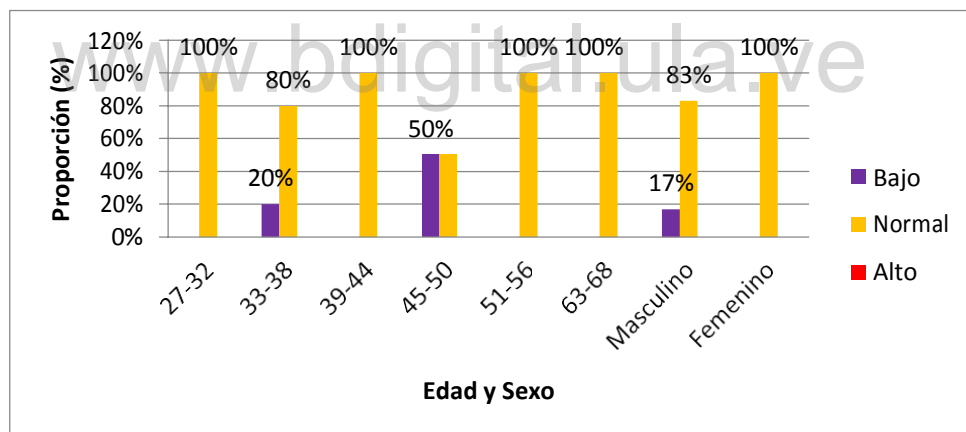
Fuente: datos obtenidos del resultado del hemograma y la encuesta aplicada a los trabajadores.

El personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, presentó alteraciones en la determinación de plaquetas respecto al rango referencial, arrojando mayor porcentaje de valores bajos entre las edades comprendidas de 45 a 50 años y 51 a 56 años, en un 50% y 33% respectivamente, con mayor predominio en el sexo femenino representado por el 33%.

Tabla N°18 Relación de los valores de la determinación de Leucocitos del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el Instituto Autónomo Hospital Universitario de los Andes, según la edad y sexo. Mérida 2019.

| Grupo etario | Recuento bajo | Recuento normal | Recuento alto | Total (%) |
|------------------|---------------|-----------------|---------------|-----------|
| 27-32 | 0 | 100 | 0 | 100% |
| 33-38 | 20 | 80 | 0 | 100% |
| 39-44 | 0 | 100 | 0 | 100% |
| 45-50 | 50 | 50 | 0 | 100% |
| 51-56 | 0 | 100 | 0 | 100% |
| 63-68 | 0 | 100 | 0 | 100% |
| Sexo | | | | |
| Masculino | 17 | 83 | 0 | 100% |
| Femenino | 0 | 100 | 0 | 100% |

Gráfico N°10 Relación de los valores de la determinación de Leucocitos del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el Instituto Autónomo Hospital Universitario de los Andes, según la edad y sexo. Mérida 2019.



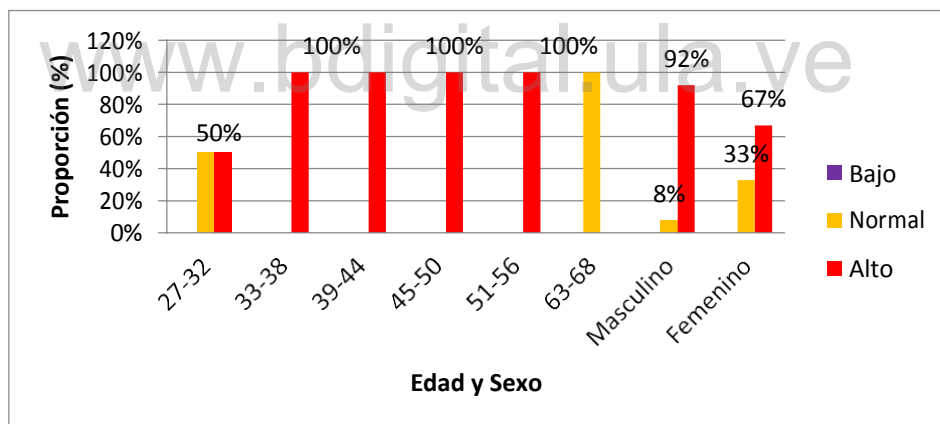
Fuente: datos obtenidos del resultado del hemograma y la encuesta aplicada a los trabajadores.

Se observó alteraciones en la determinación de leucocitos, arrojando valores bajos en un 50% para las edades comprendidas entre 45 a 50 años y un 20% entre 33 a 38 años, predominando el sexo masculino con un 17%.

Tabla N°19 Relación de los valores del recuento de Linfocitos del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el Instituto Autónomo Hospital Universitario de los Andes, según la edad y sexo. Mérida 2019.

| Grupo etario | Recuento bajo | Recuento normal | Recuento alto | Total (%) |
|--------------|---------------|-----------------|---------------|-----------|
| 27-32 | 0 | 50 | 50 | 100% |
| 33-38 | 0 | 0 | 100 | 100% |
| 39-44 | 0 | 0 | 100 | 100% |
| 45-50 | 0 | 0 | 100 | 100% |
| 51-56 | 0 | 0 | 100 | 100% |
| 63-68 | 0 | 100 | 0 | 100% |
| Sexo | | | | |
| Masculino | 0 | 8 | 92 | 100% |
| Femenino | 0 | 33 | 67 | 100% |

Gráfico N°11 Relación de los valores del recuento de Linfocitos del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el Instituto Autónomo Hospital Universitario de los Andes, según la edad y sexo. Mérida 2019.



Fuente: datos obtenidos del resultado del hemograma y la encuesta aplicada a los trabajadores.

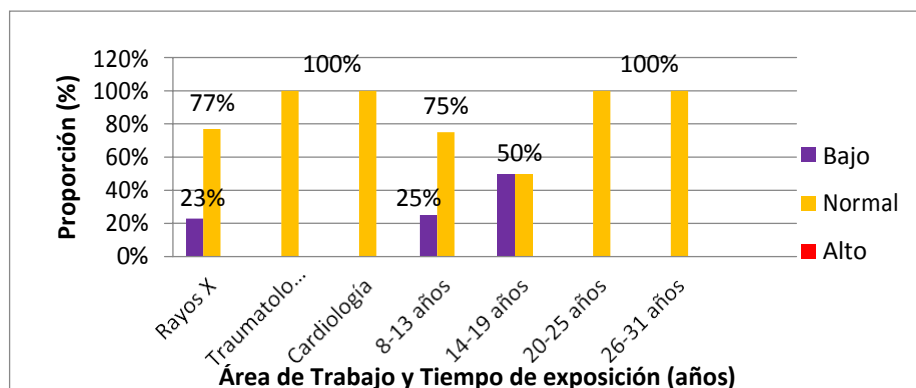
El personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, presentó alteraciones en la determinación de linfocitos respecto al rango referencial, reflejando 100% de valores altos entre las edades de 33 a 56 años.

Relación de los valores del hemograma con los factores externos: área de trabajo, tiempo de exposición y protección radiológica.

Tabla N°20 Relación de los valores del recuento de Eritrocitos del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el Instituto Autónomo Hospital Universitario de los Andes, según los factores externos. Mérida 2019.

| Área de trabajo | Recuento bajo | Recuento normal | Recuento alto | Total |
|------------------------------------|---------------|-----------------|---------------|-------|
| Rayos X | 23 | 77 | 0 | 100% |
| Traumatología | 0 | 100 | 0 | 100% |
| Cardiología | 0 | 100 | 0 | 100% |
| Tiempo de exposición (años) | | | | |
| 8-13 | 25 | 75 | 0 | 100% |
| 14-19 | 50 | 50 | 0 | 100% |
| 20-25 | 0 | 100 | 0 | 100% |
| 26-31 | 0 | 100 | 0 | 100% |

Gráfico N°12 Relación de los valores del recuento de Eritrocitos del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el Instituto Autónomo Hospital Universitario de los Andes, según los factores externos.



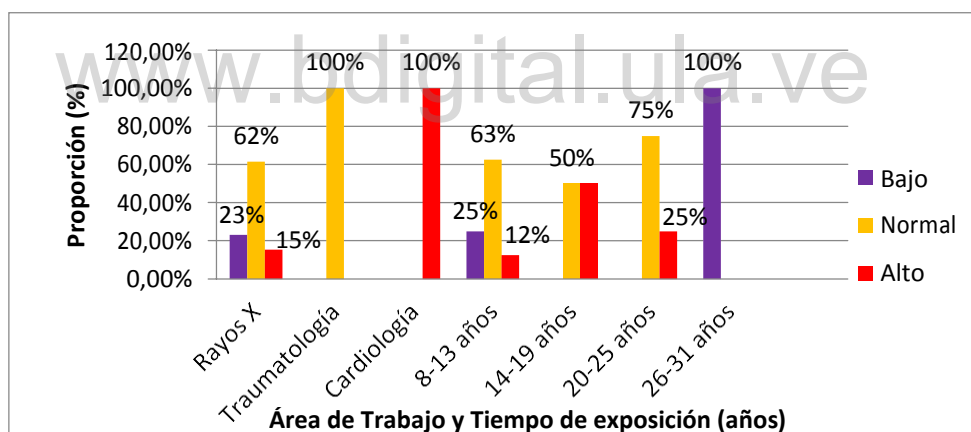
Fuente: datos obtenidos del resultado del hemograma y la encuesta aplicada a los trabajadores.

Se presentaron alteraciones con valores bajos de eritrocitos en el personal que trabaja en el área de Rayos X con un 23% y un 50% en el personal de salud que ha estado expuesto a las radiaciones ionizantes entre 14 a 19 años y un 25% entre 8 a 13 años.

Tabla N°21 Relación de los valores del recuento de Hemoglobina del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el Instituto Autónomo Hospital Universitario de los Andes, según los factores externos. Mérida 2019.

| Área de trabajo | Valor bajo | Valor normal | Valor alto | Total |
|------------------------------------|------------|--------------|------------|-------|
| Rayos X | 23 | 62 | 15 | 100% |
| Traumatología | 0 | 100 | 0 | 100% |
| Cardiología | 0 | 0 | 100 | 100% |
| Tiempo de exposición (años) | | | | |
| 8-13 | 25 | 63 | 12 | 100% |
| 14-19 | 0 | 50 | 50 | 100% |
| 20-25 | 0 | 75 | 25 | 100% |
| 26-31 | 100 | 0 | 0 | 100% |

Gráfico N°13 Relación de los valores del recuento de Hemoglobina del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el Instituto Autónomo Hospital Universitario de los Andes, según los factores externos. Mérida 2019.



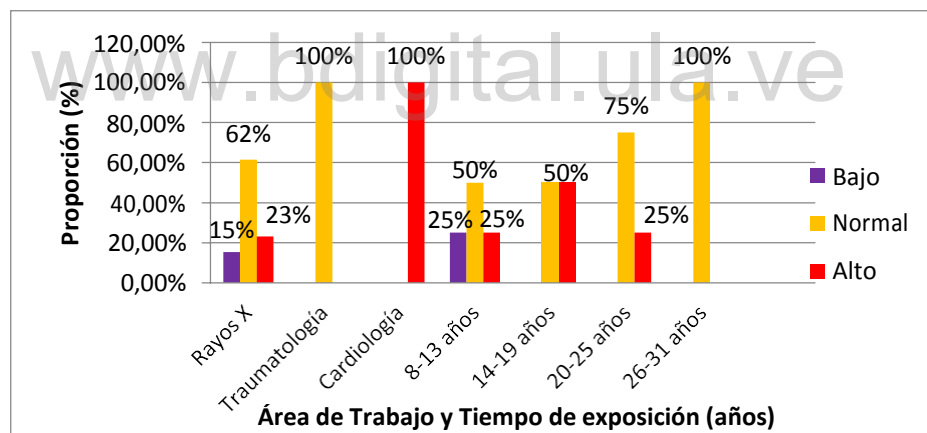
Fuente: datos obtenidos del resultado del hemograma y la encuesta aplicada a los trabajadores.

El 23% de los profesionales que trabajan en el área de Rayos X presentó valores bajos de hemoglobina; respecto al tiempo de exposición se observa valores bajos en el 25% del personal de salud que ha estado expuesto a las radiaciones ionizantes entre 8 a 13 años y el 100% entre 26 a 31 años. Presentando por el contrario valores altos un 15% del personal en el área de Rayos X, un 50% en el personal que ha estado expuesto entre 14 a 19 años, un 25% entre 20 a 25 años y un 12% entre 8 a 13 años.

Tabla N°22 Relación de los valores del recuento del Hematocrito del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el Instituto Autónomo Hospital Universitario de los Andes, según los factores externos. Mérida 2019.

| Área de trabajo | Valor bajo | Valor normal | Valor alto | Total |
|------------------------------------|------------|--------------|------------|-------|
| Rayos X | 15 | 62 | 23 | 100% |
| Traumatología | 0 | 100 | 0 | 100% |
| Cardiología | 0 | 0 | 100 | 100% |
| Tiempo de exposición (años) | | | | |
| 8-13 | 25 | 50 | 25 | 100% |
| 14-19 | 0 | 50 | 50 | 100% |
| 20-25 | 0 | 75 | 25 | 100% |
| 26-31 | 0 | 100 | 0 | 100% |

Gráfico N°14 Relación de los valores del recuento del Hematocrito del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el Instituto Autónomo Hospital Universitario de los Andes, según los factores externos. Mérida 2019.



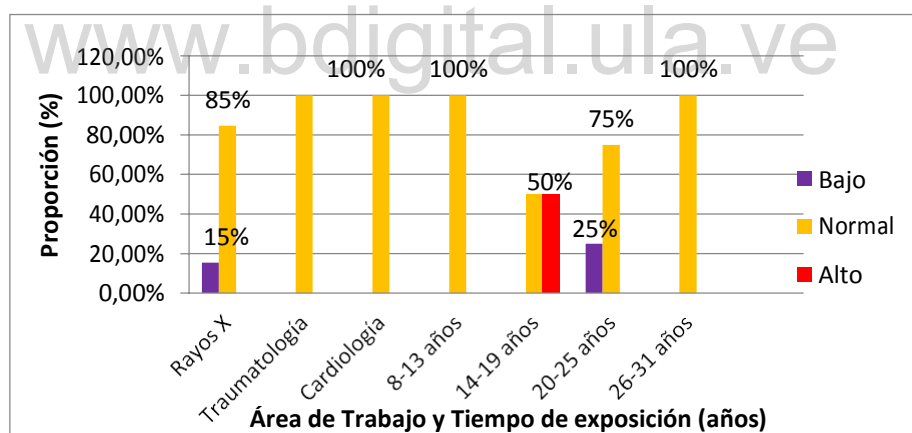
Fuente: datos obtenidos del resultado del hemograma y la encuesta aplicada a los trabajadores.

Se presentó valores bajos de hematocrito en el personal que trabaja en el área de Rayos X con un 15%, y un 25% en el personal de salud que ha estado expuesto a las radiaciones ionizantes entre 8 a 13 años, 50% entre 14 a 19 años, y un 25% entre 20 a 25 años de exposición. De igual manera se presentaron valores altos, arrojando el 23% del personal en el área de Rayos X, 50% en el personal que ha estado expuesto entre 14 a 19 años, un 25% entre 20 a 25 años de exposición al igual entre 8-13 años.

Tabla N°23 Relación de los valores del recuento de Plaquetas del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el Instituto Autónomo Hospital Universitario de los Andes, según los factores externos. Mérida 2019.

| Área de trabajo | Valor bajo | Valor normal | Valor alto | Total |
|------------------------------------|------------|--------------|------------|-------|
| Rayos X | 15 | 85 | 0 | 100% |
| Traumatología | 0 | 100 | 0 | 100% |
| Cardiología | 0 | 100 | 0 | 100% |
| Tiempo de exposición (años) | | | | |
| 8-13 | 0 | 100 | 0 | 100% |
| 14-19 | 0 | 50 | 50 | 100% |
| 20-25 | 25 | 75 | 0 | 100% |
| 26-31 | 0 | 100 | 0 | 100% |

Gráfico N°15 Relación de los valores del recuento de Plaquetas del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el Instituto Autónomo Hospital Universitario de los Andes, según los factores externos. Mérida 2019.



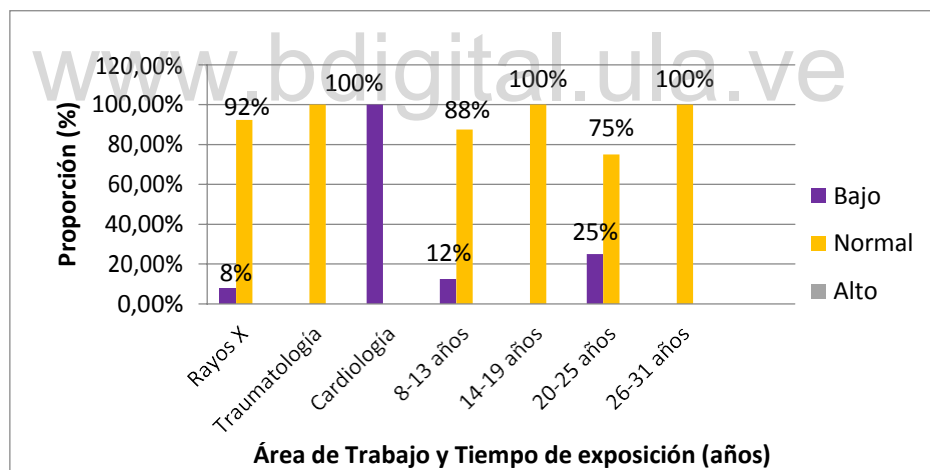
Fuente: datos obtenidos del resultado del hemograma y la encuesta aplicada a los trabajadores.

Se evidencian alteraciones en base a recuento de plaquetas, 15% del personal que labora en el área de Rayos X presentó valores bajos de plaquetas, al igual que un 25% del personal de salud que ha estado expuesto a las radiaciones ionizantes entre 20 a 25 años. Por el contrario 50% del personal que ha estado expuesto entre 14 a 19 años, arrojó valores altos en el recuento de plaquetas.

Tabla N°24 Relación de los valores del recuento de Leucocitos del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el Instituto Autónomo Hospital Universitario de los Andes, según los factores externos. Mérida 2019.

| Área de trabajo | Recuento bajo | Recuento normal | Recuento alto | Total |
|------------------------------------|---------------|-----------------|---------------|-------|
| Rayos X | 8 | 92 | 0 | 100% |
| Traumatología | 0 | 100 | 0 | 100% |
| Cardiología | 100 | 0 | 100 | 100% |
| Tiempo de exposición (años) | | | | |
| 8-13 | 12 | 88 | 0 | 100% |
| 14-19 | 0 | 0 | 100 | 100% |
| 20-25 | 25 | 75 | 0 | 100% |
| 26-31 | 0 | 100 | 0 | 100% |

Gráfico N°16 Relación de los valores del recuento de Leucocitos del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el Instituto Autónomo Hospital Universitario de los Andes, según los factores externos. Mérida 2019.



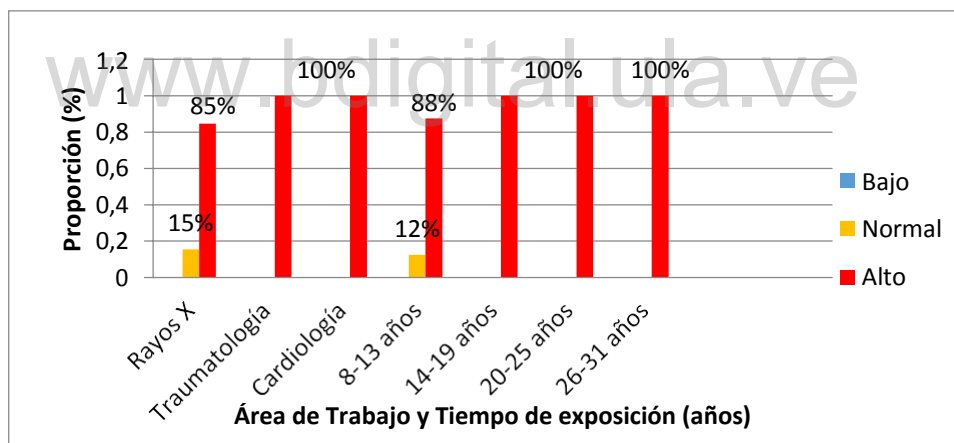
Fuente: datos obtenidos del resultado del hemograma y la encuesta aplicada a los trabajadores.

Del personal que labora en el área de Rayos X 8% presentó valores bajos en el recuento de Leucocitos y un 100% en el área de cardiología. En relación a los años de exposición los resultados arrojaron valores bajos en un 25% del personal de salud que ha estado expuesto a las radiaciones ionizantes entre 20 a 25 años y un 12% entre 8 a 13 años de exposición.

Tabla N°25 Relación de los valores del recuento de Linfocitos del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el Instituto Autónomo Hospital Universitario de los Andes, según los factores externos. Mérida 2019.

| Área de trabajo | Valor bajo | Valor normal | Valor alto | Total |
|------------------------------------|------------|--------------|------------|-------|
| Rayos X | 0 | 15 | 85 | 100% |
| Traumatología | 0 | 0 | 100 | 100% |
| Cardiología | 0 | 0 | 100 | 100% |
| Tiempo de exposición (años) | | | | |
| 8-13 | 0 | 12 | 88 | 100% |
| 14-19 | 0 | 0 | 100 | 100% |
| 20-25 | 0 | 0 | 100 | 100% |
| 26-31 | 0 | 0 | 100 | 100% |

Gráfico N°17 Relación de los valores del recuento de Linfocitos del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el Instituto Autónomo Hospital Universitario de los Andes, según los factores externos. Mérida 2019.



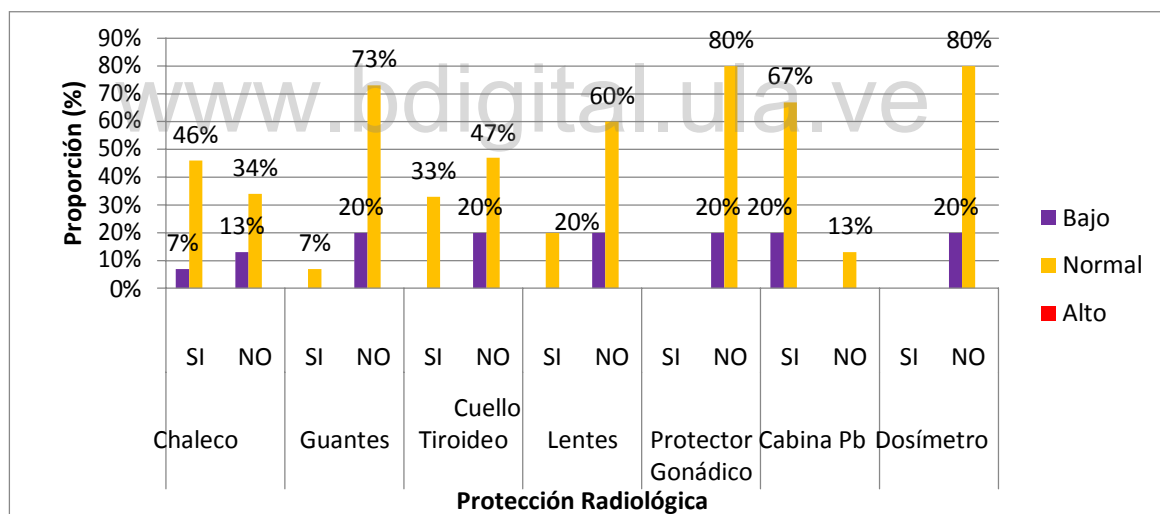
Fuente: datos obtenidos del resultado del hemograma y la encuesta aplicada a los trabajadores.

En el personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, se presentaron alteraciones con valores altos de linfocitos para quienes trabajan tanto en el área de Rayos X con un 85%, como en el área de traumatología y cardiología predominando con 100%. En cuanto al tiempo de exposición también se encontró alteraciones con valores altos predominando con el 100% entre 14 a 31 años de exposición y un 88% entre 8 a 13 años.

Tabla N°26 Relación de los valores del recuento de Eritrocitos del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el Instituto Autónomo Hospital Universitario de los Andes, según los factores externos. Mérida 2019.

| Protección radiológica | Chaleco | | Guantes | | Cuello tiroideo | | Lentes | | Protector gonádico | | Cabina Pb | | Dosímetro | |
|------------------------|---------|----|---------|----|-----------------|----|--------|----|--------------------|-----|-----------|----|-----------|-----|
| | Si | No | Si | No | Si | No | Si | No | Si | No | Si | No | Si | No |
| Bajo | 7 | 13 | 0 | 20 | 0 | 20 | 0 | 20 | 0 | 20 | 20 | 0 | 0 | 20 |
| Normal | 46 | 34 | 7 | 73 | 33 | 47 | 20 | 60 | 0 | 80 | 67 | 13 | 0 | 80 |
| Alto | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total | 53 | 47 | 7 | 93 | 33 | 67 | 20 | 80 | 0 | 100 | 87 | 13 | 0 | 100 |
| | 100% | | 100% | | 100% | | 100% | | 100% | | 100% | | 100% | |

Gráfico N°18 Relación de los valores del recuento de Eritrocitos del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el Instituto Autónomo Hospital Universitario de los Andes, según los factores externos. Mérida 2019.



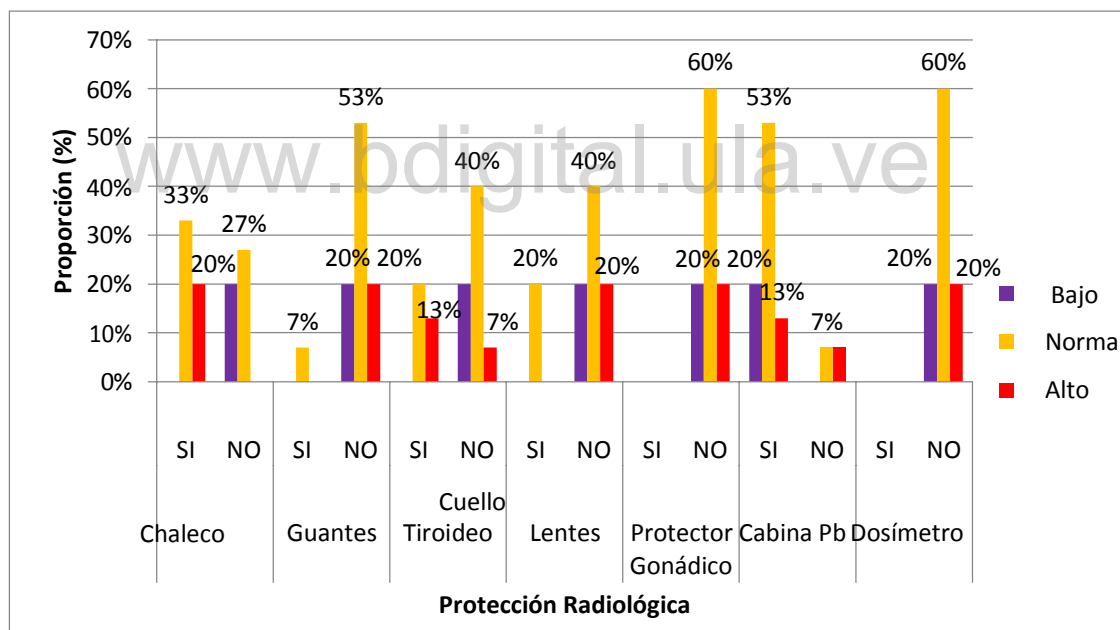
Fuente: datos obtenidos del resultado del hemograma y la encuesta aplicada a los trabajadores.

Se evidencia mayor predominio de valores bajos en el recuento de eritrocitos en aquellos trabajadores que no utilizan las medidas de protección radiológica.

Tabla N°27 Relación de los valores del recuento de Hemoglobina del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el Instituto Autónomo Hospital Universitario de los Andes, según los factores externos. Mérida 2019.

| Protección radiológica | Chaleco | | Guantes | | Cuello tiroideo | | Lentes | | Protector gonádico | | Cabina Pb | | Dosímetro | |
|------------------------|---------|----|---------|----|-----------------|----|--------|----|--------------------|-----|-----------|----|-----------|-----|
| | Si | No | Si | No | Si | No | Si | No | Si | No | Si | No | Si | No |
| Bajo | 0 | 20 | 0 | 20 | 0 | 20 | 0 | 20 | 0 | 20 | 20 | 0 | 0 | 20 |
| Normal | 33 | 27 | 7 | 53 | 20 | 40 | 20 | 40 | 0 | 60 | 53 | 7 | 0 | 60 |
| Alto | 20 | 0 | 0 | 20 | 13 | 7 | 0 | 20 | 0 | 20 | 13 | 7 | 0 | 20 |
| Total | 53 | 47 | 7 | 93 | 33 | 67 | 20 | 80 | 0 | 100 | 86 | 14 | 0 | 100 |
| | 100% | | 100% | | 100% | | 100% | | 100% | | 100% | | 100% | |

Gráfico N°19 Relación de los valores del recuento de Hemoglobina del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el Instituto Autónomo Hospital Universitario de los Andes, según los factores externos. Mérida 2019.



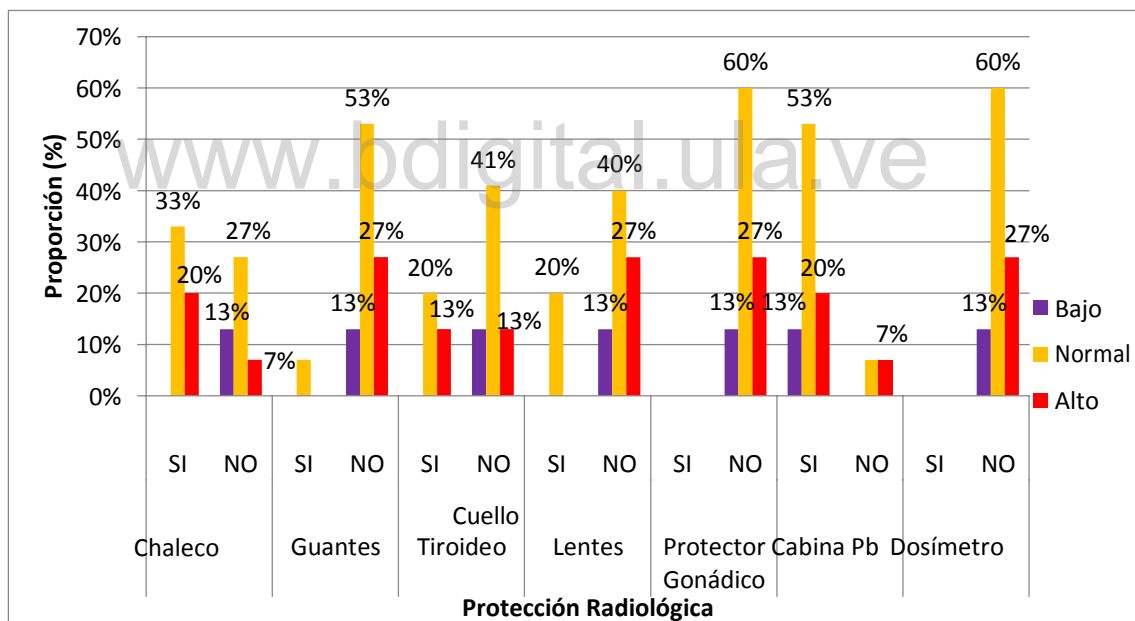
Fuente: datos obtenidos del resultado del hemograma y la encuesta aplicada a los trabajadores.

Se evidencia mayor predominio de valores bajos en el recuento de hemoglobina en aquellos trabajadores que no utilizan las medidas de protección radiológica.

Tabla N°28 Relación de los valores del recuento de Hematocrito del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el Instituto Autónomo Hospital Universitario de los Andes, según los factores externos. Mérida 2019.

| Protección radiológica | Chaleco | | Guantes | | Cuello tiroideo | | Lentes | | Protector gonádico | | Cabina Pb | | Dosímetro | |
|------------------------|---------|----|---------|----|-----------------|----|--------|----|--------------------|-----|-----------|----|-----------|-----|
| | Si | No | Si | No | Si | No | Si | No | Si | No | Si | No | Si | No |
| Bajo | 0 | 13 | 0 | 13 | 0 | 13 | 0 | 13 | 0 | 13 | 13 | 0 | 0 | 13 |
| Normal | 33 | 27 | 7 | 53 | 20 | 41 | 20 | 40 | 0 | 60 | 53 | 7 | 0 | 60 |
| Alto | 20 | 7 | 0 | 27 | 13 | 13 | 0 | 27 | 0 | 27 | 20 | 7 | 0 | 27 |
| Total | 53 | 47 | 7 | 93 | 33 | 67 | 20 | 80 | 0 | 100 | 86 | 14 | 0 | 100 |
| | 100% | | 100% | | 100% | | 100% | | 100% | | 100% | | 100% | |

Gráfico N°20 Relación de los valores del recuento de Hematocrito del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el Instituto Autónomo Hospital Universitario de los Andes, según los factores externos. Mérida 2019.



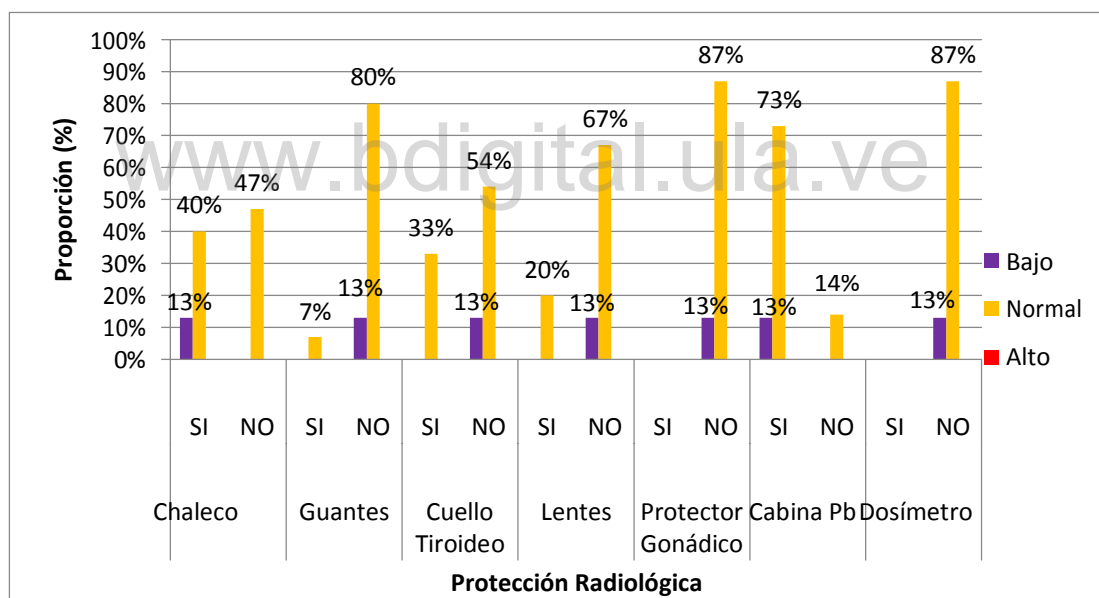
Fuente: datos obtenidos del resultado del hemograma y la encuesta aplicada a los trabajadores.

Se evidencia mayor predominio de valores bajos en el recuento de hematocrito en aquellos trabajadores que no utilizan las medidas de protección radiológica.

Tabla N°29 Relación de los valores del recuento de Plaquetas del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el Instituto Autónomo Hospital Universitario de los Andes, según los factores externos. Mérida 2019.

| Protección radiológica | Chaleco | | Guantes | | Cuello tiroideo | | Lentes | | Protector gonádico | | Cabina Pb | | Dosímetro | |
|------------------------|---------|----|---------|----|-----------------|----|--------|----|--------------------|-----|-----------|----|-----------|-----|
| | Si | No | Si | No | Si | No | Si | No | Si | No | Si | No | Si | No |
| Bajo | 13 | 0 | 0 | 13 | 0 | 13 | 0 | 13 | 0 | 13 | 13 | 0 | 0 | 13 |
| Normal | 40 | 47 | 7 | 80 | 33 | 54 | 20 | 67 | 0 | 87 | 73 | 14 | 0 | 87 |
| Alto | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total | 53 | 47 | 7 | 93 | 33 | 67 | 20 | 80 | 0 | 100 | 86 | 14 | 0 | 100 |
| | 100% | | 100% | | 100% | | 100% | | 100% | | 100% | | 100% | |

Gráfico N°21 Relación de los valores del recuento de Plaquetas del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el Instituto Autónomo Hospital Universitario de los Andes, según los factores externos. Mérida 2019.



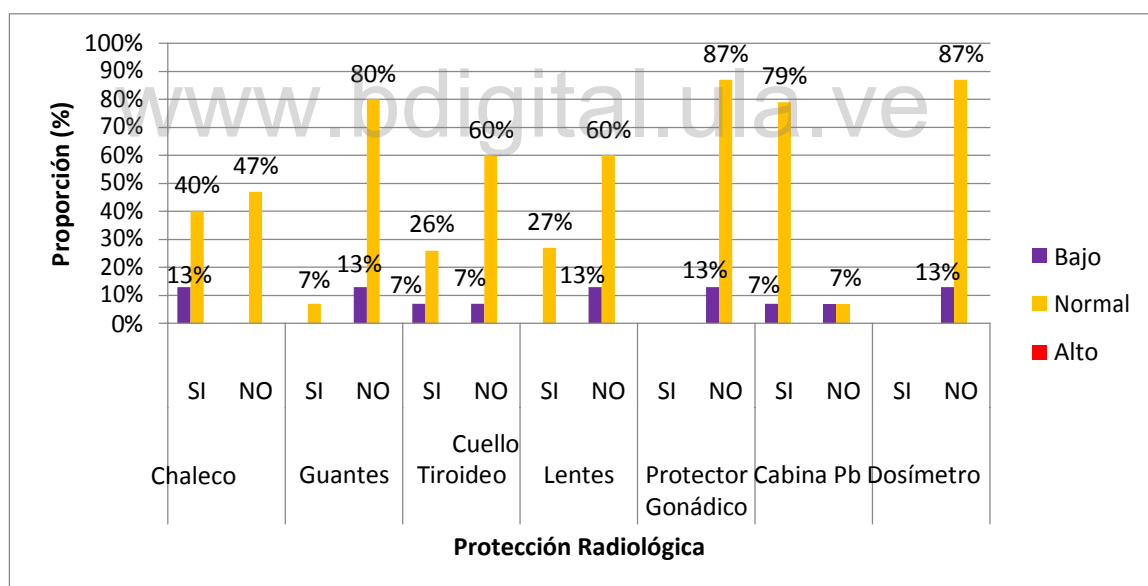
Fuente: datos obtenidos del resultado del hemograma y la encuesta aplicada a los trabajadores.

Se evidencia mayor predominio de valores bajos en el recuento de plaquetas en aquellos trabajadores que no utilizan las medidas de protección radiológica.

Tabla N°30 Relación de los valores del recuento de Leucocitos del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el Instituto Autónomo Hospital Universitario de los Andes, según los factores externos. Mérida 2019.

| Protección radiológica | Chaleco | | Guantes | | Cuello tiroideo | | Lentes | | Protector gonádico | | Cabina Pb | | Dosímetro | |
|------------------------|---------|----|---------|----|-----------------|----|--------|----|--------------------|-----|-----------|----|-----------|-----|
| | Si | No | Si | No | Si | No | Si | No | Si | No | Si | No | Si | No |
| Bajo | 13 | 0 | 0 | 13 | 7 | 7 | 0 | 13 | 0 | 13 | 7 | 7 | 0 | 13 |
| Normal | 40 | 47 | 7 | 80 | 26 | 60 | 27 | 60 | 0 | 87 | 79 | 7 | 0 | 87 |
| Alto | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total | 53 | 47 | 7 | 93 | 33 | 67 | 27 | 73 | 0 | 100 | 86 | 14 | 0 | 100 |
| | 100% | | 100% | | 100% | | 100% | | 100% | | 100% | | 100% | |

Gráfico N°22 Relación de los valores del recuento de Leucocitos del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el Instituto Autónomo Hospital Universitario de los Andes, según los factores externos. Mérida 2019.



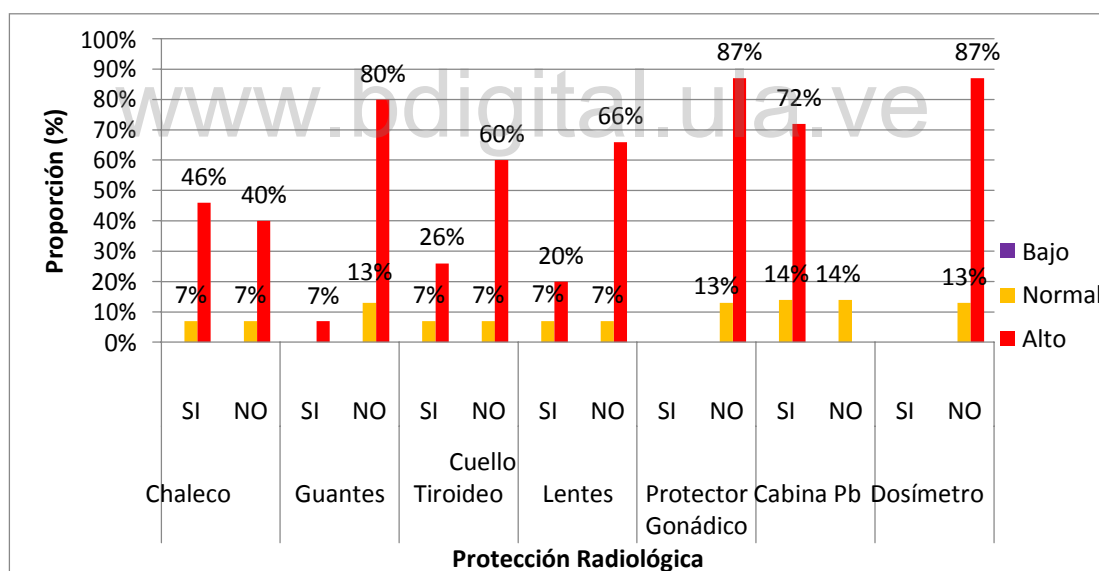
Fuente: datos obtenidos del resultado del hemograma y la encuesta aplicada a los trabajadores.

Se presentó un pequeño porcentaje de valores bajos en el recuento de leucocitos tanto en el personal que utiliza algunas medidas de protección radiológicas, así como en aquellas que no las emplean.

Tabla N°31 Relación de los valores del recuento de Linfocitos del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el Instituto Autónomo Hospital Universitario de los Andes, según los factores externos. Mérida 2019.

| Protección radiológica | Chaleco | | Guantes | | Cuello tiroideo | | Lentes | | Protector gonádico | | Cabina Pb | | Dosímetro | |
|------------------------|---------|----|---------|----|-----------------|----|--------|----|--------------------|-----|-----------|----|-----------|-----|
| | Si | No | Si | No | Si | No | Si | No | Si | No | Si | No | Si | No |
| Bajo | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Normal | 7 | 7 | 0 | 13 | 7 | 7 | 7 | 7 | 0 | 13 | 14 | 0 | 0 | 13 |
| Alto | 46 | 40 | 7 | 80 | 26 | 60 | 20 | 66 | 0 | 87 | 72 | 14 | 0 | 87 |
| Total | 53 | 47 | 7 | 93 | 33 | 67 | 27 | 73 | 0 | 100 | 86 | 14 | 0 | 100 |
| | 100% | | 100% | | 100% | | 100% | | 100% | | 100% | | 100% | |

Gráfico N°23 Relación de los valores del recuento de Linfocitos del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el Instituto Autónomo Hospital Universitario de los Andes, según los factores externos. Mérida 2019.



Fuente: datos obtenidos del resultado del hemograma y la encuesta aplicada a los trabajadores.

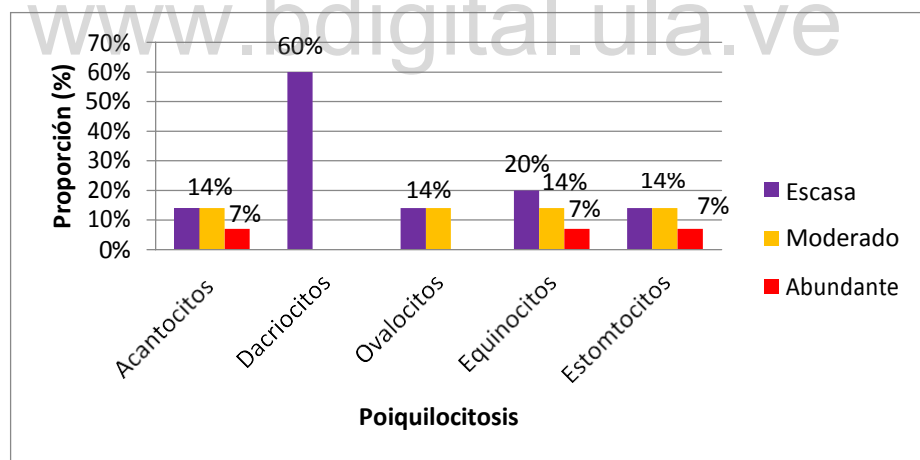
En el personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, se presentaron alteraciones con valores altos de linfocitos, tanto para el personal que usa las medidas de protección, como para aquellos que no las utilizan.

Lectura del Frotis

Tabla N°32 Alteraciones morfológicas de los Glóbulos Rojos del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el Instituto Autónomo Hospital Universitario de los Andes. Mérida 2019.

| | Poiquilocitosis | | | Total |
|---------------|-----------------|--------------|---------------|-------|
| | Escasa (%) | Moderada (%) | Abundante (%) | |
| Acantocitos | 14 | 14 | 7 | 35% |
| Dacriocitos | 60 | 0 | 0 | 60% |
| Ovalocitos | 14 | 14 | 7 | 35% |
| Equinocitos | 20 | 14 | 7 | 41% |
| Estomatocitos | 14 | 14 | 7 | 35% |

Gráfico N°24 Alteraciones morfológicas de los Glóbulos rojos del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el Instituto Autónomo Hospital Universitario de los Andes. Mérida 2019.



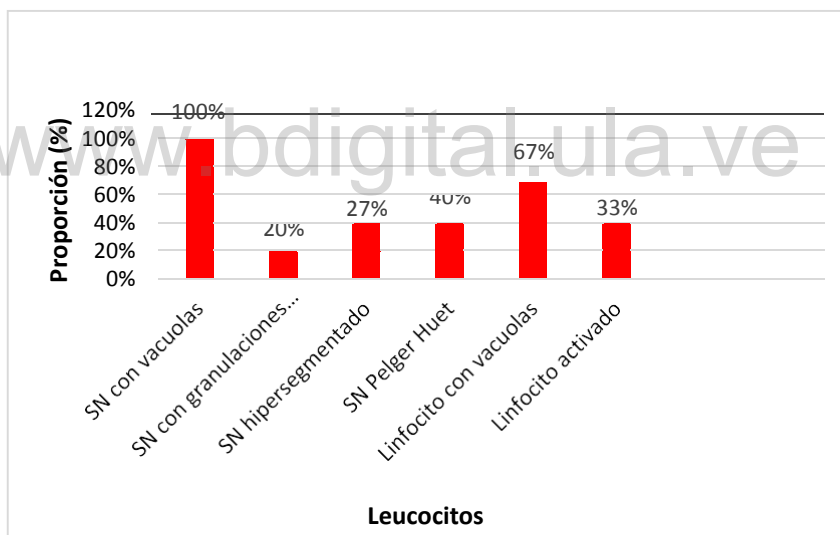
Fuente: datos obtenidos de la lectura del frotis de sangre periférica realizado a los trabajadores.

En la lectura del frotis de sangre periférica del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, se observó alteraciones morfológicas de los hematíes, 60% presentó Dacriocitos en escasa cantidad, 41% Equinocitos con predominio de intensidad escasa; y 35% tanto para Acantocitos, Ovalocitos y Estomatocitos con predominio de intensidad moderada.

Tabla N°33 Alteraciones morfológicas de los Glóbulos Blancos del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el Instituto Autónomo Hospital Universitario de los Andes. Mérida 2019.

| Alteraciones morfológicas de los Glóbulos Blancos | |
|---|-----------|
| Glóbulos Blancos | Total (%) |
| Segmentados Neutrófilos con vacuolas | 100 |
| Segmentados Neutrófilos con granulaciones tóxicas | 20 |
| Segmentados Neutrófilos hipersegmentado | 27 |
| Segmentados Neutrófilos Pelger Huet | 40 |
| Linfocito con vacuolas | 67 |
| Linfocito Activado | 33 |

Gráfico N°25 Alteraciones morfológicas de los Glóbulos Blancos del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el Instituto Autónomo Hospital Universitario de los Andes. Mérida 2019.



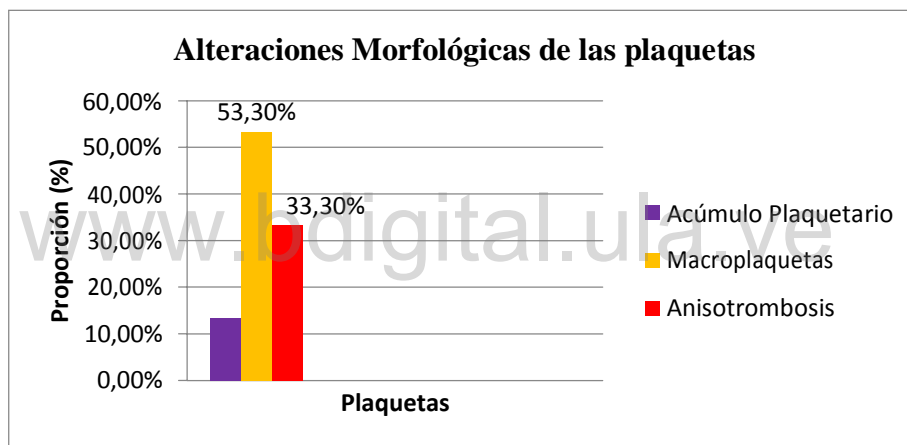
Fuente: datos obtenidos de la lectura del frotis de sangre periférica realizado a los trabajadores.

Se observaron alteraciones morfológicas de los leucocitos, 100% del personal expuesto a radiaciones ionizantes presentaron segmentados neutrófilos con vacuolas, 20% con granulaciones tóxicas, 27% hipersegmentado y 40% con Pelger Huet. Se observó además, alteraciones en los Linfocitos, predominando linfocitos con vacuolas en un 67% de los trabajadores y 33% de linfocitos activados.

Tabla N°34 Alteraciones morfológicas de las plaquetas del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el Instituto Autónomo Hospital Universitario de los Andes. Mérida 2019.

| Plaquetas | Porcentaje (%) |
|---------------------|----------------|
| Acúmulo plaquetario | 13,4 |
| Macroplaquetas | 53,3 |
| Anisotrombosis | 33,3 |
| Total | 100 |

Gráfico N°26 Alteraciones morfológicas de las plaquetas del personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en el Instituto Autónomo Hospital Universitario de los Andes. Mérida 2019.



Fuente: datos obtenidos de la lectura del frotis de sangre periférica realizado a los trabajadores.

100% de la población objeto de estudio presentó alteraciones morfológicas de las plaquetas, con predominio de Macroplaquetas en un 53,3%, Anisotrombosis 33,3% y acúmulos plaquetarios 13,4%.

DISCUSIONES

El mayor porcentaje de la población en estudio pertenece al área de rayos X, con predominio de 8 a 13 años de exposición laboral y del sexo masculino.

Gran parte del personal expuesto a radiaciones ionizantes, solo utiliza como medida de protección radiológica la cabina de plomo.

En el presente estudio se observó disminución de los eritrocitos (20%), hemoglobina (13%) y hematocrito (13%). La relación con el tiempo de exposición solo se considera importante para el caso de la hemoglobina, donde se evidencia que a mayor tiempo de exposición mayor porcentaje de valores bajos. Predominando dichas alteraciones en el sexo femenino y en la población que labora en el área de rayos X. Reportándose por el contrario un total de índices hematimétricos normales. El mismo fenómeno fue reportado en el estudio realizado por Chávez (2011) titulado “Variaciones del hemograma en el personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes”.

De acuerdo al hemograma 13% de la población presentó trombocitopenia y leucopenia, con predominio del 40% de Neutrofilia; observándose una correlación negativa en función de la edad, los años de exposición y el escaso uso de protección radiológica. Con mayor porcentaje de trombocitopenia en el sexo femenino y de leucopenia en el sexo masculino, del personal que labora en el área de rayos X. De la misma manera Fernández (2012) reportó prevalencia de leucopenia en el 7.37% de la población en estudio, con más casos a partir de los 10 años de exposición.

A diferencia del trabajo publicado por Chávez (2011) en el cual se evidencia un alto porcentaje de linfocitopenia, en nuestra investigación el 93% de la población presentó linfocitosis, lo cual no guarda relación con los trabajos previos revisados. Dicho fenómeno pudiera explicarse por el ambiente intrahospitalario al cual se encuentra sometido el personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes.

De acuerdo a la lectura del frotis de sangre periférica un alto porcentaje de la población presentó poiquilocitosis moderada, observándose Dacriocitos, Equinocitos, Acantocitos, Ovalocitos y Estomatocitos con predominio de intensidad escasa a

moderada, por lo que existe una alta probabilidad de que dichos cambios morfológicos guarden relación con la exposición a radiaciones ionizantes. Por su parte el 100% de la población presentó alteraciones morfológicas de las plaquetas: macroplaquetas, anisotrombosis y acúmulos plaquetarios; con predominio de macroplaquetas, lo cual podría indicar presencia de plaquetas inmaduras en sangre periférica.

También fueron observadas alteraciones en la morfología de los leucocitos, siendo los segmentados neutrófilos los más afectados, se observaron segmentados neutrófilos con vacuolas, granulaciones tóxicas, hipersegmentados y con Pelger Huet. En relación a los linfocitos se observó: linfocitos con vacuolas y activados. Las células presentaron como patrón común vacuolas intracitoplasmáticas

Una limitante de esta investigación fue la carencia de dosímetros por parte de los trabajadores, por lo tanto no se pudo determinar la cantidad de dosis recibida y si la dosis recibida se encontraba dentro de los límites permisibles; así como también la poca operatividad del departamento de radiología, debido a la falta de insumos, lo que se traduce a una escasa exposición laboral.

Por último vale la pena mencionar que aunque no se encontraron resultados estadísticamente significativos, existió tendencia a la disminución de las cifras de eritrocitos, hemoglobina, plaquetas y leucocitos, por lo que deben implementarse medidas de seguridad a favor de los trabajadores y mantenerlos en vigilancia clínica periódica para detectar oportunamente citopenias relacionadas con la exposición a radiaciones ionizantes.

CONCLUSIONES

Todos los trabajadores manifestaron estar conscientes de los peligros de radiación ionizante a la cual estaban expuestos y el posible daño corporal de este agente físico, sin embargo, el 100% de los trabajadores expuestos no cumplían con todas las normas de protección radiológica.

El 100% del personal expuesto no utilizaban dosímetros ni protector gonádico, y en promedio un 60% no hacía uso de protección radiológica: chalecos, guantes, cuello tiroideo, lentes y cabina de plomo.

No existe un sistema de vigilancia radiológica en el Instituto autónomo hospital universitario de los Andes.

Las principales alteraciones respecto al hemograma fueron: disminución de las cifras de eritrocitos, hemoglobina, plaquetas y leucocitos. Mientras que, en relación al frotis de sangre periférica se determinó que todas las líneas celulares: hematíes, leucocitos y plaquetas pueden verse alteradas morfológicamente por la incidencia de radiación ionizante. Sin embargo no hay antecedentes de este fenómeno, debido a que en ninguno de los trabajos previos revisados se realizó frotis de sangre periférica a la población en estudio.

RECOMENDACIONES

Implementar cursos de protección radiológica en el personal ocupacionalmente expuestos. Así como también el uso de dosímetros como forma de control y monitoreo.

Velar por el cumplimiento de las normativas de protección radiológica emitidas por COVENIN.

Garantizar las medidas básicas de protección radiológica (guantes, lentes, protectores gonadales, cuellos tiroideos).

Llama la atención que a pesar de que en nuestro país existe un gran número de personas expuestas a radiaciones ionizantes, el proceso de vigilancia médica específica se queda en lineamientos generales al indicar que los trabajadores expuestos deben realizarse controles médicos apropiados, sin que se especifique a que se refiere con el término apropiado, por lo que basándonos en nuestra investigación y los trabajos previos revisados, se recomienda realizar los siguientes exámenes: hemograma, frotis de sangre periférica, T3, T4 y TSH, como exámenes pre ocupacionales, para el personal del área de radiología.

La necesidad de las evaluaciones iniciales es para conocer el estado de salud de un trabajador que permita en el futuro establecer una relación causa efecto, y la detección de trabajadores especialmente susceptibles que requieran de una vigilancia médica estricta.

Igualmente se recomienda que todos los trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes, tomen conciencia a no exponerse a más de 8 horas diarias, con el fin de minimizar la radiación recibida.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Nader A, Vázquez A. Efectos biológicos de las radiaciones ionizantes. Disponible en:
http://www.um.edu.uy/docs/revistabiomedicina_nov_dic%202009/bio_efectosbiologicos.pdf
2. Vives J, Aguilar J. Manual de técnicas de laboratorio en hematología. Tercera Edición. Barcelona (España): Elsevier Masson; 2006.
3. Fernández M. Prevalencia de leucopenia en trabajadores expuestos a Radiaciones ionizantes, atendidos en el laboratorio clínico de la subdirección provincial de Riesgos del trabajo del IEES de pichincha. Quito (Ecuador):2012.
4. Chávez V. Variaciones del hemograma en personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes, en los hospitales de tercer nivel, sucre 2011. Sucre (Bolivia): Ecorfan; 2014.
5. Munar C, Rios Y. Análisis del programa de vigilancia epidemiológica de trabajadores con exposición a radiaciones ionizantes en una IPS de Colombia. [Sitio en internet]. Disponible en: <http://repository.urosario.edu.co/handle/10336/2272>
6. Muñoz J. Fundamentos y técnicas de análisis hematológicos y citológicos. Barcelona (España): Masson; 2005.
7. Rodak Bernadette. Hematología Fundamentos y Aplicaciones Clínicas. Segunda Edición. Buenos Aires (Argentina): Editorial Médica Panamericana; 2007.
8. Grinspan Salomón. El estudio del frotis de sangre periférica. [Sitio en internet].disponible en: <http://www.bvs.hn/RMH/pdf/1985/pdf/Vol53-4-1985-5.pdf>
9. Romero Hildebrando. Pruebas de laboratorio, interpretación clínica. Primera edición. Mérida (Venezuela): Universidad de Los Andes Consejo de Publicaciones; 2015.
10. Piera Josep. Radiobiología. [Sitio en internet]. Disponible en: <http://www.luciabotin.com/publicaciones/radiobiologia.pdf>

11. Robert N, Cherry Jr. Radiaciones Ionizantes. [Sitio en internet]. Disponible en: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/48.pdf>
12. Alegre N. Radiobiología [sitio en internet]. Disponible en: [http://www-rayos.medicina.uma.es/rmf/radiobiología/revista/Numeros/RB1\(2001\)9-11.pdf](http://www-rayos.medicina.uma.es/rmf/radiobiología/revista/Numeros/RB1(2001)9-11.pdf)
13. Tomasina F, Laborde A, Spontón F, Blanco D y Pintado C. Vigilancia de la exposición a radiaciones ionizantes en personal universitario de la salud. [Sitio en internet]. Disponible en: http://bvs.sld.cu/revistas/spu/vol_36_01_10/spu12110.htm
Consultado: 17 de noviembre de 2015.
14. ICRP. Recomendaciones de La Comisión Internacional de Protección Radiológica. [Sitio en internet]. Disponible en: http://www.icrp.org/docs/P103_Spanish.pdf
15. Lope, V. Ocupación, exposición laboral a Radiaciones Ionizantes, campos magnéticos, agentes químicos e incidencia de cáncer de toroides en Suecia. [Sitio en internet]. Disponible en: <http://dspace.uah.es/dspace/bitstream/handle/10017/1373/Tesis%20doct.%20V.Lope.pdf?sequence=1>
16. Salud C. Protocolos de Vigilancia Sanitaria específica, radiaciones ionizantes. [Sitio en internet]. Disponible en: http://iaprl.asturias.es/export/sites/default/es/instituto/salud_laboral/pdf/protocolos/Radiaciones.pdf
17. Almudena Gallegos. Riesgos derivados de la exposición a dosis bajas de radiación ionizante. [Sitio en internet]. Disponible en: http://sanidadambiental.com/wp-content/uploads/xix_jornada/5_Real.pdf
18. Núñez Margarita. Efectos biológicos de las radiaciones ionizantes, dosimetría. [Sitio en internet]. Disponible en: http://www.alasbimn.net/comites/tecnologos/material/Efectos_biologicos_de_las_radiaciones.pdf
19. Mukherjee, J, Mircheva, J. Los efectos radiobiológicos de las radiaciones de bajo nivel y riesgo de cáncer. [Sitio en internet]. Disponible

en:http://www.iaea.org/Publications/Magazines/Bulletin/Bull332/Spanish/33205883235_es.pdf

20. Ruíz Hugo. Anemia Aplásica, hematología. [Sitio en internet]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/35450340/ANEMIAAPLSICA-1>
21. Pascual A. y Gadea E. Radiaciones ionizantes: normas de protección. [Sitio en internet]. Disponible en: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp_614.pdf
22. Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 5.453 Extraordinario. Caracas, Marzo, 24, 2000.
23. Ley Orgánica del Trabajo (1997). Gaceta Oficial de la República de Venezuela No. 5.152 (Extraordinaria), Junio, 19, 1997.
24. Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo (2005). Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 38.236. Caracas, Julio, 26, 2005.
25. Norma Venezolana COVENIN 3496:1999. Protección Radiológica. Medidas de Seguridad para la protección contra radiaciones Ionizantes y las fuentes de radiación.
26. Strettan J. Radiaciones ionizantes. Primera edición. Madrid: Alhambra; 1967.
27. Cueva R. Vigilancia médica en trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes. [Sitio en internet]. Disponible en: <http://repositorio.usfq.edu.s/bitstream/23000/160/1/91215.pdf>
28. Hernández R, Fernández C, Baptista P. Metodología de la investigación. Quinta edición. México (DF): Mc Graw Hill; 2010.
29. Hurtado J. Metodología de la Investigación, guía para la comprensión olística de la ciencia. Cuarta edición. Bogotá-Caracas: Quirón; 2012
30. Arias F. El proyecto de investigación. 5ta edición. Caracas: Episteme; 2006.
31. Rodríguez Francisco. Blog de laboratorio clínico y biomédico. Tinción de Giemsa. [Sitio en internet]. Disponible en: <https://www.franrzmn.com/tincion-de-giemsa/>

32. Terry Nelson y Mendoza Carlos. Importancia del estudio del frotis de sangre periférica en ancianos. [Sitio en internet]. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/ms/v15n3/ms12315.pdf>
33. Yépez G. Juan C. Guía teórica sobre la descripción del frotis de sangre periférica. Mérida, Venezuela, 2013.

www.bdigital.ula.ve

ANEXOS



CONSENTIMIENTO INFORMADO



Yo _____, acepto participar voluntariamente en el trabajo de investigación: **HEMOGRAMA Y FROTIS DE SANGRE PERIFÉRICA EN EL PERSONAL DE SALUD EXPUESTOS A RADIACIONES IONIZANTES**, realizado por las estudiantes Lueidy Gómez y Génesis Salas; el cual será presentado como trabajo especial de grado de tesis para optar al Título de Licenciada en Bioanálisis de la Universidad de los Andes. Los objetivos del estudio son: Determinar los efectos de las radiaciones ionizantes en el personal de salud ocupacionalmente expuesto y su relación con edad, sexo, tiempo de exposición y antigüedad laboral; identificar las medidas de protección y control radiológico que posee el personal; evaluar si existen alteraciones hematológicas y morfológicas.

Declaro que he leído y comprendido las condiciones de mi participación en este estudio. He tenido la oportunidad de hacer preguntas y éstas han sido respondidas. No tengo dudas al respecto.

Participante

Investigador

Investigador

Anexo N° 1. Consentimiento informado entregado a los participantes de la investigación. Lueidy Gómez y Génesis Salas



Encuesta



Fecha: _____

Nombre y apellido: _____

Edad: _____

Sexo: _____

Ocupación: _____

Horas diarias de exposición a las radiaciones ionizantes: _____

Antigüedad laboral: _____

| Uso de radio protectores | SI | NO |
|---|-----|-----|
| Chalecos | () | () |
| Guantes | () | () |
| Cuellos | () | () |
| Lentes | () | () |
| Protectores Gonádicos | () | () |
| ¿Siempre al tomar las placas está detrás de la mampara? | () | () |
| ¿Usa dosímetro? | () | () |
| Siempre () | | |
| Pocas veces () | | |
| ¿Cuál es la dosis promedio recibida? _____ | () | () |
| ¿Se realiza exámenes hematológicos debido a la exposición por radiaciones ionizantes? | () | () |
| Respecto a la pregunta anterior indique con qué frecuencia: _____ | | |
| ¿Se cumplen normativas legales de protección en el ambiente físico de trabajo? | () | () |
| En las pruebas de control por exposición a radiaciones ionizantes, ¿Ha presentado alteraciones del hemograma? | () | () |

| | SI | NO |
|---|-----|-----|
| ¿Fuma? | () | () |
| Presenta algún tipo de patología crónica: | () | () |
| Diabetes | () | () |
| Alergias | () | () |
| Cáncer | () | () |
| Hipertensión Arterial | () | () |
| Cardiopatías | () | () |
| Otros: _____ | () | () |
| ¿Actualmente recibe algún tipo de tratamiento médico? | () | () |
| ¿Cuáles?: _____ | | |

Valores del Hemograma

Hemoglobina: _____ Leucocitos: _____
Eritrocitos: _____ Plaquetas: _____
Hto: _____ Linfocitos: _____
VCM: _____ Segmentados neutrófilos: _____
HCM: _____ Segmentados eosinófilos: _____
CHCM: _____ Segmentados Basófilos: _____
Monocitos: _____

Frotis de sangre periférica:

Anexo N° 2. Encuesta aplicada a los participantes de la investigación. Lueidy Gómez y Génesis Salas

| Cuadrícula inédita que incorpora avances novedosos en la descripción del frotis de sangre periférica | | | | | | | | | | | |
|---|---------------------------------------|---|---|-------------------|---|---|---|------------|---|----|------------|
| Estudio del tamaño | | | | | | | | | | | |
| Campo | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Promedio |
| | Coloque el número observado por campo | | | | | | | | | | |
| Microcitos | | | | | | | | | | | |
| Macrocitos | | | | | | | | | | | |
| Grado | Coloque una X por campo | | | | | | | | | | Predominio |
| Leve | | | | | | | | | | | |
| Moderado | | | | | | | | | | | |
| Acentuado | | | | | | | | | | | |
| Estudio de la forma | | | | | | | | | | | |
| Forma vista | Coloque el número observado por campo | | | | | | | | | | Promedio |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Estudio del color | | | | | | | | | | | |
| | Coloque el número observado por campo | | | | | | | | | | Promedio |
| Hipocromía | | | | | | | | | | | |
| Grado | Coloque una X por campo | | | | | | | | | | Predominio |
| Leve | | | | | | | | | | | |
| Moderado | | | | | | | | | | | |
| Acentuado | | | | | | | | | | | |
| Variaciones del color: | | | | | | | | | | | |
| Inclusiones: | | | | Normoblastemia: % | | | | Parásitos: | | | |
| Morfología de los leucocitos: | | | | | | | | | | | |
| ___% de linfocitos activados ___% de SN con granulaciones tóxicas ___% de SN con vacuolas | | | | | | | | | | | |
| ___% de _____ % de _____ % de _____ | | | | | | | | | | | |
| Otros: % | | | | | | | | | | | |
| Plaquetas | | | | | | | | | | | |
| Morfología | Coloque el número observado por campo | | | | | | | | | | Promedio |
| Cantidad | | | | | | | | | | | |
| Prof. Juan Carlos Yépez González | | | | | | | | | | | |

| Valores de referencia del tamaño | | | | |
|---|--|--|----------|-----------|
| Normocítico | El tamaño del eritrocito es de aproximadamente el núcleo de un linfocito pequeño | | | |
| Cantidad | | | | |
| | Normocítico | Significativo (Anisocitosis) | | |
| | Normal | Escaso | Moderado | Abundante |
| Microcitos | 0-2,6 | 2,7-7,8 | 7,9-15 | >15 |
| Macroцитos (*) | 0-2,6 | 2,7-7,8 | 7,9-15 | >15 |
| Grado | | | | |
| Leve | Un tamaño distinto al normal de: Microcito o macrocito | | | |
| Moderada | Dos o tres tamaño distinto al normal de: Microcito(s) y/o macrocito (s) | | | |
| Acentuada | Cuatro o más tamaño distinto al normal de: Microcito(s) y/o macrocito (s). | | | |
| Valores de referencia para la poiquilocitosis | | | | |
| Si todas las formas están dentro de lo normal se omite el término poiquilocitosis. | | Formas significativas (Poiquilocitosis) | | |
| Forma | Normal | Escasas | Moderada | Abundante |
| Esferocitos | 0 | 0,1-5,9 | 6-15 | >15 |
| Acantocitos | 0 | 0,1-5,9 | 6-15 | >15 |
| Drepanocitos | 0 | 0,1-5,9 | 6-15 | >15 |
| Rouleaux | 0 | 0,1-5,9 | 6-15 | >15 |
| Dacriocitos | 0-1,9 | 2-5,9 | 6-15 | >15 |
| Dianocitos | 0-1,9 | 2-5,9 | 6-15 | >15 |
| Esquistocitos | 0-1,9 | 2-5,9 | 6-15 | >15 |
| Ovalocitos | 0-1,9 | 2-5,9 | 6-15 | >15 |
| Eliptocitos | 0-1,9 | 2-5,9 | 6-15 | >15 |
| Equinocitos | 0-1,9 | 2-5,9 | 6-15 | >15 |
| Estomatocitos | 0-1,9 | 2-5,9 | 6-15 | >15 |
| Grado | | | | |
| Leve | Una forma significativa. | | | |
| Moderada | Dos o tres formas significativas. | | | |
| Acentuada | Cuatro o más formas significativas. | | | |
| Valores de referencia del color | | | | |
| Cantidad (se refiere a su globalidad) | | | | |
| | Normocrómico | Significativo (hipocromía) | | |
| | Normal | Escaso | Moderado | Abundante |
| | 0-5,5 | 5,6-15,6 | 15,7-30 | >30 |

Anexo N° 3. Cuadrícula para la descripción de frotis de sangre periférica. Yépez Juan