



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE LABORATORIO CLÍNICO**

Ferrocinética de la Anemia microcítica hipocrómica en adolescentes

**Trabajo de Titulación para optar al título de Licenciado en
Ciencias de la Salud en Laboratorio Clínico**

Autores:

Londo Asqui, Erika Dayana
López Cayambe, Fernanda Anahí

Tutor:

Mgs. Ximena del Rocío Robalino Flores

Riobamba, Ecuador. 2023

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Nosotros, Erika Dayana Londo Asqui con cédula de ciudadanía 0605902121, Fernanda Anahí López Cayambe con cédula de ciudadanía 0606202273, autor (a) (s) del trabajo de investigación titulado: Ferrocínética de la Anemia microcítica hipocrómica en adolescentes, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 10 de noviembre de 2023.



Erika Dayana Londo Asqui

C.I. 0605902121



Fernanda Anahí López Cayambe

C.I. 0606202273

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe Mgs. Ximena del Rocío Robalino Flores catedrático adscrito a la Facultad de Ciencias de la Salud, por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación titulado: Ferrocínética de la Anemia microcítica hipocrómica en adolescentes, bajo la autoría de Erika Dayana Londo Asqui; por lo que se autoriza ejecutar los trámites legales para su sustentación.

Es todo cuanto informar en honor a la verdad; en Riobamba, a los 24 días del mes de octubre de 2023



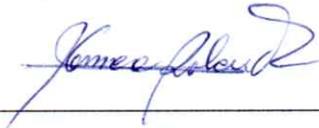
Mgs. Ximena del Rocío Robalino

C.I: 0601946940

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe Mgs. Ximena del Rocío Robalino Flores catedrático adscrito a la Facultad de Ciencias de la Salud, por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación titulado: Ferrocínética de la Anemia microcítica hipocrómica en adolescentes, bajo la autoría de Fernanda Anahí López Cayambe; por lo que se autoriza ejecutar los trámites legales para su sustentación.

Es todo cuanto informar en honor a la verdad; en Riobamba, a los 24 días del mes de octubre de 2023



Mgs. Ximena del Rocío Robalino

C.I: 0601946940

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación Ferrocínética de la Anemia microcítica hipocrómica en adolescentes, presentado por Erika Dayana Londo Asqui con cédula de ciudadanía 0605902121, Fernanda Anahí López Cayambe con cédula de ciudadanía 0606202273, bajo la tutoría de la Mgs. Ximena del Rocío Robalino Flores; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 10 de noviembre de 2023

Mercedes Balladares, Mgs.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



Yisela Ramos, MSc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Félix Falconí, MSc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO





CERTIFICACIÓN

Que, **LÓPEZ CAYAMBE FERNANDA ANAHÍ** con CC: **0606202273**, estudiante de la Carrera **LABORATORIO CLÍNICO**, Facultad de **CIENCIAS DE LA SALUD**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado **"FERROCINÉTICA DE LA ANEMIA MICROCÍTICA HIPOCRÓMICA EN ADOLESCENTES"**, cumple con el **2 %**, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **URKUND**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente, autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 25 de octubre de 2023

Mgs. Ximena Robalino
TUTOR(A)



CERTIFICACIÓN

Que, **LONDO ASQUI ERIKA DAYANA** con CC: **0605902121**, estudiante de la Carrera **LABORATORIO CLÍNICO**, Facultad de **CIENCIAS DE LA SALUD**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado "**FERROCINÉTICA DE LA ANEMIA MICROCÍTICA HIPOCRÓMICA EN ADOLESCENTES**", cumple con el **2 %**, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **URKUND**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente, autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 25 de octubre de 2023

Mgs. Ximena Robalino
TUTOR(A)

DEDICATORIA

El presente trabajo dedico a mi familia en especial a mis padres Norma y Amado quienes son el ejemplo de dedicación y superación.

A mi abuelito Manuel por cuidarme durante todo este tiempo y brindarme sus sabios consejos para nunca dejarme vencer por las adversidades y así no perder de vista mi objetivo.

A Lorena Asqui por ser como mi segunda madre, es quien me ha guiado y apoyado en mi trayectoria estudiantil y personal.

Erika Londo

Dedico este proyecto a mi hermana Verónica, por su cariño y ayuda incondicional durante en todo este tiempo de mi vida estudiantil, por ser la guía en este camino y sus palabras de aliento en todo momento. A mi sobrina Arianna por su infinito amor, por sus abrazos en los momentos más difíciles y también a mi madre por acompañarme y quererme. Este trabajo es por y para ellas.

Fernanda López

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por las oportunidades que me ha dado y las he sabido aprovechar convirtiéndolas en experiencias.

A la Universidad Nacional de Chimborazo cuna del saber por abrirme las puertas para mí superación personal y a cada uno de los maestros que compartieron sus sabios conocimientos.

A todas aquellas personas que directa e indirectamente aportaron con un granito de arena para el desarrollo y consecución del presente trabajo en especial a mi compañera Fernanda.

Erika Londo

A la Universidad Nacional de Chimborazo por permitirme formarme en sus aulas, a los docentes por sus enseñanzas, a mi familia por siempre apoyarme y a mis amigos por permitirme compartir con ellos mis sueños, mis alegrías y mis tristezas; de manera especial a Erika. Muchas gracias.

Fernanda López

ÍNDICE GENERAL

DERECHOS DE AUTOR

DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

CERTIFICADO ANTIPLAGIO

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

RESUMEN

ABSTRACT

CAPÍTULO I..... 16

INTRODUCCIÓN 16

CAPÍTULO II..... 19

MARCO TEÓRICO..... 19

Anemia microcítica hipocrómica 19

Etiología..... 19

Ferrocínética 19

 Transporte del hierro 20

 Absorción y reciclaje celular del hierro 20

Factores de riesgo 20

Patogénesis..... 21

 Fase 1..... 21

 Fase 2..... 21

 Fase 3..... 22

Manifestaciones Clínicas 22

Diagnóstico de laboratorio..... 22

 Índices eritrocitarios..... 23

 Glóbulos rojos..... 23

Hemoglobina.....	23
Hematocrito.....	23
Volumen corpuscular medio (VCM)	24
Hemoglobina corpuscular media (HCM).....	24
Concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM).....	24
Ancho de distribución eritrocitaria (ADE)	24
Morfología eritrocitaria alteraciones del color	25
Hipocromía	25
Diagnóstico Bioquímico.....	25
Hierro sérico.....	25
Ferritina.....	25
Capacidad de fijación total de hierro	25
Saturación de transferrina	26
Transferrina.....	26
Tratamiento.....	26
CAPÍTULO III	27
METODOLOGÍA.....	27
Enfoque.....	27
Nivel.....	27
Cohorte.....	27
Diseño	27
Según la cronología de los hechos	28
Criterios de inclusión	28
Criterios de exclusión	28
Métodos y procedimientos.....	28
Técnicas y materiales	28
Población.....	29

Muestra	29
Consideraciones éticas	29
CAPÍTULO IV	31
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
CAPÍTULO V	46
CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES	46
BIBLIOGRAFÍA	47
ANEXOS.....	59

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1 Pruebas hematológicas y bioquímicas para el diagnóstico de anemia microcítica hipocrómica.	32
Tabla 2. Resultado de la prevalencia según el género a padecer anemia microcítica hipocrómica	36
Tabla 4. Factores de riesgo y manifestaciones clínicas	40

RESUMEN

La anemia microcítica hipocrómica (AMH) es una patología que se caracteriza por presentar una palidez central y tamaño disminuido de los eritrocitos, principalmente ocasionado por la deficiencia de hierro. En la etapa de la adolescencia los requerimientos de hierro son altos, por lo cual el objetivo de esta investigación fue recopilar información sobre el diagnóstico de laboratorio de la AMH en adolescentes, a través de una revisión bibliográfica sobre la ferrocínética en la anemia microcítica hipocrómica en adolescentes donde se enmarcó temas como: la etiología, ferrocínética, patogénesis, factores de riesgo, manifestaciones clínicas, diagnóstico de laboratorio y tratamiento. Se empleó un enfoque de tipo cualitativo debido a que no se basó en datos estadísticos sino en información que permita caracterizar la ferrocínética de la anemia. Su nivel descriptivo definió a la ferrocínética que se presenta en la anemia microcítica hipocrómica en adolescentes de manera que, se incluyeron las características del perfil de anemia y las pruebas de laboratorio. Su diseño fue documental porque permitió profundizar, ampliar y correlacionar el tema de estudio con publicaciones previas de hasta 10 años atrás, fue de cohorte transversal y la técnica que se aplicó principalmente fue la observación. La muestra fueron 53 revisiones bibliográficas publicadas en: Pubmed, Science Direct, Scielo, Elsevier, ResearchGate y Google académico. Además, se encontró que el porcentaje de prevalencia a padecer AMH es 31,73% en el género femenino en comparación al masculino siendo el rango de edad de 12 a 19 años. Mientras que los factores de riesgo más comúnmente asociados a esta patología se encontraron: factores sociodemográficos 38,73%, déficit de hierro 26,32%, sedentarismo 25%, menstruación 22,5%, pubertad 21,41%, la falta de saneamiento 12,5% y parasitosis intestinal 11,58%. Lo que provoca manifestaciones clínicas como: fatiga, disnea de esfuerzo, vértigo, síncope, dolores de cabeza, taquicardia y alteraciones cognitivas. Finalmente, los autores concuerdan que el hemograma completo y pruebas bioquímicas son un pilar fundamental que orientan al diagnóstico de esta patología.

Palabras claves: Ferrocínética, anemia microcítica hipocrómica, diagnóstico, hierro, adolescentes, glóbulos rojos, hemoglobina.

ABSTRACT

Hypochromic mycotic anemia (HMA) is a pathology characterized by central pallor and decreased erythrocyte size, mainly caused by iron deficiency. In adolescence, iron requirements are high, so the objective of this research was to collect information on the laboratory diagnosis of HMA in adolescents through a literature review on ferrokinetics in hypochromic microcytic anemia in adolescents, including topics such as etiology, ferrokinetics, pathogenesis, risk factors, clinical manifestations, laboratory diagnosis, and treatment. A qualitative approach was used because it was not based on statistical data but on information that allows characterizing the ferrokinetics of anemia. Its descriptive level defined the ferrokinetics present in hypochromic microcytic anemia in adolescents so that the characteristics of the anemia profile and laboratory tests were included. Its design was documentary because it allowed it to deepen, broaden, and correlate the subject of the study with previous publications up to 10 years ago. It was a cross-sectional cohort, and the technique applied was mainly observation. The sample consisted of 53 bibliographic reviews published in Pubmed, Science Direct, Scielo, Scielo, Elsevier, ResearchGate, and Google Academic. In addition, it was found that the percentage of prevalence to suffer HMA is 31.73% in the female gender compared to the male, with the age range from 12 to 19 years. In contrast, the risk factors most commonly associated with this pathology were: sociodemographic factors 38.73%, iron deficiency 26.32%, sedentary lifestyle 25%, menstruation 22.5%, puberty 21.41%, lack of sanitation 12.5% and intestinal parasitosis 11.58%. Therefore, this causes clinical manifestations such as fatigue, exertional dyspnea, vertigo, syncope, headaches, tachycardia, and cognitive alterations. Finally, the authors agree that a complete blood count and biochemical tests are fundamental pillar that guide the diagnosis of this pathology.

Keywords: Ferrokinetic, hypochromic microcytic anemia, diagnosis, iron, adolescents, red blood cells, hemoglobin

Reviewed by:
Mg. Dario Javier Cutiopala Leon
ENGLISH PROFESSOR
c.c. 0604581066

CAPÍTULO I.

INTRODUCCIÓN.

La anemia microcítica hipocrómica (AMH) se caracteriza por la disminución de la producción de hemoglobina que es el principal componente de los hematíes y por la producción de glóbulos rojos más pálidos y más pequeños de lo normal. Una condición sistemática subyacente en los niveles de hierro en el cuerpo es que pueden reducirse en presencia de ciertas afecciones médicas sistémicas y crónicas, incluyendo la presencia de infecciones, inflamaciones y neoplasias malignas, condiciones dadas por un periodo de tiempo que provocan una interrupción en la producción de glóbulos rojos causando que la vida de éstos sea más corta¹.

Según datos epidemiológicos de la Organización Mundial de la Salud (OMS), el 24,8% de la población humana padece anemia, de la cual la mayor parte se debe a la anemia ferropénica. La anemia microcítica hipocrómica es más común en mujeres premenopáusicas porque pierden sangre con cada ciclo menstrual. Entre la población femenina, casi el 41% de todas las mujeres embarazadas padecen anemia, mientras que, entre las mujeres premenopáusicas no embarazadas, el 30% de las mujeres luchan contra la anemia. La población masculina suele ser resistente a la anemia debido a los niveles de testosterona circulante².

La prevalencia de la deficiencia de hierro en fase 1 en los Estados Unidos se ha estimado en un 14,4% para los niños de 1 a 2 años, un 3,7% para los niños de 3 a 5 años, un 9,3% para las mujeres de 12 a 19 años y un 9,2% para las mujeres de 20 a 49 años. Esta fase se denomina a veces deficiencia de hierro latente o subclínica porque las reservas de hierro son inadecuadas pero el valor de hemoglobina sigue siendo normal, por lo que es poco probable que se reconozca la deficiencia³.

Los datos sobre anemia o deficiencia de hierro entre las adolescentes son escasos, tanto de América Latina y El Caribe (ALC) como de otras partes del mundo. En los países de ALC, que cuentan con datos recientes y representativos la prevalencia de anemia entre mujeres de 15-24 años de edad tiene un rango que va del 7% en El Salvador al 47% en Haití⁴.

Según la encuesta Nacional de Salud y Nutrición (2014) ENSANUT en el Ecuador se registra que en los adolescentes de 12 a 14 años las prevalencias son de 3.8% en el sexo masculino y 4.4% en el sexo femenino y en los de 15 a 19 años estas son del 4.1 % y 14.3% para los sexos masculino y femenino respectivamente. Esto indica que, en el caso del sexo masculino, los niveles de hemoglobina incrementan conforme aumenta la edad, mientras que en el sexo femenino ocurre lo contrario debido a que existe una disminución de los niveles de hemoglobina a partir de los 12 años ya que las prevalencias de anemia incrementan, como se observa en las prevalencias mencionadas⁵.

En mujeres de 12 a 19 años de edad, la prevalencia de anemia es de 10.9% en la población mestiza, blanca u otra. Sin embargo, en los demás grupos étnicos esta no presenta una diferencia significativa, por lo que se considera como un problema leve de salud pública. En cuanto al nivel socioeconómico la mayoría de casos se presentan en las mujeres de quintiles más pobres, Q1, Q2 y Q3 con prevalencias comprendidas entre 10.3% y 13.3% y a nivel de subregión la mayoría de casos de anemia se registran en Guayaquil, la Amazonía urbana y la Costa urbana, con prevalencias del 14.9%, 13.6% y 12.4% respectivamente⁵.

Dentro de la investigación en el Capítulo I se enmarcó los antecedentes, planteamiento del problema, justificación y los objetivos del trabajo.

En el Capítulo II se encuentra toda la sustentación teórica del tema, la etiología, patogénesis, factores de riesgo, transporte y absorción del hierro, manifestaciones clínicas, así como diagnóstico y tratamiento.

La metodología de la investigación se encuentra en el Capítulo III donde se describe el diseño, nivel, cohorte, enfoque, criterios de inclusión y exclusión, técnicas de búsqueda, población y muestra.

El Capítulo IV y V comprende los resultados y discusión, además de las conclusiones y recomendaciones respectivamente.

La anemia microcítica hipocrómica es una patología muy común en adolescentes resultado de la baja disponibilidad del hierro en el cuerpo, ocasionada también por un defecto en la

síntesis de globinas o del grupo Hemo dichos defectos pueden ser heredados o adquiridos^{1,2}. Los factores de riesgo que predisponen al desarrollo de la enfermedad van principalmente por la ingesta inadecuada de hierro, sangrados crónicos, mala absorción de nutrientes. Los signos y síntomas que no son precisamente específicos de la patología van desde palidez de piel y mucosas, debilidad, fatiga, cefalea, vértigo, palpitaciones, taquicardia y disnea. Durante la etapa de la adolescencia las necesidades nutricionales son exigentes para el desarrollo saludable y así evitar problemas a largo plazo³.

En Ecuador existe el Plan Intersectorial de Alimentación y Nutrición Ecuador 2018-2025, en donde se establece el diagnóstico y tratamiento de anemia en mujeres de edad fértil de 12-49 y en adultos de 19-59 años.

¿Cuáles son los parámetros de diagnóstico, prevalencia y factores de riesgo de la anemia microcítica hipocrómica en adolescentes?

El presente proyecto de investigación permitió entender la enfermedad para contribuir con una cultura de prevención. Las anemias microcíticas hipocrómicas son un problema de salud en el país, la prevalencia en la población genera un déficit en el desarrollo social y económico, provocando en los adolescentes otros problemas de salud y principalmente psicológicos durante esta etapa⁴.

Los indicadores de hierro durante la anemia, son de gran apoyo en el diagnóstico y tratamiento de la enfermedad, el valor de hemoglobina que funciona como indicador del hierro sérico o la determinación de ferritina que es una prueba indispensable en el transcurso de la enfermedad.

La anemia puede progresar a severa como consecuencia de diagnóstico inadecuado existiendo un alto riesgo de muerte que afecta en gran cantidad a los adolescentes en condiciones socioeconómicas vulnerables.

Dado lo expuesto anteriormente fue de gran importancia desarrollar este tema para así conocer la etiología, ferrocínética, diagnóstico de laboratorio y tratamiento que contribuyan en la disminución de la misma.

El principal objetivo del presente trabajo es recopilar información mediante revisión bibliográfica acerca del diagnóstico de laboratorio de la ferrocínica de Anemia microcítica hipocrómica en adolescentes así, revisando en 3 segmentos:

1. Priorizar el diagnóstico de laboratorio para la detección oportuna de anemia microcítica hipocrómica mediante parámetros hematológicos y bioquímicos en adolescentes.
2. Comparar la prevalencia de anemia microcítica hipocrómica en adolescentes según el género mediante la diferenciación de valores en parámetros hematológicos y bioquímicos para contribuir con el diagnóstico precoz de la enfermedad.
3. Distinguir los factores de riesgo y manifestaciones clínicas para la evaluación de la anemia microcítica hipocrómico en los adolescentes a través de la revisión de fuentes bibliográficas.

CAPÍTULO II.

MARCO TEÓRICO.

Anemia microcítica hipocrómica

Etiología

La anemia microcítica hipocrómica es un subgrupo morfológico caracterizado por una reducción significativa del tamaño y el aumento de la palidez central de los hematíes⁶. Esto debido a la disminución de las reservas de hierro del organismo por una ingesta insuficiente de hierro en la dieta, la mala absorción en el intestino, la pérdida de sangre aguda y crónica, alta demanda de hierro en ciertas situaciones como el embarazo o la recuperación de un traumatismo importante o una cirugía².

Ferrocínica

El hierro se distribuye en tres compartimentos: de transporte de la transferrina sérica, de almacenamiento principalmente en forma de ferritina en las células hepáticas y los

macrófagos de la médula ósea y el funcional de la hemoglobina, mioglobina y los citocromos. La hemoglobina, la ferritina intracelular y la hemosiderina constituyen casi el 90% de la distribución total del hierro⁷.

Transporte del hierro

El hierro es transportado en sangre desde el enterocito donde esta molécula se encuentra en su estado de valencia ferroso reducido (Fe^{2+}) y debe ser convertido a férrico oxidado (Fe^{3+}). Esto sucede debido a la capacidad metabólica de la proteína hefestina que está presente en la membrana basolaminar del enterocito, permitiendo así, que el Fe^{3+} esté listo para el transporte plasmático junto a la apotransferrina y esta unión da como resultado a lo que se conoce como transferrina³.

Absorción y reciclaje celular del hierro

La gran parte de hierro se encuentra contenido en la hemoglobina de los hematíes y mediante el proceso de eritrofagocitosis realizado por los macrófagos reticuloendoteliales es reciclado, siendo estas importantes reservas de hierro (Fe) además de los hepatocitos y los enterocitos^{8,9}. Es preciso mencionar que, en todas las células de nuestro organismo se encuentran pequeñas cantidades de Fe para procesos metabólicos esenciales, exportarse al plasma para ser utilizado por otros tejidos o son capaces de almacenar en forma de ferritina que es la unión del hierro Fe^{3+} con la apoferritina^{8,9}.

Factores de riesgo

La anemia microcítica hipocrómica tiene una etiología multifactorial que causa una reducción en las reservas de hierro en el organismo^{2, 10}. Estos factores pueden ser:

- A nivel nutricional por una ingesta dietética insuficiente de alimentos que poseen hierro, o vitamina B12 o ácido fólico¹⁰.
- Enfermedades gastrointestinales e infecciones como malaria, lo que provoca una absorción insuficiente de hierro⁷.
- Por contaminantes ambientales (plomo)¹⁰.
- Factores socioeconómicos bajos ingresos familiares¹⁰.
- Factores fisiológicos que necesitan hierro como la pubertad, embarazo, hemorragias agudas o crónicas, menstruación⁷.

Patogénesis

Cuando existe un aumento o pérdida de hierro en relación a lo ingerido en dieta, el organismo se esfuerza por mantener la homeostasis del mismo acelerando su absorción en el intestino mediante una disminución de la producción de hepcidina en el hígado³. Presentándose así las siguientes fases:

Fase 1

Esta fase se caracteriza por una pérdida progresiva del hierro almacenado. Sin embargo, el desarrollo de los glóbulos rojos (GR) es normal porque la reserva de hierro del organismo es suficiente para mantener los compartimentos de transporte y funcionales. No se evidencia la deficiencia de hierro en la sangre periférica porque los GR sobreviven 120 días, y el paciente no experimenta síntomas de anemia³.

Sin embargo, los niveles de ferritina sérica son bajos indicando una disminución del hierro almacenado, esto también podría detectarse en una tinción de hierro de la médula ósea. Al no evidenciar anemia estas pruebas no son realizadas porque los individuos parecen sanos³ (Anexo 1).

Fase 2

Se define por el agotamiento de la reserva de hierro (Anexo 1). Durante un tiempo, la producción de GR continúa con normalidad, dependiendo del hierro disponible en el compartimento de transporte. Rápidamente, el contenido de hemoglobina de los reticulocitos empieza a disminuir, lo que refleja el inicio de la eritropoyesis por deficiencia de hierro, pero como la mayor parte de los GR circulantes se produjo durante el periodo de disponibilidad adecuada de hierro, la medida global de hemoglobina sigue siendo normal. Por lo tanto, la anemia sigue sin ser evidente, aunque la hemoglobina del individuo puede empezar a descender y la anchura de distribución eritrocitaria (ADE) puede empezar a aumentar a medida que la médula ósea libera algunos glóbulos rojos más pequeños³.

Los niveles séricos de hierro y ferritina disminuyen, mientras que la capacidad total de fijación del hierro (TIBC), una medida indirecta de la transferrina, aumenta. La

protoporfirina eritrocitaria libre (FEP), la porfirina en la que se inserta el hierro para formar el hemo, comienza a acumularse. Los receptores de transferrina aumentan en la superficie de las células que carecen de hierro, ya que intentan captar la mayor cantidad posible de hierro disponible. También se desprenden hacia el plasma, por lo que los niveles de receptores de transferrina solubles aumentan de forma apreciable³.

Fase 3

La concentración de hemoglobina y el hematocrito son bajos en relación con los intervalos de referencia. El agotamiento del hierro de almacenamiento y la disminución de los niveles de hierro de transporte (Anexo 1) impiden el desarrollo normal de los precursores de los GR. Los GR se vuelven microcíticos e hipocrómicos (Anexo 2), ya que su capacidad para producir hemoglobina está restringida³.

Como era de esperar, los niveles séricos de ferritina son extremadamente bajos. Los resultados de otros estudios sobre el hierro también son anormales, y los niveles de protoporfirina eritrocitaria libre y de receptores solubles de transferrina siguen aumentando. El contenido de hemoglobina de los reticulocitos seguirá disminuyendo. Si se midiera, la eritropoyetina estaría elevada, mientras que la hepcidina estaría disminuida³.

Manifestaciones Clínicas

Los signos y síntomas en las anemias no son específicos de esta patología, debido a la baja cantidad de eritrocitos existe una disminución de la presión de oxígeno en los capilares lo que, se traduce en una deficiente actividad metabólica de las células. Debido a esto y la gravedad de la enfermedad, puede presentarse fatiga, palidez, taquicardia, visión nublada, debilidad, mareos, cefaleas, pérdida de libido, malestar gastrointestinal, amenorrea y ciertos signos no son tan frecuentes como la ictericia y esplenomegalia¹¹.

Diagnóstico de laboratorio

La clasificación y diagnóstico de la anemia depende de los hallazgos. El primer paso en el diagnóstico de laboratorio de la anemia es detectar su presencia mediante la medición precisa

de la hemoglobina, el hematocrito, el volumen corpuscular medio y el recuento de GR y la comparación de estos valores con el intervalo de referencia para individuos sanos de la misma edad, sexo, raza y entorno. El conocimiento de los valores hematológicos previos es valioso, ya que una reducción del 10% o más en estos valores puede ser el primer indicio de la presencia de una enfermedad anormal. Se determina la cinética del hierro sérico si la anemia es vitamina B12 o bien microcítica¹² (Anexo 3). Se sugieren los siguientes estudios hematológicos y bioquímicos:

Índices eritrocitarios

Glóbulos rojos

La evaluación de la morfología de los GR es una parte importante del hemograma que además se debe incluir el color celular (hipocromía), tamaño celular (microcitosis, macrocitosis), la variabilidad del tamaño (anisocitosis), la forma celular (poiquilocitosis) y las inclusiones celulares³.

Hemoglobina

Este indicador de hemoglobina puede proporcionar información de referencia útil para una población en la que la carencia de hierro es la causa predominante de anemia¹³. Manualmente se determina por el método de la cianmetahemoglobina (Anexo 4) a 540 nm mientras que los equipos automatizados lo realizan por el método colorimétrico, se mide y se calcula automáticamente. Permitiendo así, clasificar la intensidad de la anemia como leve 11 a 12, moderada 10 a 11 o severa < 10.

Hematocrito

El hematocrito mide el volumen de glóbulos rojos en comparación con el volumen total de sangre (glóbulos rojos y plasma). El hematocrito normal para los hombres es del 40 al 54%; para las mujeres es del 36 al 48%. Este valor puede determinarse directamente mediante el método del microhematocrito o los equipos automatizados que utilizan como principio la impedancia eléctrica lo miden directamente y otros realizan un cálculo indirecto multiplicando el conteo de GR y el VCM entre 10.

Volumen corpuscular medio (VCM)

Se calcula entre el hematocrito y el conteo de GR multiplicado x 10, el equipo automatizado arroja el resultado basado en el histograma. Clasifica la anemia con base en el tamaño del eritrocito: en macrocítica > 100 fl, normocítica 81 a 99 fl o microcítica < 80 fl ¹¹(Anexo 5).

Hemoglobina corpuscular media (HCM)

Es el peso medio de la hemoglobina en un glóbulo rojo expresado en picogramos (pg), su rango de referencias es de 27 a 37 pg. Este índice se calcula entre el valor de la hemoglobina y el conteo de GR.

Concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM)

La deformidad de los GR no sólo depende de su geometría, sino también de la viscosidad citoplasmática relativa (hemoglobina). La concentración media normal de hemoglobina celular CHCM oscila entre el 32% y el 36%, y a medida que aumenta la CHCM, aumenta la viscosidad interna. Las CHCM superiores al 36% comprometen la deformidad y acortan la vida útil de los GR porque las células viscosas se dañan al estirarse para pasar a través de capilares estrechos o poros esplénicos. A medida que los GR envejecen, pierden superficie de membrana, aunque conservan la hemoglobina³. Establece si se trata de una anemia normocrómica > 30 o hipocrómica < 30³.

Ancho de distribución eritrocitaria (ADE)

Se obtiene en base al histograma de GR. Se puede establecer en forma porcentual si se trata de una población homogénea < 15 o heterogénea > 15 de eritrocitos¹¹.

Morfología eritrocitaria alteraciones del color

Hipocromía

La hemoglobina componente principal del eritrocito proporciona el color característico a esta célula. La deficiencia de hierro o del grupo hemo por falta de síntesis, provoca la pérdida de color. La observación de la morfología eritrocitaria es parte fundamental de una biometría hemática para los pacientes que padecen anemia, en una extensión sanguínea los eritrocitos se caracterizan por presentar una palidez central de gran extensión^{14,15}.

Diagnóstico Bioquímico

Hierro sérico

Es la cantidad de hierro que circula en la sangre, transportada por su proteína la transferrina. Es obtenido a través de la ingesta nutricional y del eficiente reciclaje del mineral por los macrófagos a partir de los eritrocitos muertos. No es un buen marcador diagnóstico ya que se ve influenciado por el ritmo circadiano y se puede ver afectado por procesos infecciosos o inflamatorios¹⁶. La pérdida de hierro sérico es ocasionada por las hemorragias crónicas que presentan los pacientes con anemia.

Ferritina

Es reserva de hierro, se almacena en las células del sistema endotelial como la médula ósea, bazo e hígado. Es un marcador específico cuando los valores son disminuidos. Al contrario, si sus valores son elevados puede indicar la existencia de un proceso inflamatorio simultáneo, ya que es un reactante de la fase aguda¹⁷.

Capacidad de fijación total de hierro

Al igual que el hierro sérico este es un parámetro relacionado con el intercambio de hierro entre el sistema del retículo endotelial y la médula ósea. Es directamente proporcional a la cantidad de ferritina existente en la sangre, funcionando como una medida indirecta de la

misma. Cuando existe una deficiencia de hierro esta proteína se ve aumentada, por lo que la capacidad de fijación total de hierro igual. La obtención de su valor puede ser calculado multiplicando el valor de la transferrina por una constante que depende de las unidades en la se expresen los resultados ya sea $\mu\text{mol/L}$, g/L , mg/dL ¹⁸.

Saturación de transferrina

Refleja la deficiencia de hierro en el cuerpo. El porcentaje de transferrina se puede calcular entre el valor del hierro sérico y la capacidad de fijación total de hierro. Su valor disminuido indica que el hierro disponible es muy bajo como para la síntesis de hemoglobina¹⁹.

Transferrina

Esta proteína modifica su concentración según las necesidades de hierro que requiere el cuerpo. Cuando existe una deficiencia de hierro su concentración se ve aumentada, no es un marcador específico ya que, es un reactante de la fase aguda que al contrario que la ferritina disminuye durante procesos inflamatorios¹⁹.

Tratamiento

Debe estar encaminado a corregir la anemia y almacenar en depósitos el hierro para su biodisponibilidad. La terapia oral es la más común con sulfato ferroso, la dosis debe ser calculada según 3-6 mg/kg/día administrado de 1 a tres veces al día, media hora antes de cada comida o dos horas después debido a que, la absorción del hierro se puede ver disminuida por varios alimentos como el café, el té, los lácteos o la fibra. El período durante el cual debe ser administrado varía, cuando la hemoglobina y el hematocrito alcancen valores normales antes de los 6 meses se debe seguir con el tratamiento para que el hierro pueda almacenarse. Puede administrarse también por vía parenteral en caso de pacientes que no tienen buena respuesta a la administración oral^{20,21}.

CAPÍTULO III.

METODOLOGÍA.

La presente investigación se realizó bajo los siguientes parámetros metodológicos que se presentan a continuación:

Tipo de investigación

Enfoque

De tipo cualitativa debido a que no se basó en datos estadísticos sino en información que permita caracterizar la ferrocinética de la anemia.

Nivel

De tipo descriptiva dado que se definió la ferrocinética que se presenta en la anemia microcítica hipocrómica en adolescentes de manera que, se incluyeron las características del perfil de anemia y las pruebas de laboratorio mediante la recopilación de información de fuentes bibliográficas.

Cohorte

La investigación se llevó a cabo durante un período determinado de tiempo establecido que fue de abril-septiembre de 2023 con un solo bloque de resultados, en este sentido fue de cohorte transversal.

Diseño

Documental, debido a que se recabó la información los artículos de revistas científicas de diferentes bases de datos y otras fuentes bibliográficas.

Según la cronología de los hechos

Esta investigación es de tipo retrospectivo, el estudio se realizó bajo información ya recopilada de años anteriores y acontecimientos que ya fueron estudiados.

Criterios de inclusión

- Investigaciones publicadas entre el año 2013 y 2023
- Fuentes que detallen la ferrocínética de la anemia microcítica hipocrómica
- Artículos científicos que contengan las pruebas de laboratorio para anemia.
- Investigación con resultados de prevalencia de anemia.
- Documentación que presente los factores de riesgo y manifestaciones clínicas.

Criterios de exclusión

- Bibliografías con más de 10 años de antigüedad
- Artículos que traten de anemias falciformes o hemolíticas
- Estudios realizados en la población infantil o adulta.

Métodos y procedimientos

Primero para seleccionar las fuentes bibliográficas se tomó en consideración el título, resumen y resultados de la investigación, para determinar el nivel de relación con el tema a tratar. El siguiente paso comprendió una lectura analítica de las fuentes. Seguidamente se seleccionó aquellas fuentes que se enmarcan en los criterios de inclusión y exclusión. Como último paso de aquellas fuentes seleccionadas se redactó la presente investigación.

Técnicas y materiales

Se aplicó principalmente la observación de varias fuentes bibliográficas para la obtención de información valiosa que permita la realización del estudio. Los materiales comprendieron todas las fuentes bibliográficas de donde se obtuvieron los artículos.

Población

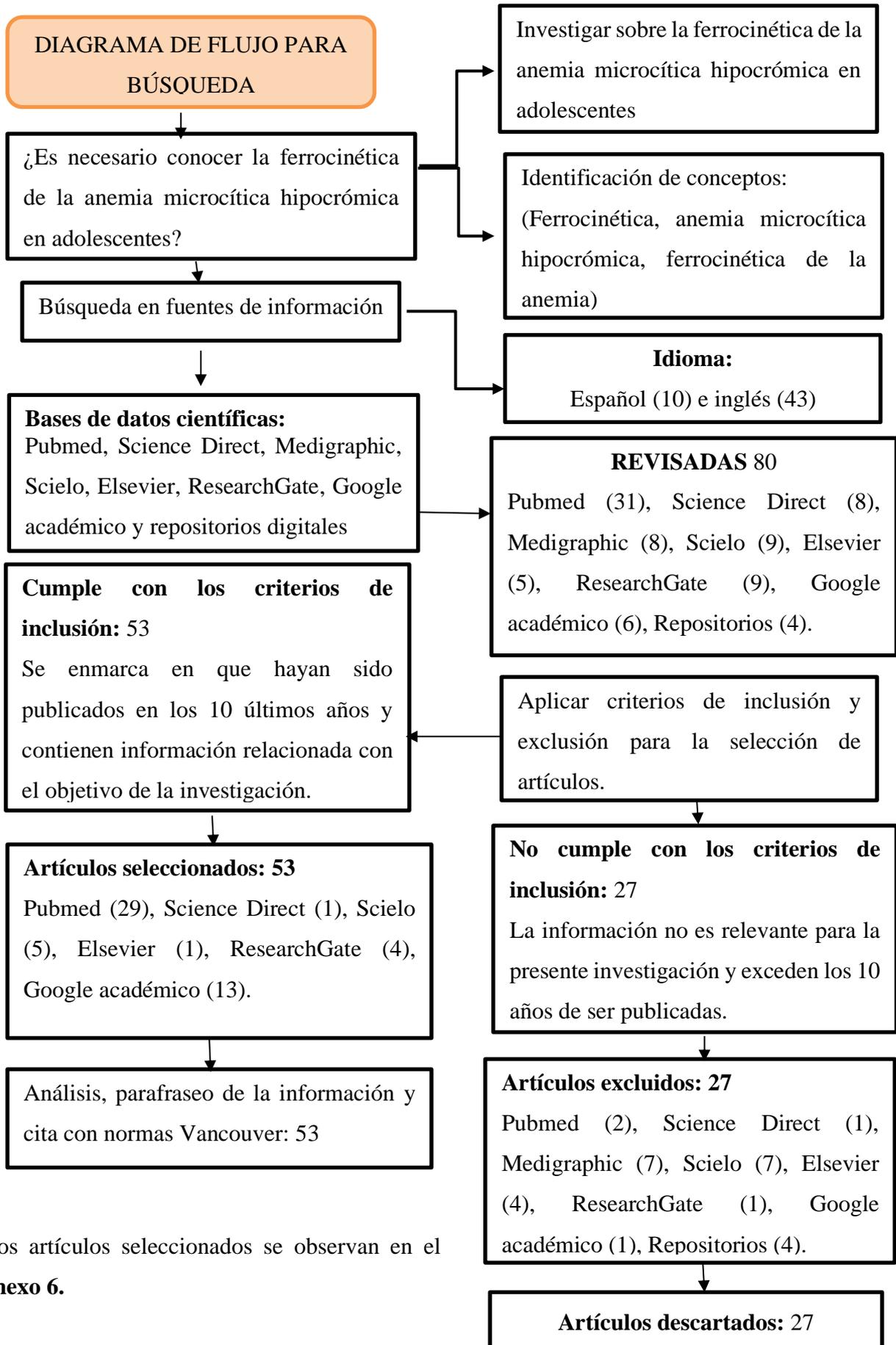
Todas las fuentes bibliográficas, especialmente artículos científicos que permitieron el desarrollo de esta investigación fueron 80 que contribuyeron con la información acerca de la ferrocínética en la anemia microcítica hipocrómica en adolescentes, halladas en bases de datos regionales y de impacto mundial como Pubmed, Science Direct, Medigraphic, Scielo, Elsevier, ResearchGate, Google académico.

Muestra

Para la selección de la muestra, se tomó en cuenta la correlación y contribución con el tema, el resultado de la selección de la muestra fueron 53 fuentes bibliográficas que se sujetaron a los criterios de inclusión y exclusión.

Consideraciones éticas

La presente investigación fue una revisión bibliográfica de información estudiada previamente por lo que, no se manejaron especímenes biológicos en los que se debió tener consideraciones bioéticas.



Los artículos seleccionados se observan en el **Anexo 6.**

CAPÍTULO IV.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se analizaron los varios resultados obtenidos de los artículos científicos acerca de la anemia microcítica hipocrómica partiendo de los objetivos propuestos, de tal manera, se fundamenta con información publicada en las diferentes bases de datos tales como: Pubmed (29), Science Direct (1), Scielo (5), Elsevier (1), ResearchGate (4), Google académico (13).

Es por ello que fueron clasificados en tres grupos para ser expuestos en tablas titulaadas:

- Pruebas hematológicas y bioquímicas para el diagnóstico de anemia microcítica hipocrómica
- Prevalencia de anemia microcítica hipocrómica según el género
- Factores de riesgo y manifestaciones clínicas

Pruebas hematológicas y bioquímicas para el diagnóstico de anemia microcítica hipocrómica

Los resultados de las pruebas hematológicas y bioquímicas para el diagnóstico de anemia microcítica hipocrómica se encuentran en la Tabla 1.

Tabla 1. Pruebas hematológicas y bioquímicas para el diagnóstico de anemia microcítica hipocrómica.

Pruebas hematológicas									Pruebas bioquímicas					Autor/es
BM	RBC	Hb	Hct	VCM	HCM	MCHC	ADE	Frotis	SF	%sTf	sTfR	Fe (sérico)	TIBC	
X										X	X	X		Guzmán, et al ²²
							X	X	X			X	X	Crary S. ²³
		X		X					X	X				Comité Nacional de Hematología Oncología y Medicina Transfucional ²⁴
	X	X	X	X	X	X	X		X			X	X	Ahmed, et al ¹⁰
		X			X				X	X				Wee, et al ²⁵
X								X	X	X	X	X	X	Conde & Valenciano ²⁶
X								X	X	X	X		X	Jahangiri, et al ²⁷
X								X	X	X	X			Pérez, et al. ⁷
		X	X	X	X				X	X		X		Furundarena, et al ²⁸
		X	X	X	X				X	X		X		Seidita, et al ²⁹
									X			X	X	Saputra, et al ³⁰

	X			X			X	X	X					Jabeen, et al ³¹
X				X	X	X	X							Kharche, et al ³²
	X	X	X	X	X	X	X		X				X	Shuang, et al ³³
X									X	X			X	Chaudhry H. & Kasarla M. ²

* Biometría hemática (BM), recuento de glóbulos rojos (RBC), hemoglobina (Hb), hematocrito (Hct), volumen corpuscular medio (VCM), hemoglobina corpuscular media (HCM), concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM), distribución de la anchura de los glóbulos rojos (ADE), ferritina (SF), porcentaje de saturación de la transferrina (%sTf), saturación del receptor de la transferrina (sTfR), hierro sérico (Fe) y capacidad total de fijación del hierro (TIBC)

De acuerdo a la (Tabla 1), los autores concuerdan que el hemograma completo es un pilar fundamental en el diagnóstico hematológico de la AMH entre los valores mayormente empleados son: Hb, Htc, VCM, HCM y un extendido de sangre periférica. En cuanto a las pruebas bioquímicas más comúnmente utilizadas se indica a la ferritina sérica, saturación de transferrina y la capacidad total de fijación de hierro que en conjunto orientan al diagnóstico de esta patología.

Discusión

En el diagnóstico hematológico para la anemia microcítica hipocrómica AMH los parámetros más utilizados son: Hb, RBC, Hct, VCM, HCM, CHCM, WBC, RWD, es decir que, el hemograma es la prueba más básica e importante que ofrece un amplio conocimiento sobre las células sanguíneas.

En la anemia los valores más representativos que la definen según Seidita, et al²⁹, Hb menor a 13 g/dL en los hombres y a 12 g/dL en las mujeres, pero para considerar un caso de AMH la Hb debe estar por debajo de 9 g/dL.

Además, la correlación de los resultados ayuda a un diagnóstico correcto Pérez, et al⁷ y Chaudhry H. & Kasarla M.² mencionan que la clasificación de anemia se evidencia en los resultados del VCM al clasificar como normocítica, microcítica o macrocítica y su normocromía, hipocromía e hipercromía de acuerdo al HCM dado que estos parámetros se encuentran alterados por la cantidad de hemoglobina dentro de los glóbulos rojos, por debajo de 65fL y 27pg, respectivamente, en la anemia microcítica hipocrómica^{24,25}.

Por otra parte, Conde & Valenciano²⁶ mencionan que un extendido de frotis sanguíneo orienta el diagnóstico de AMH debido a los hallazgos característicos en la serie roja (hipocromía, poiquilocitosis, microcíticos). Junto a estas alteraciones es muy frecuente en la observación trombocitosis reactiva no suele superar los valores de $700 \times 10^9 /L$. Además, leucocitos que puede presentar un cierto grado de hipersegmentación, aunque esta alteración morfológica no es tan marcada como en la anemia megaloblástica^{7,22}.

El principal método de diagnóstico bioquímico para AMH es la transferrina, reducción del nivel de hierro sérico y los niveles de ferritina con un aumento de la capacidad de fijación

del hierro^{24,26,27}. Según el estudio realizado por Wee, et al ²⁵ la AMH se definió como: ferritina sérica <13 µg/L en la mujer, <30 µg/L en el varón y/o saturación de transferrina <15%.

Para el Comité Nacional de Hematología Oncológica y Medicina Transfusional²⁴ esta patología se debe a mutaciones del gen TMPRSS6 (serino proteasa transmembrana 6), que codifica a la matriptasa-2, una enzima de función desconocida que se expresa en el hígado.

A todo lo antes mencionado Shuang, et al³³ llega a la conclusión que el hemograma es el medio preliminar para juzgar la anemia, mientras que la ferritina sérica y las pruebas genéticas son necesarias para determinar su tipo.

Prevalencia de AMH según el género basado en los parámetros hematológicos y bioquímicos

Los resultados de la prevalencia para el género masculino y femenino se presentan a continuación en la Tabla 2, junto a los valores de los parámetros hematológicos que permiten diagnosticar la enfermedad.

Tabla 2. Resultado de la prevalencia de anemia microcítica hipocrómica según el género

	Género				Autor/es
	Masculino		Femenino		
N° de participantes	Prevalencia (%)	Parámetros de diagnóstico	Prevalencia (%)	Parámetros de diagnóstico	
1686	12,7	Hb <12,5 g/dl VCM 73 fl HCM 20 pg	30,4	Hb <12 g/dL VCM 70 fl HCM 20 pg	Jamali, et al ³⁴
289	6,7	RBC < 4,3-5,3 cel/mm3 Hb <12,5 g/dL Frotis: Población hipocrómica microcítica	43,3	RBC < 4,3 cel/mm3 Hb<12 g/dL Frotis: Población hipocrómica microcítica	Rani, et al ³⁵
442			12	Hb <12g/dL	Teni, et al ³⁶
500	54	Hb <13 g/dL VCM < 76 fl ADE <14,5 % SF < 15 µ g/L Fe < 10 µ mol/L TIBC 68 µ mol/L	46	Hb <12 g/dL VCM < 76 fl ADE <14,5 % SF < 15 µ g/L Fe < 10 µ mol/L TIBC 68 µ mol/L	Ahmed, et al ¹⁰
200	7,3	Hb <13 g/dL Fe <11,6 µ mol/L	12	Hb <12g/dl Fe < 9 µ mol/L	De la Cruz Gongora, et al ³⁷

100	53	RBC <4,7 cel/mm ³ Hb <13 g/dL Hct < 40 %	47	RBC <4,2 cel/mm ³ Hb < 12 g/dL Hct < 35 %	Ortega Cruz, et al ³⁸
89	54	Hb <13,9 g/dL Hct < 40,9 %	46	Hb <11,9 g/dL Hct < 34 %	Foy Valencia, et al ³⁹
206			25,7	Hb < 12g/dL	Mejía Rodríguez, et al ⁴⁰
134	5,9	RBC <5,57 cel/mm ³ Hb < 13 g/dL Hct <41% VCM < 75 fl HCM 23,5 PG CHCM 31,3 mg/dL ADE 19,02 % Fe <90 µg/dL SF < 66 µg/L	26,54	RBC < 4,57 cel/mm ³ Hb <12 g/dL Hct < 34 % VCM < 72 fl HCM <23,2 pg CHCM 31,9 mg/dL ADE 19,77 % Fe <50 µg/dL SF 16 µg/L	Hamali, et al ⁴¹
76			59,2	Hb < 120 g/L Hct < 34 %	Álvarez Cortez, et al ⁴²

341			10,1	Hg < 12 g/dL	Mejía Rodríguez, et al ⁴³
462			25,5	Hb < 12 g/dL	Gonete, et al ⁴⁴
187	1,08	RBC < 4,8 cel/mm ³ Hb <13,3 g/dL Hct <40 % VCM <77 fl HCM <24 pg CHCM 30 mg/dL	6,31	RBC < 3,8 cel/mm ³ Hb <11,7 g/dL Hct <34 % VCM <77 fl HCM <24 pg CHCM 30 mg/dL	Corral Symes, et al ⁴⁵
443			11,1	Hb <12 g/dL	Mengistu, et al ⁴⁶
255			48,63	Hb 10-12 g/dL	Chandrakumari, et al ⁴⁷
200			17,5	Hb <13 g/dL SF <15 µg/L	Alkhaldy, et al ⁴⁸
1152			67,36	Hb <11,05 g/dL	Mitkari, et al ⁴⁹
626			47,9	Hb <11,44 g/dL	Habib, et al ⁵⁰
528			26,7	Hb < 12 g/dL	Fentie, et al ⁵¹
981	10,7	Hb <13 g/dL	28,6	Hb <12 g/dL	Owaidah, et al ⁵²

		Hct 46 % VCM < 80 fl SF <30 ng/mL		Hct 40 % VCM < 80 fl SF <20,5 ng/mL	
742	22,5	Hb <13 g/dL	19,7	Hb <12 g/dL	Zelege, et al ⁵³
53			49	Hb <12 g/dL	Quispe, et al ⁵⁴
95			21,1	Hb < 11,25 g/dL VCM < 74,49 fl	Sari, et al ⁵⁵

Según los diferentes estudios utilizados en la (Tabla 2) la prevalencia para el género masculino arroja un valor medio de 22,78 % con valores mínimo y máximo de 1,08 % y 54% y en el género femenino es 31,63 % con valores mínimo y máximo 10,1 % y 67,36 % respectivamente, presentando mayor prevalencia. Para el diagnóstico la Hb debe presentar valores <12 g/dL, los valores de VCM, HCM, CHCM, ADE, SF lo establecen cada estudio según la metodología manejada.

Discusión

Para Jamali, et al³⁴, Teni, et al³⁵ & De la Cruz-Gongora, et al³⁷ en sus estudios, el género femenino es mayormente susceptible a padecer anemia especialmente ferropénica, debido alto requerimiento nutricional de hierro en la etapa de la adolescencia y las pérdidas fisiológicas en la menstruación a esto, también se le añaden los hábitos alimenticios que llevan por estereotipos.

El sexo femenino mantiene una tendencia a ser mayormente susceptible en desarrollar AMH, el estudio en la ciudad de Yemen presenta una mayor prevalencia en el grupo de edad de 20 a 22 años es de 59,2 % y de 17 a 19 años con 25,0 %¹⁰, en Pakistán mayor prevalencia con 16,2 % presenta el grupo de edad de 14 a 16 años y el grupo de 17 a 18 años 11,4 %³⁴.

Estudios realizados en estudiantes universitarios de nuevo ingreso arrojaron valores estrechamente similares en búsqueda de anemia, en México el 47% mujeres y 53% hombres³⁸, en Lima la prevalencia de anemia 46% corresponde a las mujeres y 54% a los varones³⁹.

Los estudios de Ortega-Cruz, et al³⁸ & Foy Valencia, et al³⁹, en donde la mayor prevalencia la posee el género masculino lo relacionan a las conductas alimenticias que llevan por el horario académico lo que, conlleva a la aparición de enfermedades gastrointestinales que provocan pérdidas de sangre.

Para Mejía-Rodríguez, et al⁴⁰ & Álvarez-Cortés, et al⁴² la prevalencia de la enfermedad también se debe a los factores socioeconómicos de la población de estudio, la disponibilidad

de alimentos, exposición a parasitosis, bajo peso estrechamente relacionados con la aparición de la enfermedad.

Para Gonete, et al⁴⁴, Mengistu, et al⁴⁶ y & Chandrakumari, et al⁴⁷ la anemia se puede diagnosticar simplemente con la medición de hemoglobina y también se puede clasificar en leve, moderada y severa si sus valores decrecen. De este concepto difieren Corral Symes, et al⁴⁵, Alkhaldy, et al⁴⁸ & Owaidah, et al⁵² para quienes es importante realizar un hemograma completo, primordialmente la valoración del hematocrito y los índices eritrocitarios y a esto sumarle la ferritina sérica.

La mayoría de estudios se realizan en mujeres adolescentes, en aquellos estudios en que como muestra también incluyen al género masculino las pruebas tanto hematológicas como bioquímicas no difieren^{45,52,53}.

La ferritina sérica con valores <30 ng/ml se utilizó como punto de corte para el diagnóstico de anemia ferropénica junto a la aplicación de electroforesis de Hemoglobina A, A2, S y Hemoglobina fetal se utilizaron para diferenciar la anemia por deficiencia de hierro con rasgo β -talasémico y también para discriminar alfa-talasemia⁵².

El estudio de Sari, et al⁵⁵ los valores normales de VCM rodean los 87 ± 7 fl que indican el tamaño de los glóbulos rojos y los valores HCM en 29 ± 2 pg indicativo de la cantidad de hemoglobina que confiere el color a la célula. De esta manera se evalúa si el eritrocito es normocítico y normocrómico.

Factores de riesgo y manifestaciones clínicas

La Tabla 3 contiene los resultados acerca de los factores de riesgo junto a las manifestaciones clínicas de la AMH.

Tabla 3 Factores de riesgo y manifestaciones clínicas

Número de participantes		Factores de riesgo (%)									Manifestaciones clínicas	Autor/ es
		Sexo femenino	Pubertad	Parasitosis intestinal	Sedentarismo	Menstruación	Bajo nivel económico	Déficit dietético de hierro	Factores socio demográficos	Falta de higiene o saneamiento		
H	M											
1489	1300	62				71,5	72,5	56,5	75		Alteraciones cognitivas	Soman, et al ⁵⁶
–	221							4,8			Alteraciones cognitivas	Jawed, et al ⁵⁷
–	418					14,8		38,2			Alteraciones cognitivas	Saydam, et al ⁵⁸
–	330		35,8		25			23			Alteraciones cognitivas	Jalambo, et al ⁵⁹
	205					14,2	15,8	12,5			Trastornos del sistema inmunitario, alteraciones cognitivas	Sumarlan, et al ⁶⁰
	230			7,3		30,4		60,7			Alteraciones cognitivas	Nelima ⁶¹
	240						5,4	13,75			Alteraciones cognitivas	Aedh, et al ⁶²
	696						61,7				_____	Bellizzi, et al ⁶³
	363						54,3				_____	Abu-Baker, et al ⁶⁴
254	278	33,3		16,2				33,2			Trastornos del sistema inmunitario	Gemechu, et al ⁶⁵

143	350		26,3			7		8			Fatiga, disnea de esfuerzo, vértigo, síncope, dolores de cabeza, taquicardia, y, cuando grave, soplos de flujo sistólico cardíaco.	Rose, et al ⁶⁶
	37		2,13	8,7			5	5,3			Disnea, dolores de cabeza	Habtegiorgis, et al ⁶⁷
370	340	10						42,22	16,68		Vértigo, dolor de cabeza, fatiga	Tadzong Mamokem et al ⁶⁸
3270	7080			23,7					24,5		Alteraciones cognitivas	Chauhan, et al ⁶⁹
963	1516					57,6	23,4	2,8		12,5	Alteraciones cognitivas	Yusufu, et al ⁷⁰
	493	18		2		11		23			Alteraciones cognitivas	Wiafe, et al ⁷¹

En los resultados de la (Tabla 3) los factores de riesgo más predominantes de acuerdo a las medias estadísticas para desarrollar AMH son: factores sociodemográficos 38,73%, bajo nivel económico 31,14%, sexo femenino 30,83%, déficit dietético de hierro 26,32%, sedentarismo 25%, menstruación 22,5%, pubertad 21,41%, falta de saneamiento e higiene 12,5% y parasitosis intestinales 11,58%. Lo que provoca manifestaciones clínicas como: fatiga, disnea de esfuerzo, vértigo, síncope, dolores de cabeza, taquicardia y alteraciones cognitivas

Discusión

En los adolescentes la prevalencia de la anemia es motivo de preocupación en salud pública a pesar de las diferentes gestiones realizadas para su prevención, lo que indica que hay diversos factores de riesgo que contribuyen a AMH.

Para Wiafe, et al⁷¹, existen dos grupos de factores los directos e indirectos. En el primer grupo se encuentran englobados hábitos alimenticios, infecciones parasitarias, mujeres adolescentes, pérdida de sangre y el otro grupo: estado educativo, estatus socioeconómico, áreas rurales y procesos fisiológicos.

En los resultados del estudio realizado en la India por parte de Bellizzi, et al⁶³ menciona que dicha zona geográfica tiene la prevalencia más alta del mundo y se estima que hasta el 90 % de los casos de anemia son el resultado de una deficiencia de hierro debido al consumo inadecuado de alimentos ricos en carne y vitamina C (que mejoran la absorción de hierro) y a una dieta basada en un alto consumo de cereales (que inhiben la absorción de hierro).

En cambio, para Ahmed, et al¹⁰ el sexo femenino tiene una alta prevalencia en desarrollar AMH, particularmente en edad reproductiva debido a la menstruación y bajos niveles socioeconómicos; obtienen una dieta de menor calidad en comparación con los hombres por una ingesta inadecuada de hierro y micronutrientes en la dieta.

Por otra parte, Nelima⁶¹ destaca en su estudio que en los países en desarrollo el aumento de la prevalencia de AMH se debe a infecciones parasitarias intestinales, debido a las bajas condiciones socioeconómicas y la falta de conocimientos sobre buenas prácticas de higiene

personal. La malaria y las infestaciones de gusanos, en particular los nemátodos y platelmintos fueron las infecciones parasitarias comunes que se encontraron, pero el paludismo aumentaba significativamente las probabilidades de anemia en los adolescentes⁷¹.

CAPÍTULO V.

CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

- En base a la información recopilada la biometría hemática es un pilar fundamental en la diferenciación de las anemias debido a que la Hb, Htc que junto al VCM permite clasificarla en normocítica, microcítica o macrocítica y el HCM brinda información sobre la cantidad de hemoglobina dentro de los glóbulos rojos lo que ayuda a clasificarla en normocrómica, hipocrómica o hiperocrómica. Sin embargo, a nivel bioquímico la transferrina, hierro sérico, ferritina y la capacidad de fijación son los parámetros más utilizados para contribuir al diagnóstico de AMH.
- Los porcentajes de prevalencia arrojaron como resultado para el género masculino 22,78 % y en el género femenino es 31,63% siendo este el más prevalente, las mujeres que padecen AMH que se hallan en un rango de edad de 12 a 19 años, debido al alto requerimiento nutricional de hierro en la etapa de la adolescencia y las pérdidas fisiológicas en la menstruación a esto, también se le añaden los hábitos alimenticios. Los parámetros hematológicos y bioquímicos que se utilizan para diferenciar AMH son aplicados igualmente para ambos géneros. La mayoría de estudios se sujetan a los valores establecidos por la OMS, para poder hablar de anemia los valores para mujeres de Hb deben ser <12 g/dL y en hombres <13 g/dL. Aunque la población femenina presenta un porcentaje más alto, no se debe descartar los estudios en la población masculina, ya que en varios estudios superan la prevalencia del género opuesto.
- Los factores de riesgo para desarrollar AMH en los adolescentes más comúnmente encontrados en los estudios implican: factores sociodemográficos 38,73%, déficit de hierro 26,32%, sedentarismo 25%, menstruación 22,5% y pubertad 21,41% estos factores se ven más reflejados en países en desarrollo debido a las bajas condiciones económicas y falta de buenas prácticas de higiene y saneamiento. Al padecer esta enfermedad los adolescentes presentan ciertas manifestaciones clínicas como: alteraciones cognitivas, fatiga, disnea de esfuerzo, vértigo, síncope, dolores de cabeza, taquicardia.

Recomendaciones

- La evaluación de los parámetros hematológicos y bioquímicos junto con la visualización de una extensión sanguínea corroborando el diagnóstico de anemias.
- Fomentar la búsqueda de anemia microcítica hipocrómica en adolescentes dentro del Ecuador, debido a que las investigaciones están más dirigidas a infantes y mujeres embarazadas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Portilla M, Morales S, Deschamps R, Castañeda R, Salazar M, Bolívar L, et al. Perfil de hierro en pacientes con anemia microcítica hipocrómica en la comunidad de Jamapa, Veracruz. Revista de investigación en Ciencias de la Salud. 2020 enero-junio.
2. Chaudhry, H , Kasarla M. Microcytic Hypochromic Anemia. [Internet] 2022 [citado 2023 abril 09]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470252/>.
3. Keohane E, Otto C, Walenga J. Rodak's Hematology: Clinical principles and applications. Sexta ed. Miner A, editor.: Elsevier; 2020. Disponible en: <https://labscientists.files.wordpress.com/2019/04/rodaks-hematology-5e-2016-unitedvrg-.pdf>. DOI: 978-0-323-23906-6
4. Chaparro C, Lutter C. La anemia entre adolescentes y mujeres adultas jóvenes en América Latina y El Caribe: Un motivo de preocupación. In Salud OPdl. Iron Deficiency Anemia Assessment, Prevention and Control: A guide for programme managers. Washington: Asdi; 2008. p. 1-12.
5. Freire W, Ramírez M, Belmont P, Mendieta M, Silva K, Romero N, et al. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición. Tomo. Quito: Ministerio de Salud Pública del Ecuador; Instituto Nacional de Estadística y Censos, ENSANUT-ECU; 2014. Report No.: ISBN-978-9942-07-659-5.

6. Kafle S, Lakhey , M. Etiological study of microcytic hypochromic anemia. Pathology of Nepal. 2016 septiembre; 6 (12). DOI: 10.3126/jpn.v6i12.16280.
7. Pérez D, Concustell G, Iglesias C, Urrechaga E, Metín J, González M. Estudio de la ferropenia en el laboratorio clínico. Revista Bioanálisis. 2021 Bioanálisis.
8. Dev S, Babitt J. Overview of iron metabolism in health and disease. Hemodialysis International. 2017; 21(S6-S20). DOI: 10.1111/hdi.12542.
9. Wang CY, Babitt J. Liver iron sesing and body iron homeostasis. Blood. 2019; 133(1). DOI: <https://doi.org/10.1182/blood-2018-06-815894>
10. Ahmed A, Bashanfer S, Abdo , Mohammed. Prevalence of iron deficiency anemia among University Students in Hodeida Province, Yemen. Hindawi. 2018 abril. DOI: <https://doi.org/10.1155/2018/4157876>
11. Lozano JA. Síndrome Anémico. Elsevier. [Internet] 2002 (citado el 21 de junio de 2023); 21 (3) 88-95. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-sindrome-anemico-13027997>
12. Terrés A. Clínica y Laboratorio: Ciencia y Tecnología. Segunda ed. México: Graphimed SA de CV; 2002.
13. Hadary J, Haas J. Hemoglobin correction factors for estimating the prevalence of iron deficiency anemia in pregnant woman residing at hihg altitudes in Bolivia. Panamerica Salud Pública [Internet]. 1999 (citado el 21 de junio de 2023); 6(6). Disponible en: <https://www.scielosp.org/pdf/rpsp/v6n6/0965.pdf>
14. Ventimiglia F. D, Rivas-Ibargüen M. A, Vildoza A, Orsilles M. Á. Valor diagnóstico de la morfología eritrocitaria en las anemias. Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana [Internet]. 2017 (citado el 21 de junio de 2023); 51(3): 379-386. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53553013013>

15. Torrens M. Interpretación clínica del hemograma. *Revista Médica Clínica de los Condes* [Internet] 2015 (citado el 21 de junio de 2023); 26(6) 713-725. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0716864015001480>
16. Forrellat-Barrios M. Diagnóstico de deficiencia de hierro: aspectos esenciales. *Revista Cubana de Hematología, Inmunología y Hemoterapia* [Internet]. 2017 [citado 22 de junio de 2023]; 33 (2). Disponible en: <https://revhematologia.sld.cu/index.php/hih/article/view/534>
17. Cailliat M. C, Fink N. E. Algoritmos de laboratorio para el estudio del estado del hierro. *Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana* [Internet] 2013 [citado 22 de junio de 2023]; 47(3):507-522. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53529349005>
18. Sala MC, Díaz LA. Nuevos marcadores bioquímicos para el estudio de pacientes con anemia. *Hematología* [Internet]. 2017 [citado 22 de junio de 2023]; 21:126-136. Disponible en: https://www.sah.org.ar/revistasah/numeros/vol21/extra3/20-vol21-extra_noviembre.pdf
19. Sociedad argentina de hematología. Anemias. [Internet] (Consultado el 22 de junio de 2023). Disponible en: http://sah.org.ar/docs/1-78-SAH_GUIA2012_Anemia.pdf
20. Comité Nacional de Hematología, Oncología y Medicina Transfusional, Comité Nacional de Nutrición. Deficiencia de hierro y anemia ferropénica. Guía para su prevención, diagnóstico y tratamiento. *Arch Argent Pediatr* [Internet] 2017; 115 (4): 68-82. Disponible en: https://www.sap.org.ar/uploads/consensos/consensos_deficiencia-de-hierro-y-anemia-ferropenica-guia-para-su-prevencion-diagnostico-y-tratamiento--71.pdf
21. Sebastián, E., & Sevilla, J. Protocolo diagnóstico y tratamiento de la anemia microcítica en el adolescente. *Medicine - Programa de Formación Médica Continuada Acreditado* [Internet] 2018 2002 (citado el 21 de junio de 2023); 12(61), 3613–3618. doi:10.1016/j.med.2018.08.007

22. Guzmán M, Guzmán J, Llanos de los Reyes M. Significado de la anemia en las diferentes etapas de la vida. *Enfermería global: revista electrónica trimestral de enfermería*. [Internet]. 2016 (citado el 14 de septiembre de 2023); 15(3). ISSN-e 1695-6141
23. Crary S. *Microcytic Anemia. Guía*. The Angeles: Institute for Digital Health & Innovation; [Internet] 2017. (citado el 14 de septiembre de 2023); 1-8.
24. Comité Nacional de Hematología Oncología y Medicina Transfusional. *Anemias microcíticas hipocrómicas: guía de diagnóstico diferencial*. *Arch Argent Pediatr* [Internet] 2017 (citado el 14 de septiembre de 2023); 115(5):S83-S90. Disponible en: <https://www.sap.org.ar/docs/publicaciones/archivosarg/2017/v115n5a30s.pdf>
25. Wee SY, Muhamed Said SS, Raja Sabudin RZA, Alauddin H, Ithnin A. Microcytic to hypochromic ratio as a discriminant index of thalassaemia trait in subjects with hypochromic anaemia. *Malays J Pathol*. [Internet] 2020 Aug (citado el 14 de septiembre de 2023); 42 (2):195-201. PMID: 32860371.
26. Conde D., Valenciano S. *Protocolo diagnóstico de las anemias microcíticas, normocíticas y macrocíticas*. *Medicine - Programa de Formación Médica Continuada Acreditado*. [Internet] 2020 Nov (citado el 14 de septiembre de 2023); 13 (21). 1216-1219. ISSN 0304-5412. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.med.2020.11.015>.
27. Jahangiri M, Rahim F, Saki Malehi A, Pezeshki S M S, Ebrahimi M. *Differential Diagnosis of Microcytic Anemia, Thalassemia or Iron Deficiency Anemia: A Diagnostic Test Accuracy Meta-Analysis*. *Mod Med Lab J* 2020; 3 (1) :16-29 URL: <http://modernmedlab.com/article-1-70-en.html>
28. Furundarena JR, Uranga A, González C, et al. Initial study of anaemia profile for primary care centres with automated laboratory algorithms reduces the demand for ferritin, iron, transferrin, vitamin B12 and folate tests. *J Clin Pathol*. [Internet] 2022 (citado el 14 de septiembre de 2023); 75:94–98.

29. Seidita A, Mansueto P, Compagnoni S, Castellucci D, Soresi M, Chiarello G, Cavallo G, De Carlo G, Nigro A, Chiavetta M, et al. Anemia in Celiac Disease: Prevalence, Associated Clinical and Laboratory Features, and Persistence after Gluten-Free Diet. *Journal of Personalized Medicine*. [Internet] Sep 2022; (citado el 14 de septiembre de 2023); 12(10):1582. DOI: <https://doi.org/10.3390/jpm12101582>
30. Saputra, D.C.E.; Sunat, K; Ratnaningsih, T. A New Artificial Intelligence Approach Using Extreme Learning Machine as the Potentially Effective Model to Predict and Analyze the Diagnosis of Anemia. *Healthcare* 2023, (citado el 14 de septiembre de 2023); 11, 697. DOI: <https://doi.org/10.3390/healthcare11050697>
31. Jabeen M, Iqbal H, Ahmed A, Ahsan J, Shujaat U, Layab N. Differentiation of Beta-Thalassemia Trait (β -TT) from Iron Deficiency Anaemia (IDA) by Haematological Indices. *Pak Armed Forces Med J* 2023; (citado el 14 de septiembre de 2023); 73(3): 829-832. DOI: <https://doi.org/10.51253/pafmj.v73i3.8601>
32. Kharche K, Bhake A. Hemoglobin Variants in Patients With Microcytic Hypochromic Anemia: A Review of Indian Studies. *Cureus* [Internet] 2023; (citado el 14 de septiembre de 2023); 15(4): e38357. DOI 10.7759/cureus.38357.
33. Shuang X, Zhenming W, Zhu M, Si S, Zuo L. New logarithm-based discrimination formula for differentiating thalassemia trait from iron deficiency anemia in pregnancy. *BMC Pregnancy Childbirth*. 2023 Feb; (citado el 14 de septiembre de 2023); 8: 23(1):100. DOI: 10.1186/s12884-023-05365-3. PMID: 36755221; PMCID: PMC9906898.
34. Jamali, N, Mahesar, H. and Bhutto, M. Prevalence of Iron Deficiency Anaemia in School and College Going Students of District Shaheed Benazirabad Sindh Province, Pakistan. *Open Journal of Blood Diseases* [Internet] 2016 (citado el 14 de septiembre de 2023); 6: 67-78. doi: 10.4236/ojbd.2016.64010.
35. Rani NA, Arasegowda R, Mukherjee P, Dhananjay SY. Prevalence of Nutritional Deficiency Anaemia and Its Impact on Scholastic Performance among

Undergraduate Medical Students. J Clin Diagn Res [Internet] 2017 ((citado el 14 de septiembre de 2023):11(3):21-23. doi: 10.7860/JCDR/2017/25367.9597.

36. Teni M, Shiferaw S, Asefa F. Anemia y su relación con el rendimiento académico entre niñas adolescentes en edad escolar en el distrito de Kebena, suroeste de Etiopía, Biotech Health Sci [Internet] 2017(citado el 14 de septiembre de 2023);4(1):e13431. Disponible en: <https://biotech-health.com/anemia-and-its-relationship-with-academic-performance-among-adolescent-school-girls-in-kebena-district-southwest-ethiopia/>
37. De la Cruz-Góngora V, Villalpando S, Shamah-Levy T. Prevalencia de anemia y consumo de grupos de alimentos en niños y adolescentes mexicanos: Ensanut MC 2016. Salud publica mex [Internet]. 2018 (citado el 14 de septiembre de 2023); 60(3):291-300. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/salpubmex/sal-2018/sal183j.pdf>
38. Ortega-Cruz D, Lozada-Medina E, Barraza-Muñoz U, Rivera-Gómez M, Reynoso-Vázquez J, Ramírez-Caballero F, Ruvalcaba-Ledezma JC. Estado nutricional y factores de riesgo para anemia en estudiantes de medicina. Journal [Internet] 2018 (citado el 14 de septiembre de 2023); 3(5):328-336. Disponible en: <https://www.jonnpr.com/PDF/2392.pdf>
39. Foy-Valencia EC, Asencios-Espejo RW, Sánchez-Durand EM, Gutierrez-Avellana MM, Casas-Mallqui UM. Prevalencia de anemia ferropénica en estudiantes de Biología de la Universidad Nacional de Educación Lima. Revista Dilema Contemporáneos [Internet] 2019 (citado el 14 de septiembre de 2023); 2(81). Disponible en: <https://dilemascontemporaneoseduccionpoliticayvalores.com/index.php/dilemas/article/view/3128/3117>
40. Mejía-Rodríguez F, Mundo-Rosas V, Rodríguez-Ramírez S, Hernández-F M, García-Guerra A, Rangel-Baltazar E, Gómez-Acosta LM, Shamah-Levy T. Alta prevalencia de anemia en mujeres mexicanas en pobreza, Ensanut 100k. Salud

Publica Mex [Internet] 2019 (citado el 14 de septiembre de 2023); 61(6):841-851.
Disponible en: <https://scielosp.org/pdf/spm/2019.v61n6/841-851/es>

41. Hamali HA, Mobarki AA, Saboor M, Alfeel A, Madkhali AM, Akhter MS, Dobie G. Prevalence of Anemia Among Jazan University Students. *Int J Gen Med Mex* [Internet] 2020 (citado el 14 de septiembre de 2023); 13:765-770
<https://doi.org/10.2147/IJGM.S275702>
42. Álvarez-Cortés JT, Cremé-Lobaina E, Revé-Sigler L, Blanco-Álvarez A, Monet-Álvarez DE. Características clínico epidemiológicas de adolescentes femeninas con anemia. *Rev Cubana Hematol Inmunol Hemoter* [Internet]. (citado el 14 de septiembre de 2023); 37(4): e1449. Disponible en: <https://revhematologia.sld.cu/index.php/hih/article/view/1449/1211>
43. Mejía-Rodríguez F, Mundo-Rosas V, García-Guerra A, Mauricio-López ER, Shamah-Levy T, Villalpando S, De la Cruz-Góngora V. Prevalencia de anemia en la población mexicana: análisis de la Ensanut Continua 2022. *Salud Pública Mex* [Internet]. 14 de junio de 2023 (citado el 14 de septiembre de 2023); 65: s225-s230. Disponible en: <https://saludpublica.mx/index.php/spm/article/view/14771/12422>
44. Gonete KA, Tariku A, Wami SD, Derso T. Prevalence and associated factors of anemia among adolescent girls attending high schools in Dembia District, Northwest Ethiopia, 2017. *Arch Public Health* [Internet] 2018 (Citado el 18 de septiembre de 2023); 76 (79). doi: 10.1186/s13690-018-0324-y. PMID: 30598822; PMCID: PMC6302287.
45. Corral-Symes R, Fernández-Quiroga K, González-Santiago O, Morales-San Claudio P. Prevalencia de Anemia en Estudiantes de la Facultad de Ciencias Químicas de la UANL. *Revista de Ciencias Farmacéuticas y Biomedicina* [Internet] 2018 (Citado el 18 de septiembre de 2023); 1(1):14-21. Disponible en: <https://rcfb.uanl.mx/index.php/rcfb/article/view/119/114>
46. Mengistu G, Azage M, Gutema H. Iron Deficiency Anemia among In-School Adolescent Girls in Rural Area of Bahir Dar City Administration, North West

Ethiopia. Anemia. [Internet] 2019 (Citado el 18 de septiembre de 2023); 1097547. doi: 10.1155/2019/1097547. PMID: 31016041; PMCID: PMC6448345.

47. Chandrakumari AS, Sinha P, Singaravelu S, Jaikumar S. Prevalence of Anemia Among Adolescent Girls in a Rural Area of Tamil Nadu, India. *J Family Med Prim Care*. 2019 (Citado el 18 de septiembre de 2023); (4):1414-1417. doi: 10.4103/jfmprc.jfmprc_140_19. PMID: 31143731; PMCID: PMC6510068.
48. Alkhalidy HY, Hadi RA, Alghamdi KA, Alqahtani SM, Al Jabbar ISH, Al Ghamdi IS, Bakheet OSE, Saleh RAM, Shehata SF, Aziz S. The pattern of iron deficiency with and without anemia among medical college girl students in high altitude southern Saudi Arabia. *J Family Med Prim Care* [Internet] 2020 Sep (Citado el 18 de septiembre de 2023); 30; 9 (9):5018-5025. doi: 10.4103/jfmprc.jfmprc_730_20. PMID: 33209838; PMCID: PMC7652112.
49. Mitkari, Kuldeep, H. V. Wadgave, and S. J. Haralkar. Anemia in school-going adolescent girls of age between 11 and 16 years in rural area—A cross-sectional study." *Int J Med Sci Public Health* [Internet] 2020 (Citado el 18 de septiembre de 2023); 508-513. Disponible en: http://www.journalsarchive.com/FILES/IJMSPH/03_Anemia%20in%20school-going%20adolescent%20girls%20of%20age%20between%2011%20and%2016%20years%20in%20rural%20area.pdf
50. Habib N, Abbasi SS, Aziz W. An Analysis of Societal Determinant of Anemia among Adolescent Girls in Azad Jammu and Kashmir, Pakistan. *Anemia* [Internet] 2020 (Citado el 18 de septiembre de 2023); 1628357. doi: 10.1155/2020/1628357. PMID: 32047664; PMCID: PMC7007924.
51. Fentie K, Wakayo T, Gizaw G. Prevalence of Anemia and Associated Factors among Secondary School Adolescent Girls in Jimma Town, Oromia Regional State, Southwest Ethiopia. *Anemia* [Internet] 2020 (Citado el 18 de septiembre de 2023):5043646. doi: 10.1155/2020/5043646. PMID: 33029396; PMCID: PMC7528150.

52. Owaidah T, Al-Numair N, Al-Suliman A, Zolaly M, Hasanato R, Al Zahrani F, Albalawi M, Bashawri L, Siddiqui K, Alalaf F, Almomen A, Sajid MR. Iron Deficiency and Iron Deficiency Anemia Are Common Epidemiological Conditions in Saudi Arabia: Report of the National Epidemiological Survey. *Anemia*. [Internet] 2020 (Citado el 18 de septiembre de 2023); 2020:6642568. doi: 10.1155/2020/6642568. PMID: 33936813; PMCID: PMC8056870.
53. Zeleke MB, Shaka MF, Anbesse AT, Tesfaye SH. Anemia and Its Determinants among Male and Female Adolescents in Southern Ethiopia: A Comparative Cross-Sectional Study. *Anemia* [Internet] 2020 (Citado el 18 de septiembre de 2023):3906129. doi: 10.1155/2020/3906129. PMID: 33133690; PMCID: PMC7568789
54. Quispe H, Castillo E. Anemia ferropénica y su relación con el rendimiento académico en estudiantes universitarias. *Rev. Innova Educ.* [Internet]. 30 de marzo de 2021 [citado 1 de septiembre de 2023]; 3(1):208-14. Disponible en: <https://www.revistainnovaeducacion.com/index.php/rie/article/view/298>
55. Sari P, Judistiani RTD, Herawati DMD, Dhamayanti M, Hilmanto D. Iron Deficiency Anemia and Associated Factors Among Adolescent Girls and Women in a Rural Area of Jatinangor, Indonesia. *Int J Womens Health*. [Internet] 2022 (Citado el 18 de septiembre de 2023); 23:(14):1137-1147. doi: 10.2147/IJWH.S376023. PMID: 36039326; PMCID: PMC9419807.
56. Soman SK, Areekal B, Murali AJ, Varghese RG. Anemia adolescente, su prevalencia y determinantes: un estudio transversal del sur de Kerala, India. *Int J Community Med Salud Pública* [Internet]. 22 de julio de 2017 (Citado el 18 de septiembre de 2023); 4(8):2750-6. Disponible en: <https://www.ijcmph.com/index.php/ijcmph/article/view/1770>
57. Jawed S, Tariq S, Tariq S, Kamal A. Frequency of nutritional anemia among female medical students of Faisalabad . *Pak J Med Sci* [Internet] 2017(Citado el 18 de septiembre de 2023); 33(2):398-403. Disponible en: <https://www.pjms.com.pk/index.php/pjms/article/view/11854/5103>

58. Saydam BK, Genc RE, Sarac F, Turfan EC. Prevalence of anemia and related factors among women in Turkey. *Pak J Med Sci* [Internet] 2017 (Citado el 18 de septiembre de 2023); 33(2):433-438. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28523051/>
59. Jalambo MO, Karim NA, Naser IA, Sharif R. Prevalencia y análisis de factores de riesgo de deficiencia de hierro y anemia por deficiencia de hierro entre adolescentes de la Franja de Gaza, Palestina. *Nutrición de Salud Pública*. Prensa de la Universidad de Cambridge [Internet]; 2018 (Citado el 18 de septiembre de 2023); 21(15):2793–802.
60. Sumarlan ES, Windiastuti E, Gunardi H. Iron Status, Prevalence and Risk Factors of Iron Deficiency Anemia Among 12- to 15-Year-Old Adolescent Girls from Different Socioeconomic Status in Indonesia. *Makara J Health Res*. [Internet]; 2018 (Citado el 18 de septiembre de 2023); (1): 46-52. Doi: 10.7454/msk.v22i1.8078
61. Nelima, Damaris. Prevalence and determinants of Anaemia among adolescent girls in secondary schools in Yala division Siaya District, Kenya. *Universal Journal of Food and Nutrition*. [Internet] 2015 (Citado el 18 de septiembre de 2023) *Science* 3 (1): 1-9. Doi. 10.13189/ujfns.2015.030101
62. Aedh, A., Elfaki, N. K., & Einas, M. S. Iron deficiency anemia and associated risk factors among teenagers in Najran, Saudi Arabia. *International Journal of Medical Research & Health Sciences*. [Internet] 2019 (Citado el 18 de septiembre de 2023); 8(5), 108-114.
63. Bellizzi S, Pichierri G, Panu Napodano CM, Salaris P, Fiamma M, Fozza C, et al. Iron deficiency anaemia and low BMI among adolescent girls in India: the transition from 2005 to 2015. *Public Health Nutrition*. Cambridge University Press; [Internet] 2021 (Citado el 18 de septiembre de 2023); 24(7):1577–82.
64. Abu-Baker, N. N., Eyadat, A. M., & Khamaiseh, A. M. The impact of nutrition education on knowledge, attitude, and practice regarding iron deficiency anemia

among female adolescent students in Jordan. *Heliyon*. [Internet] 2021. (Citado el 18 de septiembre de 2023); 7(2).

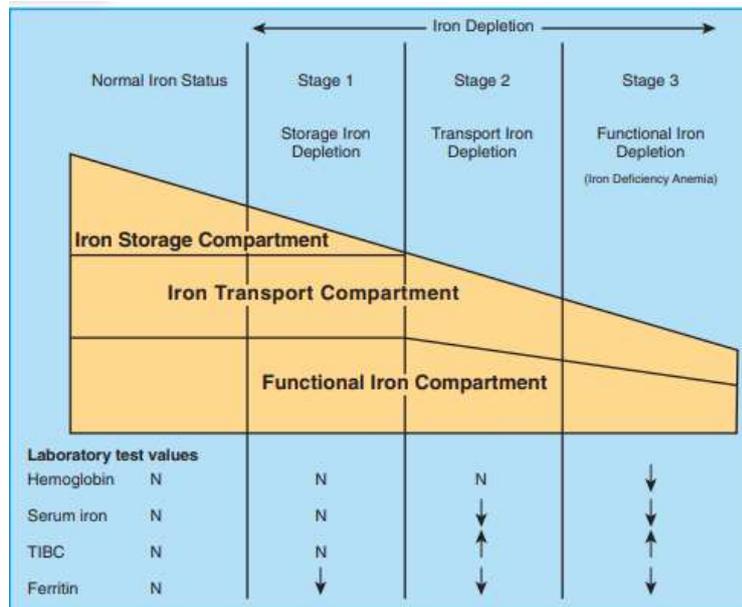
65. Gemechu K, Asmerom H, Gedefaw L, Arkew M, Bete T, Adissu W. Anemia prevalence and associated factors among school-children of Kersa Woreda in eastern Ethiopia: A cross-sectional study. [Internet] 2023 (Citado el 18 de septiembre de 2023); 18(3):e0283421. doi:10.1371/journal.pone.0283421
66. Rose Eiduson, Matthew M. Heeney, Pei-Chi Kao, Wendy B. London, Mark D. Fleming, and Lydia A. Shrier. Prevalence and Predictors of Iron Deficiency in Adolescent and Young Adult Outpatients: Implications for Screening. *Clinical Pediatrics*. [Internet] 2022 (Citado el 18 de septiembre de 2023); 61(1):66-75. doi:10.1177/00099228211059647
67. Habtegiorgis SD, Petrucka P, Telayneh AT, Getahun DS, Getacher L, Alemu S, Birhanu MY. Prevalence and associated factors of anemia among adolescent girls in Ethiopia: A systematic review and meta-analysis. [Internet] 2022 Mar (Citado el 18 de septiembre de 2023); 17(3):e0264063. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8947116/pdf/pone.0264063.pdf>
68. Tadzong Mamokem O, Kana Sop MM, Takougoum Marbou WJ, Telefo BP. Prevalence and Associated Risk Factors of Iron Deficiency Anemia Among School Teenagers in Mbouda, Western Cameroon: A Cross Sectional Study. *EJMED* [Internet]. 2022 Jan. 28 (Citado el 18 de septiembre de 2023); 4(1):52-60. Disponible en: <https://www.ejmed.org/index.php/ejmed/article/view/1178>
69. Chauhan S, Kumar P, Marbaniang SP *et al* Prevalence and predictors of anaemia among adolescents in Bihar and Uttar Pradesh, India. *Representante científico* [Internet] 2022 (Citado el 18 de septiembre de 2023). Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41598-022-12258-6>
70. Yusufu, I., Cliffer, IR, Yussuf, MH *et al*. Factores asociados con la anemia entre adolescentes escolares de 10 a 17 años en Zanzíbar, Tanzania: un estudio

transversal. BMC Salud Pública [Internet] 2023. (Citado el 18 de septiembre de 2023) Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12889-023-16611-w>

71. Wiafe MA, Ayenu J, Eli-Cophie D. A Review of the Risk Factors for Iron Deficiency Anaemia among Adolescents in Developing Countries. *Anemia*. 2023 ene (Citado el 18 de septiembre de 2023); 3;2023:6406286. Doi: 10.1155/2023/6406286. PMID: 36636253; PMCID: PMC9831712.

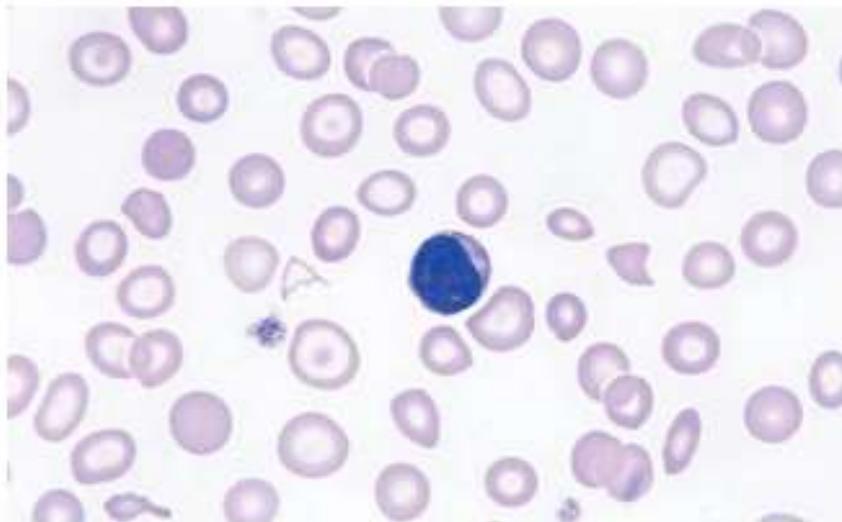
ANEXOS

Anexo 1. Desarrollo de la anemia ferropénica



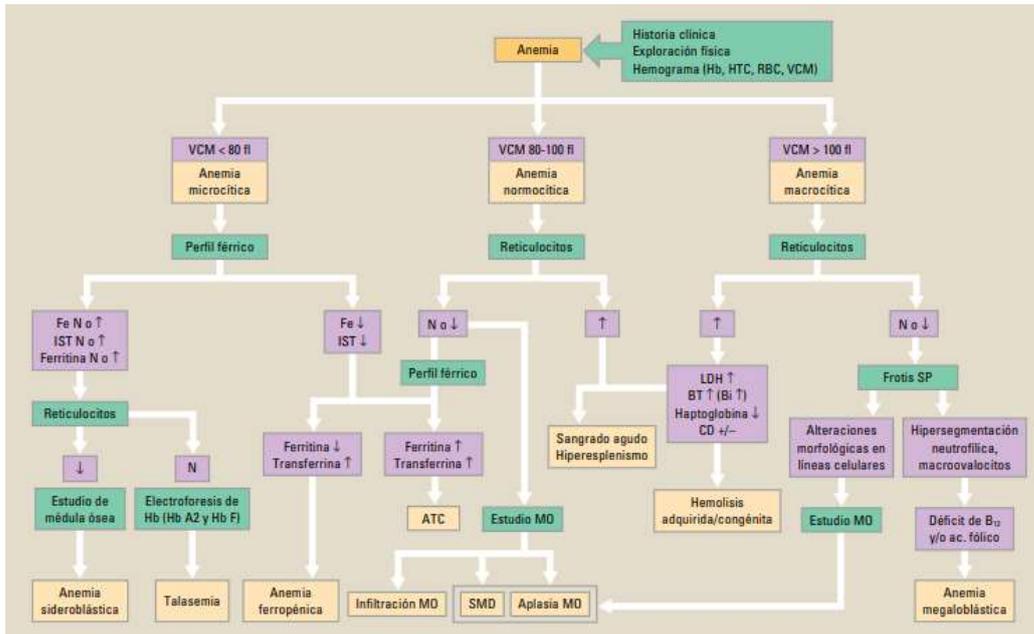
Fuente. Keohane E, Otto C, Walenga J. Rodak's Hematology: Clinical principles and applications. [Imagen]. Elsevier, 2020.

Anexo 2. Lámina de sangre periférica de anemia microcítica hipocrómica



Fuente: Keohane E, Otto C, Walenga J. Rodak's Hematology: Clinical principles and applications. [Imagen]. Elsevier, 2020.

Anexo 3. Algoritmo de diagnóstico de la anemia microcítica



Fuente: Protocolo diagnóstico de las anemias microcíticas, normocíticas y macrocíticas [Imagen]. Medicine, 2020.

Anexo 4. Inserto de la marca Linear utilizado en la determinación de hemoglobina por el método cianmetahemoglobina




HEMOGLOBIN

<p>REF 1134015 2 x 5 mL</p> <p>CONTENIDO R1, Reactivo 2 x 5 mL CAL, Patrón 1 x 1 mL</p> <p>Sólo para uso diagnóstico in vitro</p>	<h3>HEMOGLOBINA</h3> <p>TOTAL Método colorimétrico PUNTO FINAL</p>
---	--

FUNDAMENTO

El Fe (II) de todas las formas de hemoglobina, con excepción de la sulfohemoglobina, es oxidado por el ferrocianuro a Fe(III) convirtiéndose en metahemoglobina que, a la vez, reacciona con cianuro ionizado (CN⁻) formándose cianmetahemoglobina, un derivado muy estable que absorbe a 540 nm. La intensidad del color formado es proporcional a la concentración de hemoglobina total en la muestra.¹

$$\text{HbFe(II)} + \text{Fe(III)(CN)}_6^{4-} \xrightarrow{\text{pH } 7,2} \text{HbFe(III)} + \text{Fe(III)(CN)}_6^{4-}$$

$$\text{HbFe(II)} + \text{CN}^- \longrightarrow \text{HbFe(III)CN}$$

COMPOSICION DE LOS REACTIVOS

R1 Reactivo Drabkin (50x). Modificado². Ferrocianuro potásico 30 mmol/L, cianuro potásico 38 mmol/L, fosfato monopotásico 50 mmol/L, tensioactivo 2,5% (p/v) **X₁**.

CAL Patrón de Hemoglobina. Hemoglobina 12 g/dL (7,5 mmol/L). Origen bovino. El valor de concentración es trazable al Material de Referencia Certificado CRM 522.

ALMACENAMIENTO Y ESTABILIDAD

 Conservar Reactivo a 2-30°C.
Todos los componentes del kit son estables hasta la fecha de caducidad indicada en la etiqueta. Mantener los frascos cerrados, protegidos de la luz y evitar la contaminación durante su uso.
Descartar si se observan signos de deterioro:
- Presencia de partículas y turbidez.
- Absorbancia del Blanco (A) a 540 nm > 0,010 en cubeta de 1 cm.

PREPARACION DE LOS REACTIVOS

Reactivo de trabajo.
Mediante una pipeta automática aspirar 5 mL de R1 y dispensarlos en un matraz aforado de 250 mL, dirigiendo el flujo contra el cuello para minimizar la formación de espuma. Enrasar con agua destilada, tapar y mezclar por inversión. Estable como mínimo 6 meses a 15-25°C en frasco tapado de borosilicato. Desechar el reactivo cuando presente signos de oscurecimiento o decoloración.

PRECAUCIONES
No pipetear con la boca.
Evitar el contacto con la piel y membranas mucosas. En caso de contacto con el reactivo tratar el área afectada bajo un flujo abundante de agua corriente. Para los ojos solicitar además atención médica (Nota 1).

TRATAMIENTO DE RESIDUO
Tratar los residuos de acuerdo con las normativas locales (Nota 2).

Patrón de hemoglobina. Una vez abierto conservar a -20°C. Mezclar bien antes de su uso. (Nota 3).

MUESTRAS

Sangre capilar o venosa. La sangre venosa debe anticoagularse con 1,5-1,8 mg de Na₂EDTA por mL, mezclándola de inmediato. La hemoglobina es estable 1 semana a 2-8°C.

INTERFERENCIAS

- Una concentración alta de lípidos puede elevar falsamente el valor de la hemoglobina en unos 3 g/dL, debido a la turbidez.
- Bilirrubina no interfiere.
- Cuando se emplea EDTAK, líquido como anticoagulante el contenido en hemoglobina puede disminuir un 0,5% por efecto de la dilución de la muestra.
- Otros medicamentos y sustancias pueden interferir⁴.

EQUIPO ADICIONAL

- Fotómetro o colorímetro para mediciones a 540 ± 20 nm
- Matraz calibrado de vidrio, 250 mL.
- Pipetas de volumen variable para reactivos y muestras.

TECNICA

1. Pipetear en tubos rotulados:

TUBOS	Blanco	Muestra	CAL Patrón
Reactivo de trabajo	2,5 mL	2,5 mL	2,5 mL
Muestra	-	10 µL	-
CAL Patrón	-	-	10 µL

2. Mezclar y reposar los tubos 3 minutos a temperatura ambiente.
3. Leer la absorbancia (A) de las muestra y el patrón a 540 nm frente al blanco de reactivo.

El color es estable varias horas. Para periodos superiores a las 6 horas mantener los tubos refrigerados a 2-8°C.

CALCULOS

Con Patrón:

$$\frac{A_{\text{Muestra}}}{A_{\text{Patrón}}} \times C_{\text{patrón}} = \text{g/dL hemoglobina total}$$

Con Factor: $A_{\text{Muestra}} \times 36,8 = C_{\text{Muestra}}$ (g/dL hemoglobina total)

QUALITY SYSTEM CERTIFIED
ISO 9001 ISO 13485

LINEAR CHEMICALS S.L. Joaquim Costa 18 2ª planta, 08390 Montgat, Barcelona, SPAIN
Telf: (+34) 934 694 990 Fax: (+34) 934 693 435. website www.linear.es

Fuente: Linear chemicals S.L [Imagen]. Disponible en: http://www.linear.es/ficheros/archivos/46_1134015C.pdf

Anexo 5. Clasificación de las anemias basado en su VCM y HCM

	Microcíticas	Normocíticas	macrocíticas
Hb (gr/dl)	H: < 13.5 M: < 12.5 N: < 11.5	H: < 13.5 M: < 12.5 N: < 11.5	H: < 13.5 M: < 12.5 N: < 11.5
HCM (pg)	Hipocrómica < 28 pg/h	Normocrómicas 28-33 pg/h	Hiperrcrómicas > 33 pg/h
VCM (fl)	< 80 fl	80-96 fl	> 96 fl

Fuente: Significado de la anemia en las diferentes etapas de la vida. [Imagen]. Scielo, 2016. Disponible en: <https://scielo.isciii.es/pdf/eg/v15n43/revision2.pdf>

Anexo 6. Artículos seleccionados

N°	Año	Idioma	Autor	Base de datos	Título original
1.	2016	Inglés	Guzmán, et al ²²	Scielo	Significance of anaemia in the different stages of life
2.	2017	Inglés	Crary S. ²³	Google académico	Microcytic Anemia
3.	2017	Español	Comité Nacional de Hematología Oncología y Medicina Transfucional ²⁴	Scielo	Anemias microcíticas hipocrómicas: guía de diagnóstico diferencial. Resumen ejecutivo
4.	2018	Inglés	Ahmed, et al ¹⁰	PubMed	Prevalence of Iron Deficiency Anemia among University Students in Hodeida Province, Yemen
5.	2020	Inglés	Wee, et al ²⁵	PubMed	Microcytic to hypochromic ratio as a discriminant index of thalassaemia trait in subjects with hypochromic anaemia
6.	2020	Español	Conde & Valenciano ²⁶	ScienceDirect	Protocolo diagnóstico de las anemias microcítica, normocíticas y macrocíticas.
7.	2020	Inglés	Jahangiri, et al ²⁷	ResearchGate	Differential Diagnosis of Microcytic Anemia, Thalassemia or Iron Deficiency Anemia: A Diagnostic Test Accuracy Meta-Analysis
8.	2021	Español	Pérez, et al. ⁷	Elsevier	Estudio de la ferropenia en el laboratorio

9.	2022	Inglés	Furundarena, et al ²⁸	PubMed	Initial study of anaemia profile for primary care centres with automated laboratory algorithms reduces the demand for ferritin, iron, transferrin, vitamin B12 and folate tests
10	2022	Inglés	Seidita, et al ²⁹	PubMed	Anemia in Celiac Disease: Prevalence, Associated Clinical and Laboratory Features, and Persistence after Gluten-Free Diet
11	2023	Inglés	Saputra, et al ³⁰	PubMed	A New Artificial Intelligence Approach Using Extreme Learning Machine as the Potentially Effective Model to Predict and Analyze the Diagnosis of Anemia
12	2023	Inglés	Jabeen, et al ³¹	Google académico	Differentiation of Beta Thalassemia Trait from Iron Deficiency Anemia by Hematological Indices
13	2023	Inglés	Kharche, et al ³²	PubMed	Hemoglobin Variants in Patients With Microcytic Hypochromic Anemia: A Review of Indian Studies
14	2023	Inglés	Shuang, et al ³³	PubMed	New logarithm-based discrimination formula for differentiating thalassemia trait from iron deficiency anemia in pregnancy
15	2023	Inglés	Chaudhry H. & Kasarla M. ²	PubMed	Microcytic Hypochromic Anemia

16	2016	Ingles	Jamali, et al ³⁴	ResearchGate	Prevalence of Iron Deficiency Anaemia in School and College Going Students of District Shaheed Benazirabad Sindh Province, Pakistan
17	2017	Ingles	Rani, et al ³⁵	PubMed	Prevalence of Nutritional Deficiency Anaemia and Its Impact on Scholastic Performance among Undergraduate Medical Students
18	2017	Ingles	Teni, et al ³⁶	ResearchGate	Anemia and Its Relationship with Academic Performance among Adolescent School Girls in Kebena District, Southwest Ethiopia
19	2018	Ingles	De la Cruz Gongora, et al ³⁷	Scielo	Prevalence of anemia and consumption of iron-rich food groups in Mexican children and adolescents: Ensanut MC 2016
20	2018	Español	Ortega Cruz, et al ³⁸	Google académico	Estado nutricional y factores de riesgo para anemia en estudiantes de medicina.
21	2019	Español	Foy Valencia, et al ³⁹	Google académico	Prevalencia de anemia ferropénica en estudiantes de Biología de la Universidad Nacional de Educación Lima, 2019
22	2019	Español	Mejía Rodríguez, et al ⁴⁰	Scielo	Alta prevalencia de anemia en mujeres mexicanas en pobreza, Ensanut 100k
23	2020	Ingles	Hamali, et al ⁴¹	PubMed	Prevalence of Anemia Among Jazan University Students
24	2021	Español	Álvarez Cortez, et al ⁴²	Scielo	Características clínico epidemiológicas de adolescentes femeninas con anemia

25	2023	Español	Mejía Rodríguez, et al ⁴³	Google académico	Prevalencia de anemia en la población mexicana: análisis de la Ensanut Continua 2022.
26	2017	Ingles	Gonete, et al ⁴⁴	PubMed	Prevalence and associated factors of anemia among adolescent girls attending high schools in Dembia District, Northwest Ethiopia, 2017
27	2018	Español	Corral Symes, et al ⁴⁵	Google académico	Prevalencia de Anemia en Estudiantes de la Facultad de Ciencias Químicas de la UANL
28	2019	Ingles	Mengistu, et al ⁴⁶	PubMed	Iron Deficiency Anemia among In-School Adolescent Girls in Rural Area of Bahir Dar City Administration, North West Ethiopia
29	2019	Ingles	Chandrakumari, et al ⁴⁷	PubMed	Prevalence of Anemia Among Adolescent Girls in a Rural Area of Tamil Nadu, India
30	2020	Ingles	Alkhalidy, et al ⁴⁸	PubMed	The pattern of iron deficiency with and without anemia among medical college girl students in high altitude southern Saudi Arabia
31	2020	Ingles	Mitkari, et al ⁴⁹	Google académico	Anemia in school-going adolescent girls of age between 11 and 16 years in rural area – A cross-sectional study
32	2020	Ingles	Habib, et al ⁵⁰	Google académico	An Analysis of Societal Determinant of Anemia among Adolescent Girls in Azad Jammu and Kashmir, Pakistan

33	2020	Ingles	Fentie, et al ⁵¹	PubMed	Prevalence of Anemia and Associated Factors among Secondary School Adolescent Girls in Jimma Town, Oromia Regional State, Southwest Ethiopia
34	2020	Ingles	Owaidah, et al ⁵²	PubMed	Iron Deficiency and Iron Deficiency Anemia Are Common Epidemiological Conditions in Saudi Arabia: Report of the National Epidemiological Survey
35	2020	Ingles	Zelege, et al ⁵³	PubMed	Anemia and Its Determinants among Male and Female Adolescents in Southern Ethiopia: A Comparative Cross-Sectional Study
36	2021	Español	Quispe, et al ⁵⁴	Google académico	Anemia ferropénica y su relación con el rendimiento académico en estudiantes universitarias
37	2022	Inglés	Sari, et al ⁵⁵	PubMed	Iron Deficiency Anemia and Associated Factors Among Adolescent Girls and Women in a Rural Area of Jatinangor, Indonesia
38	2017	Ingles	Soman, et al ⁵⁶	Google académico	Adolescent anaemia its prevalence and determinants: a cross-sectional study from south Kerala, India
39	2017	Ingles	Jawed, et al ⁵⁷	PubMed	Frequency of nutritional anemia among female medical students of Faisalabad
40	2017	Ingles	Saydam, et al ⁵⁸	PubMed	Prevalence of anemia and related factors among women in Turkey

41	2018	Inglés	Jalambo, et al ⁵⁹	PubMed	Prevalence and risk factor analysis of iron deficiency and iron-deficiency anaemia among female adolescents in the Gaza Strip, Palestine
42	2018	Inglés	Sumarlan, et al ⁶⁰	ResearchGate	Iron Status, Prevalence and Risk Factors of Iron Deficiency Anemia Among 12- to 15-Year-Old Adolescent Girls from Different Socioeconomic Status in Indonesia
43	2015	Inglés	Nelima ⁶¹	Google académico	Prevalence and determinants of Anaemia among adolescent girls in secondary schools in Yala division Siaya District, Kenya
44	2019	Inglés	Aedh, et al ⁶²	Google académico	Iron Deficiency Anemia and Associated Risk Factors among Teenagers in Najran, Saudi Arabia
45	2020	Inglés	Bellizzi, et al ⁶³	PubMed	Iron deficiency anaemia and low BMI among adolescent girls in India: the transition from 2005 to 2015
46	2021	Inglés	Abu-Baker, et al ⁶⁴	PubMed	The impact of nutrition education on knowledge, attitude, and practice regarding iron deficiency anemia among female adolescent students in Jordan
47	2023	Inglés	Gemechu, et al ⁶⁵	PubMed	Anemia prevalence and associated factors among school-children of Kersa Woreda in eastern Ethiopia: A cross-sectional study
48	2021	Inglés	Rose, et al ⁶⁶	PubMed	Prevalence and Predictors of Iron Deficiency in Adolescent and Young Adult Outpatients: Implications for Screening

49	2022	Ingles	Habtegiorgis, et al ⁶⁷	PubMed	Prevalence and associated factors of anemia among adolescent girls in Ethiopia: A systematic review and meta-analysis
50	2022	Ingles	Tadzong Mamokem et al ⁶⁸	Google académico	Prevalence and Associated Risk Factors of Iron Deficiency Anemia Among School Teenagers in Mbouda, Western Cameroon: A Cross Sectional Study
51	2022	Ingles	Chauhan, et al ⁶⁹	PubMed	Prevalence and predictors of anaemia among adolescents in Bihar and Uttar Pradesh, India
52	2023	Ingles	Yusufu, et al ⁷⁰	PubMed	Factors associated with anemia among school-going adolescents aged 10-17 years in Zanzibar, Tanzania: a cross sectional study
53	2023	Inglés	Wiafe, et al ⁷¹	PubMed	A Review of the Risk Factors for Iron Deficiency Anaemia among Adolescents in Developing Countries