



**FACULTAD DE MEDICINA HUMANA
Y CIENCIAS DE LA SALUD**

**ESCUELA PROFESIONAL DE
TECNOLOGÍA MÉDICA**

**ÁREA DE LABORATORIO CLÍNICO
Y ANATOMÍA PATOLÓGICA**

**“CORRELACIÓN ENTRE EL HEMOGLOBINOMETRO PORTÁTIL
Y ANALIZADOR HEMATOLÓGICO AUTOMATIZADO EN LA
DETERMINACIÓN DE LA HEMOGLOBINA, HOSPITAL
NACIONAL RAMIRO PRIALE PRIALE ESSALUD HUANCAYO -
2017”.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE LICENCIADO
TECNÓLOGO MÉDICO EN EL ÁREA DE LABORATORIO
CLÍNICO Y ANATOMÍA PATOLÓGICA**

SOLIS CAMARENA, LINDA ROSABEL

ASESOR:

MG. T.M. SILVANA MUNAYCO CORONADO

Lima, Perú

2017

HOJA DE APROBACIÓN

SOLIS CAMARENA LINDA ROSABEL

**“CORRELACIÓN ENTRE EL HEMOGLOBINOMETRO PORTATIL Y
ANALIZADOR HEMATOLOGICO AUTOMATIZADO EN LA DETERMINACION
DE LA HEMOGLOBINA, HOSPITAL NACIONAL RAMIRO PRIALE PRIALE
ESSALUD HUANCAYO - 2017”**

Esta tesis fue evaluada y aprobada para la obtención del Título de
Licenciado en Tecnología Médica en el área de Laboratorio Clínico y
Anatomía Patológica por la Universidad Alas Peruanas

LIMA – PERÚ

2017

Se dedica este trabajo:

A mi queridísima hija Alessandra, por su estímulo permanente hacia el progreso personal y familiar.

A mí adorada hermana Rosy, por su apoyo y fortaleza constante.

.

.

Se agradece por su contribución para el desarrollo de esta Tesis:

Al HOSPITAL NACIONAL RAMIRO PRIALE PRIALE ESSALUD HUANCAYO por las facilidades brindadas para realizar la investigación.

Al Lic. TM. Daniel E. Matos Arenas por su valiosa colaboración brindada en la realización de la investigación.

RESUMEN

Objetivo: La anemia tiene una gran prevalencia entre los pacientes urgentes, quirúrgicos y críticos, por lo que un alto porcentaje de ellos reciben concentrados de hematíes, siendo la concentración de hemoglobina (Hb) uno de los parámetros más frecuentemente usados en su prescripción. Los objetivos de este estudio han sido: comprobar la correlación estadística de la determinación inmediata de la Hb con el equipo automatizado hematológico y el hemoglobinómetro portátil EKF; y evaluar su posible utilidad clínica en estos pacientes.

Material y Métodos: Se tomaron un total de 500 muestras, ingresados al laboratorio central del **Hospital Nacional Ramiro Priale Priale Essalud Huancayo** durante la última semana del mes de febrero del año 2017. Posteriormente se procedió a seleccionar las muestras con todos los criterios de inclusión, en los que se midió por duplicado el nivel de Hb, en los que se utilizó el equipo automatizado Sysmex XN-1000 y el hemoglobinómetro portátil EKF diagnostic.

Resultados: No hubo diferencias entre los valores de Hb obtenidos con el equipo automatizado hematológico y el hemoglobinómetro portátil, ni entre sus coeficientes de variación. Los coeficientes de correlación (r de Pearson) fueron $>0,95$ en muestras de sangre total.

Conclusiones: Dada la fiabilidad de los valores obtenidos en muestras de sangre total, la determinación de la Hb con el equipo automatizado hematológico y el hemoglobinómetro portátil podría ser de gran utilidad para el control de la anemia y los requerimientos transfusionales en los pacientes del HOSPITAL NACIONAL RAMIRO PRIALE PRIALE ESSALUD HUANCAYO.

Palabras Clave: Hemoglobina, Automatización, Hematología, Sistemas analíticos, Tecnología.

SUMMARY

Objective: Anemia has a high prevalence among urgent, surgical and critical patients, so a high percentage of them receive packed red blood cells, hemoglobin (Hb) concentration being one of the parameters most frequently used in their prescription. The objectives of this study were: to verify the statistical correlation of the immediate determination of Hb with automated hematological equipment and the portable hemoglobinometer EKF; And to evaluate its possible clinical utility in these patients.

Material and Methods: A total of 500 samples were taken, admitted to the central laboratory of the Ramiro Priale Priale Essalud Huancayo National Hospital during the last week of February 2017. Subsequently, samples were selected with all inclusion criteria, in which the level of Hb in which the automated equipment Sysmex XN-1000 was used and the portable hemoglobinometer EKF diagnostic was measured in duplicate.

Results: There were no differences between the Hb values obtained with the automated hematological equipment and the portable hemoglobinometer, nor among their coefficients of variation. The correlation coefficients (r of Pearson) were > 0.95 in whole blood samples.

Conclusions: Given the reliability of the values obtained in whole blood samples, the determination of Hb with automated hematological equipment and the portable hemoglobinometer could be very useful for the control of anemia and the transfusion requirements in patients of the Hospital National Ramiro Priale Priale EsSalud Huancayo.

Key Words: Hemoglobin, Automation, Hematology, Analytical Systems, Technology.

ÍNDICE

| | |
|--|-----------|
| CARÁTULA..... | 01 |
| HOJA DE APROBACIÓN..... | 02 |
| DEDICATORIA..... | 03 |
| AGRADECIMIENTO..... | 04 |
| RESUMEN..... | 05 |
| ABSTRACT..... | 07 |
| ÍNDICE..... | 08 |
| LISTA DE TABLAS..... | 09 |
| LISTA DE GRÁFICOS..... | 10 |
| INTRODUCCIÓN..... | 11 |
| CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN | |
| 1.1. Planteamiento del Problema..... | 12 |
| 1.2. Formulación del Problema..... | 14 |
| 1.2.1. Problema General..... | 14 |
| 1.2.2. Problemas Específicos..... | 14 |
| 1.3. Objetivos..... | 14 |
| 1.3.1. Objetivo General..... | 14 |
| 1.3.2. Objetivos Específicos..... | 14 |
| 1.4. Hipótesis..... | 15 |
| 1.4.1. Hipótesis general..... | 15 |
| 1.4.2. Hipótesis Específicos..... | 15 |
| 1.5. Justificación..... | 16 |
| CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO | |
| 2.1. Bases Teóricas..... | 17 |
| 2.2. Antecedentes..... | 31 |
| 2.2.1. Antecedentes Internacionales..... | 31 |
| 2.2.2. Antecedentes Nacionales..... | 33 |
| CAPÍTULO III: METODOLOGÍA | |
| 3.1. Diseño del Estudio..... | 34 |
| 3.2. Población..... | 34 |
| 3.2.1. Criterios de Inclusión..... | 34 |
| 3.2.2. Criterios de Exclusión..... | 34 |
| 3.3. Muestra..... | 34 |
| 3.4. Operacionalización de Variables..... | 35 |
| 3.5. Procedimientos y Técnicas..... | 36 |
| 3.6. Plan de Análisis de Datos..... | 37 |
| CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN DE RESULTADOS | |
| 4.1. Resultados..... | 38 |
| 4.2. Discusión..... | 48 |
| 4.3. Conclusiones..... | 50 |
| 4.4. Recomendaciones..... | 51 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 52 |
| ANEXOS..... | 54 |
| MATRIZ DE CONSISTENCIA..... | 58 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla N ^a 1: Distribución de la muestra según edad..... | 38 |
| Tabla N ^o 2: Evaluación promedio de la hemoglobina (en g/dl) de la muestra..... | 39 |
| Tabla N ^o 3: Clasificación de la Hemoglobina de la muestra en el Equipo Automatizado según rango..... | 39 |
| Tabla N ^o 4: Evaluación promedio de la hemoglobina (en g/dl) de la muestra..... | 41 |
| Tabla N ^o 5: Clasificación de la hemoglobina en el Hemoglobinometro Portátil según rango..... | 41 |
| Tabla N ^o 6: Prueba de normalidad para las variables..... | 43 |
| Tabla N ^o 7: Correlación entre los valores del Equipo Automatizado y Hemoglobinometro Portátil..... | 44 |
| Tabla N ^o 8: Correlación entre el Equipo Automatizado hematológico y el Hemoglobinometro Portátil según los valores bajos..... | 45 |
| Tabla N ^o 9: Correlación entre el Equipo Automatizado hematológico y Hemoglobinometro Portátil según los valores normales..... | 46 |
| Tabla N ^o 10: Correlación entre el Equipo Automatizado y Hemoglobinometro Portátil según los valores altos..... | 47 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Gráfico N° 1: Flujo del control de calidad..... | 31 |
| GRAFICO N°2: Distribución de la muestra según edad..... | 40 |
| Gráfico N° 3: Clasificación del número de muestras de la Hemoglobina según rango..... | 40 |
| Gráfico N° 4: Clasificación del porcentaje de muestras de la Hemoglobina según rango..... | 42 |
| Gráfico N° 5: Clasificación de la frecuencia de la hemoglobina en el Hemoglobinometro Portátil según rango..... | 44 |
| Gráfico N° 6: Clasificación del porcentaje de la hemoglobina según rango... | 44 |

INTRODUCCIÓN

La determinación del valor de Hemoglobina en sangre es una prueba frecuente para valorar el estado del paciente o la necesidad de transfusión sanguínea.

La Hemoglobina es una proteína compleja, formada por un grupo Hem y por un conjunto de cadenas polipeptídicas, la globina, que se encuentra en el citoplasma del glóbulo rojo y que llega a constituir hasta el 95% del peso seco del hematíe. Esta proteína le confiere a esta célula la característica de transportar oxígeno desde los pulmones hasta los diferentes tejidos del organismo y, a su vez, recoger el CO₂ producido y llevarlo de nuevo hacia los pulmones para ser liberado y volver a captar, nuevamente, oxígeno.

El valor de Hemoglobina es muy variable a causa de los factores relacionados con la técnica de extracción y con la circulación periférica suele ser diferentes.

En este sentido, el Hemoglobinómetro es un aparato medidor de la Hemoglobina que puede ser muy útil, puesto que trabaja con un sistema fotométrico de medición y formación de ácido metahemoglobina, lisando los eritrocitos y convirtiendo la Hemoglobina en metahemoglobina gracias al aumento de óxido nítrico que da resultados, al parecer, precisos, exactos y confiables comparables con el método Gold estándar que es la Hemoglobina central obtenida por laboratorio.

Por este motivo decidimos realizar este estudio de correlación del analizador automatizado y el Hemoglobinómetro portátil, conocer su sensibilidad y especificidad con respecto a la Hemoglobina central, sus beneficios y ayuda inmediata en centros de atención primaria.

CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

1.1. Planteamiento del Problema:

La hemoglobina es una de las proteínas más importantes del organismo, dado que transporta el oxígeno hacia todas las células. Está constituida por cuatro subunidades, cada una de ellas conformada por una globina, un grupo hemo y una molécula de hierro que se une de forma reversible con el oxígeno (1).

Su medición en el laboratorio clínico es útil para el diagnóstico de anemia, evento que se presenta cuando la hemoglobina disminuye por debajo 12 gr/dl en mujeres mayores de 15 años o 13gr/dl en varones mayores de 15 años (2), y cuya prevalencia global estimada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) es de 24,8%, siendo los niños de edad preescolar y las mujeres no embarazadas los grupos de mayor riesgo (3).

Además de su importancia en niños y mujeres, la determinación de la hemoglobina es de gran relevancia en poblaciones como pacientes críticos, quirúrgicos y de urgencias, principalmente para decidir oportunamente la necesidad de una transfusión (4). Para la cuantificación de la hemoglobina se han diseñado e implementado diversas metodologías en respuesta a diferentes necesidades clínicas, como realizar procedimientos no invasivos o dolorosos; y tecnológicas, como emplear baja cantidad de muestra, obtener de forma inmediata la cuantificación y facilidades para el transporte de equipos (5).

No obstante la diversidad de métodos para la determinación de hemoglobina, la elección de unos u otros depende del contexto de aplicación; así, los métodos automatizados son estables y estandarizados pero no generan resultados inmediatos y los equipos utilizados no son de fácil transporte, por lo cual se manejan más en servicios ambulatorios; mientras que los métodos de

gravimetría y espectrofotometría en hemoglobímetro, permiten resultados inmediatos y de bajo costo, siendo más frecuentes en servicios de urgencias y bancos de sangre.

A pesar de las ventajas de las anteriores técnicas, se han descrito diferentes factores que ocasionan variabilidad en sus resultados. Se han reportado diferencias en los valores obtenidos con hemoglobímetro y con analizadores automatizados (8), divergencias que no permiten concluir si los métodos rápidos ofrecen resultados fiables sobre los cuales se pueda basar la toma de decisiones en la práctica clínica. Es por ello que se hace necesario evaluar si los resultados obtenidos con un hemoglobímetro, concuerdan con los obtenidos por los equipos automatizados y estos con las pruebas de referencia. Con el fin de disminuir factores que causen mayor variabilidad en las mediciones, como lo podrían ser condiciones patológicas de los individuos, el presente estudio utiliza como sujetos de estudio a pacientes que acuden al servicio de hematología, y a población que se supone sana. También se reporta variación dependiendo del operador, la postura, las condiciones ambientales, el sexo, el grupo etario, la actividad física y el hábito tabáquico. Dada la cantidad de factores que modifican la cuantificación de la hemoglobina y la divergencia que se encuentra respecto a los métodos y tipo de muestra empleados, se realizó un estudio con el objetivo de comparar métodos para la determinación de hemoglobina y su variación (11).

1.2. Formulación del Problema:

1.2.1. Problema General:

¿Existe correlación entre el hemoglobinómetro portátil y el analizador hematológico automatizado en la determinación de la hemoglobina?

1.2.2. Problemas Específicos:

- ¿Cuál es la correlación en la determinación de la hemoglobina entre el hemoglobinómetro portátil y el analizador hematológico automatizado según el rango bajo?
- ¿Cuál es la correlación en la determinación de la hemoglobina entre el hemoglobinómetro portátil y el analizador hematológico automatizado según el rango normal?
- ¿Cuál es la correlación en la determinación de la hemoglobina entre el hemoglobinómetro portátil y el analizador hematológico automatizado según el rango alto?

1.3. Objetivos:

1.3.1. Objetivo General:

Determinar la correlación entre el hemoglobinómetro portátil y el analizador hematológico automatizado en la determinación de la hemoglobina.

1.3.2. Objetivos Específicos:

- Determinar la correlación entre el hemoglobinómetro portátil y el analizador hematológico automatizado en la determinación de la hemoglobina según el rango bajo.

- Determinar la correlación entre el hemoglobinómetro portátil y el analizador hematológico automatizado en la determinación de la hemoglobina según el rango normal.
- Determinar la correlación entre el hemoglobinómetro portátil y el analizador hematológico automatizado en la determinación de la hemoglobina según el rango alto.

1.4. Hipótesis:

1.4.1. Hipótesis General:

Existe correlación estadísticamente aceptable entre el hemoglobinómetro portátil y el analizador hematológico automatizado.

1.4.2. Hipótesis Específicas:

- Existe correlación estadísticamente aceptable entre el hemoglobinómetro portátil y el analizador hematológico automatizado según el rango bajo.
- Existe correlación estadísticamente aceptable entre el hemoglobinómetro portátil y el analizador hematológico automatizado según el rango normal.
- Existe correlación estadísticamente aceptable entre el hemoglobinómetro portátil y el analizador hematológico automatizado el rango alto.

1.5. Justificación:

Hoy en día existen diferentes tipos de equipos en el mercado para el diagnóstico clínico tales como analizadores automáticos para la bioquímica sanguínea, equipos que realizan pruebas inmunológicas y en particular equipos para el recuento de células sanguíneas que es un hemograma.

El Hemograma o cuadro Hemático es una de las pruebas que más se solicita al laboratorio clínico y, sin duda alguna, la prueba de laboratorio que más aporta al clínico en la evaluación de un paciente.

Desde el punto de vista técnico, se reconocen algunos tipos de Hemogramas desde los que dependen del análisis cualitativo y cuantitativo de los componentes celulares de la sangre periférica y pueden hacerse aún con métodos manuales hasta los más sofisticados que se realizan con métodos electrónicos y utilizan una variada combinación de tecnologías.

El médico debe solicitar el tipo de Hemograma que le permita tener la mayor certeza analítica posible en los parámetros reportados y el laboratorio clínico debe hacer la inversión tecnológica que le permita ofrecer los resultados más precisos y exactos posibles.

En este contexto, los Hemoglobinómetros portátiles permiten la determinación de la Hemoglobina a la cabecera del paciente y requieren un escaso volumen de muestra (10 μ L) de sangre total.

En las microcubetas de reacción, se libera la Hemoglobina de los Hematíes y se transforma en un producto coloreado estable que se detecta a través de fotometría.

Los resultados se obtienen en menos de un minuto. Además, esta metodología está estandarizada frente a la ciano-MetHb y ha mostrado una

exactitud y precisión aceptables comparadas con las obtenidas a través de los métodos utilizados en el laboratorio. La formación adecuada del personal responsable de estos equipos es esencial. Dado que, generalmente, se trata de personal ajeno al laboratorio.

La finalidad de este estudio es validar este método diagnóstico y el aparato en estudio para que podamos tener resultados precisos, con poca cantidad de muestra, en un menor tiempo y, sobre todo, con menores costos en relación a los métodos y aparatos tradicionales del laboratorio.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.

2.1. Bases Teóricas:

La hematología es una especialidad médica dedicada al estudio de la sangre y sus trastornos. Las enfermedades de la sangre se llaman hemopatías y pueden desarrollarse por una lesión en el lugar principal de fabricación de las células de la sangre (la médula ósea) o por problemas que afecten directamente a las células sanguíneas circulantes (2).

Hemoglobinometría.

Es la medición de la concentración de hemoglobina en un individuo, se basa en el método de la cianometahemoglobina, es el método recomendado por el Comité Internacional de Estandarización en Hematología (ICSH) (1). Abarca la medición de la mayoría de las hemoglobinas presentes en la sangre, se basan en técnicas que comparan la intensidad de la luz o del color y que miden también, en grado variable, cualquier cantidad de metahemoglobina que pueda haber presente en una solución, puede calcularse por medición de su color, de su poder de combinación con el oxígeno o con el monóxido de carbono o por su contenido en hierro (1,2).

Hemoglobina.

Los eritrocitos contienen una mezcla de hemoglobina, oxihemoglobina, carboxihemoglobina, metahemoglobina y cantidades mínimas de otras formas de hemoglobina menores. Cuando se mide la hemoglobina se está determinando la suma de todas estas formas y para hacerlo los eritrocitos que la contienen deben ser lisados convirtiéndose en todas estas formas, excepto la sulfahemoglobina, en un compuesto estable, conocido como cianometahemoglobina, que puede ser medido en un espectrómetro a 540

nm, ya sea por métodos manuales o por tecnología automática incorporada a los auto analizadores de hematología conocidos como hemoglobímetro (1-5- 23).

Síntesis diaria de hemoglobina

Los valores Hematológicos normales varían en función de la edad gestacional y de la edad cronológica. Los valores normales de los eritrocitos cambian, así mismo, desde el nacimiento hasta la edad adulta debido a:

- Un brusco aumento de la tensión de oxígeno respirado.
- Marcada disminución de la actividad eritropoyética (5).
- Rápida caída de la síntesis de Hemoglobina (50% a las 24 horas de vida).

La Hemoglobina de tipo adulto cede el oxígeno a los tejidos más fácilmente que la Hemoglobina fetal, por esto disminuye el estímulo hipóxico para el incremento de la producción de la EPO. Por último, el período de vida de los eritrocitos neonatales es de unos 70 días, en comparación con los 120 días de los de la edad adulta, lo que incrementa las exigencias de la eritropoyesis (1,2-23).

Por otra parte, la determinación de la ctHb se realiza principalmente para la detección de anemia y la evaluación de su severidad; en este sentido, la anemia se define como un descenso de la ctHb bajo los valores de referencia, con llevando a una reducción en la capacidad de transporte de oxígeno. La razón por la cual la determinación de la ctHb es comúnmente solicitada es porque la anemia está presente en diversas patologías, muchas relativamente frecuentes: hemorragias agudas y/o crónicas, deficiencias nutricionales, tumores sólidos malignos, enfermedades inflamatorias

crónicas, infecciones crónicas, enfermedades endocrinas, patologías hematológicas, defectos genéticos en la estructura de la hemoglobina, defectos genéticos en la estructura o función del Hematíe, etc. (1).

Por otra parte, una elevación de la ctHb puede indicar la existencia de policitemia (13). Ésta puede suceder como respuesta a una condición fisiológica o patológica que conlleva hipoxemia. La policitemia puede ser secundaria cuando se produce como adaptación fisiológica en lugares de mayor altitud o en presencia de una enfermedad pulmonar crónica. Así, se produce un incremento en la producción de hematíes que aumentan el transporte de oxígeno hacia los tejidos y, como consecuencia, la ctHb se eleva. Más infrecuente es la policitemia primaria, también conocida como policitemia vera caracterizada por una producción incontrolada de todos los tipos de células sanguíneas, incluidos los hematíes. En cualquier caso, la policitemia es mucho más infrecuente que la anemia (13).

Oxihemoglobina.

La fracción de oxihemoglobina (FO_2Hb (%)) = $cO_2Hb / ctHb \times 100$) hace referencia al porcentaje de Hemoglobina con Fe^{2+} unida al oxígeno de forma reversible con respecto a la ctHb. Los valores de referencia en el adulto en sangre arterial están entre 94-98%. A menudo es erróneamente denominada "saturación de oxígeno". Sin embargo, la saturación de oxígeno, SaO_2 (%), se relaciona con la capacidad efectiva de transporte del mismo (13).

DeoxiHemoglobina.

La fracción de deoxiHemoglobina ($FHHb (\%) = cHHb / ctHb \times 100$) relaciona la concentración de la hemoglobina no unida a oxígeno con respecto a la ctHb. Es uno de los derivados de hemoglobina capaz de transportar de forma efectiva el oxígeno y situaciones que conlleven una baja captación pulmonar de oxígeno pueden elevar sus niveles (13).

La carboxiHemoglobina

($COHb (\%) = cCOHb / ctHb \times 100$) se forma por la unión del monóxido de carbono a la hemoglobina, cuya afinidad por la misma es 240 veces mayor que la que presenta el oxígeno. Además de desplazar al oxígeno, el monóxido de carbono entra en las células e inhibe las rutas metabólicas oxidativas provocando una hipoxia tisular, acidosis y depresión del sistema nervioso central. En condiciones normales, esta fracción suele encontrarse en valores $<1\%$. Se considera que, para poder realizar trabajos manuales pesados o tareas complejas, es necesario que esta concentración esté por debajo del 10%. Los niveles entre 15 y 25% se asocian con fatiga, cefalea y náuseas, pudiéndose producir convulsiones, coma y muerte cuando alcanzan valores cercanos al 50%. El tratamiento recomendado es la terapia con oxígeno, siendo posible requerirlo a alta presión en cámaras hiperbáricas en casos graves para intentar conseguir su unión a la hemoglobina, desplazando al monóxido de carbono, el cual en estas condiciones es eliminado de forma efectiva (13).

Metahemoglobina.

El átomo de hierro presente en el grupo Hem de la hemoglobina normalmente se encuentra en su estado reducido (Fe^{2+}). En medio alcalino,

el hierro se oxida (Fe^{3+}) por la acción de componentes nitrogenados de la dieta (más frecuente en pediatría) o agentes tóxicos como fármacos (quinolonas, fenacetina, sulfonamidas, etc.), anestésicos locales (procaína, benzocaína, lidocaína, etc), exposición a agentes industriales, cianoderivados, óxido nítrico, nitratos y nitritos empleados en agricultura y en la industria de explosivos, antorchas de acetileno empleadas en empresas de fabricación y reparación, producción de ensilaje en granjas, etc. Esta oxidación convierte al grupo Hemo en hematina y a la hemoglobina en metaHemoglobina ($\text{MetHb (\%)} = \text{cMetHb} / \text{ctHb} \times 100$), produciendo cianosis en el individuo ya que es incapaz de unir de forma reversible el oxígeno. En individuos sanos, el Fe^{3+} de la MetHb es reducido de forma natural en el interior celular a través del sistema NADH-citocromo reductasa mantiene los niveles de MetHb en valores bajos. De hecho, los niveles normales de MetHb a menudo se encuentran por debajo del límite de detección de los oxímetros ($<1,5\%$). Sin embargo, la deficiencia genética de la reductasa y/o la exposición a agentes oxidantes puede elevar los niveles de MetHb y, por tanto, contribuir significativamente a una hipoxia tisular. La presencia de MetHb desplaza la curva de disociación de la hemoglobina a la izquierda, comprometiendo la liberación de oxígeno a los tejidos. El paciente puede estar asintomático con valores inferiores al 15%. Por encima del 60% se puede producir confusión, convulsiones y muerte. La metaHemoglobinemia hereditaria se presenta con poca frecuencia en la población caucásica una enfermedad genética con transmisión autosómica recesiva y está relacionada con una deficiencia en la enzima NADH-citocromob5 reductasa. Algunas variantes de la hemoglobina que estabilizan la forma férrica del

hierro están asociadas a la metahemoglobinemia familiar autosómica dominante. Como tratamiento, se emplea la administración de ácido ascórbico o azul de metileno. Cada vez está más asentado el hecho de que siempre que el monóxido de carbono esté implicado, se recomienda determinar tanto COHb como MetHb. En muchas circunstancias en las que la COHb está elevada, también encontramos niveles de MetHb aumentados, especialmente cuando existe un antecedente de pérdida de conciencia (13).

SulfoHemoglobina.

La sulfoHemoglobina ($\text{SHb (\%)} = \text{cSHb} / \text{ctHb} \times 100$) se forma a través de la reacción de compuestos de sulfuro con el grupo Hem de la hemoglobina, produciendo una alteración química irreversible y oxidación de la misma por la introducción de sulfuro en uno o más de los anillos de porfirina. La causa más común de sulfoHemoglobinemia es la exposición a fármacos (fenacetina, sulfonamidas, etcétera). La SHb no puede transportar oxígeno, produciendo cianosis incluso a baja concentración (13).

Métodos para la determinación de la hemoglobina

La primera metodología para la determinación de la Hemoglobina se remonta a hace más de un siglo y en ella se transformaba la hemoglobina en COHb, que era más estable. A partir de 1950, se desarrolló la espectrofotometría y el método de la ciano-MetHb que, poco a poco, los analizadores de hematología fueron incorporando. En las dos últimas décadas, los avances se han centrado en el desarrollo de métodos que permitan una determinación de hemoglobina más rápida y segura utilizando pequeñas cantidades de sangre (1,2).

Método de la cianometahemoglobina.

Este método se basa en la disolución de la sangre en una solución de ferrocianuro potásico y cianuro potásico, el ferrocianuro potásico oxida las hemoglobinas a metahemoglobinas y el cianuro potásico proporciona los iones cianuro para formar cianometahemoglobina, la absorbancia de la cianometahemoglobina directamente proporcional a la hemoglobina puede ser leída en un espectrofotómetro a una longitud de onda de 540 nm (1).

Dispositivos de análisis de diagnóstico inmediato invasivos:

La frecuencia de empleo de analizadores hematológicos de diagnóstico inmediato ha aumentado en la última década debido a su capacidad para ofrecer resultados de un modo más rápido a través de dispositivos portátiles y muestras de menor tamaño, obtenidas normalmente de los capilares de las yemas de los dedos. Sin embargo, se sabía que los Hemoglobinómetros, dispositivos de POC (Point-Of-Care) para Hb ofrecen una precisión reducida en comparación con los dispositivos de laboratorio. Los factores que influyen en la precisión de los dispositivos de POC son, entre otros, el método del dispositivo, el tamaño de la muestra de sangre y la probabilidad de confundir elementos con sangre capilar.

Para realizar la valoración de Hemoglobina y Hematocritos en dispositivos de POC, existen dos métodos (1).

1) Espectrofotométrico: empleado habitualmente para medir la Hemoglobina y calcular los Hematocritos (2).

2) Conductométrico: Empleado habitualmente para medir los Hematocritos y calcular la Hemoglobina (2).

Análisis espectrofotométrico:

La determinación fotométrica de hemoglobina en dispositivos de POC requiere la toma de una pequeña muestra de sangre de forma invasiva que se suele obtener de un dedo o del talón. Este método obtiene sangre capilar, aunque los dispositivos de POC también pueden analizar sangre venosa. La variabilidad es una función del método del dispositivo y del resultado de emplear una muestra pequeña del lecho capilar, donde la presión puede ocasionar saltos dinámicos en el nivel de fluidos. (1,2).

Análisis conducto métrico:

Este método es el principio del funcionamiento del I-Stat, un dispositivo de POC empleado para la determinación de Hb a través del cálculo de un hematocrito (Hct) medido. Trabaja con una muestra tomada de manera invasiva y se deben emplear cartuchos especiales que tienen varias mediciones, por lo que se añaden costos si lo único que se necesita saber es el valor de la hemoglobina. La medición del hematocrito basada en la conductividad se considera precisa para muchas situaciones clínicas, pero sólo en pacientes fisiológicamente normales. Esta técnica es propensa a presentar los mismos errores en la medición que los dispositivos de POC espectrofotométricos al analizar sangre capilar (1,2-13).

Hemoglobinómetro:

Los hemoglobinómetros son equipos establecidos para la práctica de la hemoglobinometría; consisten en un fotómetro pre calibrado portátil, que funciona con baterías y/o corriente alterna, utilizan microcubetas compatibles con cada equipo, dependiendo de la marca y modelo, y determinan la

hemoglobina fundamentándose en el método de la azidametaHemoglobina (1,2).

Estos equipos suelen disponer de un adaptador de corriente alterna; todos ellos cuentan con un conmutador o botón de encendido y apagado, algunos funcionan con baterías recargables y otros con pilas alcalinas; tienen una cubeta control y disponen de una ranura en la que se colocan las microcubetas; sin embargo algunos disponen de mecanismos de auto verificación interna automática por lo que no requieren el uso de microcubetas de control. El Sistema de Examen Misión Hemoglobina ha sido diseñado para la determinación cuantitativa de Hemoglobina (Hb) y el cálculo de hematocritos (Hct) en sangre total humana, capilar o venosa. El sistema, fácil de operar, consiste en un medidor portátil que analiza la intensidad y color de la luz reflejada del área del reactivo de la tira de examen, asegurando resultados rápidos y precisos en menos de 15seg y requiere de una sola gota de sangre total con un escaso volumen de muestra (10 μ L) de sangre total. En las microcubetas de reacción, se libera la hemoglobina de los hematíes y se transforma en un producto coloreado estable que se detecta a través de fotometría. Emplea tiras reactivas y puede trabajar con sangre total, suero o plasma ya que incorpora una capa separadora que consigue la disociación de los eritrocitos del plasma. Después de aplicar la muestra, la tira reactiva se introduce en el aparato, el plasma pasa al reservorio situado en la parte inferior de la tira y la reacción comienza cuando (por acción del aparato) se presiona la capa reactiva sobre la capa reservorio del plasma. La luz reflejada por la zona de reacción se recoge en un detector de medida que convierte los valores de reflectancia en

valores de concentración. Los resultados se obtienen en menos de un minuto con una metodología estandarizada frente a la ciano-MetHb y ha mostrado una exactitud y precisión aceptables comparadas con las obtenidas por métodos utilizados en el laboratorio.

Analizadores de Hematología automatizados:

En los analizadores de Hematología, las células sanguíneas son analizadas y diferenciadas por sus características físicas (tamaño, por ejemplo). Con el avance de las tecnologías de análisis celular, las células con alguna anomalía característica, que previamente sólo eran detectadas, actualmente pueden ser contadas (2), lo que permitió la introducción de nuevos parámetros eritrocitarios, como el porcentaje de micronucleados, hipocrómicos, hiperocrómicos, microcíticos y macrocíticos, y la cantidad de eritrocitos nucleados, que puede ser útil en la clínica de enfermedades hematológicas (3). Dependiendo del método utilizado, estos índices pueden ser obtenidos directamente o calcularse a partir de parámetros definidos. Básicamente, los métodos automatizados de recuento celular están basados en el principio de la impedancia eléctrica o en la dispersión de la luz (tecnología láser) (4).

El analizador hematológico Coulter STKS utiliza la impedancia eléctrica de baja frecuencia, con sistemas de arrastre continuo, que impide recuentos repetidos de células para la determinación de hematíes y del MCV. Otros parámetros (HCM, CHCM y hematocrito) se calculan a partir de las cantidades de eritrocitos, los volúmenes y las concentraciones de hemoglobina (10). El modelo Sysmex XN-1000 corresponde a un analizador hematológico de 31 parámetros reportables en sangre total (WBC; RBC; HGB; HCT; MCV; MCH;

MCHC; PLT (PLT-I, PLT-F); NEUT#, %; IG #, %; LYMPH #, %; MONO#, %; EO#, %; BASO #, %; NRBC #; RDW-SD; RDW-CV; MPV; RET#, %; IRF, RET-He; IPF que utiliza Principios y Tecnología, Citometría de flujo fluorescente: Diferencial de leucocitos y granulocitos inmaduros (IG), NRBC, RET, IRF, PLT-F, IPF Corriente directa y enfoque hidrodinámico: PLT-I, RBC, HCT. Método SLS libre de cianuro: HGB. (10-7- 21).

Rendimiento:

- Sangre total: Hasta 100 muestras/hora por módulo.
- Modo de fluidos corporales: Hasta 40 muestras/hora por módulo.

Volúmenes muestra:

- Sangre total: 88 µL
- Modo pre diluido: 70 µL
- Modo fluidos corporales: 88 µL

Control de calidad:

El control de calidad es el control sistemático de rendimiento con controles comerciales y de pacientes. (21). Los controles con características conocidas se analizan y comparan con las características conocidas utilizando métodos estadísticos. Lo cual permite que se detecten los cambios en el rendimiento. (21).

Tipos de control de calidad:

Existen los siguientes métodos de control de calidad. Utilice el método que mas le convenga.

Métodos QC con material de control

- **Control x-bar:** La sangre de control se analizadas veces seguida y la media de ambos resultados se utiliza como datos de control.
- **Control L-J:** Utiliza como datos de control, los datos de un único análisis de sangre de control.

QC con muestras normales:

- **X-barM control:** Se realiza una media ponderada de cada 20 muestras normales analizadas consecutivamente y se utiliza el resultado como dato de control. Puede definir cualquier número en la cantidad de muestras.

Cada cuanto se realiza el análisis QC.

El control de calidad se realiza para controlar el rendimiento de un instrumento con el tiempo. XN CHECK es el material de control de calidad que se utiliza para controlar el rendimiento del analizador XN. El control de calidad se debe realizar según las normas de la oficina de licencias. Cabe destacar que para solucionar problemas, puede ser necesario realizar controles adicionales. (21).

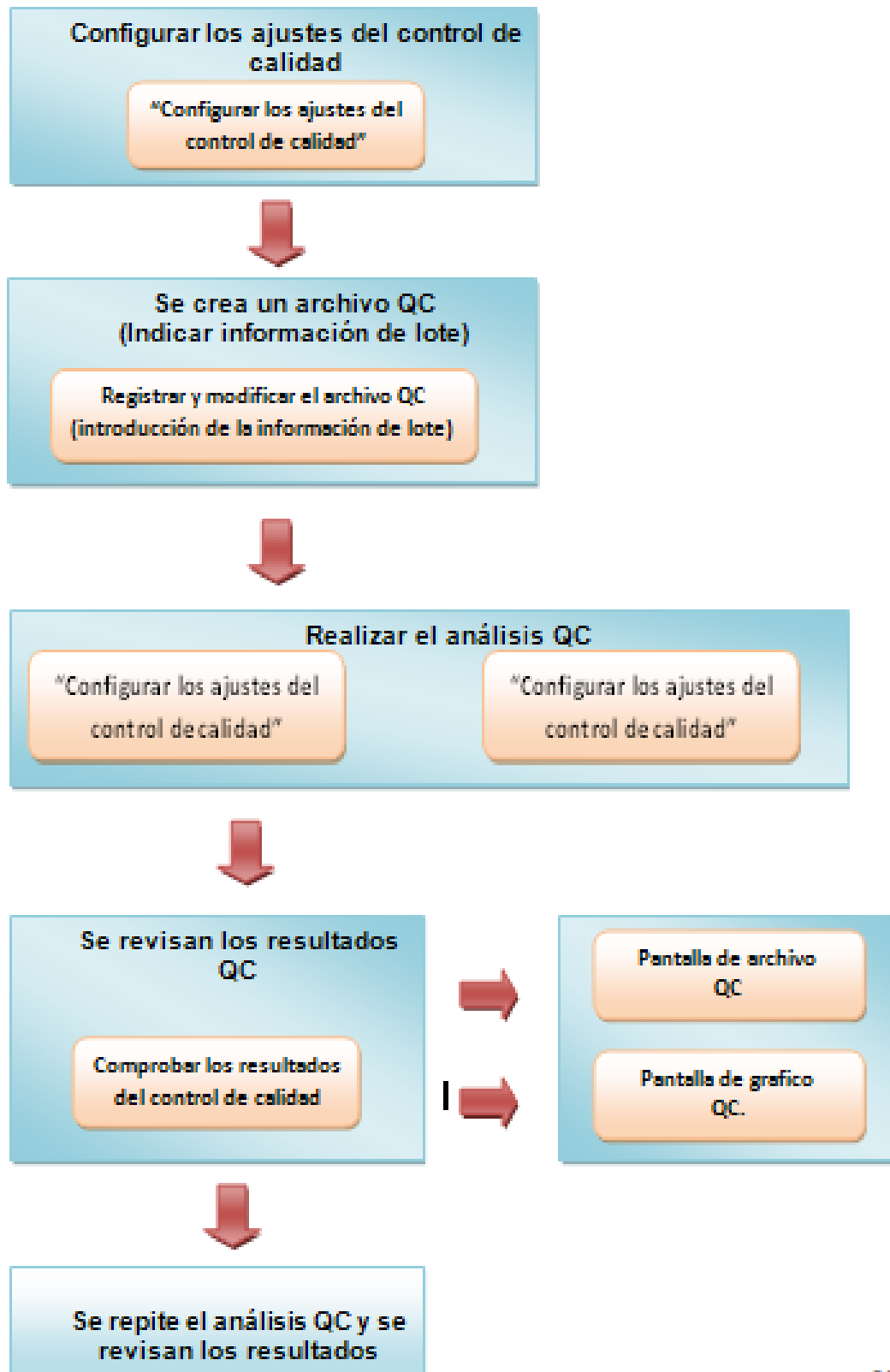
Materiales para el control de calidad.

Cuando realice el control X-BAR O L-J, utilice la sangre de control especial.

- XN CHECK Nivel 1
- XN CHECK Nivel 2
- XN CHECK Nivel 3
- XN COMPR. FC Nivel 1
- XN COMPR. FC Nivel 2

GRAFICO N° 1: Flujo del control de calidad.

Siga los pasos siguientes para realizar el control de calidad.



Control de calidad externo.

Al utilizar XN CHECK y las capacidades para funcionamiento en red de los analizadores de la serie XN de Sysmex, le ofrecemos un servicio de control de calidad externo basado en Internet: IQAS Online, que forma parte del sistema de comunicación en red de Sysmex (SNCS). (23).

Junto al control de calidad interno basado en XN CHECK BF, que funciona de forma local en el analizador, los resultados se transfieren de forma automática vía online a un ordenador central. A continuación, se comparan con los resultados de otros sistemas del mismo tipo. Tan solo unos minutos después de que se realice la medición, estará disponibles una comparación de estos resultados con los datos procedentes de grupos homólogos internacionales además de la comparación con valores de análisis habituales en el control de calidad interno. Los resultados individuales se pueden consultar en el sitio web del SNCS con acceso protegido por contraseña y usuario. (23).

Si los resultados presentan una desviación significativa, se le informará automáticamente, lo que le permitirá tomar las medidas necesarias sin demora. SNCS IQAS Online integra en un único método de medición los procesos de control de calidad diarios y externos con dimensión internacional. Proporciona un programa de control de calidad externo diario, que no precisa ningún material de control adicional. (23).

Altitud.

La altitud es la distancia vertical de un punto de la tierra respecto del nivel del mar (1).

Ajuste de hemoglobina según altitud.

Las personas que residen en zonas de mayor altitud tienen normalmente mayores niveles de hemoglobina para compensar la escasez de oxígeno del medio; por lo tanto, dichos valores deben ser corregidos efectuando el respectivo ajuste (1) (anexo 2).

En el presente trabajo se comparan dos equipos distintos de analizadores hematológicos, el hemoglobinómetro portátil y el analizador hematológico automatizado.

El objetivo de este trabajo fue: señalar a los profesionales que trabajan con estos analizadores la importancia del conocimiento, de sus tecnologías, las formas de obtención de los parámetros y las posibles limitaciones según el equipo, con el fin de aumentar o disminuirla eficacia de su uso como ayuda en el diagnóstico de algunas enfermedades hematológicas (7).

2.2. Antecedentes:

2.2.1. Antecedentes Internacionales:

"En el año 2003, en España. Se han incluido pacientes de la Unidad de Recuperación Pos anestésica (URPA, n=37), de la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI, n=43) (sangre capilar y venosa), y del Área de Urgencias Hospitalaria (AUH, n=35) con patología sangrante (sangre arterial), en los que se midió por triplicado el nivel de Hbenel HBH y el ABX. No hubo diferencias entre los valores de Hb obtenidos con el ABX y el HBH, ni entre sus coeficientes de variación. Los coeficientes de correlación (r de Pearson) fueron $>0,95$ en muestras venosas y arteriales, mientras que en muestras capilares fueron de 0,747 (URPA) y 0,859 (UCI) (14).

"En el año 2007, en Barcelona, Desde Junio a Octubre 2008, obtuvimos de forma prospectiva, muestras de sangre procedentes de la cánula arterial radial de 58 pacientes intervenidos de cirugía cardíaca con circulación extracorpórea. Estimación de sesgo entre los POCT y COULTER® HmX Hematology Analyzer. Se muestran las diferencias observadas entre los valores de hemoglobina obtenidas por los aparatos GEM® Premier 3000 y ABL 800 FLEX y la máquina de referencia COULTER® HmX antes de la administración de líquidos (T_1) y antes del cierre del tórax (T_2). Los valores de hemoglobina no presentan diferencias sistemáticas entre GEM® Premier 3000 y COULTER® HmX el IC 95% de la constante α incluye el valor 0. La pendiente β de las rectas de regresión no difiere estadísticamente de 1 –su IC 95% incluye el valor 1- lo que indica que tampoco existen diferencias de tipo proporcional entre las máquinas evaluadas (12).

"En el año 2012, en Colombia, se incluyeron 70 donantes repetitivos de sangre total y de aféresis de plaquetas, captados de marzo a junio de 2012 en el Banco de Sangre de la escuela de microbiología de la universidad de Antioquia, sede clínica León XIII - IPS Universitaria. Se incluyeron 70 donantes, de los cuales 60% fueron del sexo femenino; 63% adultos jóvenes; 34% realizaban actividad física de forma regular, y 20% eran fumadores, con una mediana de 4 cigarrillos diarios. La media de las determinaciones de hemoglobina por el Compolab, el Sysmex y la hemoglobina reticulocitaria, fueron de 14,6gr/dl, 14,4gr/dl y 32,7pg, respectivamente. (11).

"En el año noviembre del 2013 a enero del 2014, en Ecuador, El tamaño de la muestra estuvo conformado por 750 recién nacidos hasta los 45 días de vida ingresados en la Unidad de Neonatología del Hospital Enrique Garcés durante tres meses de recolección. Los resultados obtenidos en este estudio en el Área de Neonatología del Hospital General Enrique Garcés, sumaron un total de 750 muestras de recién nacidos, ya sean sanos (y que se encontraban en el ambiente del Alojamiento Conjunto) o de pacientes ingresados y hospitalizados por alguna causa antes ya mencionada. El equipo estudiado proporcionó fidelidad en los resultados, con lecturas similares, en menos tiempo y con menor costo que los derivados del Laboratorio Central. El 99% de las pruebas realizadas en Laboratorio Central se hicieron para determinar que un niño está sano y el 91% de ellas lo fueron para determinar una patología en el recién nacido. En tanto que los resultados obtenidos con el Hemoglobinómetro se obtuvieron de un 99% de muestras procedentes de niños sanos y en un 92% de recién nacidos enfermos. Se pudo constatar menos del 1% de falla lo que demostró que el Hemoglobinómetro es tan sensible como el procedimiento realizado en el laboratorio central. (13).

2.2.2 Antecedentes Nacionales:

No se registra antecedentes nacionales.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.

3.1. Diseño del Estudio:

Estudio Prospectivo Descriptivo de tipo Transversal.

3.2. Población:

Se tomo todas las muestras de sangre que ingresaron al laboratorio, de hematología de HNRPP EsSalud de Huancayo, durante la última semana de febrero del 2017.

3.2.1. Criterios de Inclusión:

- Se incluyo a todas las muestras de sangre que ingresaron al laboratorio de hematología del HNRPP EsSalud de Huancayo.

3.2.1. Criterios de Exclusión:

- Muestras de sangre coagulada.
- Muestras de sangre con volumen inadecuado.
- Muestras de sangre mal rotulados.
- Muestras de sangre sin solicitud.

3.3. Muestra:

Se correlaciono 500 muestras en el laboratorio central del HNRPP EsSaludde Huancayo. Durante el periodo descrito.

El tipo de muestreo fue por conveniencia.

3.4. Operacionalización de Variables:

| Variable | Definición Conceptual | Definición Operacional | Escala de Medición | Forma de Registro |
|---|---|--|--------------------|---|
| Principal: Hemoglobina | Es una proteína globular responsable de transporte de oxígeno desde el medio exterior hasta el nivel celular. | ANALIZADOR HEMATOLÓGICO AUTOMATIZADO Sysmex XN 1000 TM de Citometría de flujo fluorescente, Método SLS libre de cianuro: para HGB. | Continua | Hemoglobina rango Bajo. 5.3g/dl – 6.0g/dl |
| | | | | Hemoglobina rango normal. 11.9g/dl – 12.9g/dl |
| | | | | Hemoglobina rango alto. 16.1g/dl – 17.4g/dl |
| | | ANALIZADOR HEMOGLOBINOMETRO PORTATIL, EKF DIAGNOSTG. HEMO, Método Metahemoglobina fotométrica. | | Hemoglobina rango Bajo. < 6.0 gr/dl |
| | | Hemoglobina rango normal. 11.5 g/dl – 12.0 g/dl | | |
| | | Hemoglobina rango alto. 15.0 g/dl – 18 g/dl. | | |
| Secundarias: Hemoglobina Rango bajo. | Es el límite inferior del valor de la hemoglobina. | ANALIZADOR HEMATOLÓGICO AUTOMATIZADO Sysmex XN 1000 TM de Citometría de flujo fluorescente, Método SLS libre de cianuro: para HGB. | Continua | Hemoglobina Rango alto. 5.3g/dl – 6.0g/dl |
| | | | | Hemoglobina Rango normal. 11.9g/dl – 12.9g/dl |
| | | | | Hemoglobina Rango bajo. 16.1g/dl – 17.4g/dl |
| Hemoglobina Rango normal. | Valor normal de hemoglobina. | ANALIZADOR HEMOGLOBINOMETRO PORTATIL, EKF DIAGNOSTG. HEMO, Método Metahemoglobina fotométrica. | Continua | Hemoglobina Rango alto. < 6.0 gr/dl |
| Hemoglobina Rango alto. | Es el límite superior del valor de la hemoglobina. | | | Hemoglobina Rango normal. 11.5 g/dl – 12.0 g/dl |
| | | | | Hemoglobina Rango bajo. 15.0 g/dl – 18 g/dl. |

3.5. Procedimientos y Técnicas:

Se solicitó el permiso a la jefatura del servicio de docencia, al servicio de investigación y al jefe del área de hematología para la recolección y extracción de la muestra.

Una vez obtenido el permiso correspondiente, se tomaron las muestras sanguíneas a cada paciente en un tubo de extracción al vacío con EDTA.

Una vez terminada la toma de muestra se llevó al servicio de hematología, donde se procesó las muestras con el ANALIZADOR HEMATOLÓGICO AUTOMATIZADO **Sysmex XN 1000 TM** de Citometría de flujo fluorescente, se utilizó el método **SLS libre de cianuro: para HGB**. Para la estandarización y calibración del analizador hematológico se utilizó el XN CHECK™: producto de control de calidad con tres niveles que cumplen con el control de calidad interno (los controles diarios bajo, normal y alto) para todos los parámetros del hemograma, con una estabilidad de un mes de 135 días. Para la clasificación de los valores de RANGO: BAJO, NORMAL, ALTO se tomó como punto de referencia HEMATOLOGY CONTROL FOR SYSMEX XS-SERIES ANALYZERS.

(24)

De forma seguida se procesó las muestras con el HEMOGLOBINOMETRO PORTATIL, EKF DIAGNOSTG. HEMO, con el método de metahemoglobina fotométrica más establecido, garantizando resultados fiables con una alta precisión (CV <2%). El analizador Hemo Control cuenta con una interfaz bidireccional que utiliza un protocolo estándar público que permite la integración directa con software de terceros. El control de calidad del hemoglobinómetro consistió en la evaluación diaria de un calibrador proporcionado por el fabricante. <http://www.ekfdiagnostics.com/hemo-control-analyzer.html>.

3.6. Plan de Análisis de Datos:

Los datos fueron analizados mediante el programa estadístico SPSS versión 24.0. Se determinó medidas de tendencia central. Se empleó tablas de frecuencia y de contingencia. Se determinó la asociación entre variables, considerando estadísticamente significativo los valores de $p < 0,05$.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

4.1. Resultados.

TABLA Nª 1: Distribución de la muestra según edad.

| Edad | Nº | % |
|--------------|------------|------------|
| 0- 12 | 15 | 3 |
| 13- 18 | 35 | 7 |
| 19-44 | 336 | 67,2 |
| 45-54 | 86 | 17,2 |
| 55-64 | 24 | 4,8 |
| 64-77 | 4 | 0,8 |
| Total | 500 | 100 |

Fuente: Elaboración propia

Se evaluaron a 500 muestras del servicio de hematología de los cuales, el promedio de las edades fue de $41.7 \pm 9,8$ años, con una media de 40 años, una moda de 29 años y un rango de edades entre 0 y 77 años. De 0 a 12 años fue el 3%, de 13 a 18 años fue el 7%, de 19 a 44 años fue el 67.2%, de 45 a 54 años fue 17.2%, de 55 a 64 años fue el 4.8%, 64 a 77 fue el 0.8%.(Tabla 1).

GRAFICO 2: Distribución de la muestra según edad.

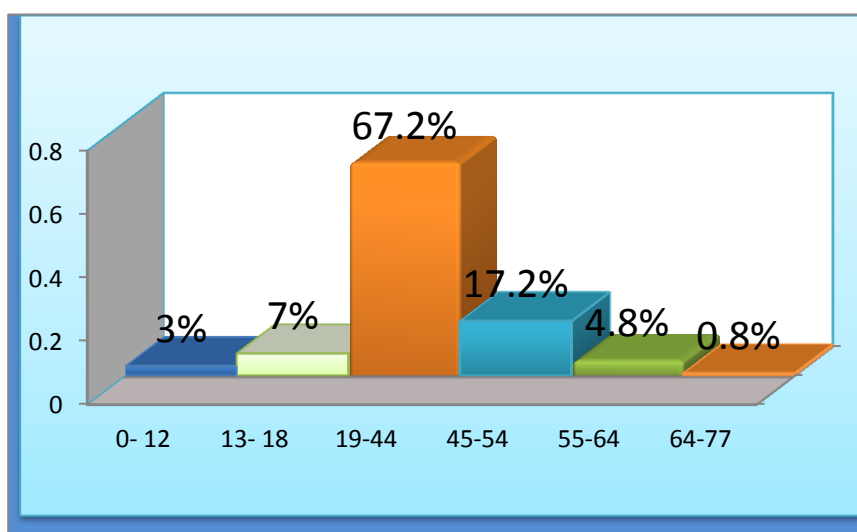


Tabla N° 2: Evaluación promedio de la hemoglobina (en g/dl) de la muestra.

| Nº | Validos | 500 |
|---------------------|-----------------|-------|
| | Perdidos | 0 |
| Media | | 14,90 |
| Desviación Estándar | | 2,93 |
| Mínimo | | 3,9 |
| Máximo | | 21,5 |

Fuente: Elaboración propia

El promedio de la hemoglobina de las muestras realizadas en el equipo automatizado fue de 14,5 g/dl \pm 2,93 g/dl, con una mediana de 14,90 g/dl y un rango de hemoglobina entre 3,9g/dl y 21,5 g/dl (tabla 1).

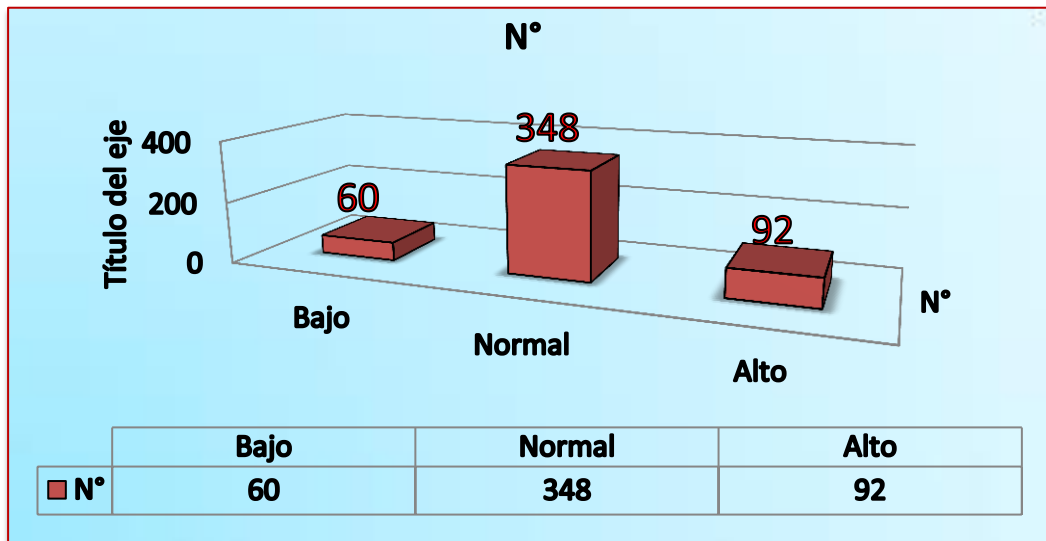
Tabla N°3: Clasificación de la Hemoglobina de la muestra en el Equipo Automatizado según rango.

| Rango de Valores | Nº | % |
|-------------------------|------------|------------|
| Bajo | 60 | 12 |
| Normal | 348 | 69,6 |
| Alto | 92 | 18,4 |
| Total | 500 | 100 |

Fuente: Elaboración propia

El 12% de estas muestras tenían valores bajos, el 69,6% valores normales y el 18,4% valores altos (Tabla 2).

GRAFICA N°3: Clasificación del número de muestras de la Hemoglobina según rango.



GRAFICA N°4: Clasificación del porcentaje de muestras de la Hemoglobina según rango.

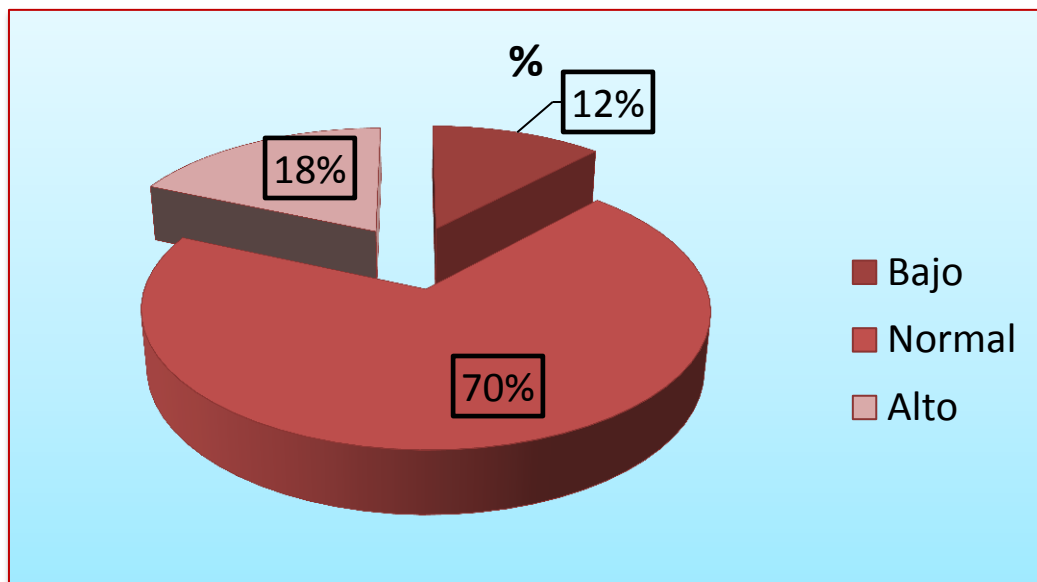


Tabla N° 4: Evaluación promedio de la hemoglobina (en g/dl) de la muestra.

| Nº | Validos | 500 |
|---------------------|-----------------|------------|
| | Perdidos | 0 |
| Media | | 14,95 |
| Desviación Estándar | | 2,79 |
| Mínimo | | 6,8 |
| Máximo | | 21,3 |

Fuente: Elaboración propia

El promedio de la hemoglobina de las muestras realizadas en el Hemoglobinometro Portátil fue de 14,6 g/dl \pm 2,79 g/dl, con una mediana de 14,95 g/dl y un rango de hemoglobina entre 6,8g/dl y 21,3 g/dl.

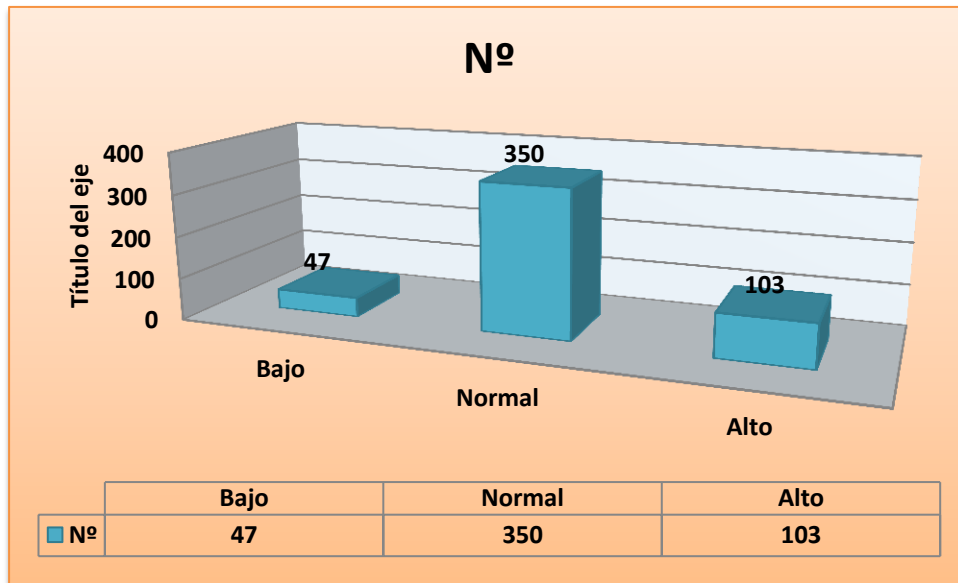
Tabla N°5: Clasificación de la hemoglobina en el Hemoglobinometro Portátil según rango.

| | Frecuencia | Porcentaje |
|--------------|-------------------|-------------------|
| Bajo | 47 | 9,4 |
| Normal | 350 | 70,0 |
| Alto | 103 | 20,6 |
| Total | 500 | 100,0 |

Fuente: Elaboración propia

El 9,4% de estas muestras tenían valores bajos, el 70% valores normales y el 20,6% valores altos (Tabla 2).

Grafica N° 5: Clasificación de la frecuencia de la hemoglobina en el Hemoglobinometro Portátil según rango.



Grafica N° 6: Clasificación del porcentaje de la hemoglobina según rango.

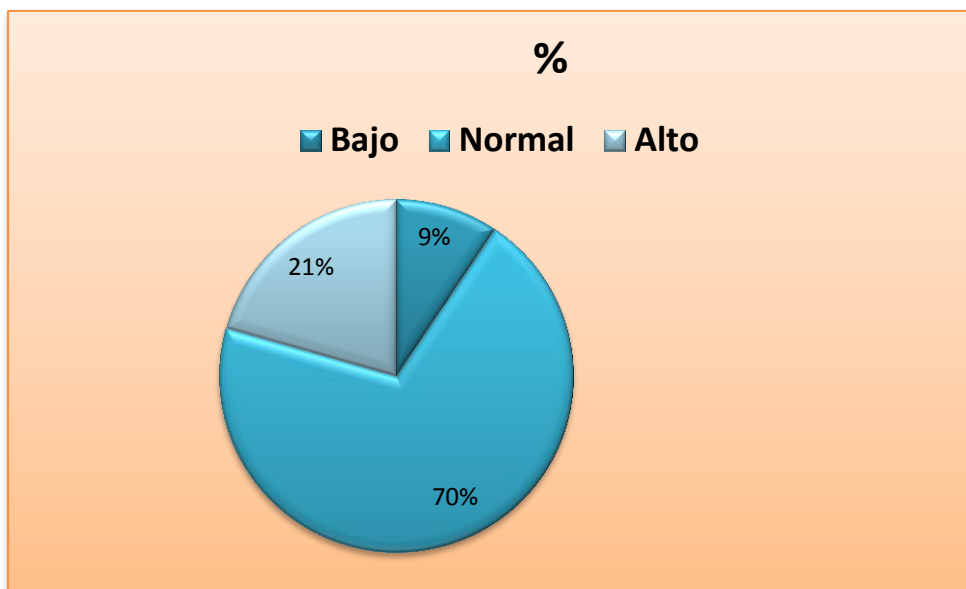


Tabla N°6: Prueba de normalidad para las variables.

| | | Valores del Equipo Automatizado | Valores del Hemoglobinometro Portátil |
|---|------------------------|---------------------------------------|---|
| N | | 500 | 500 |
| Parámetros normales | Media | 14,554 | 14,686 |
| | Desviación estándar | 2,9295 | 2,7923 |
| Máximas diferencias extremas | Absoluta | ,087 | ,074 |
| | Positivo | ,036 | ,032 |
| | Negativo | -,087 | -,074 |
| Estadístico de prueba | | ,087 | ,074 |
| Sig. asintótica (bilateral) | | ,000 ^c | ,000 ^c |

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la prueba de normalidad realizada según Kolmogorov-Smirnov podemos decir que la muestra no tiene distribución normal ($p < 0,05$) (tabla N°5).

PRUEBA DE HIPOTESIS

Prueba de la Hipótesis General

H0: No existe correlación estadísticamente significativa entre el hemoglobinometro portátil y el analizador hematológico automatizado.

H1: Si existe correlación estadísticamente significativa entre el hemoglobinometro portátil y el analizador hematológico automatizado.

Nivel de significancia: 0,05.

Prueba estadística: Rho de Spearman.

Tabla N°7: Correlación entre los valores del Equipo Automatizado y Hemoglobinometro Portátil.

| Rho de Spearman | | Valores del Equipo Automatizado Hematológico | Valores del Hemoglobinometro Portátil |
|---|-----------------------------|--|---------------------------------------|
| Valores del Equipo Automatizado Hematológico | Coefficiente de correlación | 1,000 | 0,955 |
| | Sig. (bilateral) | , | .000 |
| | N | 500 | 500 |
| Valores del Hemoglobinometro Portátil | Coefficiente de correlación | 0,955 | 1,000 |
| | Sig. (bilateral) | .000 | , |
| | N | 500 | 500 |

Fuente: Elaboración propia.

Según la prueba realizada se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna ($p < 0,05$). Por lo tanto, podemos decir que si existe correlación estadísticamente significativa entre el hemoglobinometro portátil y el analizador hematológico automatizado.

Prueba de la Hipótesis Especifica H1

H0: No existe correlación estadísticamente significativa entre el hemoglobinometro portátil y el analizador hematológico automatizado.

H1: Si existe correlación estadísticamente significativa entre el hemoglobinometro portátil y el analizador hematológico automatizado.

Nivel de significancia: 0,05.

Prueba estadística: Rho de Spearman.

Tabla N°8: Correlación entre el Equipo Automatizado hematológico y el Hemoglobino metro Portátil según los valores bajos.

| Rho e Spearman | | RANGO BAJO | |
|---|-----------------------------|----------------------------------|----------------------------|
| | | Equipo automatizado hematológico | Hemoglobino metro portátil |
| Correlación del equipo automatizado hematológico | Coefficiente de correlación | 1,000 | 0,861 |
| | Sig. (bilateral) | , | .000 |
| | N | 56 | 51 |
| Correlación Hemoglobino metro portátil | Coefficiente de correlación | 0,861 | 1,000 |
| | Sig. (bilateral) | .000 | , |
| | N | 51 | 51 |

Fuente: Elaboración propia.

Según la prueba realizada se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna ($p < 0,05$). Por lo tanto, podemos decir que si existe correlación estadísticamente significativa entre el hemoglobino metro portátil y el analizador hematológico automatizado según el rango bajo.

Prueba de la Hipótesis Especifica H2

H0: No existe correlación estadísticamente significativa entre el hemoglobino metro portátil y el analizador hematológico automatizado según el rango normal.

H1: Si existe correlación estadísticamente significativa entre el hemoglobino metro portátil y el analizador hematológico automatizado según el rango normal.

Nivel de significancia: 0,05

Prueba estadística: Rho de Spearman.

Tabla N°9: Correlación entre el Equipo Automatizado hematológico y Hemoglobino metro Portátil según los valores normales.

| Rho de Spearman | | RANGO NORMAL | |
|---|----------------------------|----------------------------------|----------------------------|
| | | Equipo automatizado hematológico | Hemoglobino metro portátil |
| Correlación del equipo automatizado hematológico | Coeficiente de correlación | 1,000 | 0,920 |
| | Sig. (bilateral) | , | .000 |
| | N | 343 | 343 |
| Correlación Hemoglobino metro portátil | Coeficiente de correlación | 0,920 | 1,000 |
| | Sig. (bilateral) | .000 | , |
| | N | 343 | 345 |

Fuente: Elaboración propia

Según la prueba realizada se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna ($p < 0,05$). Por lo tanto, podemos decir que si existe correlación estadísticamente significativa entre el hemoglobino metro portátil y el analizador hematológico automatizado según el rango normal.

Prueba de la Hipótesis Especifica H3

H0: No existe correlación estadísticamente significativa entre el hemoglobino metro portátil y el analizador hematológico automatizado según el rango alto.

H1: Si existe correlación estadísticamente significativa entre el hemoglobino metro portátil y el analizador hematológico automatizado según el rango alto.

Nivel de significancia: 0,05

Prueba estadística: Rho de Spearman

Tabla N°10: Correlación entre el Equipo Automatizado y Hemoglobinometro Portátil según los valores altos.

| Rho de Spearman | | RANGO ALTO | |
|---|----------------------------|----------------------------------|---------------------------|
| | | Equipo automatizado hematológico | Hemoglobinometro portátil |
| Correlación del equipo automatizado hematológico | Coeficiente de correlación | 1,000 | 0,519 |
| | Sig. (bilateral) | , | .000 |
| | N | 93 | 93 |
| Correlación Hemoglobinometro portátil | Coeficiente de correlación | 0,519 | 1,000 |
| | Sig. (bilateral) | .000 | , |
| | N | 93 | 104 |

Fuente: Elaboración propia

Según la prueba realizada se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna ($p < 0,05$). Por lo tanto, podemos decir que si existe correlación estadísticamente significativa entre el hemoglobinometro portátil y el analizador hematológico automatizado según el rango alto.

4.2. Discusión

En este estudio se realizó una prueba de correlación del hemoglobinómetro portátil con el equipo automatizado hematológico y se concluyó que el nuevo sistema fue fácil de operar, constituyéndose en un medidor portátil que analiza la intensidad y color de la luz reflejada del área, asegurando resultados rápidos y precisos. El método se basa en la conversión de la hemoglobina en el producto estable denominado azida-methb, que presenta un espectro de absorbancia casi idéntico al de la ciano-methb, utilizándose para este caso un reactivo menos tóxico. Los resultados fueron comparables con el método de la ciano-methb, siendo una buena alternativa al ser manual, sencillo, portátil, rápido, solamente requerir una gota de sangre y ser de muy bajo costo.

En este estudio presentamos la recolección de 500 muestras obtenidas en el laboratorio central del Hospital Nacional Ramiro Priale Priale EsSalud de Huancayo.

El estudio utilizó al hemoglobinómetro portátil y equipo automatizado hematológico para evaluar la concentración de hemoglobina en sangre venosa alcanzando una especificidad del 90% y una sensibilidad del 80%; comparándolo con nuestro estudio vemos que su sensibilidad fue del 92% y la especificidad del 99%, lo que nos hace pensar que este aparato proporciona resultados correlativos a los de la hemoglobina medida por el equipo automatizado hematológico.

Varios estudios reportan que el hemoglobinómetro puede ser usado en pacientes críticos, usando muestras sanguíneas pre y post diálisis,

concluyendo que no hubo diferencia significativa entre los valores de hemoglobina obtenidos con ambos métodos.

Otro estudio hecho en pacientes adultos mostró que no hubo diferencia significativa entre los resultados de ambos equipos. Los coeficientes de correlación (**r de pearson**) fueron mayores al 0.95 en muestras venosas, dando la fiabilidad del hemoglobinómetro en patologías como anemia y requerimientos transnacionales en pacientes de áreas críticas.

En nuestro estudio determinamos que, no hubo una diferencia significativa entre los valores obtenidos por ambos equipos, siendo éste una ayuda para los controles programados que se realizan a estos pacientes críticos (así como a los sanos). Otro de los puntos principales a tener en cuenta es el tiempo requerido para obtener los resultados de las pruebas realizadas.

En consecuencia, y al no haber encontrado en la literatura consultada más información al respecto, consideramos que al ser equiparados los resultados del hemoglobinómetro con los de la hemoglobina determinada por el equipo automatizado hematológico, se demuestra que el uso de este método es confiable, rápido y eficaz.

Según los resultados conseguidos en este estudio, y dada la fiabilidad de los valores obtenidos en la determinación de hemoglobina usando el hemoglobinómetro, tanto con muestras de sangre venosa como con capilar, consideramos que la disponibilidad de este aparato portátil es de gran utilidad en el manejo de tratamiento de los pacientes.

4.3. Conclusiones.

- Luego de nuestra investigación, y después de correlacionar los valores obtenidos del hemoglobinómetro portátil, frente a la hemoglobina del equipo automatizado hematológico concluimos que:
- La utilización de este aparato confiere resultados confiables, brindando una ayuda rápida en cualquier área hospitalaria ya sea de Emergencia, Unidad de Cuidados Intensivos, Neonatología, Hospitalización o Consulta Externa.
- El Hemoglobinómetro puede usarse tanto en pacientes neonatales, pediátricos y adultos.
- La utilización de éste no requiere de personal intensamente capacitado para su uso.
- El equipo ha demostrado su precisión y exactitud en cuanto a resultados obtenidos y comparados contra el estándar.
- El tiempo requerido para la obtención de resultados fue estadísticamente significativo comparado contra el método tradicional.
- Se demostró que el Hemoglobinómetro es tan sensible como específico al igual que el método automatizado.
- Se concluyó que las decisiones en la práctica diaria clínica se pueden basar en las mediciones del Hemoglobinómetro con la consecuente mejoría del trabajo al interior de la Unidad, descongestionando al Laboratorio Central proporcionando, así, una mejor calidad de atención al paciente siendo esta rápida, precisa y menos traumática.

4.4. Recomendaciones

- Recomendamos que la investigación sobre aparatos portátiles, como en el caso del Hemoglobinómetro, se amplíe hacia otros grupos poblacionales.
- Se debe evitar tomar la muestra en zonas corporales que presenten vaso constricción periférica o cianosis, que tengan vías periféricas o hematomas ya que estos podrían alterar los resultados.
- Debería socializarse el estudio hacia las autoridades y el personal de salud a nivel provincial y nacional, al igual que a los médicos de atención primaria para apoyar en el mejoramiento continuo de nuevas técnicas de laboratorio en el tratamiento oportuno de las patologías hematológicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Jordan T. Procedimiento para la determinación de la Hemoglobina mediante hemoglobinómetro Portátil. Lima: Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud, 2013.
2. Hernández LH, Avances y aplicación clínica de la citometría hemática automatizada. Revista Cubana Hematología, Inmunología y Hemoterapia. 2013; 29 (1):24-39.
3. Organización Mundial de la Salud Concentraciones de hemoglobina para diagnosticar la anemia y evaluar su gravedad. WHO/NMH/NHD/MNM/11.
4. DIRECTIVA SANITARIA N°056. –MINSA/DGSP. V.01 Directiva Sanitaria Que Establece La Suplementación Con Multimicronutrientes Y Hierro Para La Prevención De Anemia En Niñas Y Niños Menores De 36 Meses.
5. Campuzano G. Del hemograma manual al hemograma de cuarta generación. Medicina & Laboratorio 2007; 13: 511-550.
6. Don M, Beckman G, The Coulter Principle: Foundation of an Industry. JALA December 2003- 81.
7. Nabuco R, Especificaciones de la serie XN Nuevo diseño. Nuevas posibilidades. América Latina y el Caribe, 2012. www.sysmex.com.br
8. Mompou F, XN CHECK, Sysmex España S.L, 2012. <http://www.sysmex.es/productos/product-singleview/xn-check-1283.html>.
9. House A, Roads, Anemia and hemoglobin testing, Hematology, EU 0.0-11.15. www.ekfdiagnostics.com
10. Henneberg R, Aguinaldo J, Cicchetti, D, Ferreira A, Pedrassani C, Monteiro F. Estudio comparativo de parámetros del eritrograma del Coulter STKS y del Sysmex XE-2100D Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana. 45. 4, 2011. 757-762.
11. Mantilla C, Pérez R, Cardona J. Concordancia de tres métodos para la determinación de la hemoglobina en donantes de un banco de sangre de Medellín, Colombia – 2012 ISSN 0124-8146 - Rev. Investigaciones Andinas. No. 27 Vol. 15 - 134 p.
12. Cegarra V. Comparación de tres métodos de Medición de hemoglobina en cirugía Cardíaca. Universidad Autónoma de Barcelona. Junio 2012.
13. Pérez M, Macías J, “Efectividad Del Hemoglobinómetro Comparado Con La Hemoglobina Central En Recién Nacidos Del Área De Neonatología Del Hospital Enrique Garces En El Periodo De Noviembre Del 2013 A Enero Del 2014”

14. Muñoz M, Naveira E, Romero A, Ramírez G. Exactitud y precisión de la determinación inmediata de hemoglobina con el HemoCue B Hemoglobin en pacientes urgentes, quirúrgicos y críticos. Rev. Esp. Anestesiología y Reanimación. 2003; 50: 332-339.
15. Manares O, Gómez G, Barboza J, Sánchez J. Niveles de hemoglobina en gestantes atendidas en establecimientos del ministerio de salud del Perú, 2011. Artículo Original Rev Peru Med Exp Salud Pública.
16. Stéfano B. Patología Clínica Y Medicina De Laboratorio. Revista Latinoamericana. Volumen 59, No. 4, Octubre-Diciembre 2012.
17. Marquiño W, Reyes R. Manual de procedimientos para el diagnóstico de anemia por hemoglobímetro. Lima, Perú. 1997.
18. Lewis S, Bain B, Bates L. Dacie y Lewis Hematología práctica. España. 2008. 10 edición. Pg. 24-47.
19. Peñuela O. Hemoglobina: una molécula modelo para el investigador. Colombia Médica. 2005. Vol. 36 N° 3
20. Mayani H. El Sistema Hematopoyético Ante Una Anemia Crónica Grave. Rev Hematol Mex 2012. 13(4):185-194.
21. SYSMEX XN 1000 TM Operator Manual.
22. EKF DIAGNOSTIG. Operator Manual.
23. XN CHECK CONTROL DE CALIDAD. <https://www.sysmex.es/nuestros-productos/product-singleview/xn-check-1283.html#>

ANEXOS

Recolección de muestras



Numero de muestras



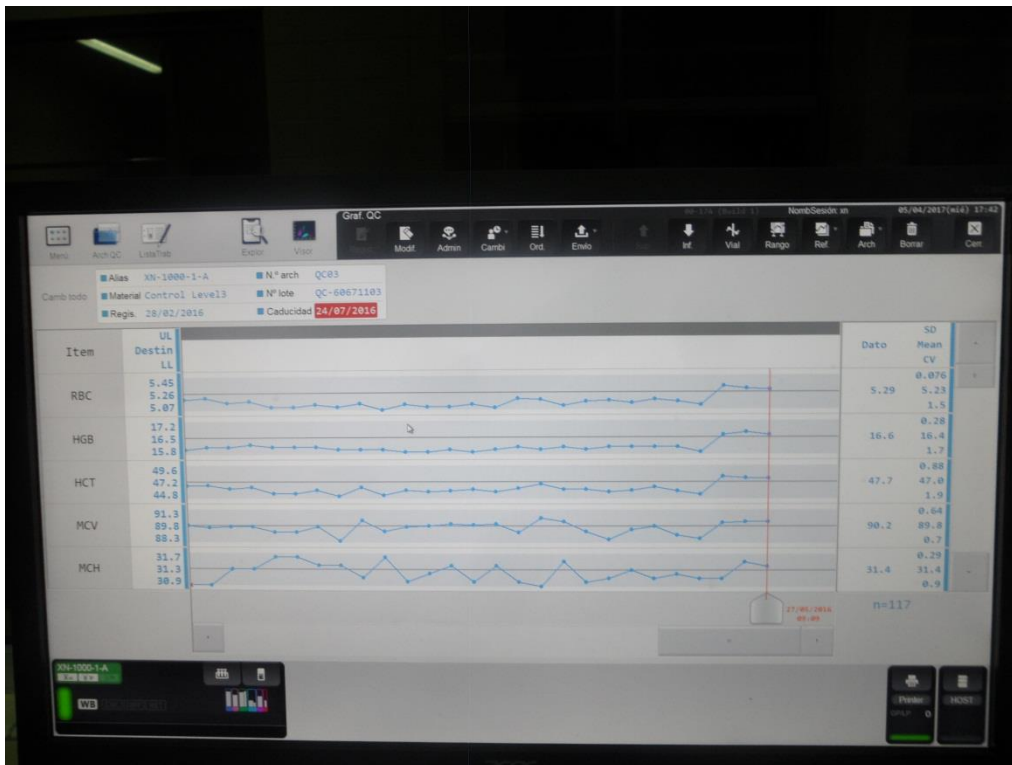
Equipo automatizado hematológico:



Controles hematológicos:



Control de calidad: Calibración hematológica



Programación y procesamiento de las solicitudes de las muestras:



MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TEMA: “Correlacion entre el hemoglobinometro portatil y analizador hematologico automatizado en la determinación de la hemoglobina”

| PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN | OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN | VARIABLES DE ESTUDIO | DIMENSIONES Y ESCALAS | | INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN | METODOLOGÍA |
|--|--|--|---|--|--|---|
| PROBLEMA GENERAL ¿Existe correlación entre el hemoglobinómetro portátil y el analizador hematológico automatizado en la determinación de la hemoglobina? | OBJETIVO GENERAL Determinar el grado de correlación entre el hemoglobinómetro portátil y el analizador hematológico automatizado en la determinación de la hemoglobina. | VARIABLE PRINCIPAL Hemoglobina | Equipos | La medición para hemoglobina se hace en g/dl | ANALIZADOR HEMATOLÓGICO AUTOMATIZADO Sismex XN 1000 TM de Citometría de flujo fluorescente, método , SLS libre de cianuro: para HGB. | DISEÑO DE ESTUDIO Estudio prospectivo, descriptivo de tipo transversal. |
| | | | | | ANALIZADOR HEMOGLOBINOMETRO PORTATIL, EKF DIAGNOSTG. HEMO, método, metahemoglobina fotométrica. | |
| PROBLEMA ESPECIFICO ¿Cuál es el grado de correlación entre el hemoglobinómetro portátil y el analizador hematológico automatizado en la determinación de la hemoglobina según el rango bajo? | OBJETIVO ESPECIFICO Determinar el grado de correlación entre el hemoglobinómetro portátil y el analizador hematológico automatizado en la determinación de la hemoglobina según el rango bajo. | VARIABLES SECUNDARIAS Hemoglobina Rango bajo | ANALIZADOR HEMATOLÓGICO AUTOMATIZADO | | Hemoglobina rango Bajo. 5.3g/dl – 6.0g/dl | POBLACIÓN Se tomaran a todas las muestras de sangre que ingresan al laboratorio, de hematología de HRRPP de Huancayo, durante el mes de diciembre del 2016. |
| | | | ANALIZADOR HEMOGLOBINOMETRO | | Hemoglobina rango Bajo. < 6.0 gr/dl | |
| ¿Cuál es el grado de correlación entre el hemoglobinómetro portátil y el analizador hematológico automatizado en la determinación de la hemoglobina según el rango normal? | Determinar el grado de correlación entre el hemoglobinómetro portátil y el analizador hematológico automatizado en la determinación de la hemoglobina según el rango normal. | Hemoglobina Rango normal. | ANALIZADOR HEMATOLÓGICO AUTOMATIZADO | | Hemoglobina rango normal. 11.9g/dl – 12.9g/dl | MUESTRA Se pretende estudiar como mínimo a 120 muestras de sangre, distribuidos en porcentajes iguales para la determinación de los diferentes rangos: rango bajo, rango normal, rango alto en el HRRPP ES SALUD de Huancayo. Durante el periodo descrito. El tipo de muestreo será por conveniencia. |
| | | | ANALIZADOR HEMOGLOBINOMETRO | | Hemoglobina rango normal. 11.5 g/dl – 12.0 g/dl | |
| ¿Cuál es el grado de correlación entre el hemoglobinómetro portátil y el analizador hematológico automatizado en la determinación de la hemoglobina según el rango alto? | Determinar el grado de correlación entre el hemoglobinómetro portátil y el analizador hematológico automatizado en la determinación de la hemoglobina según el rango alto. | Hemoglobina Rango alto. | ANALIZADOR HEMATOLÓGICO AUTOMATIZADO | | Hemoglobina rango alto. 16.1g/dl – 17.4g/dl | |
| | | | ANALIZADOR HEMOGLOBINOMETRO | | Hemoglobina rango normal. 15.0 g/dl – 18 g/dl. | |

