



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

Facultad de
MEDICINA

**ESTIMACION DEL NIVEL DE HEMOGLOBINA USANDO EL
HEMOCUE Hb 201 Y UN ANALIZADOR HEMATOLOGICO
AUTOMATIZADO EN DONANTES DE SANGRE EN EL HOSPITAL
CAYETANO HEREDIA DURANTE EL 2021**

**HEMOGLOBIN LEVEL ESTIMATION USING HEMOCUE Hb 201 AND
AN AUTOMATED HEMATOLOGICAL ANALYZER IN BLOOD
DONORS AT CAYETANO HEREDIA HOSPITAL DURING 2021**

**TRABAJO ACADÉMICO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
SEGUNDA ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN
HEMOTERAPIA Y BANCO DE SANGRE**

AUTORA:

Irma Nora Orbegoso Amaya

ASESOR:

Pedro Alberto Aro Guardia

CO- ASESOR:

Raúl Edwin Correa Ñaña

LIMA- PERÚ

2021

ASESORES DE TRABAJO ACADÉMICO

ASESOR:

Dr. Pedro Alberto Aro Guardia

Departamento Académico del Servicio de Hemoterapia y Banco de sangre del Hospital
Cayetano Heredia

ORCID: [0000-0003-3343-7607](https://orcid.org/0000-0003-3343-7607)

CO-ASESOR:

Dr. Raúl Edwin Correa Ñaña

Departamento Académico de la Universidad Peruana Cayetano Heredia

ORCID: [0000-0002-1565-626X](https://orcid.org/0000-0002-1565-626X)

DEDICATORIA

Dedico a Dios este trabajo, y le agradezco por haberme permitido estudiar la especialidad.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a mi padre ausente, por bendecirme desde el más allá, sé que él se hubiera sentido muy orgulloso de mis logros.

Agradezco a mi madre y hermanas por sus palabras de aliento, para seguir adelante y poder cumplir con mis ideales.

Gracias a mi hijo Gustavo por ser fuente de motivación e inspiración para poder superarme más cada día.

Gracias a mis amigas y compañeros de trabajo, quienes me compartieron su conocimiento, y estuvieron siempre apoyándome para lograr que este sueño se haga realidad.

FUENTE DE FINANCIAMIENTO

El presente trabajo será autofinanciado

DECLARACIÓN DEL AUTOR

Yo, Irma Nora Orbegoso Amaya identificada con D.N.I. 18087744, alumna de posgrado de la FMAH-UPCH, autora del trabajo académico titulado: “ESTIMACION DEL NIVEL DE HEMOGLOBINA USANDO EL HEMOCUE Hb 201 Y UN ANALIZADOR HEMATOLOGICO AUTOMATIZADO EN DONANTES DE SANGRE EN EL HOSPITAL CAYETANO HEREDIA DURANTE EL 2021”, declaro que el presente trabajo de investigación es original y ha seguido los lineamientos establecidos respetando la ética en investigación. Este trabajo de investigación se realiza para obtener el Título de Segunda Especialidad en Hemoterapia y Banco de Sangre que ofrece la Universidad Peruana Cayetano Heredia.

TABLA DE CONTENIDOS

1. RESUMEN/ABSTRACT	
2. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN	1
3. OBJETIVOS	5
3.1. Objetivo general	5
3.1. Objetivos específicos	5
4. MATERIAL Y MÉTODOS	6
4.1. Diseño del estudio	6
4.2. Población y lugar de estudio	6
4.2.1. Criterios de inclusión	6
4.2.2. Criterios de exclusión	6
4.3. Muestra y muestreo	7
4.4. Operacionalización de variables	7
4.5. Procedimientos y técnicas	8
4.6. Aspectos éticos	9
4.7. Análisis de datos	10
5. PRESUPUESTO	11
6. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	12
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	13
ANEXO	15

1.RESUMEN

La cuantificación de la hemoglobina como prueba del tamizaje y evaluación antes de la donación de sangre, es un proceso importante que es realizado en los bancos de sangre para saber si el postulante es apto para donar sangre. Una correcta valoración de la hemoglobina previene desenlaces negativos, como la anemia, en el donante de sangre. No obstante, se ha descrito discrepancias entre valoraciones realizadas por equipos que miden hemoglobina en sangre capilar y venosa. **Objetivo:** Estimar el nivel de hemoglobina usando el hemoglobinómetro HemoCue Hb 201 y un analizador hematológico automatizado CELL-DYN Emerald/Abbott en muestras recolectadas de donantes de sangre en el hospital Cayetano Heredia durante el 2021. **Material y métodos:** Se realizará un estudio analítico transversal con un total de 97 donantes enrolados en el Servicio de Hemoterapia y Banco de Sangre durante el año 2021, luego de las respectivas aprobaciones. Se realizará la toma de hemoglobina capilar en el HemoCue Hb 201 y venosa en el **Analizador Hematológico CELL-DYN Emerald/Abbott**. Las variables numéricas y categóricas serán resumidas utilizando medidas de acuerdo a la distribución de datos. Los grupos serán comparados utilizando pruebas paramétricas pareadas, o no paramétricas, según la evaluación de los supuestos. Se calcularán coeficientes de correlación de forma global y estratificada.

Palabras claves: hemocue, hemoglobina y analizador automatizado

1.ABSTRACT

The quantification of hemoglobin as a screening and evaluation test before donating blood, is an important process that is carried out in blood banks to know if the applicant is suitable to donate blood. A correct assessment of hemoglobin prevents negative outcomes, such as anemia, in the blood donor. However, discrepancies have been described between assessments performed by equipment that measure hemoglobin in capillary and venous blood. **Objective:** To estimate the hemoglobin level using the HemoCue Hb 201 hemoglobinometer and a CELL-DYN Emerald / Abbott automated hematology analyzer in samples collected from blood donors at the Cayetano Heredia hospital during 2021. **Material and methods:** A cross-sectional analytical study will be carried out with a total of 97 donors enrolled in the Hemotherapy and Blood Bank Service during the year 2021, after the respective approvals. Capillary hemoglobin will be taken in the HemoCue Hb 201 and venous in the **CELL-DYN Emerald / Abbott Hematology Analyzer**. The numerical and categorical variables will be summarized using measures according to the data distribution. The groups will be compared using paired parametric tests, or non-parametric, according to the evaluation of the assumptions. Correlation coefficients will be calculated globally and stratified.

Keywords: hemocue, hemoglobin and automated analyzer

2. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN

La cuantificación de hemoglobina es una de las pruebas más importantes que se realiza antes de la donación de sangre. La AABB (*American Association of Blood Banks*) sugiere que la evaluación de la hemoglobina o hematocrito debe llevarse a cabo como parte del proceso de selección del donante dado que potencialmente se puede inducir la ocurrencia de eventos negativos por agotamiento de reservas de hierro (1-3).

El punto de corte para elegir un donante con niveles adecuados de hemoglobina es heterogéneo, y está diseñado para diferentes poblaciones ya que depende de la raza, procedencia, hábito de fumar, enfermedad de policitemia vera, entre otros (2,4). El Programa Nacional de Hemoterapia y Bancos de Sangre (PRONAHEBAS) del Perú, para el 2018, señaló que los niveles de hemoglobina para mujeres deberían ser de 12.5 gr/dl o más, y que para varones debería ser de al menos 13.5 gr/dl (5). No obstante, es claro que la precisión y exactitud de cada analizador, para valores cercanos al punto de corte, podrían asociarse a una elección del donante de forma errada. A la fecha, la guía local no hace referencia a un analizador estándar, ni tampoco menciona si la medición debe ser realizada preferentemente en sangre capilar o venosa (1,6).

La causa más frecuente de diferimiento del donante, es un nivel bajo de hemoglobina. El nivel de diferimiento puede alcanzar hasta el 40%, y comúnmente está compuesta por donantes primerizos, mujeres pre-menopáusicas, donantes repetitivos, entre otros (7). El método más frecuentemente utilizado para la cuantificación de hemoglobina es el método capilar, pero presenta muchas discrepancias en su medida en relación con la muestra de sangre venosa (8).

Los métodos para la cuantificación de hemoglobina son diversos, teniendo características propias que, dependiendo del patrón de comparación, se comportan como ventajas o desventajas frente a uno u otro método. Los analizadores automáticos utilizan el método de la oxihemoglobina, el cual es seguro, reproducible y confiable, pero es costoso y el manejo de muestras es complejo. Actualmente existen hemoglobímetro portátiles que son usados en los bancos de sangre para una rápida determinación de la hemoglobina como,

por ejemplo, Hemo Control, Hemo Cue Hb 201, Hemo Point, entre otros. Estos equipos son accesibles dado su bajo costo y más rápidos en tiempo de procesamiento a diferencia de los analizadores automáticos. No obstante, sus estimaciones difieren de forma sistemática con las obtenidas por un analizador hematológico convencional (9,10).

El HemoCue Hb 201 es un dispositivo para estimación de la hemoglobina ampliamente utilizado en los bancos de sangre de los establecimientos de salud. Recientemente, se ha sugerido que los resultados obtenidos en este equipo difieren de forma sistemática con aquellos que son obtenidos por un método estándar (11). En Mujeres embarazadas, se hizo una comparación de la estimación de la hemoglobina mediante el uso del HemoCue Hb 201 y un analizador hematológico mostrando que no había concordancia entre ambos (12). Este hallazgo fue consistente con lo observado por otros investigadores que trabajaron con una población pediátrica (13). En donantes de sangre el uso de este hemoglobinómetro parece no ser confiable debido a presentar errores en valores límites de hemoglobina, así como no correlacionar de forma correcta la estimación de hemoglobina en sangre capilar y venosa (14). Es probable que, la diferencia observada entre la estimación de hemoglobina en sangre capilar y venosa se deba a la variabilidad biológica y la variabilidad propia de cada método, por lo cual, es importante estimar tasas de error cuando se use un analizador tipo Hemo Cue Hb201 (15).

Neufeld y colaboradores en el año 2002 realizaron un estudio para comparar los valores de hemoglobina en sangre venosa y capilar medida por HemoCue Hb 201 y un analizador automatizado Cell dyn y ver la influencia del tipo de sangre usada y el método de análisis sobre la prevalencia de anemia. Se recolectaron muestras de 72 adultos y niños en México, encontrándose que la hemoglobina capilar fue mayor que la detectada en sangre venosa (+0.5g/dl) tanto en adultos y niños (16).

Bahadur y colaboradores en el año 2010 realizaron un estudio para evaluar la precisión del HemoCue Hb 201 en comparación con un analizador automatizado. El estudio incluyó un total de 535 donantes en donde se les tomo sangre capilar valorado por el HemoCue Hb 201 y sangre venosa valorado por el analizador hematológico. El promedio de hemoglobina capilar con HemoCue Hb 201 fue de $14,39 \pm 1,17$, y con el contador

hematológico fue de $13,70 \pm 1,60$, resultando en una aceptable correlación ($R=0.90$). Por tanto, los autores sugieren el uso del HemoCue Hb 201 dado que brinda resultados confiables (14).

Adam y colaboradores, durante el año 2012, realizaron un estudio para valorar los niveles de hemoglobina capilar y venosa usando el Hemocue y un analizador automatizado. Los investigadores seleccionaron un total de 108 mujeres embarazadas con el propósito de evaluar sus niveles de hemoglobina. El sesgo (límite de acuerdo) del hemocue venoso en comparación al analizador hematológico fue de 1.17 ± 1.57 (-1.97, 4.31) g/dl, y del Hemocue capilar en comparación al analizador automatizado fue 1.34 ± 1.85 (-2.36, 5.04) g/dl. Por último, el sesgo del hemocue venoso en comparación al capilar fue de $-0,17 \pm 1.90$ y (-3.97, 3.63) g/dl. Los investigadores concluyeron que la valoración de la concentración de hemoglobina valorada por el Hemocue, tanto venoso como capilar, no tiene un adecuado acuerdo con el analizador automatizado (13).

Vijatha y colaboradores durante el 2014 evaluaron la diferente entre cuantificar homoglobina usando un hemoglobinómetro (Hemocontrol) y un analizador automatizado. El estudio enroló un total de 240 donantes varones, siendo la media del valor de la hemoglobina por el hemocontrol de $14,54 \pm 1,25$ gr/dl, y más alto en 1,13 gr/dl que el valor obtenido por el analizador automatizado. Los investigadores concluyeron que la valoración de la concentración de hemoglobina por el hemoglobinómetro muestra un acuerdo inaceptable con el analizador automatizado (9).

Hinnouho y colaboradores en el año 2018 realizaron un estudio para comparar las concentraciones de hemoglobina por el Hemocue 301 y dos analizadores automatizados en muestras de niños de una comunidad rural. Un total de 1487 muestras fueron recolectadas para determinar el nivel de hemoglobina capilar con el hemocue 301 y en sangre venosa mediante dos analizadores automatizados. La hemoglobina capilar fue mucha más alta que la venosa (108.4 ± 10.3 g/L vs 102.3 ± 13.1 g/L; $p < 0.001$), por lo cual los autores concluyen en un pobre acuerdo entre valores de sangre venosa y capilar, e incluso entre métodos (15).

Las discrepancias observadas en la estimación de hemoglobina en sangre capilar obtenida de donantes de sangre pueden deberse también a factores combinados y

relacionados al operador y metodología (1). Por tanto, es claro que existen diferentes factores que pueden afectar la precisión y confiabilidad de la prueba para estimar la hemoglobina. De forma alteran, se sugirió que la sangre capilar tiene una fuente arterial, y que, por ende, los valores son más altos que los observados en sangre venosa. Asimismo, recientemente se ha sugerido que la postura del postulante a donación altera de forma importante la hemoconcentración (16-18).

La evidencia en relación a la correlación entre la valoración de la hemoglobina usando un hemoglobinómetro y un analizador hematológico automatizado es variada y poco concluyente. En tal sentido, es importante y necesario que los bancos de sangre presten atención suficiente a la validación del método, competencia del personal y ejecute además pruebas periódicas de los resultados con el propósito de obtener valores de hemoglobina confiables y libres de error asociado al rechazo del donante o a la exposición de efectos adversos. En tal sentido, este estudio es importante porque se desea estimar el nivel de hemoglobina en donantes de sangre por dos métodos diferentes; el Hemocue que usa sangre capilar y un analizador automatizado el cual usa sangre venosa. Este estudio permitirá crear una línea basal dado que es novedoso y permitirá generar información extrapolable a situaciones diversas donde los bancos de sangre utilizan hemoglobinómetros para la valoración de la hemoglobina. Mencionado lo anterior, este estudio propone evaluar la correlación que existe entre los niveles de hemoglobina obtenidos por el hemoglobinómetro HemoCue Hb 201 y con un analizador hematológico automatizado CELL-DYN Emerald/Abbott en muestras recolectadas de donantes de sangre.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

- Estimar el nivel de hemoglobina de usando el Hemocue Hb 201 y un analizador hematológico automatizado CELL-DYN Emerald/Abbott en donantes de sangre del Hospital Cayetano Heredia durante el 2021

3.1. Objetivos específicos

- Estimar el promedio del valor de hemoglobina capilar en donantes de sangre usando un hemoglobinómetro HemoCue HB201
- Estimar el promedio del valor de hemoglobina venosa en donantes de sangre usando analizador hematológico automatizado CELL-DYN Emerald/Abbott
- Comparar y obtener una medida de correlación entre el valor de hemoglobina capilar y venosa, de forma global y de estratificada por sexo y edad

4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1. Diseño del estudio

Estudio transversal y analítico.

4.2. Población y lugar de estudio

Las muestras serán recolectadas a partir de los donantes de sangre que acudan al Servicio de Hemoterapia y Banco de Sangre del Hospital Cayetano Heredia durante el año 2021. Dado el contexto de emergencia, y la variable epidemiología actual, no es predecible definir un posible marco muestral en base al número de sujetos recibidos de forma histórica.

El Hospital Cayetano Heredia es un hospital nacional que atiende a personas que residen principalmente al norte de la ciudad de Lima. Por tanto, se espera tener una representación correcta y similar al histórico de atenciones.

4.2.1. Criterios de inclusión

- Donantes varones y mujeres de sangre que acudan el Servicio de Hemoterapia y Banco de sangre y que haya sido aceptados para donación de acuerdo a lo establecido por el PRONAHEBAS

4.2.2. Criterios de exclusión

- Donantes con lesiones dérmicas al momento de la toma de muestra
- Donantes con uso de medicación al menos los últimos 15 días
- Donantes con muestra con lipemia y/o hemolizada
- Donantes con enfermedad hematológica según antecedentes de historia clínica
- Donantes con enfermedad metabólica (por ejemplo: diabetes, hipotiroidismo) según antecedentes de historia clínica
- Donantes con antecedente de cáncer según historia clínica

4.3. Muestra y muestreo

Los donantes de sangre acuden de forma voluntaria y diaria al banco de sangre del Hospital Cayetano Heredia. Los donantes son entrevistados por procesos rutinarios e inscritos en los registros del banco de sangre. Previamente, un estudio similar describió una diferencia entre promedios de 1.13 g/dl de hemoglobina al comparar dos métodos de cuantificación (15). Específicamente, los resultados de dicho estudio sugirieron un promedio de 14.5, desviación estándar de 1.25 para un grupo, y promedio de 13.41 y desviación estándar de 1.39 (15). Considerando una distribución de sujetos de forma balanceada en cada grupo, potencia estadística de 80% y un intervalo de confianza del 95%, el tamaño de muestra total es de 44 sujetos. Dado que se presumen encontrar una menor diferencia, se propone el estudio del doble de sujetos más un 10% por posibles pérdidas, resultando en 97 sujetos.

El muestreo será realizado de forma continua durante el mes de enrolamiento y hasta completar por saturación el tamaño de muestra final propuesto.

4.4. Operacionalización de variables:

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicador	Tipo de variable y escala de medición
Sexo	Característica biológica y genética que divide a los seres humanos en hombre o mujer	Característica del paciente como masculino o femenino obtenido de la solicitud transfusional	Masculino / Femenino	Categórica, dicotómica, nominal
Edad	Tiempo cronológico de vida que ha vivido una persona	Edad en años cumplidos hasta la fecha actual del paciente obtenido de la solicitud transfusional	Años	Numérica, continua, de razón

Tipo de sangre	Líquido biológico que circula por los vasos sanguíneos	Sangre que puede ser recolectada de una vena o arteria	Venosa / Capilar	Categoría, dicotómica, nominal
Nivel de hemoglobina	Concentración de la proteína que se encuentra en los eritrocitos y es encargada del intercambio gaseoso	Nivel de hemoglobina detectada a una muestra de sangre	gr/dl	Numérica, continua, de razón
Dispositivo para medir hemoglobina	Instrumento usado para determinar el valor de hemoglobina en una muestra de sangre	Dispositivo usado para medir la hemoglobina	Hemocue Hb201 Analizador automatizado	Categoría, dicotómica, nominal

4.5. Procedimientos y técnicas

Los procedimientos relacionados a la entrevista y selección del donante serán ejecutados por el personal del banco de sangre de acuerdo a los lineamientos del PRONAHEBAS (18). Por lo cual, en este proyecto no se proponen mecanismos alternos para la selección y entrevista del donante.

Los donantes serán invitados a participar en el estudio mediante un consentimiento informado (1), en el cual se describen los objetivos, procedimientos y técnicas que serán utilizadas en el estudio. La investigación será llevada a cabo por una licenciada Tecnólogo Médico, bajo la supervisión del médico asistente del servicio de Hemoterapia y Banco de sangre y será ejecutado de la siguiente manera:

- Los sujetos serán seleccionados según los criterios de inclusión y se les invitara a participar en el estudio mediante un consentimiento informado (anexo 1). En caso el participante tenga dudas, se le dará tiempo para que las dudas sean absueltas. Si

acepta participar se le pedirá que firme el consentimiento informado y se le dará una copia. Luego se procederá a realizar los procedimientos correspondientes al estudio.

- Como parte de los estudios para donar sangre, de forma rutinaria se toma una muestra de sangre para determinar la concentración de hemoglobina capilar usando el equipo de HemoCue Hb 201. De forma específica, la muestra es recolectada de la punta del dedo mediante una perforación con una lanceta, luego, la primera gota es eliminada con un algodón, y se continúa con la colecta de la nueva gota en una cubeta. La cubeta es colocada en el hemoglobinómetro para la valoración de la hemoglobina.
- Luego también como parte del estudio del donante se le toma muestra venosa de sangre, en el tubo de tapa morada con el anticoagulante Ácido Etilendiaminotetraacético dipotásico (EDTA K2) de 3ml el cual habitualmente es usado para la confirmación de grupo sanguíneo y otro tubo de tapa roja sin anticoagulante de 6ml el cual es usado para las pruebas habituales de tamizaje realizados en banco de sangre. El tubo de tapa morada se usará para la realización de la hemoglobina de sangre venosa y será procesado en el **Analizador Hematológico CELL-DYN Emerald/Abbott**, los resultados serán anotados en una ficha de recolección de datos.
- La edad y sexo serán recolectadas de la ficha de postulación, y luego serán digitalizados los datos para posterior análisis.

Sobre los equipos, es importante mencionar que son instrumentos ampliamente utilizados en la práctica clínica y que cuentan con estudios de verificación y validación de método (19,20).

4.6. Aspectos éticos

Este protocolo se registrará en el Sistema Descentralizado de Información y Seguimiento a la Investigación (SIDISI) - Dirección Universitaria de Investigación, Ciencia y Tecnología (DUICT), y será evaluado por el Comité de Ética de la UPCH (CIE-UPCH) previamente a su ejecución. Durante la implementación del estudio se respetarán los principios éticos delineados en la Declaración de Helsinki, y se seguirán estrictamente las recomendaciones realizadas por el CIE-UPCH.

Las muestras de los pacientes serán usadas para obtener los datos del presente estudio. Para ello, se usará un sistema de codificación numérica en la ficha de recolección con el fin de garantizar el anonimato de todos los participantes. A ellos, se les presentará un consentimiento informado, en el cual tendrán que firmar para poder participar en dicho estudio. En este, se especifica que sus muestras e historias clínicas serán usadas para la investigación

4.7. Análisis de datos

Para el análisis univariado, las variables categóricas serán resumidas usando frecuencias y proporciones. Las variables numéricas serán resumidas utilizando medidas de tendencia central y de dispersión de acuerdo a la distribución de sus valores. Para el cumplimiento de los objetivos, se propone un análisis inicial exploratorio para evaluar diferencia de promedios de hemoglobina de acuerdo a grupos utilizando la prueba paramétrica de t de Student para observaciones dependientes. De no cumplir los supuestos, se usará la prueba no paramétrica de U de Mann Whitney con corrección para observaciones dependientes. La fuerza y dirección de correlación se evaluará con la prueba de Pearson luego de asegurar el cumplimiento de supuestos, caso contrario, se utilizará la prueba de Spearman. Lo análisis globales y esterificados por sexo y edad serán ejecutados en Stata v15, considerando un valor de p menor a 0.05 como significativo.

5. PRESUPUESTO

TIPO	DESCRIPCION	CANTIDAD	HONORARIOS	TOTAL
RECURSOS HUMANOS	Investigador principal	1	Ad honore	0
	Asesor metodológico	1	Ad honore	0
	Asesora temática	1	Ad honore	0
	Digitador de base de datos	1	500.00	500.00
RECURSOS MATERIALES	fotocopia	200	0.20	40.00
	plumón indeleble	3	5.00	15.00
	hojas bond 80 gr	200	25.00	50.00
	lapiceros	6	6.00	18.00
	tubos EDTA	100	1.00	100.00
	agujas	1 caja	15.00	15.00
	hemogramas	50	6.00	300.00
	movilidad	20	6.00	120.00
Total				1158.00

6. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Actividades	Tiempo (meses)	Meses						
		1	2	3	4	5	6	7
Búsqueda de bibliografía	1	x						
Elaboración del proyecto	1		x					
Presentación del proyecto a la FMAH de la UPCH	1			x				
Evaluación por el Comité de Ética	1			x				
Presentación del consentimiento informado	1			x				
Recolección de datos en historias clínicas	1				x			
Monitoreo y procesamiento de base de datos	1					x		
Análisis de datos	1						x	
Redacción de informe final	1							x

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Chaudhary R, Dubey A, Sonker A. Techniques used for the screening of hemoglobin levels in blood donors: current insights and future directions. *J Blood Med.* 2017; 8: 75–88.
2. Radtke H, Polat G, Kalus U, Salama A, Kiesewetter H. Hemoglobin screening in prospective blood donors: comparison of different blood samples and different quantitative methods. *Transfus Apher Sci.* 2005;33(1):31–35.
3. Zbigniew Szczepiorkowski. Transfusion and celular Therapies Worldwide (AABB).Bulletin-Updated Strategies to Limit or Prevent Iron Deficiency in Blood Donors. 2016; 17(2):1-12.
4. Saxena S, Wong E. Heterogeneity of common hematologic parameters among racial, ethnic and gender subgroups. *Pathol Lab Med.* 1990; 114(4):715–719.
5. Dirección General de Donaciones, Trasplantes y Banco de Sangre de Ministerio de Salud (DIGDOT/MINSA) [Internet]. Perú: Resolución Ministerial N° 241-2018/MINSA NT N° 016 V.01, 2018 [citado 08 enero 2021]. Disponible: <https://www.elperulegal.com/2018/03/resolucion-ministerial-n-241-2018minsa.html>.
6. Clippel, D, Heddegem, L., Vandewalle, G., Vandekerckhove, P., Compernelle, V. Hemoglobin screening in blood donors: a prospective study assessing the value of an invasive and a noninvasive point-of-care device for donor safety.2017; 57(4): 938–945.
7. Mastil A. Low hemoglobin deferral in blood donors. *Transfus Med.* 2014; 28(1):18-22.
8. Tong E, Murphy W, Kinsella A, et al. Capillary and venous haemoglobin levels in blood donors: a 42-month study of 36y258 paired samples. *Vox Sanguinis.* 2010; 98 (4):547-553.
9. Vijatha T, Arun M. A comparative study to estimate hemoglobin in blood donors using hemocontrol and automated hematology analyzer. *International journal of medical and applied sciences* 2014;3(3):165-169

10. White C, Obeid D. Evaluation of portable hemoglobinometer in general practice. *Br Med J.* 1987, 294(6588): 1263-1265.
11. Nkrumah, B, Nguah, S, Sarpong, N. *et al.* Hemoglobin estimation by the HemoCue portable hemoglobin photometer in a resource poor setting. *BMC Clin Pathol.*2011; 11 (1):1-5.
12. Bridges N, Nguah S, Sarpong N,*et al.* Evaluation of a new system for hemoglobin measurement. *Am Clin Products.* 1987; 6:22-25.
13. Adam I, Ahmed S, Mahmoud M, Yassin M. Comparison of HemoCue hemoglobin-meter and automated hematology analyzer in measurement of hemoglobin levels in pregnant women at Khartoum hospital, Sudan. *Diagnostic Pathology.* 2012; 7 (1):30-35.
14. Bahadur S, Jain S, Jain M. Estimation of hemoglobin in blood donors: A comparative study using hemocue and cell counter. *Transfusion and Apheresis Science* 2010;43 (1): 155–157.
15. HinnouhoG, Barffour M, Wessells R, *et al.* HemoCue and two automated haematology analysersin young Laotian children. *Clin Pathol.* 2018; 71 (1):532–538.
16. Neufeld L, García A, Sánchez D, *et al.* Hemoglobin measured by Hemocue and a reference method in venous and capillary blood: A validation study. *Salud Publica de Mexico* 2002; 44(3):219-227.
17. Daae L, Halvorsen S, Mathisen P, Mironska K. A comparison between haematological parameters in ‘capillary’ and venous blood from healthy adults. *Scand J Clin Lab Invest.* 1988; 48 (1):723–726.
18. Jacob G, Raj S, Keitch T, *et al.* Postural pseudoanemia: posture-dependent change in hematocrit. *Mayo Clin Proc.* 2005;80(5):611–614.